

맥문동의 기능적 특성과 이를 이용한 다기능성  
음료의 개발

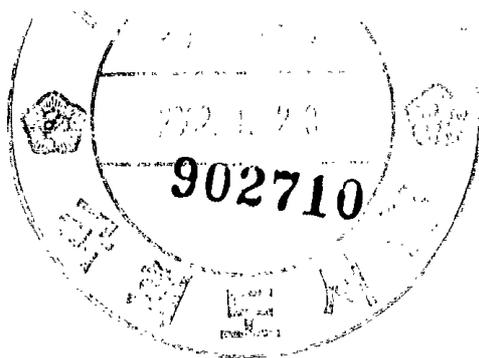
Functional Characteristics and Development of Multi-  
Functional Beverage Using *Liriopsis* Tuber

다기능성 맥문동음료 생산을 위한 전처리 조건 확립과  
음료의 기호성증진

Pre-treatment conditions and enhancement of acceptability  
for multi- functional beverage prepared by *Liriopsis* tuber

대구가톨릭대학교

농 립 부



# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “맥문동의 기능적 특성과 이를 이용한 다기능성 음료의 개발에 관한 연구”  
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001 년 12 월 6 일

주관연구기관명 : 대구가톨릭대학교

총괄연구책임자 : 이 인 자

세부연구책임자 : 김 순 동

협동연구기관명 : 영남농업시험장

협동연구책임자 : 한 상 익

# 요 약 문

I. 제 목 : 맥문동의 기능적 특성과 이를 이용한 다기능성 음료의 개발에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

맥문동은 우리나라에 자생하는 다년생 초본식물로서 tuber에는 다양한 기능성 성분들이 다량 함유되어 있으며 이들 성분들은 혈당강하, 항염증작용 등이 보고되어 있다. 본 연구자들은 다년간 연구해온 기반을 바탕으로 맥문동의 음료로서의 기능적 특성과 적합한 품종의 선정과 저장법을 확립하고 나아가 맥문동이 가지는 다기능적 특성을 활용할 수 있는 국제적 감각에 걸 맞는 음료를 개발함으로써 세계인의 건강을 증진시킬 수 있는 방안을 모색함으로써 우리농가의 소득을 확보할 수 있는 길을 모색코자 다음 같은 연구를 수행하였다.

- 맥문동의 수확 후 관리기술로서 품질보존을 위한 저장법확립
- 맥문동 및 맥문동 음료의 항당뇨, 갈증해소, 피로회복, 스테미나 증진 기능의 검색
- 다 기능성 맥문동 음료의 생산을 위한 전처리조건의 확립과 음료의 기호성 증진

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 맥문동 저장조건에 따른 품질변화 연구

가. 맥문동 수확 후 저장기술에 관한 연구

맥문동의 적절한 수확시기를 구명하기 위하여 3단계로 수확하며 생체상태로 일반 농가 저장법에 따라 저장하면서 관능적 품질검사와 변패율 및 맥문동의 주요 지표성분으로 당류의 함량변화를 분석하여 저장중의 변화현상을 조사, 그 대책을 확립한다.

나. 맥문동의 저장법 확립

생체저장과 건조저장으로 구분하고 저장조건은 포장, 무포장 및 상온과 저온으로 나누어

저장기간에 따른 관능적 품질과 저장 등의 생리적 변화현상을 구명하기 위하여 맥문동의 주요지표성분을 분석하며 이를 통하여 맥문동의 최적저장조건과 방법을 확립한다.

다. 저장조건에 따른 성분 및 품질변화조사와 최적 저장조건 구명

## 2. 맥문동의 다 기능성 검색

가. 가공하지 않은 상태의 맥문동이 가지는 기능적 특성검증을 위하여 맥문동분말, 맥문동의 용매별 분획물에 대하여 다음과 같은 항목의 기능성을 검증하며 최종적으로는 이들 기능성을 모두 가질 수 있는 최저농도를 확립한다.

- 맥문동의 항당뇨 기능검색
- 맥문동의 갈증해소 기능검색 결정
- 맥문동의 피로회복 기능검색
- 맥문동의 스테미나 증진기능검색
- 다 기능성 검증

나. 맥문동 음료의 다 기능성 검색

맥문동 음료의 다기능성을 검증하기 위하여 맥문동추출음료, 맥문동 당화음료, 맥문동 발효음료에 대하여 다음과 같은 기능성을 검증한다.

- 맥문동 음료의 항당뇨 기능검색
- 맥문동 음료의 갈증해소 기능검색
- 맥문동 음료의 피로회복 기능검색
- 맥문동 음료의 스테미나 증진기능검색
- 다기능성 검증

## 3. 다기능성 맥문동 음료생산을 위한 전처리 조건 확립과 음료의 기호성 증진

가. 맥문동 열수추출물의 일반성분과 관능평가

- 일반성분 및 총사포닌 함량 측정

- 유기산 함량 측정
- 유리아미노산 함량 측정
- 무기질 함량 측정
- 관능적 특성 분석

나. 반응표면분석법에 의한 맥문동 열수추출조건 최적화

- 가열시간과 용매비에 따른 추출액의 품질변화
- 추출조건의 최적화
- 최적조건의 선정

다. 맥문동 발효음료의 주요 화학성분에 관한 연구

- 일반성분 및 총사포닌 함량 측정
- 유기산 함량 측정
- 무기질 함량 측정
- 유리아미노산 및 그 유도체 함량 측정

라. 볶음조건이 음료의 품질에 미치는 영향

- 최적 볶음회수 조사
- 색상 분석
- 관능적 품질 평가
- 최적 볶음시간 조사
- 최적 추출시간 조사

마. 맥문동 음료의 기호성 증진과 경제성 분석

- 맥문동 혼합음료의 관능검사
- 음료의 경제성 분석

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 1. 맥문동 저장조건에 따른 품질변화 연구

맥문동 건근의 저장에 따른 외관상 변화는 상온의 경우 저장 1개월이 지나면서부터 갈변 현상이 관찰되었고, 특별한 제습 처리를 하지 않을 경우 4개월이 지나면 곰팡이 발생으로 인하여 상품성을 상실하였다. 저장방법을 달리한 경우는 관행의 경우 상온에서 저장기간이 경과함에 따라 화랑곡나방과 같은 해충의 피해로 상품성이 저장기간에 따라 급격히 나빠짐을 보였고, 건조기로 주기적으로 건조한 경우는 갈변현상이 두드러졌다. 반면, 폴리에틸렌 비닐을 이용한 저장은 적어도 6개월까지는 처음의 우수한 상품성이 유지되었고, 12개월이 넘는 장기저장의 경우 일부 갈변이 관찰되기도 하였다. 저장조건을 달리한 저장의 경우 상온에 비해 냉동 저장이 상품성이 우수하였고, 폴리 비닐저장의 상태가 더욱 양호하였다. 동결 건조한 건근의 경우 양건이나 건조기로 건조한 건근에 비해 상품성이 비교되지 않을 정도로 우수하였고, 상온 저장의 경우는 건근의 상온저장과 같이 수분흡수로 인한 상품성 상실이 관찰되었다. 동결건조의 경우도 상품성은 건근에 비해 좋아 냉장과 냉동저장이 상품성을 잘 유지하는 것으로 조사되었다. 외관상 상품성 및 갈변 정도를 구체적으로 측정하기 위해 색차계를 이용하여 측정한 결과 맥문동 건근의 상품성과 밀접한 관계가 있는 L 값의 경우 폴리비닐 저장의 경우 그 감소율이 가장 작음을 보였고, 저장조건에서도 폴리비닐로 냉동저장한 것이 명도에서 그 변화가 가장 적었다. 동결 건조의 경우도 폴리비닐로 냉동저장한 경우가 가장 명도가 밝아서 색의 변화가 적음을 알 수 있었다. 이 결과는 분말의 백도를 측정한 결과와도 연계되어 건근과 동결건조한 것 모두 폴리비닐 저장한 것이 백도가 가장 높음을 알 수 있었다.

맥문동 건근의 저장방법과 저장조건에 따라 유효성분 분석을 실시하였는데 수분의 변화는 건조 직후 63%에서 열풍건조 후 6%, 동결건조 후 4%였으며, 건조시간도 동결건조가 가장 빨랐음을 보였다. 저장기간이 경과함에 따라 건근과 동결건조한 건근 모두 11%에 가까워짐을 보였고, 냉동과 상온 저장도 11%를 유지하였다. 냉장 저장의 경우 12%의 수분함량을 넘어서는 3개월 이후부터 부패함을 보여 맥문동 건근의 수분함량은 11%이하를 유지시켜야 함을 알 수 있었다. 약리작용을 보유한 엑스 추출량을 비교한 실험에서 전 저장기간 모두 폴리비닐 저장이 추출율이 가장 높음을 보였고, 건조 후의 추출율이 약 35%에서 12개월이 지난 후 상

저장이 추출율이 가장 높음을 보였고, 건조 후의 추출율이 약 35%에서 12개월이 지난 후 상온은 약 11%, 폴리비닐 저장의 경우는 13%로 추출율이 감소함을 보였다. 저장조건에 따른 엑스 추출율의 변화는 건근을 폴리비닐에 보관해 냉동저장한 경우가 추출율이 15.5%로서 가장 좋았고, 비닐에 보관하지 않은 경우도 냉동 저장이 가장 높은 추출율을 나타내었다. 외관상 품질과 수분 및 엑스 추출율을 종합하여 볼 때, 동결건조한 건근의 경우가 상품성은 가장 양호하였고 저장조건은 냉동저장이 상품을 가장 잘 유지할 수 있는 조건임에 틀림이 없으나, 일반 농가에서 바로 실용하여 적용할 수 있는 기술은 양건 보다는 열풍건조가 양호하였고 건조 후 바로 폴리비닐에 담아 가능한 저온에 보관하는 것이 오래 저장할 수 있는 방법이 되겠고, 저온저장이 어렵다면 상온에 저장하여도 6개월 이상 상품성을 충분히 유지하였다.

## 2. 맥문동의 다 기능성 검색

### 가. 항 당뇨기능에 관한 연구

항 당뇨 동물실험모델로 제2형 당뇨모델을 만들기 위해 PH 4.3의 구연산 완충액(0.1M)에 용해한 스트렙토조토신(16mg/100ml) 80mg/kg을 SD계 흰쥐의 복강 내에 주사하여 혈당 200mg/dl이상의 것을 당뇨유발 군으로 하였다. 당뇨를 유발하기 전 1주일간 맥문동 액을 투여한 후 당뇨를 유발한 군과 당뇨유발과 동시에 맥문동 액을 투여한 군을 비교하여 당뇨 예방 모델과 당뇨치료 모델로 하였다. 당뇨예방 모델에서는 혈당이 1일과 3일에서는  $206.7 \pm 16.2$  mg/dl,  $171.3 \pm 12.3$  mg/dl으로 정상 군과 비교하여 높게 나타났으나 5일에는 정상 군과 유사한  $88.0 \pm 23.8$  mg/dl로 혈당이 강하하였다. 반면 치료 모델에서는 맥문동 수 추출 액의 투여는 당뇨에 의한 증상 완화에 크게 도움이 되지 못했다

맥문동으로부터 분리 정제된 Spicatoside B가 streptozotocin의 영향으로부터 췌장  $\beta$  cell을 보호하며 insulin 분비를 촉진하였고 Spicatoside B 1000 $\mu$ g/ml는 70mM K, 300 $\mu$ M ATP처리와 비슷한 insulin secretion양상을 나타내었다. 또한 Spicatoside B의 처리로 췌장  $\beta$  cell 내의 calcium ion 농도가 변화가 없거나 오히려 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 Spicatoside B의 처리로 췌장  $\beta$  cell 내의 calcium ion 농도가 변화가 없거나 오히려 감소하는 경향을 나타내었다.

#### 나. 갈증해소 기능에 관한 연구

갈증 모델로는 당뇨유발모델과 고 부하 운동모델을 확립하였다.

스트렙토조토신에 의한 당뇨 유발 갈증모델에서 맥문동 수추출액은 예방과 치료에 모두에 유의한 갈증해소능을 나타내었으며, 강도 높은 운동으로 인한 갈증모델에서도 맥문동의 수추출액의 투여는 운동 후 갈증이 해소되는 경향을 보였으나 맥문동 올리고당의 투여에서는 갈증 해소에 큰 도움이 되지 못했다.

#### 다. 피로회복 기능에 관한 연구

Rat을 대상으로 한 사염화탄소 유도 간장해 실험에 맥문동 수추출액은 간보호와 간치료에 모두 유의성 있는 효과를 보여 여러 가지 피로요인의 회복에도 도움이 될 것으로 생각됐다. Hep 3B cell과 BRL cell을 대상으로 한 In vitro test에서도 맥문동 수추출액은 간보호능을 나타내었으며 맥문동 분획물에 대한 실험에서 H<sub>2</sub>O fraction이 BuOH fraction 보다 뛰어난 보호능을 보였다.

Rat 및 인체를 대상으로 한 강도 높은 운동 실험 모델에서 맥문동 수추출음료 및 맥문동 올리고당음료 투여가 운동 중 피로물질의 발생 억제에 도움이 됨을 확인하였다.

#### 라. 스테미너증진에 관한 연구

Rat을 대상으로 한 트레드밀 및 수영 모델의 운동실험에서 맥문동 수추출액 및 맥문동 올리고당액은 최대운동시간을 증가시키는 경향을 보여 스테미너 향상에 도움이 됨을 확인하였고 운동 전 6% 맥문동 수추출음료 및 맥문동 올리고당음료의 섭취가 최대운동시간 연장에 효과가 있어 스포츠 음료로서 개발 가능할 것임을 확인하였다.

#### 마. 다기능성에 관한 연구

맥문동을 분획 추출하여 BuOH층에서 Spicatoside B를 분리 동정하였고, 수층을 정제하여 올리고당을 분리하였다.

맥문동의 올리고당은 Rat을 대상으로 장기간 과량 섭취케 한 실험에서 혈 중 AST, ALT, LDH, TC, TG, HDL-cho1의 유의성 있는 변화를 보이지 않아 안전하게 사용할 수 있는 약물임을 확인하였다.

Rat을 대상으로 한 수영실험에서 운동 후 체중의 감소가 유의성 있게 억제됨을 확인하여 한방에서 맥문동이 진액을 보충해 주는 효능으로 이용되어 온 것을 뒷받침할 만한 결과를 얻었다.

### 3. 다기능성 맥문동 음료생산을 위한 전처리 조건 확립과 음료의 기호성 증진

#### 가. 맥문동 열수추출물의 일반성분과 관능평가

맥문동 열수추출물의 일반 성분함량과 관능적 특성을 조사하였다. 건조, 분쇄한 맥문동에 4배량의 물을 가하여 3시간동안 가열추출한 추출액은 total soluble solid 15.95%, total sugar 13.15%, 비환원당 6.54%, total saponins 1.73%를 함유하며, 회분함량은 0.33%, 단백질은 0.40% 함유하였다. 주요 유기산으로는 succinic acid 111.48 mg%, malic acid 23.67 mg% 및 acetic acid 18.36 mg% 였다. 가장 많이 함유된 유리아미노산은 hydroxyproline으로 열수추출물에는 1290  $\mu\text{g}\%$ , glutamic acid는 456.2  $\mu\text{g}\%$  였다. 주요 무기질로는 칼륨이 151.35 mg%로 가장 많았다. 맥문동 열수추출물은 쓴맛이 없으며, 보통 정도의 단맛과 신맛을 지니며 약간의 짙은맛을 띠었다.

#### 나. 반응표면분석법에 의한 맥문동 열수추출조건 최적화

맥문동의 주요 기능성 성분인 올리고당이 포함된 비환원당과 환원당, 총스테로이드사포닌, 고형분, 조지방 및 brix를 고려한 최적 열수추출조건을 얻기 위하여 용매비(2~6배)와 가열시간(1~5시간)을 독립변수로하여 반응표면 분석법으로 최적화하였다. 가용성 고형분 함량은 용매비가 증가할수록 감소하였으며 가열시간은 3시간에서 가장 높았다. 스테로이드사포닌함량은 낮은 용매비에서 높은 값을 보였으며, 용매비가 높아질 경우 가열시간이 증가함에 따라 높아지는 경향을 보였다. 비환원당 함량은 낮은 용매비에서는 가열시간에 따른 큰 변화가 없으나 용매비가 높을 경우 가열시간이 증가할수록 함량이 낮아졌다. 고형분 함량 15~18%, 조사포닌 함량 1.5-2.0%, 환원당과 비환원당 각각 6~8%, 6~7% 및 brix를 13~15 °를 제한 조건으로 하는 맥문동의 열수추출조건은 가열시간은 3시간, 용매비는 4배 이었다.

#### 다. 맥문동 발효음료의 주요 화학성분에 관한 연구

맥문동의 주요 기능성 성분인 올리고당이 포함된 비환원당과 환원당, 총스테로이드사포닌, 고형분, 조지방 및 brix를 고려한 최적 열수추출조건을 얻기 위하여 용매비(2~6배)와 가열시간(1~5시간)을 독립변수로하여 반응표면 분석법으로 최적화하였다. 가용성 고형분 함량은 용매비가 증가할수록 감소하였으며 가열시간은 3시간에서 가장 높았다. 스테로이드사포닌함량은 낮은 용매비에서 높은 값을 보였으며, 용매비가 높아질 경우 가열시간이

증가함에 따라 높아지는 경향을 보였다. 비환원당 함량은 낮은 용매비에서는 가열시간에 따른 큰 변화가 없으나 용매비가 높을 경우 가열시간이 증가할수록 함량이 낮아졌다. 고형분 함량 15~18%, 조사포닌 함량 1.5-2.0%, 환원당과 비환원당 각각 6~8%, 6~7% 및 brix를 13~15 °를 제한 조건으로 하는 맥문동의 열수추출조건은 가열시간은 3시간, 용매비는 4배 이었다.

#### 라. 볶음조건이 음료의 품질에 미치는 영향

기호성 높은 맥문동 음료의 제조방법을 확립하기 위하여 맥문동의 볶음조건과 음료의 품질을 연구한 결과를 요약하면 다음과 같다. 맥문동 음료 제조시 원료는 껍질을 벗긴 후 음건하고 이를 중불(中火)의 직화로 15분간 표면이 노릇노릇하게 1차 볶음 처리한 경우가 음료내의 고형물의 함량과 색상이 가장 우수하였다. 1차 볶음 처리한 맥문동에 수돗물을 8배량으로 가하여 냉각장치가 부착된 가열조에서 6시간 동안 비등 추출한 음료가 품질이 가장 우수하였다.

#### 마. 맥문동 음료의 기호성 및 기능성을 증진

맥문동 음료의 기호성 및 기능성을 증진시킬 목적으로 선별된 부재료의 혼합비율은 맥문동 2.5%, 인삼미, 황기 및 오미자 추출액 각 0.6%, 사과즙 10% 및 천연 조미액 1% 이었다. 볶음맥문동을 추출액을 음료로 이용할 경우 생산비는 원료비기준으로 L당 10,000원 수준이었으며 혼합음료의 경우는 L당 545원으로 산출되었다.

## SUMMARY

### I. Subject

Functional Characteristics of and Development of Multi-Functional Beverage Using *Liriopsis* Tuber

### II. Objectives and Significance

*Liriopsis* tuber was a perennial plant grown in Korea, contained many kinds of functional components. The components has been reported that dropped blood sugar and acted as anti-inflammation agents. This studies were conducted to select the best variety and investigate functional characteristics for preparation of multi-functional beverage and also, to establish the best storing methods and to develop the preparing methods of multi-functional beverage for human health. The concrete purpose of this study were as follows :

- Establishment of storage method for quality of *Liriopsis* tuber as a post-harvest technology
- Functional analysis of anti-diabetic, anti-thirst, resolution of fatigue, stamina in *Liriopsis* tuber and its beverage
- Pre-treatment conditions and enhancement of acceptability for multi-functional beverage prepared by *Liriopsis* tuber

### III. Contents and Scope of Research

1. Establishment of storage method for quality of *Liriopsis* tuber as a post-harvest technology

가). Commercial value and Outer appearance of dried lily-turf tuber according to the of storage method

- Changes of average temperature and humidity within storage periods.
- Changes of Outer appearance of dried lily-turf tuber according to the change of storage period.
- Changes of Outer appearance of lily-turf tuber stored under three storage conditions.
- Changes of outer appearance of freeze dried lily-turf tuber under storage conditions.
- Comparison of flour color of freeze dried lily-turf tuber by colorimetry according to the storage conditions.
- Comparison of whiteness of dried lily-turf tuber by whiteness meter.

나). Changes of moisture contents of lily-turf tuber according to storage conditions.

- Changes of moisture contents according to the storage condition of lily-turf tuber.
- Changes of total extracts rates according to the storage condition and drying method of lily-turf tuber.

2. Functional analysis of anti-diabetic, anti-thirst, resolution of fatigue, stamina in *Liriopsis* tuber and its beverage

가). Effect of *Liriopsis* Tuber on hypoglycemic activities

1) In vivo test of water extract of *Liriopsis* Tuber

- blood glucose level
- blood TC, TG, urea nitrogen level
- Effect on quenching thirst

2) in vitro test

- Effect of spicatoside B on insulin secretion activity of RINm5F cell
- Effect of spicatoside B on  $[Ca^{2+}]_i$  of RINm5F cell
- 3) Isolation and structure determination of spicatoside B
- 나. Effect of Liriopsis tuber on hepatoprotective activities
  - 1). in vivo test
    - 가) Water extract of Liriopsis tuber
    - 나) Oligosaccharide of Liriopsis tuber
      - Acute hepatic toxicity model
      - Chronicity hepatic toxicity model
      - Sample concentration and Acute hepatic toxicity model
      - Effect of excessive administration of sample on hepatic toxicity
      - Blood AST, ALT, LDH, TC, TG, HDL-cholesterol level
      - Isolation of microsomal fraction of Liver tissue and Total protein and MDA
      - Electron-microscopic investigation of Liver tissue
  - 2) in vitro test
    - Cell damage model for in vitro test
    - Light-microscopic investigation of cells
    - Effect on Liriopsis tuber fractions
- 다. Effect of Liriopsis Tuber on Exercise performance and blood fatigue element
  - 1) Effect of Liriopsis Tuber on exercise performance of treadmill model in rat
    - Maximum exercise time, OGTT, Blood fatigue element
    - Effect on quenching thirst
  - 2) Effect of Liriopsis Tuber on exercise performance of swimming model in rat
    - Exercise performance ability and body weight change, OGTT, Blood fatigue element
  - 3) Effect of Liriopsis Tuber on exercise performance of treadmill model in human
    - Maximum exercise ability and Lactate LT
    - Effect of beverages of *Liriopsis* tuber oligosaccharide on blood fatigue

element

- Effect of beverage using fried *Liriopsis* on blood fatigue element
- Effect of fermented beverage of *Liriopsis* tuber on blood fatigue element

3. Pre-treatment conditions and enhancement of acceptability for multi-functional beverage prepared by *Liriopsis* tuber

1) General components and sensory evaluation of hot water extract from *Liriopsis* tuber

- Analysis of general components and total saponins
- Analysis of organic acids, free amino acids and minerals contents
- Evaluation of sensory characteristics

2) Optimization for hot water extraction condition of *Liriopsis* tuber using response surface methodology

- Changes in quality of the *Liriopsis* tuber extracts on heating times and solvent ratio
- Optimization for hot water extraction

3) Major chemical components in fermented beverages of *Liriopsis* tuber

- Analysis of general components and total saponins
- Analysis of minerals content, free amino acids and its derivatives

4) Preparation method of beverage using fried *Liriopsis* tuber

- Optimization of frying frequency, analysis of color
- Evaluation of sensory quality
- Optimization of frying times and extraction times

5) Acceptability enhancement of *Liriopsis* tuber-beverage and economic analysis

- Sensory evaluation of mixed beverage

- Economic analysis

#### IV. Results and Recommendation

##### 1. Establishment of storage method for quality of Liriopis tuber as a post-harvest technology

This experiment was conducted for long storage of dried lily-turf tuber. Up to date, dried tuber was used to store in warehouse, and it was dried by drying oven when it has moisture over the proper contents.

In the test of standard storage condition, the tuber outer color, in one month, changed into brown. After 4 months, the tuber decayed by fungus and the quality for oriental medicine was disappeared. In the case of dehumidification treatment which conducted on regular terms, the quality of tested tuber was decreased severely by the attack of insects. The color of dried tuber stored in drying oven, in which the tuber was dried on regular interval according to the moisture contents, changed into dark brown compare with that of other storage condition. Packing storage with polyethylene vinyl bag maintained excellent tuber quality at least after 6 months. After 12 months, the tuber color changed into brown partially, which is not severe than that of other treatments stored in normal temperature. In the case of change of storage conditions, the lily-turf tuber wrapped by polyethylene vinyl showed good quality stored in deep freezer. Freeze dried tuber showed best quality in all storage conditions. Whereas, freeze dried tuber stored in normal atmosphere changed into unmarketable tuber goods caused by moisture acquirement. For more precise decision of outer appearance change, colorimeter was used. The "L" value, which mean the whiteness, decreased a little in polyethylene storage, and the stored goods in deep freezer showed least decrease in "L" value. In the case of freeze dried tuber, the "L" value change showed the similar results as the above. These tendency showed in the measurement of whiteness. The whiteness of dried and freeze dried tuber packed in

polyethylene vinyl was higher than that of other storage conditions.

Lily-turf tuber was analyzed about moisture contents and crude extracts extraction rates according to the change of storage methods and conditions. Moisture contents of tuber was decreased 63% to 6% after drying by drying oven. In freeze dried tuber, it was 4% and the drying time was very short. As the storage time passed, moisture contents of dried and freeze dried tuber closed to 11%. The same results showed in deep freezer and normal storage condition. Whereas, the tuber stored in refrigerator decayed above 13% of moisture contents, which showed that the moisture contents of lily-turf have to maintain under 11%. Crude extracts extracted well in the polyethylene storage condition. The 35% of extraction rates was decreased to 11% after 12 months in seldom drying condition, whereas 13% in polyethylene vinyl packing. In the change of storage conditions, the extraction rate of dried tuber packed by polyethylene vinyl showed 15.5%, which was the highest extraction rate. Those overall data suggest that freeze dried tuber packed by polyethylene vinyl maintain the original appearance for several months, and stored tuber in deep freezer showed excellent tuber condition.

2. Functional analysis of anti-diabetic, anti-thirst, resolution of fatigue, stamina in *Liriopsis* tuber and its beverage

ㄱ. Effect of *Liriopsis* Tuber on hypoglycemic activities

In order to investigate the effect of *Liriopsis* Tuber on experimental diabetes mellitus, the water extract of *Liriopsis* Tuber was administered to streptozotocin-induced diabetic rats. The levels of serum glucose, cholesterol and triglyceride in pre treatment and pre-post treatment group were decreased. To find out the insulin secretion activity of spicatoside B, in vitro test model of RINm5F cells were investigated. Spicatoside B isolated from *Liriopsis* Tuber protected  $\beta$  cell against streptozotocin and stimulated insulin secretion from the cell. Addition of 1000  $\mu\text{g}/\text{ml}$  of spicatoside B was similar to levels of insulin secretion when 70mM potassium solution and 300  $\mu\text{M}$  ATP respectively was added to cell culture solution. Mechanism of insulin secretion was considered not to be calcium channel

#### ㄴ. Effect of Liriopsis Tuber on quenching thirst

Models of thirst were established from streptozotocin-induced diabetic rats and excess exercise swimming rats. In model of diabetic rats, both of pretreatment and posttreatment group were significantly quenching thirst compared with the control group. In model of swimming rats, the group of administration of Liriopsis Tuber water extract was tended to be quenching thirst. But, the group of administration of oligosaccharide of Liriopsis Tuber was not effected.

#### ㄷ. Effect of Liriopsis Tuber on improvement of a fatigued condition

Models of fatigue were established from CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxic rats and excess exercise models. In model of hepatotoxic rats, level of AST, ALT and LDH in serum of both pretreatment and posttreatment group were significantly decreased. this result suggested that Liriopsis Tuber extract has hepatoprotective effect against damage of CCl<sub>4</sub>. To find out the Hepatoprotective activity of fraction of Liliopsis tuber, in vitro test model of Hep 3B cell and BRL cell were investigated. Addition of H<sub>2</sub>O fraction was more hepatoprotectable than BuOH fraction. In model of excess exercise in rats and men, administrastion of water extract and oligosaccharide of Liriopsis Tuber respectively decreased levels of lactate, ammonia and phosphorus in serum considered to fatigue index.

#### ㄹ. Effect of Liriopsis Tuber on promotion of stamina

We investigated effect of Liriopsis Tuber on promotion of stamina in Treadmill training and swimming model. Administrastion of water extract and oligosaccharide of Liriopsis Tuber respectively prolonged maximum exercise time. it considered to promote stamina of experimental group.

#### ㅁ. Isolation of bio-active component of Liriopsis Tuber

280mg of spicatoside B was isolated from BuOH fraction of 20kg of Liriopsis Tuber by method of previous report. Oligosaccharide was isolated from water fraction

#### ㅂ. Effect of Liriopsis Tuber on Oral glucose tolerance test

Oral glucose tolerance test was investigated in exercise rats. Administrastion of water extract of Liriopsis Tuber improved activity of oral glucose tolerance.

### 3. Pre-treatment conditions and enhancement of acceptability for multi-functional beverage prepared by *Liriopsis* tuber

#### 3}. General components and sensory evaluation of hot water extract from *Liriopsis* tuber

This study was conducted to analyze the general components and to investigate sensory evaluation of hot water extract prepared from *Liriopsis* tuber. The extract was prepared by boiling at 100°C for 3hr with 4-fold water. The contents of total soluble solid, non-reducing sugar, total saponin, ash and total protein were 15.95%, 6.54%, 1.73%, 0.33% and 0.40%, respectively. The contents of succinic, malic and acetic acid in the extracts were 111.48 mg%, 23.67 mg% and 18.36 mg%, respectively. The major free amino acids and minerals of the extract were hydroxyproline 1,290 µg%, glutamic acid 456.2 µg% and potassium 151.35 mg%, respectively. Bitter taste in the extract was not observed, whereas sweet, sour and astringent taste were observed.

#### 4}. Optimization for hot water extraction process of *Liriopsis* tuber using response surface methodology

Optimal conditions for hot water extraction of *Liriopsis spicata* tuber were investigated with changes in solvent ratio(2~6 fold) and heating time(1~5 hr) by response surface methodology. The content of extractable solids increased with an increase in solvent ratio, and the highest content showed at heating time of 3 hr. The content of total steroid saponin increased with a decrease in solvent ratio, and increased with an increase in heating time at increasing solvent ratio. The content of non-reducing sugar containing oligosaccharides at a lower solvent ratio didn't show changes depending on heating time, while that at a higher ratio decreased with an increase in heating time. Optimal extraction conditions using hot water as the

limited conditions of 15~18% extractable solids, 1.5~2.0% total steroid saponin, 6~8% reducing sugar, 6~7% non-reducing sugar and 13~15 brix were 3 hr of heating time and 4 fold of solvent ratio.

#### ㄷ. Major Components in Fermented Beverages of *Liriopsis* Tuber

Major chemical components of sweet drink and vinegar prepared with *Liriopsis* tuber were investigated sensory quality. The contents of total soluble solid, total sugar, non-reducing sugar, total saponin, ash and protein in the processed of *Liriopsis* products ranged 7.71-10.67%, 4.94-9.77%, 1.98-4.67%, 0.80-0.59%, 0.40-0.36%, and 0.44-0.49%, respectively. In addition levels of succinic, malic and acetic acid in the products ranged also 78.9-96.3, 23.6-6.3 and 12.7-2686.0mg/100ml, respectively. Meanwhile, the sweet drink contained 1.89mg%(w/v) of hydroxyprolin, 0.39mg%(w/v) of glutamic acid, 0.22 mg%(w/v) of arginine, 0.15mg%(w/v) of citruline and 0.11mg%(w/v) of potassium. The vinegar contained 2890 $\mu$ g/100ml hydroxyprolin, 248.2 $\mu$ g/100ml glutamic acid, 99.2 $\mu$ g/100ml arginine, 205.5 $\mu$ g/100ml citruline and 143.46 $\mu$ g/100ml potassium.

#### ㄹ. Preparation method of beverage using fried *Liriopsis* tuber

This study was conducted to establish the preparation method for *Liriopsis* tuber-beverage with high acceptability. Frying conditions of the tuber for quality enhancement of the beverage was analyzed. Solid contents and color of the beverage was high and good when the tuber was fried for 15 minutes with middle fire, colored with light yellow. And also, the quality of the beverage was best when added 8 times water against the tuber and extracted for 6 hours at boiling state.

#### ㅁ. Acceptability enhancement of *Liriopsis* tuber-beverage and economic analysis

In order to enhance the acceptability of the *Liriopsis* tuber-beverage, optimum mixing conditions of Insammi, Hwanggi and Ohmiza as sub-ingredients was investigated. Optimum mixing ratio of mixed *Liriopsis* tuber-beverage was 2.5% *Liriopsis* tuber extracts, 0.6% Insammi extracts, 0.6% Hwanggi extracts, 0.6% Ohmiza extracts, 10% apple juice, 1.0% natural seasoning. The producing price of the 1 liter beverage prepared with fried *Liriopsis* tuber calculated from material was 10,000 won, but the price of 1 liter of the mixed beverage was 545 won.

# CONTENTS

|   |    |
|---|----|
| Chapter 1. Introduction.....  | 39 |
| Section 1. Background and Significance.....   | 39 |
| 1. Background.....  | 39 |
| 2. Significance.....  | 39 |
| 가. Technological aspect.....  | 39 |
| 나. Economical and industrial aspect.....  | 40 |
| 다. Social and cultural aspect.....  | 40 |
| Section 2. Objectives and Scope.....  | 40 |
| 1. Objectives.....  | 40 |
| 2. Scope.....   | 41 |
| Chapter 2. Research and Technical Report.....   | 43 |
| Section 1. International Research.....  | 43 |
| Section 2. Domestic Research.....   | 43 |
| Chapter 3. Establishment of storage method for quality of <i>Liriopsis</i> tuber as a post-harvest technology.....                            | 45 |
| Section 1. Introduction.....  | 45 |
| Section 2. Materials and Methods.....   | 46 |
| Section 3. Results and Discussion.....  | 48 |
| Section 4. Summary.....   | 63 |
| Section 5. Reference.....   | 65 |
| Chapter 4. Functional analysis of anti-diabetic, anti-thirst, resolution of fatigue, stamina in <i>Liriopsis</i> tuber and its beverage ..... | 66 |

|   |    |
|---|----|
| Section 1. Effect of Liriopsis Tuber on hypoglycemic activities.....    | 66 |
| 1. Introduction.....  | 66 |
| 2. Materials and Methods.....   | 67 |
| 가). In vivo test .....  | 67 |
| 1) Experimental Animal.....   | 67 |
| 2) Preparation of samples.....  | 67 |
| 3) Diabetes models and group's classification.....                      | 67 |
| 4) blood glucose level.....   | 68 |
| 5) blood TC, TG, urea nitrogen level.....                               | 68 |
| 나). Isolation and structure determination of spicatoside B.....         | 68 |
| and in vitro test.....  | 68 |
| 1) Isolation and structure determination of spicatoside B.....          | 68 |
| 2) in vitro test.....   | 68 |
| 가) Cell culture.....  | 68 |
| 나) Effect of spicatoside B on insulin secretion activity in RINm5F cell |    |
| (1) Effect of spicatoside B on insulin secretion activity I in RINm5F   |    |
| cell.....   | 69 |
| (2) Effect of spicatoside B on insulin secretion activity II in RINm5F  |    |
| cell.....   | 69 |
| 다) Effect of spicatoside B on $[Ca^{2+}]_i$ in RINm5F cell.....         | 69 |
| 3. Results and Discussion.....  | 69 |
| 가). In vivo test.....   | 69 |
| 1) blood glucose level.....   | 69 |
| 2) blood TC, TG, urea nitrogen.....                                     | 70 |
| 3) Effect on quenching thirst.....                                      | 70 |
| 나). Isolation and structure determination of spicatoside B.....         | 72 |
| 1) Isolation and structure determination of spicatoside B.....          | 72 |
| 2) in vitro test.....   | 73 |
| 가) Effect of Spicatoside B on insulin secretion activity in RINm5F cell |    |
| (1) Effect of Spicatoside B on insulin secretion activity I in RINm5F   |    |

|   |    |
|---|----|
| cell.....   | 73 |
| (2) Effect of Spicatoside B on insulin secretion activity II in RINm5F<br>cell.....   | 74 |
| 나) Effect of spicatoside B on $[Ca^{2+}]_i$ in RINm5F cell.....                       | 74 |
| 4. Summary.....   | 75 |
| 5. Reference.....   | 75 |
| <br>Section 2. Effect of Liriopsis tuber on hepatoprotective activities.....          | 77 |
| 1. Introduction.....  | 77 |
| 2. Materials and Methods.....   | 78 |
| 가. in vivo test.....  | 78 |
| 1) Experimental Animal.....   | 78 |
| 2) Preparation of samples.....  | 78 |
| 3) Liver damage model and group's classification.....                                 | 78 |
| 가) Water extract of Liriopsis tuber.....  | 78 |
| 나) Oligosaccharide of Liriopsis tuber.....  | 79 |
| (1) Acute hepatic toxicity model.....   | 79 |
| (2) Chronicity hepatic toxicity model.....  | 79 |
| (3) Sample concentration and Acute hepatic toxicity model.....                        | 80 |
| (4) Effect of excessive administration of sample on hepatic toxicity.....             | 80 |
| 4) Blood AST, ALT, LDH, TC, TG, HDL-chol level.....                                   | 80 |
| 5) Isolation of microsomal fraction of Liver tissue and Total protein and<br>MDA..... | 80 |
| 6) Electron-microscopic investigation of Liver tissue.....                            | 81 |
| 나. in vitro test.....   | 81 |
| 1) Cell culture.....  | 81 |
| 2) Cell damage model.....   | 81 |
| 3) MTT assay.....   | 82 |
| 4) Light-microscopic investigation of hepatoma cells.....                             | 82 |
| 5) hepatoprotective Effect of Liriopsis tuber fractions.....                          | 83 |

|  |    |
|--|----|
| 6) ALT activity.....   | 83 |
| 3. Results and Discussion.....   | 83 |
| 가. in vivo test.....   | 83 |
| 1) Water extract of Liriopsis tuber.....                               | 83 |
| 가) Effect on Acute hepatic toxicity.....                               | 83 |
| (1) Blood AST, ALT, LDH, TC, TG, HDL-chol level.....                   | 83 |
| (2) Total protein and MDA of microsomal fraction of Liver tissue.....  | 85 |
| (3) Electron-microscopic investigation of Liver tissue.....            | 85 |
| 2) Oligosaccharide of Liriopsis tuber.....                             | 88 |
| 가) Effect on Acute hepatic toxicity.....                               | 88 |
| 나) Effect on Chronicity hepatic toxicity.....                          | 88 |
| 다) Sample concentration and Acute hepatic toxicity.....                | 89 |
| 라) Effect of excessive administration of sample on hepatic toxicity... | 90 |
| 나. in vitro test.....  | 90 |
| 1) Cell damage model.....  | 90 |
| 2) hepatoprotective Effect of Liriopsis tuber fractions.....           | 92 |
| 3) ALT activity.....   | 93 |
| 4. Summary.....  | 94 |
| 5. Reference.....  | 94 |

Section 3. Effect of Liriopsis Tuber on Exercise performance and blood fatigue element

|  |    |
|--|----|
| 1. Introduction.....   | 97 |
| 2. Materials and Methods.....  | 98 |
| 가. Effect of Liriopsis Tuber on exercise performance of treadmill model in rat |    |
| 1) Experimental Animal.....  | 98 |
| 2) Preparation of samples.....   | 98 |
| 3) Experimental design and group's classification.....                         | 98 |
| 4) Maximum exercise time.....  | 99 |
| 5) OGTT.....   | 99 |

|   |     |
|---|-----|
| 6) Blood fatigue element.....   | 99  |
| 7) Effect on quenching thirst.....  | 100 |
| ㄴ. Effect of Liriopsis Tuber on exercise performance of swimming model in rat         |     |
| 1) Experimental Animal.....   | 100 |
| 2) Preparation of samples.....  | 100 |
| 3) Experimental design and group's classification.....                                | 100 |
| 4) Exercise performance ability and body weight change.....                           | 102 |
| 5) OGTT.....  | 102 |
| 6) Blood fatigue element.....   | 102 |
| 7) body weight and quenching thirst.....  | 103 |
| ㄷ. Effect of Liriopsis Tuber on exercise performance of treadmill model in human..... | 103 |
| 1) Experiment participator.....   | 103 |
| 2) Preparation of samples.....  | 103 |
| 3) Experimental design and group's classification.....                                | 104 |
| 가) Maximum exercise ability and Lactate LT.....                                       | 104 |
| 나) Experimental design and Blood fatigue element.....                                 | 104 |
| 4) Blood fatigue element.....   | 104 |
| 3. Results and Discussion.....  | 105 |
| 가. Effect of Liriopsis Tuber on exercise performance of treadmill model in rat        |     |
| 1) Maximum exercise time.....   | 105 |
| 2) OGTT.....  | 105 |
| 3) Blood element.....   | 106 |
| 4) Effect on quenching thirst.....  | 107 |
| ㄴ. Effect of Liriopsis Tuber on exercise performance of swimming model in rat         |     |
| 1) Exercise performance ability and change body weight by swimming.....               | 107 |
| 가) Maximum exercise time.....   | 107 |
| (1) Effect of only once administration.....   | 107 |
| (2) Effect of 3 weeks administration.....   | 107 |

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 나) | Exercise performance ability.....   | 108 |
| 다) | Effect of body weight change.....   | 108 |
| 2) | OGTT.....   | 109 |
| 3) | Blood fatigue element.....  | 110 |
| 가) | Effect of only once administration.....   | 110 |
| 나) | Effect of 3 weeks administration.....   | 112 |
| 4) | Effect on quenching thirst.....   | 113 |
| 다. | Effect of <i>Liriopsis</i> Tuber on exercise performance of treadmill model in human.....   | 114 |
| 1) | Maximum exercise time and Lactate LT.....   | 114 |
| 2) | Blood fatigue element.....  | 114 |
| 가) | Effect of beverages of <i>Liriopsis</i> tuber oligosaccharide on blood fatigue element..... | 114 |
| 나) | Effect of beverage using fried <i>Liriopsis</i> on blood fatigue element.....               | 115 |
| 다) | Effect of fermented beverage of <i>Liriopsis</i> tuber on blood fatigue element.....        | 116 |
| 4. | Summary.....  | 118 |
| 5. | Reference.....  | 118 |

Chapter 5. Pre-treatment conditions and enhancement of acceptability

|   |     |
|---|-----|
| for multi- functional beverage prepared by <i>Liripois</i> tuber..... | 122 |
|---|-----|

Section 1. General components and sensory evaluation of hot water

|  |     |
|--|-----|
| extract from <i>Liriopsis tuber</i> .....  | 122 |
| 1. Introduction.....                       | 122 |
| 2. Materials and Methods.....              | 122 |
| 가). Materials.....                         | 122 |
| 나). Preparation of hot water extracts..... | 123 |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 다. | Measurement of soluble solids contents.....                          | 123 |
| 라. | Measurement of ash and crude lipid contents.....                     | 123 |
| 마. | Measurement of total sugar, reducing sugar and protein contents..... | 123 |
| 바. | Measurement of total saponins contents.....                          | 123 |
| 사. | Measurement of organic acids contents.....                           | 124 |
| 아. | Measurement of minerals contents .....                               | 124 |
| 자. | Measurement of free amino acids content.....                         | 124 |
| 차. | Sensory test.....  | 125 |
| 3. | Results and Discussion.....  | 125 |
| 가. | General components and total saponins.....                           | 125 |
| 나. | Organic acids.....   | 126 |
| 다. | Free amino acids.....  | 127 |
| 라. | Minerals.....  | 128 |
| 마. | Sensory characteristics.....   | 129 |
| 4. | Summary.....   | 130 |
| 5. | Reference.....   | 131 |

Section 2. Optimization for hot water extraction condition of *Liriopsis*

|    |   |     |
|----|---|-----|
|    | tuber using response surface methodology.....   | 134 |
| 1. | Introduction.....   | 134 |
| 2. | Materials and Methods.....  | 134 |
| 가. | Materials.....  | 134 |
| 나. | Measurement of solid contents.....  | 135 |
| 다. | Measurement of ash and crude lipid contents.....  | 135 |
| 라. | Measurements of crude saponin contents.....   | 135 |
| 마. | Measurement of brix degree, total sugar, reducing sugar<br>and non-reducing sugar contents..... | 135 |
| 바. | Measurement of color.....   | 135 |
| 사. | Optimization for hot water extraction condition.....  | 136 |

|  |     |
|--|-----|
| 3. Results and Discussion.....   | 137 |
| 가. Changes in quality of hot water extracts on the different heating times and solvent ratios..... | 137 |
| 나. Optimization for hot water extraction condition.....  | 139 |
| 4. Summary.....  | 146 |
| 5. Reference.....  | 146 |

Section 3. Major chemical components in fermented beverages

|   |     |
|---|-----|
| of <i>Liriopsis</i> tuber.....  | 148 |
| 1. Introduction.....  | 148 |
| 2. Materials and Methods.....   | 148 |
| 가. Materials.....   | 148 |
| 나. Preparation of fermented beverage.....                               | 148 |
| 다. Measurement of soluble solid contents.....                           | 149 |
| 라. Measurement of ash and crude lipids.....                             | 149 |
| 마. Measurement of total sugar, reducing sugar and protein contents..... | 149 |
| 바. Measurement of total saponin contents.....                           | 149 |
| 사. Measurement of organic acid contents.....                            | 149 |
| 아. Measurement of minerals contents.....                                | 150 |
| 자. Measurement of free amino acids contents.....                        | 150 |
| 차. Statical analysis .....  | 151 |
| 3. Results and Discussion.....  | 151 |
| 가. General components and total saponis.....                            | 151 |
| 나. Organic acids.....   | 151 |
| 다. Minerals.....  | 154 |
| 라. Free amino acids and its derivatives.....                            | 154 |
| 4. Summary.....   | 157 |
| 5. Reference.....   | 158 |

|   |     |
|---|-----|
| Section 4. Preparation method of beverage using fried <i>Liriopsis</i> tuber..... | 161 |
| 1. Introduction.....  | 161 |
| 2. Materials and Methods.....   | 161 |
| 가. Materials.....   | 161 |
| 나. Frying method.....   | 161 |
| 다. Extraction method for beverage.....  | 162 |
| 라. Quality analysis of beverage.....  | 162 |
| 1) Measurement of solid content.....  | 162 |
| 2) Measurement of color.....  | 162 |
| 3) Measurement of brix degree.....  | 162 |
| 4) Sensory test.....  | 162 |
| 3. Results and Discussion.....  | 162 |
| 가. Frying frequency.....  | 162 |
| 나. Color.....   | 163 |
| 다. Sensory quality.....   | 163 |
| 라. Frying times.....  | 165 |
| 바. Extraction times.....  | 165 |
| 4. Summary.....   | 166 |
| 5. Reference.....   | 167 |

Section 5. Acceptability enhancement of *Liriopsis* tuber-beverage and

    economic analysis..... 168

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 1. Introduction.....                  | 168 |
| 2. Materials and Methods.....         | 168 |
| 가. Materials.....                     | 168 |
| 나. Water.....                         | 168 |
| 다. Pre-treatment and extraction.....  | 168 |
| 라. Preparation of mixed beverage..... | 169 |
| 마. Sensory analysis.....              | 169 |

|  |     |
|--|-----|
| 3. Results and Discussion.....               | 169 |
| 가. Sensory evaluation of mixed beverage..... | 170 |
| 나. Economic analysis.....                    | 171 |
| 4. Summary.....                              | 171 |
| Chapter 6.Overview of project.....           | 173 |

## 목 차

|   |    |
|---|----|
| 제 1 장 서 설.....                          | 39 |
| 제 1절 연구개발의 필요성.....                     | 39 |
| 1. 연구개발의 배경.....                        | 39 |
| 2. 연구개발의 필요성.....                       | 39 |
| 가. 기술적 측면.....                          | 39 |
| 나. 경제·산업적 측면.....                       | 40 |
| 다. 사회·문화적 측면.....                       | 40 |
| 제 2 절 연구개발의 목적 및 범위.....                | 40 |
| 1. 연구개발의 최종 목표.....                     | 40 |
| 2. 연구개발의 범위.....                        | 41 |
| 제 2 장 연구 및 기술 동향.....                   | 43 |
| 제 1 절 국외연구동향.....                       | 43 |
| 제 2 절 국내연구동향.....                       | 43 |
| 제 3 장 맥분동 수확후 관리기술 및 품질에 관한 연구.....     | 45 |
| 제 1 절 서 설.....                          | 45 |
| 제 2 절 실험재료 및 방법.....                    | 46 |
| 1. 맥분동 건근의 저장방법 실험재료 및 방법.....          | 46 |
| 2. 맥분동 건근의 저장기간에 따른 성분분석 실험재료 및 방법..... | 46 |

|  |    |
|--|----|
| 제 3 절 실험결과 및 고찰.....                       | 48 |
| 1. 맥문동 건근의 저장방법에 따른 외관상 변화 및 상품성.....      | 48 |
| 가. 맥문동 저장기간 중 기온 및 상대습도의 변화.....           | 48 |
| 나. 맥문동 저장기간에 따른 외관상 변화.....                | 48 |
| 다. 맥문동 저장조건에 따른 외관상 변화.....                | 49 |
| 라. 동결 건조한 건근의 저장에 따른 외관상 변화.....           | 51 |
| 마. 색차계를 이용한 건근의 색차 비교.....                 | 52 |
| 바. 백도계를 이용한 건근의 백도 비교.....                 | 55 |
| 2. 맥문동 건근의 저장기간에 따른 성분분석.....              | 56 |
| 가. 맥문동 건근의 저장에 따른 수분 변화.....               | 56 |
| 나. 맥문동 건근의 저장방법 및 저장조건에 따른 엑스 추출량의 변화..... | 57 |
| 다. 맥문동 건근의 저장방법 및 저장조건에 따른 상품성 비교.....     | 61 |
| 제4절 실험 결론.....                             | 63 |
| 제5절 참고문헌.....                              | 65 |
| <br>                                       |    |
| 제 4장 맥문동의 다 기능성 검색.....                    | 66 |
| <br>                                       |    |
| 제1절 항당뇨기능에 관한 연구.....                      | 66 |
| 1. 서 설.....                                | 66 |
| 2. 재료 및 방법.....                            | 67 |
| 가. 맥문동 수추출물의 in vivo test.....             | 67 |
| 1) 실험동물.....                               | 67 |
| 2) 검액의 조제.....                             | 67 |
| 3) 당뇨의 유발 및 검액 투여.....                     | 67 |
| 4) 혈당검사.....                               | 68 |
| 5) 혈액검사.....                               | 68 |
| 나. spicatoside B의 분리 및 in vitro test.....  | 68 |
| 1) spicatoside B의 분리 동정.....               | 68 |
| 2) in vitro test.....                      | 68 |

|   |    |
|---|----|
| 가) Cell culture.....  | 68 |
| 나) spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity.....                 | 68 |
| (1) spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity I.....              | 69 |
| (2) spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity II.....             | 69 |
| 다) spicatoside B의 RINm5F cell의 [Ca <sup>2+</sup> ] <sub>i</sub> 에 미치는 영향..... | 69 |
| 3. 결과 및 고찰.....   | 69 |
| 가. 맥문동 수추출물의 in vivo test.....  | 69 |
| 1) 혈당검사.....  | 69 |
| 2) 혈액검사.....  | 70 |
| 3) 갈증해소에 미치는 영향.....  | 70 |
| 나. spicatoside B의 분리 및 in vitro test.....                                     | 72 |
| 1) Spicatoside B의 분리 및 동정.....  | 72 |
| 2) in vitro test.....   | 73 |
| 가) Spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity.....                 | 73 |
| (1) Spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity I.....              | 73 |
| (2) Spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity II.....             | 74 |
| 나) Spicatoside B의 RINm5F cell의 [Ca <sup>2+</sup> ] <sub>i</sub> 에 미치는 영향..... | 74 |
| 4. 요약.....  | 75 |
| 5. 참고문헌.....  | 75 |
| 제2절 간보호에 관한 연구.....   | 77 |
| 1. 서 설.....   | 77 |
| 2. 재료 및 방법.....   | 78 |
| 가. in vivo test.....  | 78 |
| 1) 실험동물.....  | 78 |
| 2) 검액의 조제.....  | 78 |
| 3) 간독성의 유발 및 검액의 투여.....  | 78 |
| 가) 맥문동 수추출액에 대한 실험.....   | 78 |
| 나) 맥문동 올리고당 음료에 대한 실험.....  | 79 |
| (1) 급성 간독성모델.....   | 79 |

|  |    |
|--|----|
| (2) 만성 간독성모델.....                            | 79 |
| (3) 농도에 따른 급성 간독성모델.....                     | 80 |
| (4) 과량투여에 의한 간독성.....                        | 80 |
| 4) 혈액검사.....                                 | 80 |
| 5) 간조직 중의 microsome분획의 분리 및 총 단백질과 MDA.....  | 80 |
| 6) 간의 전자현미경적 검경.....                         | 81 |
| 나. in vitro test.....                        | 81 |
| 1) 세포배양.....                                 | 81 |
| 2) in vitro에서의 간 독성 모델.....                  | 81 |
| 3) MTT assay.....                            | 82 |
| 4) 세포의 광학현미경적 검경.....                        | 82 |
| 5) 맥문동 분획물에 대한 실험.....                       | 83 |
| 6) 세포배양액 중 ALT 활성 측정.....                    | 83 |
| 3. 결과 및 고찰.....                              | 83 |
| 가. in vivo test.....                         | 83 |
| 1) 맥문동 수추출액에 대한 실험.....                      | 83 |
| 가) 급성독성에 대한 효과 .....                         | 83 |
| (1) 혈 중 AST, ALT, LHD, TC, TG, HDL-cho1..... | 83 |
| (2) 간 microsome분획의 총 단백질과 MDA.....           | 85 |
| (3) 간의 전자현미경적 검경.....                        | 85 |
| 2) 맥문동 올리고당 음료에 대한 실험.....                   | 88 |
| 가) 급성독성에 대한 효과.....                          | 88 |
| 나) 만성독성에 대한 효과.....                          | 88 |
| 다) 급성독성모델에 대한 농도별 효과.....                    | 89 |
| 라) 과량투여에 의한 간독성.....                         | 90 |
| 나. in vitro test.....                        | 90 |
| 1) in vitro에서의 간독성 모델 .....                  | 90 |
| 2) 맥문동 분획물의 간세포보호에 미치는 영향.....               | 92 |
| 3) 맥문동 분획물의 간세포 배양액 중의 ALT에 미치는 영향.....      | 93 |
| 4. 요약.....                                   | 94 |

|   |     |
|---|-----|
| 5. 참고문헌.....                                | 94  |
| 제 3절 운동수행능력 증진효과에 관한 연구.....                | 97  |
| 1. 서 설.....                                 | 97  |
| 2. 재료 및 방법.....                             | 98  |
| 가. 맥분동 수추출액의 트레드밀에 의한 흰 쥐 운동능력에 미치는 영향..... | 98  |
| 1) 실험동물.....                                | 98  |
| 2) 검액의 조제.....                              | 98  |
| 3) 운동모델 및 검액 투여.....                        | 98  |
| 4) 최대운동시간.....                              | 99  |
| 5) 당부하검사.....                               | 99  |
| 6) 혈 중 피로인자.....                            | 99  |
| 7) 물섭취량.....                                | 100 |
| 나. 맥분동음료의 수영에 의한 흰 쥐 운동 능력에 미치는 영향.....     | 100 |
| 1) 실험동물.....                                | 100 |
| 2) 검액의 조제.....                              | 100 |
| 3) 운동모델 및 검액 투여.....                        | 100 |
| 4) 운동수행능력.....                              | 102 |
| 5) 당부하검사.....                               | 102 |
| 6) 혈 중 피로인자.....                            | 102 |
| 7) 운동 후 체중 감소 및 물섭취량.....                   | 103 |
| 다. 맥분동음료의 인체 운동능력에 미치는 영향.....              | 103 |
| 1) 피험자.....                                 | 103 |
| 2) 검액의 조제.....                              | 103 |
| 3) 운동모델 및 검액투여.....                         | 104 |
| 가) 최대운동능력 및 Lactate역치 측정.....               | 104 |
| 나) 혈 중 피로인자 분석 운동모델.....                    | 104 |
| 4) 혈 중 피로인자.....                            | 104 |
| 3. 결과 및 고찰.....                             | 105 |

|  |     |
|--|-----|
| 가. 맥분동의 트레드밀 운동모델에 의한 흰 쥐 운동 능력에 미치는 영향..... | 105 |
| 1) 최대운동시간.....                               | 105 |
| 2) 당부하검사.....                                | 105 |
| 3) 혈 중 피로인자.....                             | 106 |
| 4) 갈증해소에 미치는 영향.....                         | 107 |
| 나. 맥분동음료의 부하수영에 의한 흰 쥐 운동 능력에 미치는 영향.....    | 107 |
| 1) 운동 수행 능력 및 운동 후 체중 감소에 미치는 영향.....        | 107 |
| 가) 최대운동시간에 미치는 영향.....                       | 107 |
| (1) 1회 투여에 의한 효과.....                        | 107 |
| (2) 지속적인 섭취에 의한 효과.....                      | 107 |
| 나) 운동능력점수.....                               | 108 |
| 다) 체중감소.....                                 | 108 |
| 2) 당부하검사.....                                | 109 |
| 3) 혈 중 피로인자.....                             | 110 |
| 가) 1회 투여에 의한 효과.....                         | 110 |
| 나) 지속적인 음료의 섭취에 의한 효과.....                   | 112 |
| 4) 갈증해소에 미치는 영향.....                         | 113 |
| 다. 맥분동음료의 인체 운동능력에 미치는 영향.....               | 114 |
| 1) 최대운동시간 및 혈 중 젖산 역치.....                   | 114 |
| 2) 혈 중 피로인자에 미치는 영향.....                     | 114 |
| 가) 맥분동 올리고당음료의 섭취가 혈 중 피로인자에 미치는 영향.....     | 114 |
| 나) 맥분동 볶음처리음료의 섭취가 혈 중 피로인자에 미치는 영향.....     | 115 |
| 다) 맥분동 발효음료의 섭취가 혈 중 피로인자에 미치는 영향.....       | 116 |
| 4. 요약.....                                   | 118 |
| 5. 참고문헌.....                                 | 118 |

제 5 장 다기능성 맥분동 음료생산을 위한 전처리 조건 확립과

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 음료의 기호성 증진..... | 122 |
|-----------------|-----|

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 제 1 절 맥문동 열수추출물의 일반성분과 관능평가.....      | 122 |
| 1. 서 설.....                           | 122 |
| 2. 재료 및 방법.....                       | 122 |
| 가. 재료.....                            | 122 |
| 나. 열수추출물의 제조.....                     | 123 |
| 다. 가용성 고형물.....                       | 123 |
| 라. 회분 및 조지방.....                      | 123 |
| 마. 전당, 환원당 및 단백질.....                 | 123 |
| 바. 총 사포닌.....                         | 123 |
| 사. 유기산.....                           | 124 |
| 아. 무기질.....                           | 124 |
| 자. 유리아미노산.....                        | 124 |
| 차. 관능검사.....                          | 125 |
| 3. 결과 및 고찰.....                       | 125 |
| 가. 일반성분 및 총 사포닌.....                  | 125 |
| 나. 유기산.....                           | 126 |
| 다. 유리아미노산.....                        | 127 |
| 라. 무기질.....                           | 128 |
| 마. 관능적 특성.....                        | 129 |
| 4. 요약.....                            | 130 |
| 5. 참고문헌.....                          | 131 |
| <br>                                  |     |
| 제 2 절 반응표면분석법에 의한 맥문동 열수추출조건 최적화..... | 134 |
| 1. 서 설.....                           | 134 |
| 2. 재료 및 방법.....                       | 134 |
| 가. 재료.....                            | 134 |
| 나. 고형분 측정.....                        | 135 |
| 다. 회분, 조지방 측정.....                    | 135 |
| 라. 조사포닌 측정.....                       | 135 |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 마. 당도, 전당, 환원당 및 비환원당의 측정.....      | 135 |
| 바. 색상 측정.....                       | 135 |
| 사. 열수추출조건의 최적화.....                 | 136 |
| 3. 결과 및 고찰.....                     | 137 |
| 가. 가열시간과 용매비에 따른 추출액의 품질 변화.....    | 137 |
| 나. 추출조건의 최적화.....                   | 138 |
| 다. 최적조건의 선정.....                    | 139 |
| 4. 요약.....                          | 146 |
| 5. 참고문헌.....                        | 146 |
| <br>                                |     |
| 제 3 절 맥문동 발효음료의 주요 화학성분에 관한 연구..... | 148 |
| 1. 서 설.....                         | 148 |
| 2. 재료 및 방법.....                     | 148 |
| 가. 재 료.....                         | 148 |
| 나. 발효음료의 제조.....                    | 148 |
| 다. 가용성 고형물.....                     | 149 |
| 라. 회분 및 조지방.....                    | 149 |
| 마. 전당, 환원당 및 단백질 함량.....            | 149 |
| 바. 총 사포닌.....                       | 149 |
| 사. 유기산.....                         | 149 |
| 아. 무기질.....                         | 150 |
| 자. 유리아미노산.....                      | 150 |
| 차. 통계처리.....                        | 151 |
| 3. 결과 및 고찰.....                     | 151 |
| 가. 일반 성분 및 총 사포닌.....               | 151 |
| 나. 유기산.....                         | 151 |
| 다. 무기질.....                         | 154 |
| 라. 유리아미노산 및 그 유도체.....              | 154 |
| 4. 요약.....                          | 157 |

|  |            |
|--|------------|
| 5. 참고문헌.....                             | 158        |
| <b>제 4 절 볶음맥문동을 이용한 음료제조법.....</b>       | <b>161</b> |
| 1. 서 설.....                              | 161        |
| 2. 재료 및 방법.....                          | 161        |
| 가. 재료.....                               | 161        |
| 나. 볶음 방법.....                            | 161        |
| 다. 음료의 추출방법.....                         | 162        |
| 라. 음료의 품질 분석.....                        | 162        |
| 1) 고형물 함량의 측정.....                       | 162        |
| 2) 색상의 측정.....                           | 162        |
| 3) 당도 측정.....                            | 162        |
| 4) 관능검사.....                             | 162        |
| 3. 결과 및 고찰.....                          | 162        |
| 가. 볶음회수.....                             | 162        |
| 나. 색상.....                               | 163        |
| 다. 관능적 품질.....                           | 163        |
| 라. 볶음시간.....                             | 165        |
| 마. 추출시간.....                             | 165        |
| 4. 요약.....                               | 166        |
| 5. 참고문헌.....                             | 167        |
| <b>제 5 절 맥문동 음료의 기호성 증진과 경제성 분석.....</b> | <b>168</b> |
| 1. 서 설.....                              | 168        |
| 2. 실험방법.....                             | 168        |
| 가. 재 료.....                              | 168        |
| 나. 용 수.....                              | 168        |
| 다. 전처리 및 추출.....                         | 168        |
| 라. 혼합음료의 제조.....                         | 169        |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 마. 관능검사.....              | 169 |
| 3. 결과 및 고찰.....           | 169 |
| 가. 맥분동 혼합음료의 관능검사.....    | 170 |
| 나. 음료의 경제성 분석.....        | 171 |
| 4. 요약.....                | 171 |
| 제 6장 학술지 투고 및 학술발표내역..... | 173 |

# 제 1 장 서 설

## 제 1 절 연구개발의 필요성

### 1. 연구개발의 배경

WTO체제의 구축 이후 식·음료산업에서도 국제적 경쟁력을 확보하지 않고서는 살아남기 어렵게 되었다. 음료의 소비패턴도 점차 기호성 위주에서 다기능성의 형태로 전환되고 있다. 즉, 커피, 콜라, 녹차 등 카페인음료가 탄산음료 시장을 추월하고 있으며, 과실, 채소 등의 영양음료, 무기질을 함유하는 이온음료, 약재류의 특수성분을 이용하는 한방 기능성 음료들이 출현하여 새로운 시장들이 형성되고 있는 시점에 있다. 맥문동은 우리나라에 자생하는 다년생 초본식물로서 혈당강하, 항염증 작용 등이 보고되어 있다. 또, 한방에는 양음운폐, 익위생진, 청심제번과 거담, 진해, 자양, 강장, 이뇨, 지갈 등에 이용하고 은경탕, 감초탕, 청심연자식, 맥미지황탕, 증액탕, 생맥산 등에 활용되고 있다.

본 연구자들은 맥문동에 혈당강하 작용, 항염증 작용이 알려져 있으나 당뇨병에 대한 예방 및 치료의 차원에서 다루어진 바가 없어 다년간 연구를 행한 결과 당뇨의 예방효과가 있음을 보고한 바 있으며 이를 바탕으로 맥문동의 음료로서의 기능적 특성과 적합한 품종의 선정과 저장법을 확립하고 나아가 맥문동이 가지는 다기능적 특성을 활용할 수 있는 국제적 감각에 걸 맞는 음료를 개발함으로써 세계인의 건강을 증진시킬 수 있는 방안을 모색함으로써 우리농가의 소득을 확보할 수 있는 길을 모색코자 연구를 수행하였다.

### 2. 연구개발의 필요성

#### 가. 기술적 측면

- 맥문동의 수확후 관리와 저장조건에 따른 품질을 구명하여 저장최적조건을 구명함으로써 실질적인 농가 소득원으로 연결이 가능하다.
- 맥문동 및 맥문동 음료의 항당뇨, 갈증해소, 체력증진 및 피로회복 기능을 검증함으로써

서 경쟁력 있는 음료를 만들고자 한다.

- 맥문동이 가지는 기능성 성분을 최대한으로 추출할 수 있는 전처리법을 확립하며 기호성을 증진시킬 수 있는 방법을 확립한다.

#### 나. 경제·산업적 측면

- 맥문동은 전통 생약으로 고소득 작물이며, 최근에 연구된 당뇨와 암 예방 효능과 장내 세균의 증식 억제 작용이 밝혀진 상태이다.
- 이러한 다기능의 음료를 개발함으로써 맥문동의 부가가치를 높여 농가소득증대에 기여하며, 우수맥문동 재배와 저장법 확립과 더불어 국제 경쟁력을 높이고자 한다.

#### 다. 사회·문화적 측면

- WTO체제 출범 이후 시장 개방과 농산물 수입에 따른 국내 농가 보호 및 농가 소득 증대 그리고 국산 한약재의 우수함을 입증하여 국제 경쟁력을 갖춘 고소득 작물로서의 맥문동 재배 확대.
- 국내 및 국제 특허권 분규로 다른 약리작용 검색 체계에 대한 우위권 점유와 국가적 학문적 업적 성취.
- 산업의 고도화로 수질 등 환경오염 정도가 날로 심해가고 있으며 특히 음료수의 사회적 불신이 점증하고 있는 것과 때를 같이하여 국제적 위치의 국내 농산자원을 이용할 수 있는 다기능성 음료가 개발됨으로써 음료에 대한 사회 문화적 인식이 크게 개선할 수 있는 계기를 마련할 수 있다.

## 제 2 절 연구개발의 목적 및 범위

### 1. 연구개발의 최종 목표

- 맥문동의 수확 후 관리기술로서 품질보존을 위한 저장법확립

- 맥문동 및 맥문동 음료의 항당뇨, 갈증해소, 피로회복, 스테미나 증진 기능의 검색
- 다 기능성 맥문동 음료의 제조법 확립

## 2. 연구개발의 범위

### 가) 맥문동 저장조건에 따른 품질변화 연구

#### 1) 맥문동 수확 후 저장기술에 관한 연구

맥문동의 적절한 수확시기를 구명하기 위하여 3단계로 수확하며 생체상태로 일반 농가저장법에 따라 저장하면서 관능적 품질검사와 변패율 및 맥문동의 주요 지표성분으로 당류의 함량변화를 분석하여 저장중의 변화현상을 조사, 그 대책을 확립한다.

#### 2) 맥문동의 저장법 확립

생체저장과 건조저장으로 구분하고 저장조건은 포장, 무포장 및 상온과 저온으로 나누어 저장기간에 따른 관능적 품질과 저장 등의 생리적 변화현상을 구명하기 위하여 맥문동의 주요지표성분을 분석하며 이를 통하여 맥문동의 최적저장조건과 방법을 확립한다.

#### 3) 저장조건에 따른 성분 및 품질변화조사와 최적 저장조건 구명

### 나. 맥문동의 다 기능성 검색

1) 가공하지 않은 상태의 맥문동이 가지는 기능적 특성검증을 위하여 맥문동분말, 맥문동의 용매별 분획물에 대하여 항당뇨 기능, 갈증해소 기능, 피로회복 기능, 스테미나 증진 기능을 검색한다.

#### 2) 맥문동 음료의 다 기능성 검색

맥문동 음료의 다기능성을 검증하기 위하여 맥문동추출음료, 맥문동 당화음료, 맥문동 발효음료에 대하여 항당뇨 기능, 갈증해소 기능, 피로회복 기능, 스테미나 증진기능을 검증한다.

## 3. 다기능성 맥문동 음료생산을 위한 전처리 조건 확립과 음료의 기호성 증진

- 가. 맥문동 열수추출물의 일반성분(일반성분 및 총사포닌, 유기산, 유리아미노산, 무기질)과 관능평가
- 나. 반응표면분석법에 의한 맥문동 열수추출조건 최적화
  - 1) 가열시간과 용매비에 따른 추출액의 품질변화
  - 2) 추출조건의 최적화
  - 3) 최적조건의 선정
- 다. 맥문동 발효음료의 주요 화학성분(일반성분 및 총사포닌, 유기산, 무기질 및 유리아미노산 및 그 유도체 함량)에 관한 연구
- 라. 볶음조건(볶음회수, 볶음시간 및 추출시간)이 음료의 품질(색상 및 관능적 품질)에 미치는 영향 조사
- 마. 맥문동 음료의 기호성 증진을 위한 부재료 혼합조건 및 경제성 분석

## 제 2 장 연구 및 기술 동향

### 제 1 절 국외연구동향

Tanaka 등은 한국, 중국, 일본에서 재배 생산되고 있는 맥문동의 기원에 관한 연구를 통하여 중국산 *O. longifolius* OHWI, *O. japonicus* KER-GAWLER 및 *L. spicata* LOUREIRO로, 한국산은 *L. graminifolia* BAKER, *L. koreana* NAKAI로, 일본산은 *L. graminifolia* BAKER 및 *O. japonicus* KER-GAWLER로 보고하여 각 국가에서 재배되고 있는 맥문동이 서로 다르다는 것을 지적한 바 있다. Tanaka 등은 양지형인 *O. japonicus*, *O. chekiangensis*, *L. platyphylla*와 음지형인 *O. japonicus* var. *caespitosus*의 성분중에서 steroidal saponin계의 opiopogon B 및 D가 음지형에 비하여 양지형에서 높은 것을 관찰한 바 재배조건이 유효성분의 함량에 영향을 미친다고 하였다.

맥문동의 성분에 대해서는 일본에서 많은 연구가 이루어졌는데, Kato 등(1968)이 소엽 맥문동의 괴근으로부터  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol과 함께 ruscogenin(5-spiro-stene-1, 3-diol)을 비당부로 하는 steroidal saponin인 ophlopogonin-A-B-C-D의 분리한 이래, 1972년 Tade 등이 탄소와 당이 에테르와 조합을 하고 있음을 밝혔고, Watanabe(1977) 등은 비당부로 하는 (saponin) 3종을 더 분리하여 이를 ophlopogonin-B'-C'-D-으로 명명하여 현재까지 소엽 맥문동에 대해서는 7종의 사포닌이 보고되고 있다.

Tomoda 및 Kato는 맥문동 괴근에 함유된 단당류 및 올리고당을 분석한 바, 포도당, 과당, 설탕이 각각 4~9% 정도, 올리고당이 57% 정도 함유되어 있음을 관찰하였다.

외국의 경우에도 맥문동 음료 개발에 관한 것은 없고 한방처방을 근거로 한 맥문동 함유 처방에 관한 연구가 간혹 이루어지고 있다. Tremella and American Ginseng 이란 상품명으로 마른기침, 천식, 만성피로, 면역증진 및 심장질환 등에 사용하는 약품으로 개발된 것도 있고, 중국에서 기와 음이 부족하여 오는 심장질환에 황기, 맥문동, 오미자, 단삼, 당귀, 옥죽과 함께 물로 달여서 복용하면 좋다는 보고도 있다.

### 제 2 절 국내연구동향

맥문동은 백합과(Liliaceae)의 맥문동아제비족(Ophiopogoneae)에 속하며, 맥문동아제비족에

는 *Liriope* genus, *Ophiopogon* genus 및 *Pelisanthes* genus의 3개체으로 분류되며 세계적으로 18종이 존재하고 있는 것으로 보고 되어 있으나, 우리나라에는 *Liriope* 속에 3종(*L. platyphylla*, *L. spicata*, *L. minor*), *Ophiopogon* 속에 2종(*O. japonicus*, *O. jaburan*)이 분포하고 있는 것으로 보고 되어 있다.

한편 한국에서 야생종 및 재배종을 수집하여 염색체를 조사하고 기존문헌을 종합하여 국내 재배 맥문동의 기원식물은 중국과 일본에서 재배되고 있는 맥문동과는 식물의 기원이 다른 *L. platyphylla* WANG et TANG이라고 명명한 바 있다.

맥문동의 성분에 관한 연구로는 서울대학의 천연물 연구소의 강삼식 박사등이 *L. spicata*로부터 spicatoside A, B 의 2종의 saponin을 분리하였고 본 연구실과 백남인 박사등이 공동으로 연구하여 영남농업시험장에서 재배한 맥문동 1호( *Liliopsis platyphylla* )로부터 spicatoside A, B를 분리하여 보고하였고 spicatoside A의 항 암 활성을 보고한바 있다.

맥문동은 괴근을 이용하는 주요 약용작물로서 진해, 거담, 강장 등 폐기능을 돕고 기력을 돋는데 뛰어난 효능이 있다. 그러나 비위가 허약하여 설사를 자주하는 사람은 지나치게 먹지 않는 것이 좋다. 최근 기능성 음료에 관한 관심이 높아져 많은 제품들이 출시되고 있다, 그러나 맥문동음료에 관한 연구는 단독으로 연구된 바는 없고, 복합제제로서 <동의보감>에서 여름철 더위를 이겨내고 기운을 돋우어 주는 비방으로 생맥산이라는 처방을 소개하고 있다. 생맥산은 맥문동에 인삼과 오미자를 함께 넣어 만드는 음료다. 여름만 되면 더위를 너무 많이 타 식욕이 떨어지고 체질적으로 땀을 흘리는 사람에게 아주 좋은 음료수라고 할 수 있다. 이를 음료로 개발하여 생맥산을 현대백화점 등 유명 백화점의 식품매장에서 살 수 있다. 가격은 한박스에 3만5000원이다.

한국인삼공사는 6년근 홍삼을 원재료로 한 기능성 음료 ‘스포맥스’ 를 출시했다. 스포맥스는 홍삼 농축액에 오미자 맥문동 등 생약재와 비타민 등을 첨가한 아이소토닉 탄산음료로 체내 흡수가 빠르고 에너지 대사 촉진 및 피로회복 기능이 뛰어나다고 인삼공사는 밝혔다.

## 제 3 장 맥문동 수확 후 관리기술 및 품질에 관한 연구

### 제1절 서 설

맥문동은 덩이뿌리인 괴근을 건조하여 약재로 사용하는 약용작물로, 우리나라 전역에서 재배가 가능하나 생육은 따뜻한 남부지방이 우수함을 보이고 있고 약재의 대부분이 남부지방에 생산되고 있다. 맥문동 괴근의 수확은 3월부터 4월에 이루어지는데 3월 중순 수확이 수확적기로서 최대수량을 낼 수 있고, 이때가 지나게되면 신초의 왕성한 재생육 시기와 일치하게되어 괴근내 저장양분이 신초의 재생육에 이용되고 괴근에서는 새로운 뿌리가 발생되어 상품의 질도 떨어지게 된다(1). 그러나 형편에 따라서는 2 ~ 3년만에 수확할 수 있지만 수량은 감소함을 보인다. 수확한 맥문동 괴근은 괴근에 붙은 흙을 털고 훌대로 훑어 물로 깨끗이 세척 후 괴근의 물기를 제거한 후 건조한다. 건조는 과거에는 주로 양건을 이용하여 건조하였으나, 건조시간이 길고 관리가 불편하며 출하시 상품가치가 떨어지는 경향이 있었다. 최근에는 열풍 순환 건조기의 보급으로 요즘은 주로 건조기를 이용하여 건조가 이루어지고 있으며 품질 향상은 물론 건조시간을 단축함으로써 노력비 절감도 있다. 괴근 건조시 건조온도는 60℃에 비해 40℃ 건조가 선택과 상품성 면에서 우수함을 보인 결과도 있으나 최근의 열풍건조는 60℃이하 건조가 건조시간에서 단축효과가 우수하여 60℃ 건조를 주로하고 있는 실정이다(2). 딱딱할 정도로 충분히 건조된 맥문동 건근은 잔뿌리를 제거하고 마대에 넣어 바람이 잘 통하는 서늘한 곳에 저장한다. 건근 저장시 습기에 주의해야 하는데 습기가 차면 다시 건조하여 보관한다(3).

본 연구의 목적은 맥문동 건근을 이용한 식음료의 개발에 원료가 되는 맥문동 건근의 저장법을 확립하고자 수행되었으며, 안정적인 저장법 확립을 위해 괴근의 건조방법 및 저장방법, 그리고 저장기간에 따른 성분의 변화와 상품성 등을 구명하였다.

## 제2절 실험재료 및 방법

### 1. 맥문동 건근의 저장방법 실험재료 및 방법

맥문동 저장법 확립을 위해 사용된 맥문동은 영남농업시험장에서 육종한 “맥문동 1호”의 괴근을 사용하였으며 괴근의 수확은 수확기인 3월 중순부터 3월 하순에 수확된 것을 사용하였다. 그림 3-1은 실험에 사용된 맥문동 1호의 지상부 생육 모습과 수확기 때의 맥문동 괴근의 모습을 나타낸 것이다.

건조 방법은 순환열풍건조기를 이용하여 40℃와 60℃에서 건조하였고, 저장 방법에서 고온 다습기에 습도 조절을 위해 7월 초순부터 10월까지 매달 일회 건조를 실시하였다. 반면 건조기 보관은 6월에 1회, 7월과 8월에 2주에 한번씩, 9월과 10월에 1회 총 7회 건조를 실시하였다. 동결건조는 동결건조기에서 2일간 -50℃로 건조하여 실험재료로 사용하였다.

건근의 포장저장을 위해 사용된 폴리에틸렌 비닐은 저밀도폴리에틸렌(LDPE)으로 크기는 건근 600g이 저장될 수 있는 크기인 15cm x 20cm x 0.08mm의 지퍼가 있는 비닐을 사용하였다.

건근의 저장에서 상온 조건은 영남농업시험장 전작과 생산물 창고가 이용되었고, 건조기 저장은 전작물 및 고추 건조에 사용되는 석유를 이용하는 신흥기업사의 열풍순환건조기 BOBP-10(1.5kw, 건조용량 400 ~ 500kg)를 이용하였다. 냉장 및 냉동 저장은 일반 냉장고 온도인 냉장은 4℃에서 냉동 저장은 -20℃에서 수행하였다.

### 2. 맥문동의 건근의 저장기간에 따른 성분분석 실험재료 및 방법

괴근의 엑스함량 측정을 위하여 맥문동 분말 시료 4g에 80% MeOH 50ml를 넣고 80℃에서 30분간 1차 환류추출한 후 No.2 여과지에 통과시켜 여과하고 잔류물에 다시 80% MeOH을 40ml씩 넣어 2차, 3차 동일 조건으로 환류추출한 후, 모든 여과액은 합하여 회전 진공 농축기를 사용하여 진공 농축한 양을 엑스함량으로 하였다. 조사포닌 분획을 얻기 위해 엑스함량 측정과 같은 방법으로 얻어진 MeOH 농축액은 EtOAc/H<sub>2</sub>O (1:1) 혼합용매 60ml를 사용하여 비극성 분획인 EtOAc분획을 1차 제거하고 물 분획은 동량의 수포화 n-BuOH 분획을 총 3회 사용하여 조사포닌 분획을 분배 추출한 후, 최종 n-BuOH 분획을 농축하여 조사포닌 분획을 얻었다. 조사포닌 분획은 3ml의 90% MeOH로 회수하고 분석을 위하여 조사포닌 분획의 3ml 중 0.5ml를 무게를 알고 있는 vial에 정확히 취하여 N<sub>2</sub> 가스에서 용매를 날려보내고 다시 진공 건조기에서 4시간 진공 건조 시킨 후 무게를 측정하여 정확한 vial 속의 조사포닌 무게를 계산하였다.

괴근의 색을 측정하기 위하여 색차계 Minolta CM-3500D를 이용하여 분말의 반사율과 CIE

Lab color를 측정하였고, 백도의 측정은 Kett-100을 이용하였다.

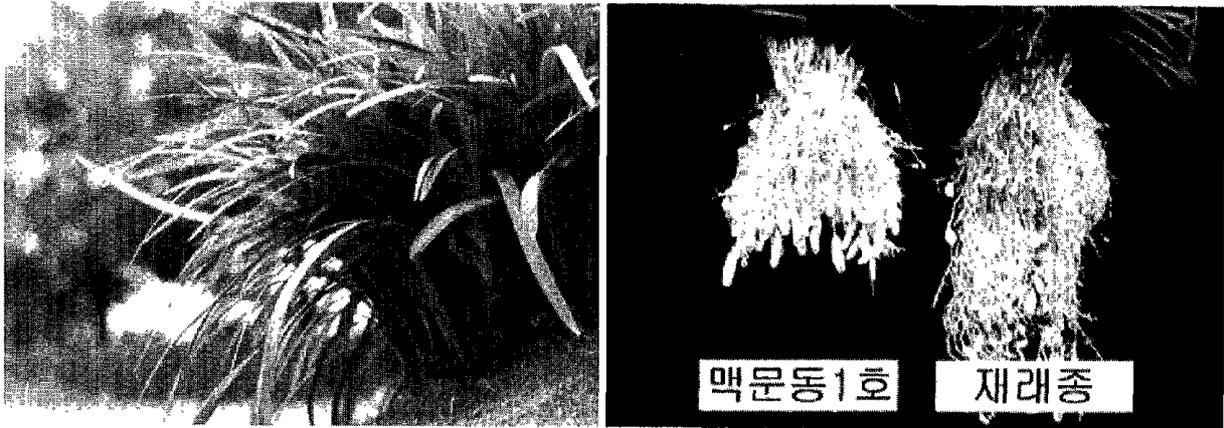


그림 3.1 포장에서의 “맥문동 1호”와 수확기 괴근의 모양

Fig 3.1 Photograph of “Maekmoondong 1” in field condition and tuber in harvesting time.

### 제3절 실험결과 및 고찰

#### 1. 맥문동 건근의 저장방법에 따른 외관상 변화 및 상품성

##### 가. 맥문동 저장기간 중 기온 및 상대습도의 변화

맥문동 저장기간 중 기온 및 상대습도의 변화는 기존에 맥문동 괴근이 저장되는 곳이 창고임을 감안 할 때 비록 통풍이 되는 창고라 하여도 외기의 온도 및 습도가 높으면 상대적으로 창고내의 온습도 역시 영향을 받음으로 그 변화의 중요성이 크다하겠다. 그림 3-2는 맥문동이 수확되는 2000년 3월부터 저장 실험이 종료되는 시점인 2001년 10월까지의 밀양지방의 평균 기온 및 평균 습도를 나타낸 것으로 기온은 2001년 1월의 영하 1도가 최저고 최고는 2000년 8월의 25도로 평균기온으로는 최고를 나타냈다. 평균습도는 3월이 최저로 45%이었고 최고는 7 ~ 8월로서 약 75%에 달하였다. 상온 저장 실험을 수행한 창고의 습도는 이 평균 습도보다는 약 10% 더 높아 약 85%에 달하였다. 반면 3월 창고의 최저습도는 평균 습도와 비슷함을 보였다.

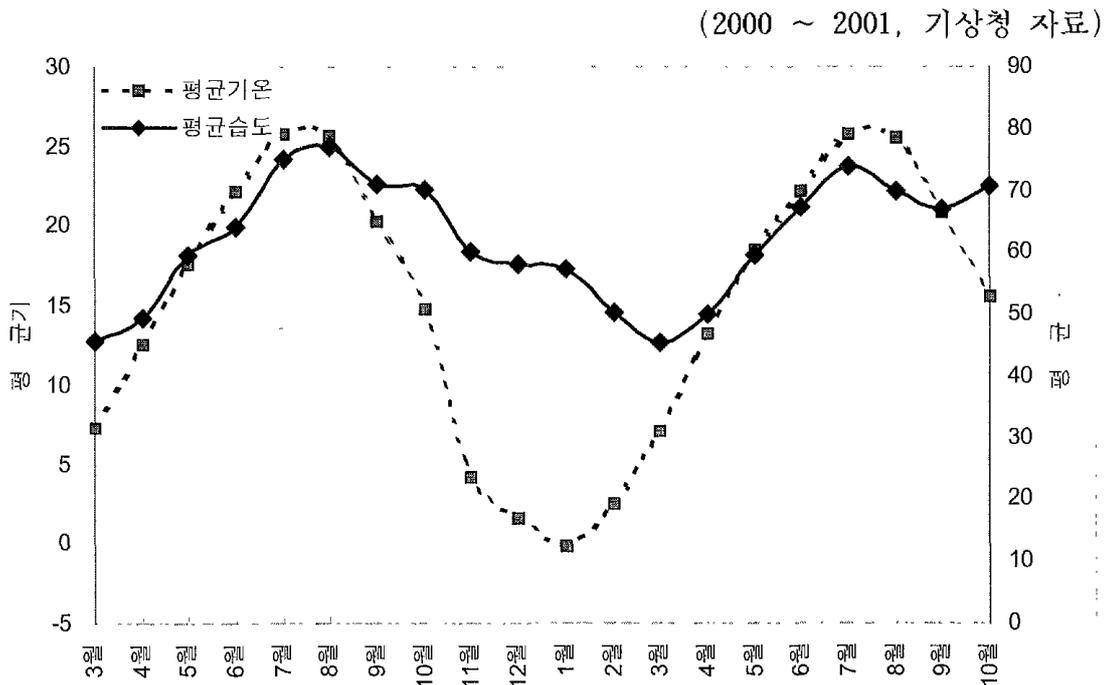
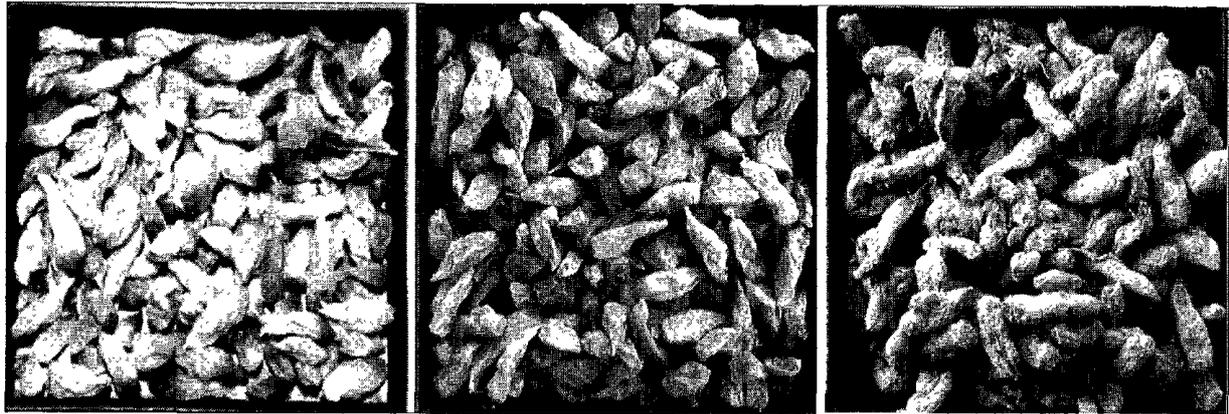


그림 3.2 실험기간 중 평균 기온 및 습도의 변화

Fig 3.2 Changes of average temperature and humidity within the experiment period.

##### 나. 맥문동 건근의 저장기간에 따른 외관상 변화

그림 3.3은 상온에 저장한 건근의 저장기간에 따른 변화를 보여주는 것으로 건조직후의 괴근의 상태에 비해 1개월이 지난 후 괴근의 상태는 조금더 갈색이 진해지고 수분을 흡수한 듯한 상태를 나타냈으며, 4개월이 지난 후는 괴근의 표면에 곰팡이가 발생하여 더 이상 상품성이 없음을 관찰할 수 있었다. 그리고 곰팡이는 상대습도가 65%가 넘어가는 6월 중순 이후부터 발생이 되기 시작함도 관찰할 수 있었다.



건조후

1개월 후

4개월 후

그림 3.3 상온 저장 맥문동 건근의 저장기간에 따른 변화

Fig 3.3 Outer appearance of dried lily-turf tuber according to the change of storage period.

맥문동 괴근의 상품성을 유지할 수 있는 최소의 조건인 매달 1회 건조하여 다시 창고에 보관한 맥문동 괴근은 그림 3.4의 A에서 관찰할 수 있는 것과 같이 6개월이 지나면서 해충의 피해가 있음을 보였다. 그리고 이 해충의 피해는 저장기간이 경과하면서 점차 증가하여 그림 3.4의 B에서와 같이 12개월이 지난 후, 그 피해는 더욱 심해졌음을 알 수 있었다. 이 해충의 피해는 4개월이 지나서 7월 여름부터 관찰되기 시작하여 가을까지 이어졌으며 겨울에는 그 피해의 증가가 주춤했으나 그 다음해 여름에는 1년차 보다 더욱 피해가 큼을 알 수 있었다. 저장중인 맥문동 괴근을 가해하는 해충은 화랑곡나방으로 유충과 성충 모두 피해를 주나, 특히 알에서 부화한 유충이 맥문동 괴근을 먹이로 삼아 주된 가해자이다.

건조기에 보관하며 주기적으로 건조를 수행한 맥문동 괴근의 경우는 그림 3.4의 C와 같이 해충에 의한 피해는 없으나 잦은 건조로 인해 상온에 저장한 괴근 중 색택이 가장 많이 갈색으로 변했고 일부는 검은색으로 변함을 관찰할 수 있었다. 그리고 괴근의 표면도 주름이 더 많아지고 수축 현상도 발생하였다(그림 3.4 D).

폴리에틸렌 필름에 보관한 맥문동 건근의 경우는 그림 3.4의 E와 F에서 볼 수 있듯이 원 괴근의 상태가 가장 잘 유지되고 있으며 특히 6개월이 지나서 까지도 원 건근의 색택을 거의 유지하고 있음을 관찰할 수 있었다. 12개월이 경과 할 경우 약간의 갈변현상도 관찰할 수 있으나 색의 갈변 현상이 그리 크지 않음을 보인다. 이는 폴리에틸렌 필름의 공기와 수 분 차단에 기인하는 현상으로 보이며 상품성 유지에는 폴리에틸렌 필름 저장이 외관상 상품성 유지에 가장 좋으며, 그 다음이 갈변 현상은 심하나 건조기 보관이 양호하였고, 한달에 일회정도 건조를 수행한 상온저장의 경우 상품성이 가장 떨어짐을 보였다.

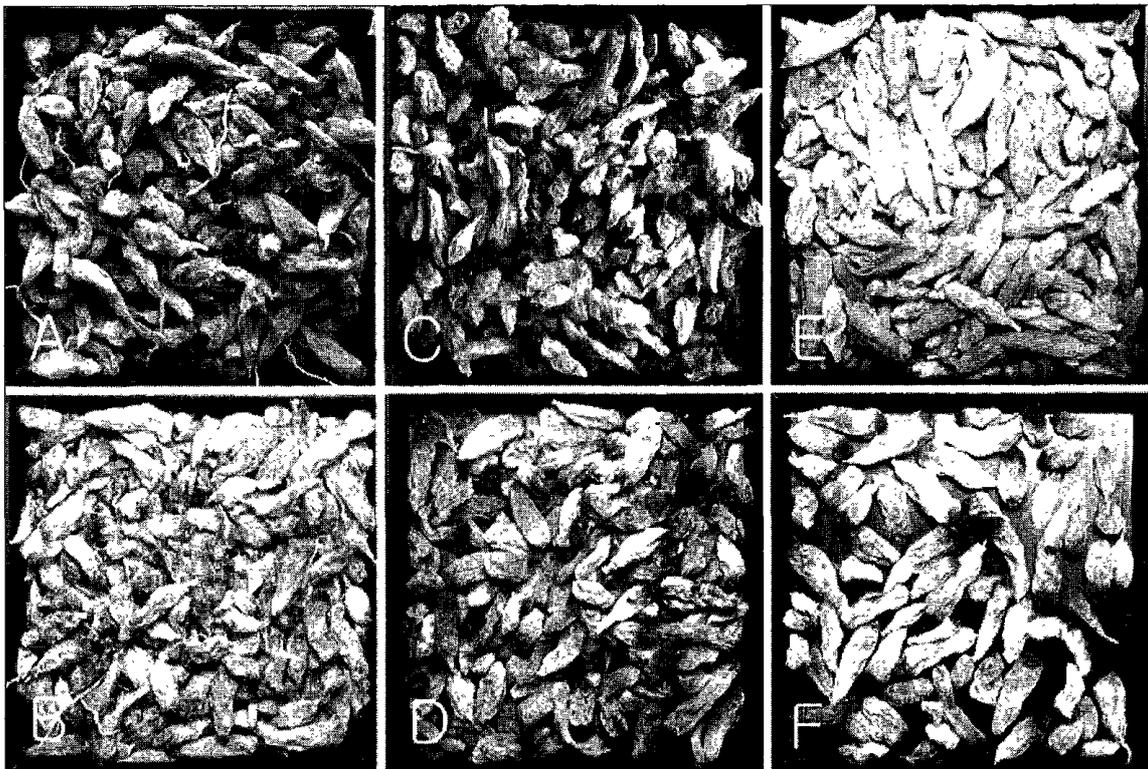


그림 3.4 저장방법을 달리한 상온 저장 맥문동 건근의 저장기간에 따른 변화  
 A : 상온 저장 6개월 후, B : 상온저장 12개월 후, C : 건조기 저장 6개월 후, D : 건조기 저장 12개월 후, E : PE 비닐 저장 6개월 후, F : PE 비닐 저장 12개월 후

Fig 3.4 Outer appearance of lily-turf tuber stored under three storage methods according to the change of storage period.

#### 다. 맥문동 건근의 저장조건에 따른 외관상 변화

건근의 상온, 냉장, 그리고 냉동 저장의 3가지 저장조건과 폴리에틸렌 비닐 저장과의 외관상 비교는 그림 3.5에서 보는 바와 같이 전체적으로 A, B, C에 비해 폴리에틸렌 저장인

D, E, F가 상온, 냉장, 냉동의 3가지 저장조건에서 모두 우수함을 보였다. 그림 3.5, A의 상온저장의 경우와 비교하여 D의 폴리에틸렌 비닐 저장 상태는 위에서 살펴본 바와 같이 우수함을 볼 수 있었고, 폴리에틸렌 필름에 보관하지 않은 것 중에서는 그림 C의 냉동저장이 외관상 저장성이 가장 양호함을 보였으며, 폴리에틸렌 비닐에 보관한 것 중에서도 그림 F의 냉동 저장이 선택을 포함한 외관상 저장성 평가에서 가장 우수하였다.

냉동 저장이 선택을 포함한 외관상 저장성 평가에서 가장 우수하였다.

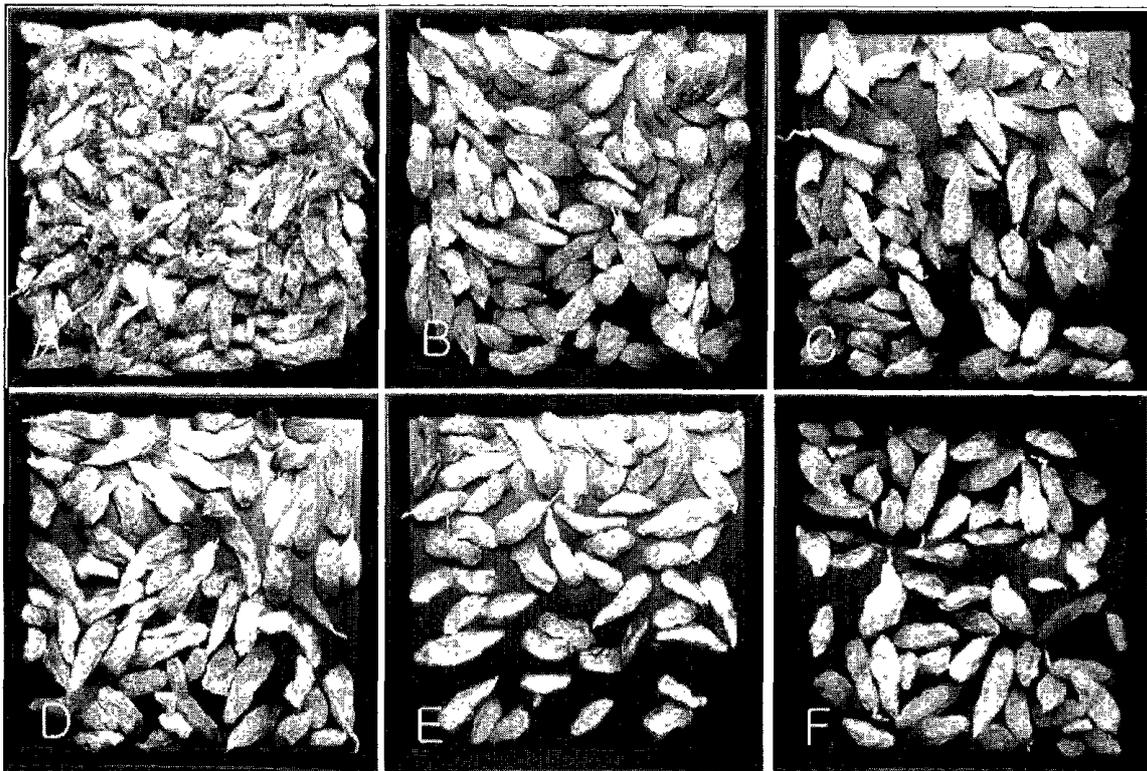


그림 3.5 맥문동 건근의 저장 조건에 따른 PE 비닐 포장 저장과의 비교

A : 상온 저장, B : 냉장저장, C : 냉동저장, D : PE 상온 저장, E : PE 냉장 저장, F : PE 냉동 저장

Fig 3.5 Comparison of lily-turf tuber outer appearance between normal and PE vinyl package under three storage conditions.

#### 라. 동결 건조한 건근의 저장에 따른 외관상 변화

동결 건조한 건근의 저장방법과 저장조건에 따른 외관상 변화와 상품성을 비교하기 위하여 상온, 냉장, 냉동 저장, 그리고 폴리에틸렌 비닐로 포장하여 똑 같은 조건에 저장한 후 저장기간에 따라 외관상변화를 관찰하였다. 그 결과 동결 건조를 수행한 건근의 상온 저장

은 건근의 상온 저장에서와 같이 3개월이 지나면서 곰팡이가 발생하기 시작하여 4개월이 지나면서 상품성을 상실하였다. 그리고, 그림 3.6에서 관찰할 수 있는 바와 같이, 그림 A의 건조 직후의 상태와 비교하여 B의 냉장 저장과 C의 냉동 저장에서 차이를 보여 냉동 저장이 선택 및 외관상 변화가 가장 적어 저장 상태가 가장 양호함을 보였다. 폴리에틸렌 비닐 저장의 경우에서도 폴리에틸렌 저장 모두 같은 저장 조건에서 비닐 저장하지 않은 것과 비교하여 저장 상태가 가장 양호하였다.

열풍 건조를 수행한 건근과의 비교에서, 동결 건조한 건근이 상온에서 폴리에틸렌 비닐에 저장한 것 중 일부 갈변하는 것이 관찰되었으나, 열풍 건조한 건근의 경우에서와 같은 심한 갈변은 보이지 않았다(그림 3.6, D).

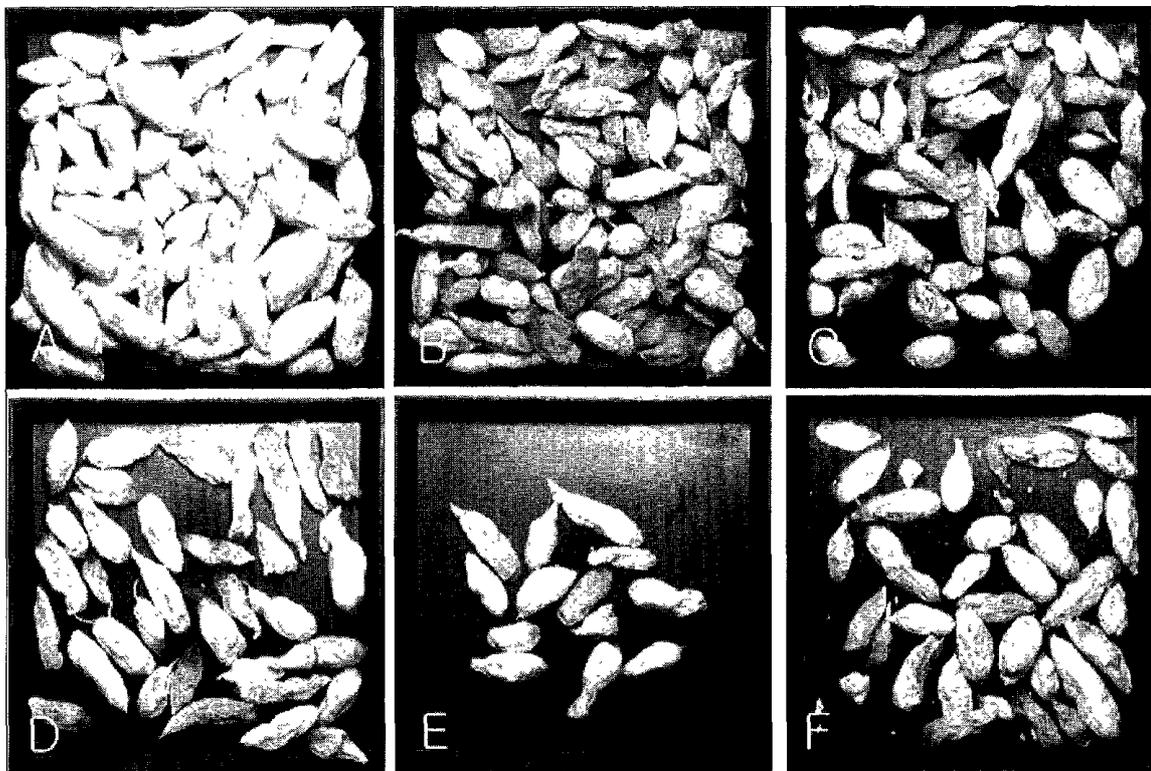


그림 3.6 동결건조한 맥문동 건근의 저장 조건에 따른 PE 비닐 포장 저장과의 비교  
A : 건조직후, B : 냉장저장 , C : 냉동저장, D : PE 상온 저장, E : PE 냉장 저장,  
F : PE 냉동 저장

Fig 3.6 Comparison of outer appearance of freeze dried lily-turf tuber between normal and PE vinyl package under three storage conditions.

#### 마. 색차계를 이용한 건근의 색차 비교

저장방법과 저장조건에 따른 맥문동 건근의 외형적 변화를 관찰하였으나 그 변화 정도를

수치로 나타내기 위해 색차계를 이용하여 색의 차이를 비교하였다. 그림 3.7은 저장방법에 따른 색의 차이를 비교한 결과로 색차의 표현은 CIE lab color를 이용하여 나타내었다. 명도를 나타내는 L 값은 건조 후 일주일 경과한 것이 81.3이었고, 폴리에틸렌 비닐 저장이 78.2로서 건조 직후보다는 밝기가 감소하였으나 다른 저장방법인 건조기나 상온 저장에 비해서는 밝음을 보였다. 건조기 저장이 앞의 외관상 비교에서와 같이 가장 어두워 73.6을 나타내었다. CIE lab color에서 적색을 나타내는 수치인 a의 값은 건조 후 2.4에 비해 건조기 저장과 폴리에틸렌 비닐 저장이 가장 진한 3.7이었고 상온 저장이 3.5를 나타내었다. 상온 저장이 덜 진해진 것은 맥분동 외근의 당분이 많이 축적된 곳이 다른 곳에 비해 더 진해지는데 이곳을 해충이 가해함으로 적색 수치가 낮게 나온 것으로 추정된다. 노랑색을 나타내는 b값은 건조 후가 가장 낮아 14.8을 나타내었고 다음이 건조기 저장의 15.9, 그리고 상온과 폴리에틸렌 비닐 저장이 각각 16.9와 16.6을 나타내었다.

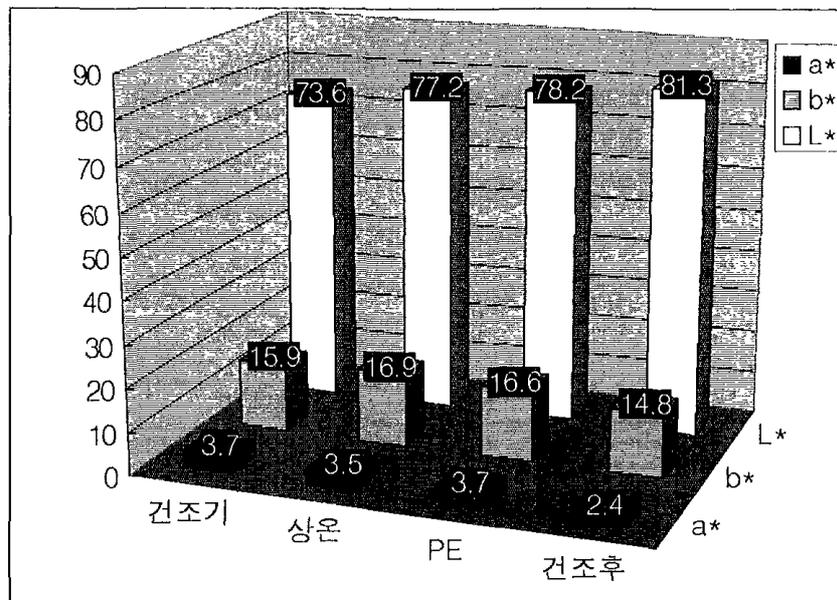


그림 3.7 저장 방법에 따른 맥분동 건근 분말의 색차 비교

Fig 3.7 Comparison of flour color of dried lily-turf tuber by colorimeter according to the storage methods.

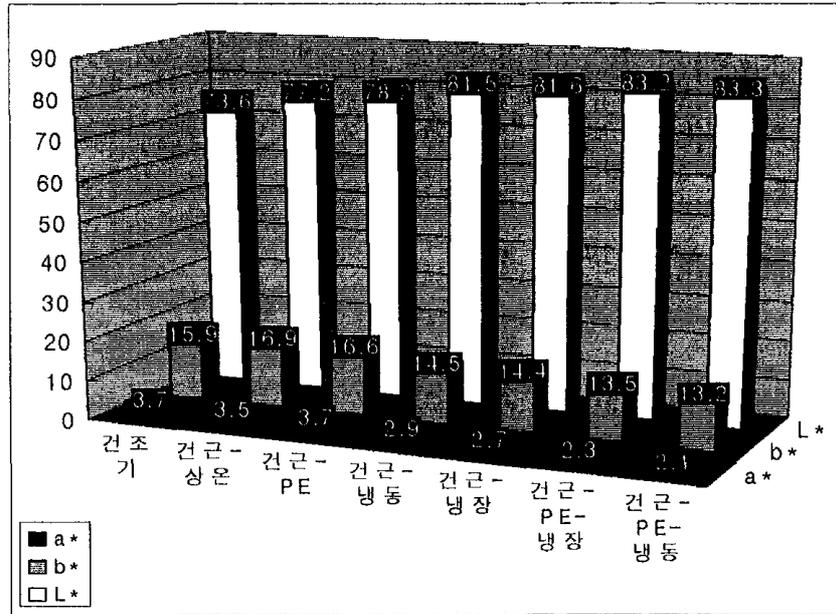


그림 3.8 저장 방법과 저장조건에 따른 맥문동 건근 분말의 색차 비교

Fig 3.8 Comparison of flour color of dried lily-turf tuber by colorimeter according to the storage methods and storage conditions.

그림 3.8은 저장방법과 상온, 냉장, 냉동과 같은 저장조건을 달리하였을 경우 건근 분말의 색차를 비교한 것으로서 밝기를 나타내는 명도(L 값)의 경우 건근을 폴리에틸렌 비닐에 보관하여 냉동 상태로 저장한 것이 83.3으로 가장 밝았고 다음은 폴리에틸렌 비닐에 담아 냉장 상태로 저장한 것으로 83.2를 나타냈다. 그 다음은 건근 냉장, 건근 냉동 순 이었고 건근을 폴리에틸렌 비닐에 담은 것이 그 다음으로 78.2를 나타냈는데 이는 건근을 냉장에 저장한 것 보다 어두운 수치로서 상온보다는 저온 처리가 상품성 유지에 양호하고, 폴리에틸렌 비닐에 보관하여 저온에 저장한 것이 가장 상품성이 잘 유지됨을 보여주었다. 적색과 노랑색은 전반적으로 명도가 증가하며 감소하는 경향으로 폴리에틸렌 비닐에 보관한 건근이 가장 수치가 낮았다.

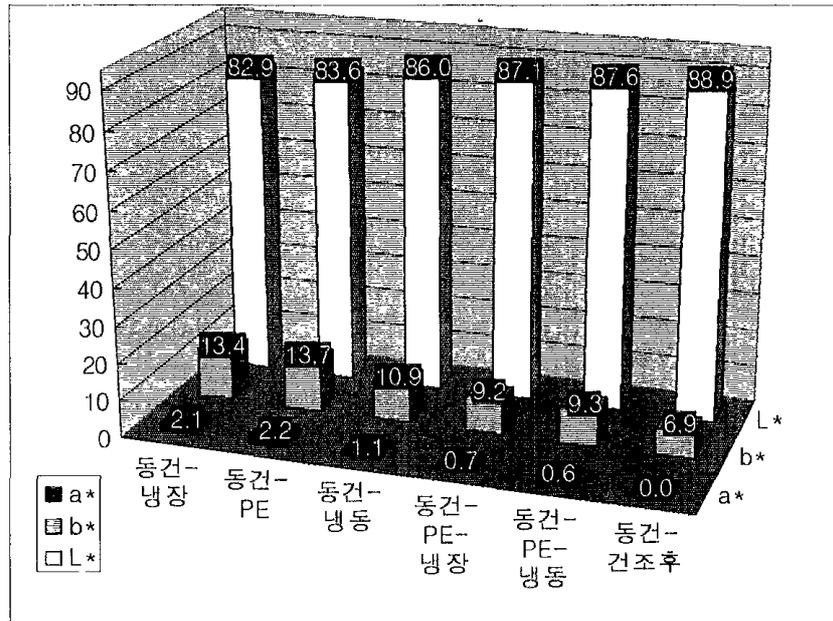


그림 3.9 저장 방법에 따른 동결건조한 맥문동 건근 분말의 색차 비교

Fig 3.9 Comparison of flour color of freeze dried lily-turf tuber by colorimeter according to the storage conditions.

동결 건조한 건근의 경우도 위의 건근의 저장에 따른 비교와 그 결과가 비슷하게 나왔으나 그 절대 수치는 많이 달라서 동결건조 직후의 명도(L 값)는 88.9가 나왔고 그 다음이 비닐에 담은 냉동 저장, 그 다음이 비닐에 담은 냉장 저장, 다음이 냉동 저장 순으로 나왔다. 건근의 경우와 차이가 있다면, 냉장 저장한 것이 비닐에 담아 상온에 저장한 것보다 갈변이 덜 일어났다. 이것은 주기적으로 습도가 올라갔다 내려갔다 하는 냉장고 내의 습도 변화에 동결건조한 건근의 표면적이 건근에 비해 넓어 공기와 접할 수 있는 면적이 많은 것에 기인하는 것으로 추정된다. 냉장저장에서 여름철에 외기 기상이 고온 다습할 경우 냉장고 내의 물방울 형성이 증가하는데, 공기 유통이 없고 수분에 노출이 많이된 건근이나 동결건조한 건근은 상온에서와 같이 4개월이 지나면서 곰팡이가 발생하여 상품성을 상실하였다.

#### 바. 백도계를 이용한 건근의 백도 비교

그림 3.10은 백도계를 이용한 전체 저장 실험의 결과를 측정된 것으로서 전반적인 백도는 색차계의 명도와 비슷한 경향으로 동결 건조를 바로한 건근의 백도가 93을 나타내었고 그 다음이 동결 건조한 건근을 비닐에 담아 냉동고에 보관한 것으로 85를 나타내었다. 가장 어

두운 것은 건조기에 보관한 건근으로 53을 나타내었다. 색차계의 명도에 비해 처리간의 차이가 두드러짐을 관찰할 수 있었고, 변이 폭도 큼을 발견할 수 있었다.

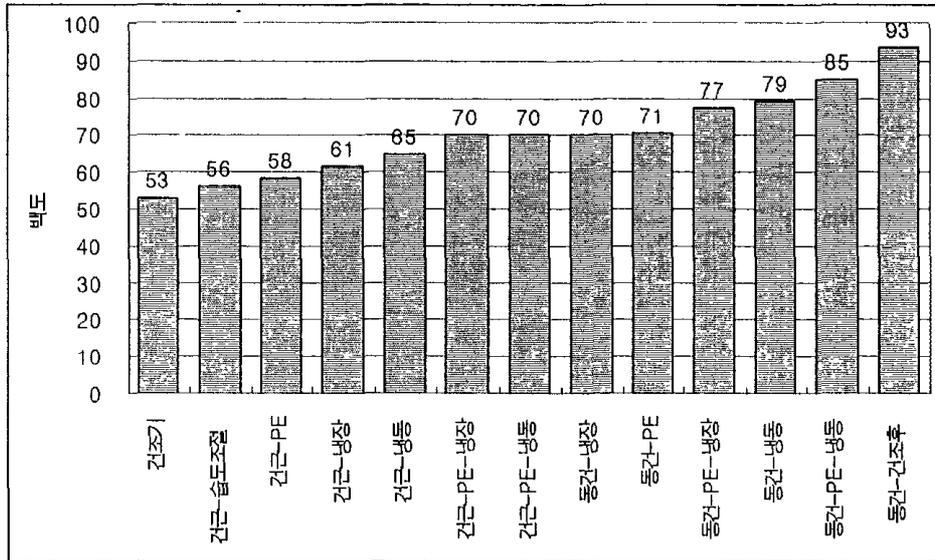


그림 3.10 맥문동 건근의 백도 비교

Fig 3.10 Comparison of whiteness of dried lily-turf tuber by whiteness meter.

## 2. 맥문동 건근의 저장기간에 따른 성분분석

### 가. 맥문동 괴근의 저장에 따른 수분 변화

맥문동 괴근의 수분 함량 변화를 측정된 결과 그림 3.11에서와 같이 수확한 직후의 괴근의 수분함량은 63%이었고 30일간의 양건을 행한 후의 수분은 11% 였다. 60℃로 열풍건조한 건근의 수분함량은 6%였고, 동결건조한 건근의 수분함량은 4%였다. 표 3.1은 건조방법에 따른 건조시간을 나타낸 것으로서 괴근의 건조는 통상 맥문동 괴근의 건조를 판정하는 말린 건근을 절단하는 실험으로 건조여부를 판정하였다. 그 결과 양건의 경우 28일이 소요되었고, 60℃ 열풍건조의 경우는 4일, 그리고 동결건조는 3일이 소요되었다. 이 결과는 1998년 영남농업시험장의 기존의 맥문동 건조방법에 대한 연구결과와 비슷한 것으로서 양건과 동결건조가 약간의 차이를 보이거나 양건의 경우 양건을 행한 4월의 일조와 강우와 연관이 되어 차이가 발생한 것으로 추정되며 동결건조의 경우는 2일이 경과하여 3일과 큰 차이는 없었

다. 생근을 저장했을 경우 자연건조가 되기는 하였으나 3개월이 지나면서 고온 다습기에 곰팡이 발생과 부패로 인하여 4개월 이후로는 수분함량을 조사할 수 없었다. 건근과 동결건조한 건근의 경우도 습도에 신경을 쓰지 않고 창고에 저장할 경우 통풍이 된다고 하여도 7월과 8월의 고온 다습조건에 곰팡이 발생으로 상품성을 상실하였다. 저장 후 6개월째 수분 함량 측정으로 부패를 방지하고 저장할 수 있는 괴근의 습도는 11% 이하로 유지되어야 함을 알 수 있었고, 동절기의 경우는 특별히 습기를 주의하지 않아도 수분이 11%대로 유지됨을 알 수 있었다. 건조시간 및 수분 함량으로 본다면 동결건조가 건조시간에서 가장 짧고 수분함량도 4%로서 가장 낮아 건조방법으로는 동결건조가 가장 좋은 방법임을 확인 할 수 있었다.

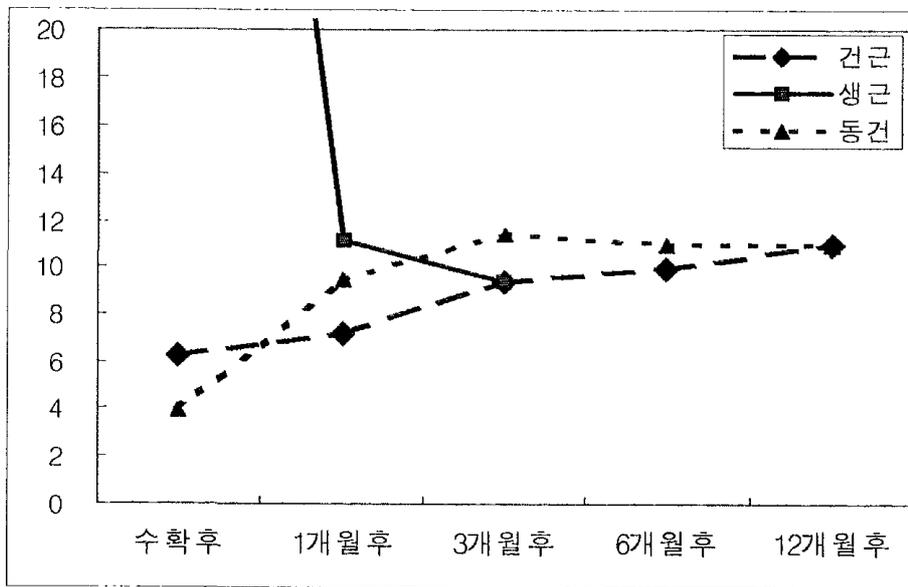


그림 3.11 백문동 괴근의 건조방법에 따른 수분변화

Fig 3.11 Changes of moisture contents according to the drying method of lily-turf tuber.

표 3.1 백문동 괴근의 건조방법에 따른 건조 시간

Table 3.1 Total drying dates according to the change of drying method in lily-turf tuber

| 건조방법    | 양건 | 60°C 열풍 | 동결건조 |
|---------|----|---------|------|
| 건조시간(일) | 28 | 4       | 3    |

그림 3.12는 맥문동 건근의 저장조건에 따른 수분 변화를 나타낸 것으로서 상온의 경우 6개월이 경과한 후 수분함량이 9%로 증가하였고 12개월이 지난후는 11%를 유지하였다. 냉동 저장의 경우도 비슷하여 상온 저장과 비슷한 수분함량을 보였다. 그러나 상온저장의 경우 습기를 주의하지 않을 경우 4개월이 지난 후 부패하여 상품성을 상실하였다. 냉장 저장의 경우 1개월까지는 7%로서 건조 직후의 6%에 비해 수분의 증가가 가장 작았으나 3개월이 지나면서 외부공기가 고온 다습 조건이 되면서 냉장고 내로 외부공기 유입으로 인한 물방울 형성으로 건근의 수분 증가 현상이 발생하여 13%까지 수분이 증가하였다. 냉장 저장도 5개월이 지나면서 부패현상이 발생하여 상품성을 상실하였다.

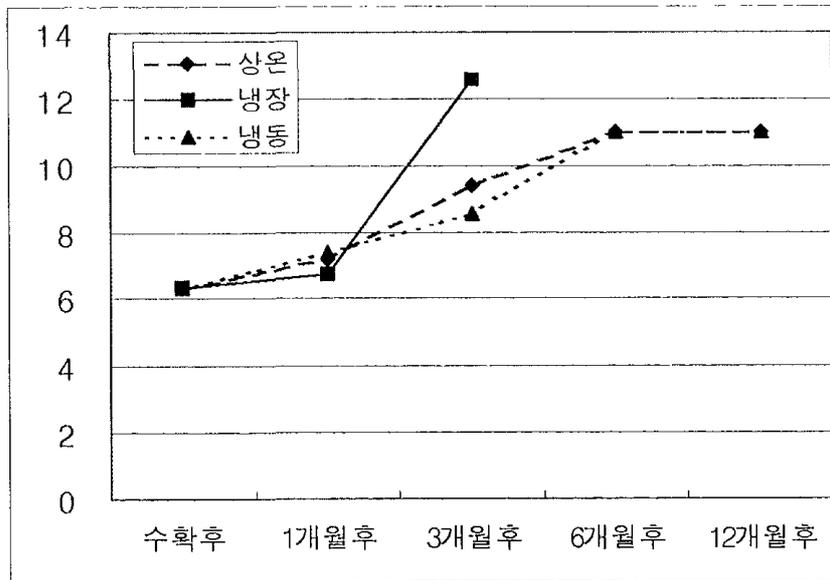


그림 3.12 맥문동 괴근의 저장조건에 따른 수분변화

Fig 3.12 Changes of moisture contents according to the storage condition of lily-turf tuber.

#### 나. 맥문동 건근의 저장방법 및 저장조건에 따른 엑스 추출량의 변화

맥문동의 약효성분이 포함된 엑스 추출량을 저장방법과 저장기간에 따라 조사한 결과, 표 3.2에 나타낸 것과 같이 건조 후에는 엑스 추출량이 34.9%였으나, 저장기간에 경과함에 따라 감소함을 보였다. 상온저장의 경우 3개월 후는 12%로 감소하였고, 6개월 후는 11%, 그리고 12개월 후는 10.5%까지 감소하였다. 자주 건조를 한 건조기에 저장한 건근은 3개월 후

13.9%로 상온에 비해서 감소 폭이 적음을 알 수 있었고, 6개월은 13.9%, 그리고 12개월 후는 추출율이 12.1%였다. 폴리에틸렌 비닐에 저장한 건근의 경우는 3개월 후 16.5%로서 상온 저장과 3.5%나 추출율이 높음을 보였고, 6개월, 12개월 역시 추출량이 많아 14.8%와 13%의 추출율을 보였다. 이 결과는 폴리 비닐에 저장한 건근의 경우가 외관상 품질뿐만 아니라 유효성분 추출율에서도 높음을 보여주는 결과이다.

그림 3.13은 건근과 폴리 비닐에 저장한 건근의 저장조건에 따른 추출율 변화를 나타낸 것으로서 건근의 저장에 따른 추출율은 냉동저장이 13.6%로서 냉장저장의 13%에 비해 약간 높은 경향이었고, 상온의 10.5%보다는 높음을 보였다. 폴리비닐 저장의 경우도 냉동저장이 15.5%로서 가장 추출율이 높았고 다음이 냉장으로 15.3%, 그리고 상온이 13%로서 건근의 냉장 저장시 추출율과 비슷함을 보였다.

표 3.2 맥문동 건근의 저장기간에 따른 엑스추출량 변화

Table 3.2 Changes of total extracts according to the storage period in lily-turf tuber

| 저장방법   | 엑스추출율(%) |      |      |       |
|--------|----------|------|------|-------|
|        | 건조후      | 3개월후 | 6개월후 | 12개월후 |
| 상온     |          | 12.0 | 11.0 | 10.5  |
| 건조기 저장 | 34.9     | 13.9 | 13.0 | 12.1  |
| PE 저장  |          | 16.5 | 14.8 | 13.0  |

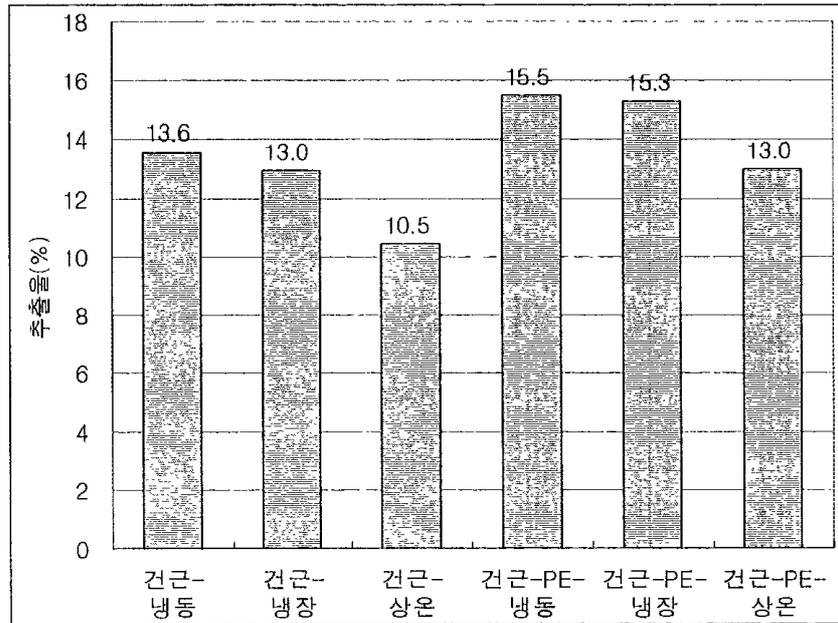


그림 3.13 맥문동 괴근의 저장조건에 따른 엑스 추출율

Fig 3.13 Changes of total extracts rates according to the storage condition of lily-turf tuber.

그림 3.14는 동결건조한 건근의 저장조건을 달리했을 경우의 엑스 추출율로서 냉동과 냉장저장의 경우는 추출율이 약 17%로 비슷하였고, 폴리 비닐 저장의 경우도 약 20%로서 서로 비슷함을 보였다. 반면 폴리 비닐에 보관하여 상온에 저장한 것은 건근을 냉동과 냉장에 저장한 것보다는 추출율이 높아 18.2%를 보였다.

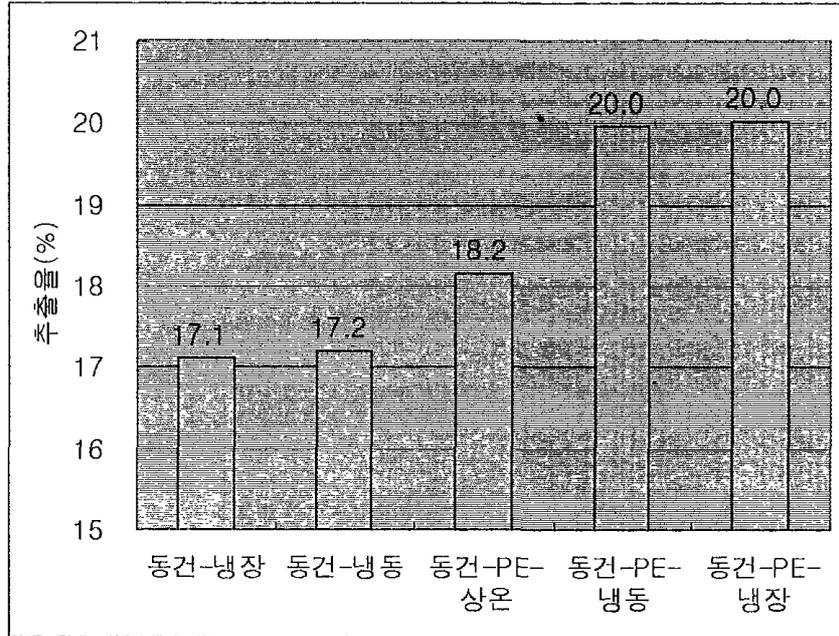


그림 3.14 동결건조한 맥문동 건근의 저장조건에 따른 엑스 추출율

Fig 3.14 Changes of total extracts rates from freeze dried lily-turf tuber according to the storage conditions.

다. 맥문동 건근의 저장방법 및 저장조건에 따른 상품성 비교

이상의 결과를 상온 저장을 기준으로 종합하여 나타내면 표 3.3에서와 같이 건조 후와 비교할 수는 없지만, 폴리에틸렌 저장이 백도, CIE lab color의 L값, 수분 함량, 엑스 추출율과 상품성에 큰 영향을 미치는 해충해 등에서 우수하여 상품성이 가장 좋음을 보였고, 건조기 저장이 외관상 색택은 갈변이 심하게 일어났으나 상품성은 중 정도로서, 현재 판매되고 있는 맥문동과 비슷한 품질을 보였다. 반면 상온에 장기 저장한 건근의 경우 품질과 외관상 상품성도 가장 좋지 않아 딱딱으로 사용하기도 어려울 정도의 상품성을 보였다.

표 3.3 맥문동 건근의 저장기간에 따른 엑스추출량 변화

Table 3.3 Changes of total extracts according to the storage period in lily-turf tuber

|          | 백도 | L 값  | 수분(%) | 엑스<br>추출율(%) | 해충해 | 상품성 |
|----------|----|------|-------|--------------|-----|-----|
| 건조 후     | 64 | 81.3 | 6.3   | 34.9         | -   | 상   |
| 건근-상온    | 56 | 77.2 | 11.1  | 10.5         | 심함  | 하   |
| 건조기      | 53 | 73.6 | 8.5   | 12.1         | 중   | 중   |
| 건근-PE-상온 | 58 | 78.2 | 7.6   | 13.0         | 무   | 상   |

## 제4절 실험 결론

맥문동은 건근을 한약재로 사용하는 약용작물로서 최근 그 기능성에 대한 연구가 많이 이루어지고 있으며 이와같은 기능성을 이용한 식음료 개발이 기대되는 작물이다(4, 5). 식음료 생산과 같은 맥문동 건근을 다량 소비하는 새로운 시장이 형성된다면 기존의 생산량으로는 그 수요에 미치지 못할 것이며, 자연 재배면적 확대와 생산량 증가가 요구될 것이다. 그리고 생산량의 증가는 농산물, 특히 약용작물과 같이 약리작용을 보유한 약재의 저장성에 대한 문제는 그 중요성이 새로이 부각될 것이다. 현재 맥문동 건근의 수확 후 저장은 햇볕이나 건조기로 말린 후 통풍이 잘되는 곳에 저장하도록 되어있으며, 저장기간 중 수분에 조심하도록 알려져 있다. 한약재로서 맥문동 건근은 다량의 당이 함유되어 있는 것으로 조사되었으며 지표성분으로 사포닌 계열의 유효성분을 가지고 있는 것으로 보고되었다. 건근에 함유된 다량의 당으로 인하여 해충의 가해도 많은 것으로 여겨지며 수분의 흡수도 용이한 것으로 사료된다.

기존의 저장방법으로는 주기적으로 건근의 상태를 살펴야하며 자주 건조를 행해야 상품성을 유지하는 관리상 어려움이 존재하여 안정적으로 장기 저장할 수 있는 방법을 연구하고자 본 실험을 수행하였다.

맥문동 건근의 저장에 따른 외관상 변화는 상온의 경우 저장 1개월이 지나면서부터 갈변 현상이 관찰되었고, 특별한 제습처리를 하지 않을 경우 4개월이 지나면 곰팡이 발생으로 인하여 상품성을 상실하였다. 저장방법을 달리한 경우는 관행의 경우 상온에서 저장기간이 경과함에 따라 화랑곡나방과 같은 해충의 피해로 상품성이 저장기간에 따라 급격히 나빠짐을 보였고, 건조기로 주기적으로 건조한 경우는 갈변현상이 두드러졌다. 반면, 폴리에틸렌 비닐을 이용한 저장은 적어도 6개월까지는 처음의 우수한 상품성이 유지되었고, 12개월이 넘는 장기저장의 경우 일부 갈변이 관찰되기도 하였다. 저장조건을 달리한 저장의 경우 상온에 비해 냉동 저장이 상품성이 우수하였고, 폴리 비닐저장의 상태가 더욱 양호하였다. 동결 건조한 건근의 경우 양건이나 건조기로 건조한 건근에 비해 상품성이 비교되지 않을 정도로 우수하였고, 상온 저장의 경우는 건근의 상온저장과 같이 수분흡수로 인한 상품성 상실이 관찰되었다. 동결건조의 경우도 상품성은 건근에 비해 좋아 냉장과 냉동저장이 상품성을 잘 유지하는 것으로 조사되었다. 외관상 상품성 및 갈변 정도를 구체적으로 측정하기 위해 색차계를 이용하여 측정한 결과 맥문동 건근의 상품성과 밀접한 관계가 있는 L 값의 경우 폴리비닐 저장의 경우 그 감소율이 가장 작음을 보였고, 저장조건에서도 폴리비닐로 냉동저장

한 것이 명도에서 그 변화가 가장 적었다. 동결 건조의 경우도 폴리비닐로 냉동저장한 경우가 가장 명도가 밝아서 색의 변화가 적음을 알 수 있었다. 이 결과는 분말의 백도를 측정할 결과와도 연계되어 건근과 동결건조한 것 모두 폴리비닐 저장한 것이 백도가 가장 높음을 알 수 있었다.

맥문동 건근의 저장방법과 저장조건에 따라 유효성분 분석을 실시하였는데 수분의 변화는 건조 직후 63%에서 열풍건조 후 6%, 동결건조 후 4%였으며, 건조시간도 동결건조가 가장 빨랐음을 보였다. 저장기간이 경과함에 따라 건근과 동결건조한 건근 모두 11%에 가까워짐을 보였고, 냉동과 상온 저장도 11%를 유지하였다. 냉장 저장의 경우 12%의 수분함량을 넘어서는 3개월 이후부터 부패함을 보여 맥문동 건근의 수분함량은 11%이하를 유지시켜야 함을 알 수 있었다. 약리작용을 보유한 엑스 추출량을 비교한 실험에서 전 저장기간 모두 폴리비닐 저장이 추출율이 가장 높음을 보였고, 건조 후의 추출율이 약 35%에서 12개월이 지난 후 상온은 약 11%, 폴리비닐 저장의 경우는 13%로 추출율이 감소함을 보였다. 저장조건에 따른 엑스 추출율의 변화는 건근을 폴리비닐에 보관해 냉동저장한 경우가 추출율이 15.5%로서 가장 좋았고, 비닐에 보관하지 않은 경우도 냉동 저장이 가장 높은 추출율을 나타내었다. 외관상 품질과 수분 및 엑스 추출율을 종합하여 볼 때, 동결건조한 건근의 경우가 상품성은 가장 양호하였고 저장조건은 냉동저장이 상품을 가장 잘 유지할 수 있는 조건임에 틀림이 없으나, 일반 농가에서 바로 실용하여 적용할 수 있는 기술은 양건 보다는 열풍건조가 양호하였고 건조 후 바로 폴리비닐에 담아 가능한 저온에 보관하는 것이 오래 저장할 수 있는 방법이 되겠고, 저온저장이 어렵다면 상온에 저장하여도 6개월 이상 상품성을 충분히 유지하였다.

## 참고 문헌

- [1] 성재덕, 1995. 맥문동 수확시기에 따른 괴근수량 및 전당함량. 한국약용작물학회지 3(1):56-60
- [2] 김금숙, 1998. 맥문동 건조방법에 따른 성분변이 구명. 영남농업시험장 시험연구보고서 411-415
- [3] 정홍도, 1990. 주요약용작물 재배기술. 53-57
- [4] 이인자, 1997. 맥문동의 혈당강하 효과. 종합약학연구소보. Vol. 2 : 49
- [5] 이인자, 1998. 맥문동 스테로이드 사포닌의 함암활성. 한국농화학회지. 390-3

## 제 4장 맥문동의 다 기능성 검색

### 제1절 항당노기능에 관한 연구

#### 1. 서설

국민소득 수준이 높아짐에 따라 고칼로리, 고지방, 고단백 위주의 식생활로 고혈압성 질환, 심장병, 동맥경화증, 허혈성 질환, 당뇨병과 같은 순환기계 질환 및 성인병의 발병율이 점차 증가되고 있다. 또한 국내 주요 사망원인 중 각종 암에 의한 사망점유율이 가장 높고, 그 중에서 당뇨병에 의한 사망점유율이 점차 증가되고 있다. 당뇨병은 무엇보다 높은 발병율과 심각한 합병증의 동반으로 주목받고 있으며, 그 치료와 예방에 관한 연구가 계속되고 있지만 병인이나 발생기전은 아직 확실하게 밝혀진 바가 없다. 단지 당뇨병이 유전인자, 면역인자, 비만 및 stress와 같은 환경 인자와 밀접한 관련이 있는 것으로 보고된 바 있는데, 이런 인자들은 췌장 Langerhan's Islet의  $\beta$ cell에 변화를 주어 insulin의 생성 및 분비의 부족, target organ에서의 insulin 작용장애를 일으키므로 glucose 대사를 감소시켜 고혈당 및 당뇨를 일으키고 이에 동반하여 체내 저장 지방의 이용이 현저하게 증가되어 비정상적인 지방대사를 일으키며, 체단백질을 분해하여 energy를 방출하는 등의 대사기능 장애와 혈관 장애 및 체중감소를 일으킨다. 현재 사용하고 있는 혈당강하제로는 insulin제제, gilbenclamide제제, chlorpropamide제제 등이 있으나 이들 치료제는 식욕감퇴, 피부발진, 오심, 구토, 설사 등의 부작용을 나타내므로 부작용이 작고, 약효가 큰 당뇨병 치료제의 개발이 시급히 요구되고 있다. 전통 생약제인 맥문동(Liriopeis Tuber)은 혈당강하, 항염증, Ig M항체 생산억제 작용이 있는 것으로 보고되었고, 한방에서는 진해, 거담, 자양, 강장, 이뇨, 지갈 등에 응용된다. 그러나 그 약리 활성에 관하여는 과학적으로 입증된 바가 별로 없으므로 본 실험을 통해 맥문동의 혈당 강하작용을 확인해 보고 실제로 당뇨병에 이용될 수 있는가를 예방차원과 치료차원으로 나눠서 실험하였다. 또한 맥문동의 항당노 성분으로 알려진 Spicatoside B를 분리, 동정하여 췌장  $\beta$ -cell의 insulin secretion에 대한 활성과 calcium channel에 대한 연구를 진행하여 spicatoside B의 항당노활성에 대한 정보를 얻고자 실험하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 맥문동 수추출물의 in vivo test

#### 1) 실험동물

실험 동물은 체중 180-200g의 Spraque-Dawley종 음성 Rat 50마리를 실온 24±2°C에서 고형 사료(주, 삼양, 한국)와 물을 충분히 공급하면서 일주일간의 적응기간을 거친 후 실험에 사용하였다. 실험기간 중 실내 조명은 12시간 주기로 명암을 자동조절(명기: 08:00 ~ 20:00) 하였고, 본 실험에 사용한 맥문동은 밀양 영남농업시험장에서 건조, 분쇄한 것을 공급받아 사용했다.

#### 2) 검액의 조제

맥문동 분말 100g에 증류수 500ml를 가하여 냉각관을 장치한 후 2시간 30분간 가열, 추출한 후 여과액을 100ml로 감압농축하였다.

#### 3) 당뇨의 유발 및 검액 투여

실험동물에 pH4.3의 0.1M citrate buffer에 용해한 streptozotocin(16mg/100 $\mu$ l, sigma, 이하 STZ) 80mg/kg을 실험동물의 복강 내에 주사하여 24시간 후 혈당이 200mg/dl 이상의 것을 당뇨가 유발된 것으로 하였다. 실험 동물은 Table 1.과 같이 각 군당 10마리씩 5군으로 하였다. 검액은 전후처리기간 각 각 5일동안 검액 또는 증류수를 경구투여하였고 전처리시 체중 1kg당 10ml를, 후처리시 체중 1kg당 20ml의 검액을 투여하였다.

Table 1 . Experimental Animal Groups.

|         |  |
|---------|--|
| Group A | Normal   |
| Group B | Control  |
| Group C | <i>Liriope platyphylla</i> + Streptozotocin                            |
| Group D | <i>Liriope platyphlla</i> + Streptozotocin + <i>Liriope platyphlla</i> |
| Group E | Streptozotocin + <i>Liriope platyphlla</i>                             |

#### 4) 혈당검사

당뇨 유발 후 1, 3, 5일째 8시간 절식 후 검액을 투여하기 전에 혈당 측정기 Glucocard (KDK, Japan)로 측정하였다.

#### 5) 혈액 검사

8시간 절식시킨 실험동물을 ether로 마취시켜 개복한 다음, heparin 처리한 syringe을 사용하여 복부 대동맥에서 채혈한 후 3000rpm으로 10분간 원심 분리하여 얻은 혈청을 실험에 사용하였다. 혈청 중 total cholesterol, triglyceride는 enzymetric method(Hitachi 7600-110, Japan), urea nitrogen은 colorimetry method(아산제약, 한국)으로 측정하였다.

#### 나. spicatoside B의 분리 및 in vitro test

##### 1) spicatoside B의 분리 동정

밀양 영남농업시험장에서 건조, 분쇄한 맥문동 분말 20kg을 80% MeOH로 상온에서 12시간씩 3회 추출하여 얻은 extract를 여과 감압농축하고 H<sub>2</sub>O, Ethyl acetate, BuOH로 분획하였다. 이 중 BuOH 분획을 Chloroform : Methanol : H<sub>2</sub>O = 65 : 35 : 10으로 실리카겔 컬럼 크로마토그래피하여 spicatoside B를 분리하였고 <sup>13</sup>C-NMR, <sup>1</sup>H-NMR로 동정하여 in vitro test에 사용하였다.

##### 2) in vitro test

###### 가) Cell culture

한국세포주은행으로부터 Rat에서 유래한 췌장 β 세포주 RINm5F cell을 10% Fetal bovine serum(FBS)과 penicillin-streptomycin(100u-100μg/ml), 5.5mM glucose가 함유된 RPMI 1640 medium(complete medium, CM)에서 3~4일 간격으로 37°C, 5% CO<sub>2</sub>/95% humidity air incubator에서 계대 배양하면서 유지시켰다.

###### 나) spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity

###### (1) spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity I

계대배양된 RINm5F cell에 spicatoside B를 KRB solution에 녹여 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 가 되도록 투여 insulin 분비활성을 측정하였고 2mM streptozotocin citrate buffer solution처리한 것과 insulin 분비활성을 10분, 30분, 60분, 1200분 후 비교하였다.

(2) spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity II

계대배양된 RINm5F cell에 spicatoside B를 KRB solution에 녹여 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ , 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 가 되도록 투여 30분 후 insulin 분비활성을 측정하였고 70mM-K, 300 $\mu\text{M}$ -ATP의 insulin 분비활성과 비교하였다.

다) spicatoside B의 RINm5F cell의  $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 에 미치는 영향

계대배양된 RINm5F cell에 Table 2.와 같이 처리한 후 cell내의 calcium ion 농도의 변화를 관찰하였다.

Table 2. Experimental Groups.

|          |  |
|----------|--|
| SP10     | spicatoside 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$                             |
| SP100    | spicatoside 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$                            |
| SP10-K   | spicatoside 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 처리 후 70mM-K                 |
| high K   | 70mM K   |
| ATP      | 300 $\mu\text{M}$ -ATP   |
| SP10-ATP | spicatoside 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 처리 후 300 $\mu\text{M}$ -ATP |

3. 결과 및 고찰

가. 맥문동 수추출물의 in vivo test

1) 혈당강하에 미치는 영향

정상군의 혈중 glucose함량은 당뇨 유발 후에 다소 증가하였으며 대조군은 당뇨 유발 후 정상군에 비해 현저하게 증가되었다. 전처리군의 경우 당뇨유발 후 증가한 혈당치가 1, 3, 5일째 모두 대조군에 비해 감소를 보였다. 전후처리군은 또한 당뇨가 유발된 후 증가한 혈당치가 5일째 대조군에 비해 감소를 보였다. 후처리군은 대조군과 유사하게 혈당치가 상승하여 유지되었다. 전반적으로 보았을 때 대조군에 비해 유의성있는 차이를 나타내지는 않았

다. 정상군의 혈당이 다소 높아진 것은 체혈과 절식 등에서 오는 stress때문인 것으로 생각된다.

Table. 3. Effect of samples on blood glucose levels in streptozotocin-induced diabetic rats.

| Experimental Group | blood Glucose (mg/dl) Mean ± S · E |                             |                             |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                    | 1day                               | 3day                        | 5day                        |
| A(normal)          | 82.6 ± 30.7                        | 52.4 ± 26.5                 | 102.8 ± 21.3                |
| B(control)         | 438.4 ± 30.9 <sup>###</sup>        | 423.2 ± 65.8 <sup>###</sup> | 466.2 ± 72.2 <sup>###</sup> |
| C                  | 206.7 ± 46.2 <sup>***</sup>        | 171.3 ± 63.4 <sup>***</sup> | 168 ± 33.8 <sup>***</sup>   |
| D                  | 319.3 ± 57.8 <sup>***</sup>        | 399.7 ± 67.4                | 341.7 ± 43.6 <sup>***</sup> |
| E                  | 436.7 ± 54                         | 457.3 ± 35.6                | 470 ± 182.7                 |

<sup>#</sup>p<0.05, <sup>##</sup>p<0.01, <sup>###</sup>p<0.001 : significant to the normal group

<sup>\*</sup>p<0.01, <sup>\*\*</sup>p<0.005, <sup>\*\*\*</sup>p<0.001: significant to the control group

Group A : water

Group B : STZ + normal saline

Group C : Liriopis Tuber + STZ

Group D : Liriopis Tuber + STZ + Liriopis Tuber

Group E : STZ + Liriopis Tuber

위의 결과로 맥문동의 혈당 강하작용을 확인할수 있었으며, 특이한 점은 당뇨가 유발되기 전에 투여된 맥문동은 체내에서 지속적인 혈당 강하작용을 나타내는 데 비해 당뇨가 유발된 후 투여된 맥문동은 오히려 혈당을 높이는 작용이 있는 것으로 보인다. 따라서 고혈당을 일으키는 당뇨병 치료에 있어서 맥문동은 예방차원으로서 그 유효성이 있는 것으로 생각된다.

## 2) 혈 중 효소 및 지질에 미치는 영향

Cholesterol 함량은 대조군이 정상군에 비해 크게 증가하였다. 전처리군과 후처리군은 대조군에 비해 낮았고, 후처리군은 대조군에 비해 약간 상승하였다. 대조군과 실험군간의 유의성은 없었다. Triglyceride 함량도 대조군이 정상군에 비해 증가하였다. 전처리군과 후처리군은 대조군에 비해 약간 증가하였고, 후처리군은 대조군에 비해 약간 감소하였으나, 유의성 있는 차이를 보이지는 않았다. 당대사와 지방 대사가 acetyl-CoA를 매개로하여 상호 밀접한 관계가 있으므로 당뇨병 유발에 의한 당대사의 이상은 지질 대사에 장애를 일으키므

로 혈 중 Cholesterol과 Triglyceride 함량은 대조군에서 현저하게 증가하였다. 실험군과 대조군간의 유의성있는 차이는 발견하지 못했으나 후처리군에서 혈중 Cholesterol과 Triglyceride 함량이 오히려 증가하는 경향을 보여 맥문동이 당뇨가 유발된 후 치료 용도로 사용된다면 Cholesterol과 Triglyceride의 함량이 높아지고, 이로 인한 혈행 장애로 고혈압, 동맥경화, 혈전증 등의 합병증을 더욱 악화시킬 가능성이 있는 것으로 생각된다.

Table 4. Effect of samples on serum cholesterol, triglyceride, urea nitrogen levels in streptozotocin -induced diabetic rats.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : significant to the normal group

| Experimental Group | Mean ± S · E(mg/dℓ)           |                              |                             |
|--------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|                    | cholesterol                   | triglyceride                 | urea nitrogen               |
| A(normal)          | 104.16 ± 16.84                | 37.07 ± 11.89                | 20.66 ± 2.7                 |
| B(control)         | 188.22 ± 26.94 <sup>***</sup> | 53.12 ± 12.19 <sup>***</sup> | 40.27 ± 11.45 <sup>**</sup> |
| C                  | 159.29 ± 15.8 <sup>**</sup>   | 55.22 ± 12.97                | 31.04 ± 9.1                 |
| D                  | 124.49 ± 20.17 <sup>***</sup> | 41.08 ± 18.15                | 35.88 ± 15.19               |
| E                  | 169.70 ± 35.87                | 54.7 ± 12.59                 | 40.19 ± 11.34               |

\*p<0.01, \*\*p<0.005, \*\*\*p<0.001: significant to the control group

Group A : water

Group B : STZ + normal saline

Group C : Liriopsis Tuber + STZ

Group D : Liriopsis Tuber + STZ + Liriopsis Tuber

Group E : STZ + Liriopsis Tuber

Urea nitrogen의 함량은 대조군이 정상군에 비해 크게 상승하였고, 전처리군과 전후처리군은 대조군에 비해 조금 낮게, 후처리군은 대조군과 비슷한 양상을 보였다. Urea nitrogen은 체조직 붕괴시, 즉 저 calories식, 당뇨병성 acidosis, 중증 간질환, 고열, 악성 종양, 절식 시에 과잉 생산으로 증가되므로 대조군의 경우 당뇨병성 acidosis로 인해 혈 중 Urea nitrogen의 함량이 증가되었다. 반면, 혈 중 Urea nitrogen의 함량이 현저하게 증가한 대조군에 비해 전처리군과 전후 처리군이 낮은 값을 보였는데, 이는 예방 용도로 투여된 맥문동이 어느 정도 혈 중 Urea nitrogen의 이상을 개선한 것으로 생각된다. 하지만 당뇨가 유발된 후 투여된 맥문동은 혈 중 요소질소의 이상을 개선할 수 없는 것으로 생각된다.

### 3) 갈증해소에 미치는 영향

대조군은 당뇨유발 후 물섭취량은 정상군에 비해 5배 이상 상승되었고 그 양상이 시일이 흐름에 따라 더욱 심하였다. . 3개의 실험군 모두 1일 후에는 유의한 차이가 없었으나 3, 5일 후 모두 유의성 있는 감소를 나타내었으며, 전처리와 전후처리에서 더 큰 유의성을 보였다. 당뇨 유발에 의한 갈증모델에서 대조군과 실험군은 모두 당뇨 유발에 의해 정상군에 비해 심한 갈증을 보였다. 시일이 경과함에 따라 전처리군, 전후처리군, 후처리군 모두 갈증증세가 완화되는 것으로 나타났고, 특히 전처리 및 전후처리군에서 갈증증세가 크게 해소되는 경향을 나타내어 맥문동이 당뇨에 의한 갈증증상을 개선함을 확인하였다. 예방차원에서 맥문동을 섭취할 때 당뇨에 의한 갈증증상이 크게 개선될 것으로 생각된다.

Table 5. Change of water absorption

| Experimental Group | 1day                     | 3day                      | 5day                      |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| A(normal)          | 21.6±6.4                 | 22.1±6.0                  | 22.3±5.4                  |
| B(control)         | 98.6±37.8 <sup>###</sup> | 137.8±44.8 <sup>###</sup> | 153.8±47.2 <sup>###</sup> |
| C                  | 86±27.9                  | 89.4±31.9 <sup>***</sup>  | 79.3±25.7 <sup>***</sup>  |
| D                  | 100.5±28.4               | 102.9±29.3 <sup>***</sup> | 88.2±25.4 <sup>***</sup>  |
| E                  | 100.5±28.4               | 118.3±34.5 <sup>***</sup> | 118.1±34.4 <sup>***</sup> |

<sup>#</sup>p<0.05, <sup>\*\*</sup>p<0.01, <sup>###</sup>p<0.001 : significant to the normal group

<sup>\*</sup>p<0.01, <sup>\*\*</sup>p<0.005, <sup>\*\*\*</sup>p<0.001: significant to the control group

Group A : water

Group B : STZ + normal saline

Group C : Liriopsis Tuber + STZ

Group D : Liriopsis Tuber + STZ + Liriopsis Tuber

Group E : STZ + Liriopsis Tuber

#### 나. spicatoside B의 분리 및 in vitro test

##### 1) Spicatoside B의 분리 및 동정

맥문동 괴근 분말 20kg을 80%MeOH로 상온에서 일주일간 추출하여 약 3.4kg의 추출물을 얻었다. 이것을 증류수에 현탁시킨 후 Ethyl acetate , BuOH로 다시 용매 분획하여 Ethyl acetate층 176g BuOH 220g을 얻었다. 이 중 BuOH층을 실리카겔 컬럼크로마토그래피(silica 70~230mesh, merck)로 수회 반복하여 280mg의 흰색분말을 얻었다. 이를 <sup>13</sup>C-NMR, <sup>1</sup>H-NMR측정하여 Lee 1992년)등이 보고한 Spicatoside B와 일치함을 동정하였다.

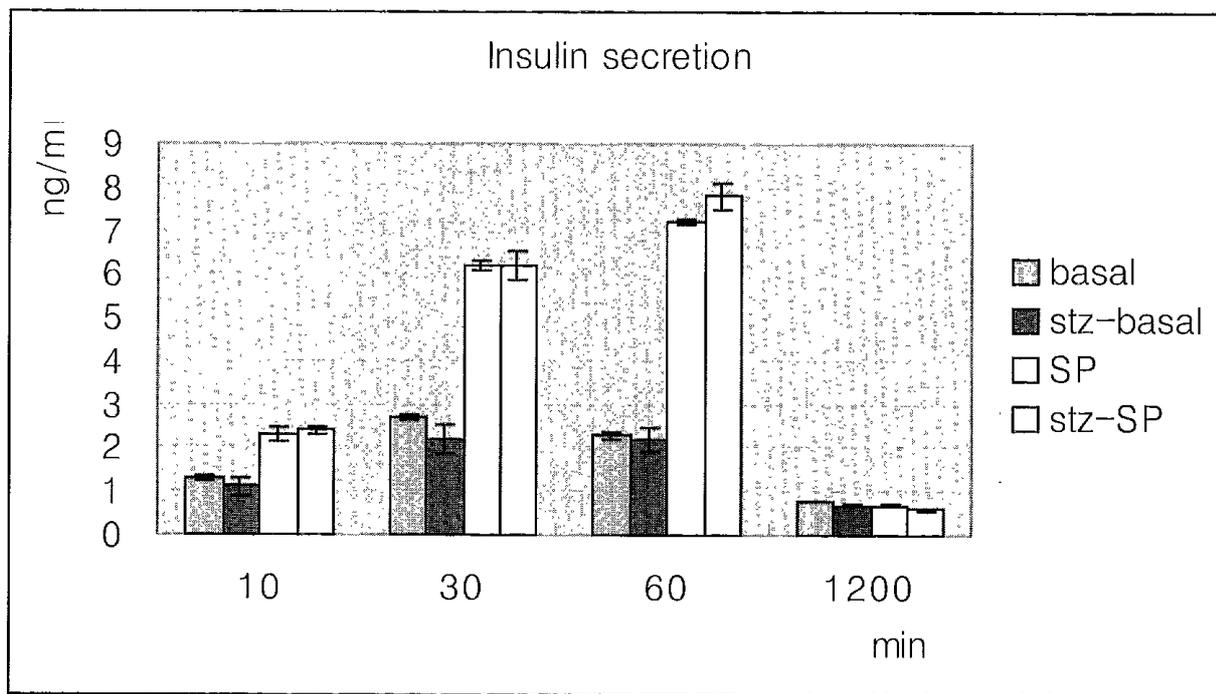
##### 2) in vitro test

가) Spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity

(1) Spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity I

RINm5F cell에서 약물처리 10분 경과 후 insulin secretion의 비교에서 Spicatoside B의 처리가 비처리된 것에 1ng/ml정도의 유의성있는 증가를 보였다. 30분 경과 후 Spicatoside B의 처리 비처리군 모두 insulin secretion 증가 경향을 나타내었으나 Spicatoside B 처리군이 비처리군에 비해 3배 정도 많이 insulin secretion을 하였다. 60분 경과 후 Spicatoside B 비처리군은 30분 경과 때에 비해 유의성있는 insulin secretion 증가를 보이지 못하였으나 Spicatoside B 처리군은 30분경과 후와 비교하여 insulin secretion이 유의성 있게 더욱 증가하였다. 1200분 후에는 insulin secretion이 모두 1ng/ml이하로 안정화되었다.

Spicatoside B가 췌장  $\beta$ -cell을 streptozotocin으로부터 보호하며 insulin secretion을 촉진하는 것으로 생각되었다.



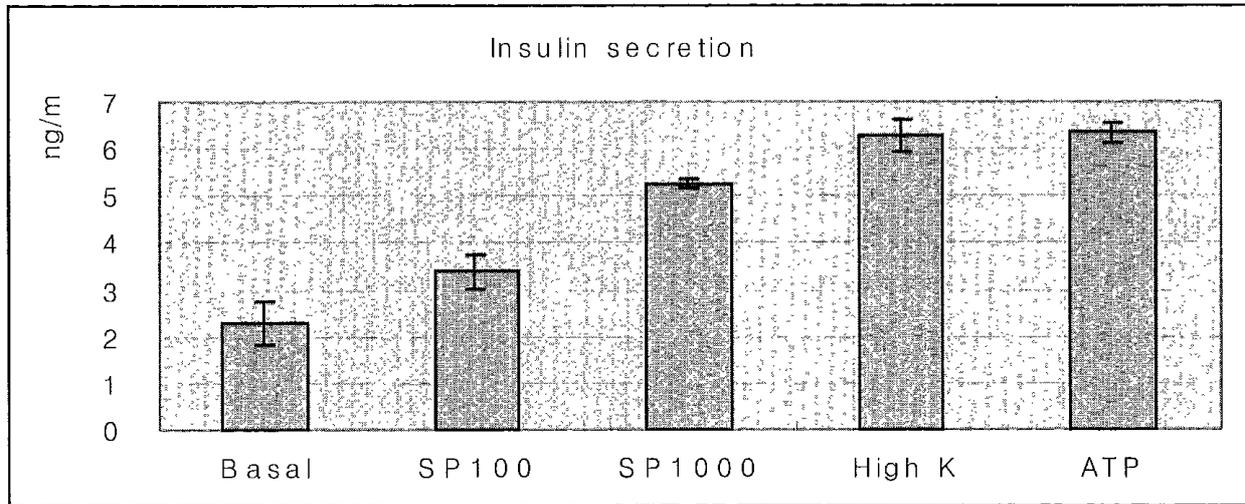
Basal: buffer stimulation      stz-basal: streptozotocin 처리 후 buffer stimulation

SP: Spicatoside B stimulation      stz-SP: streptozotocin 처리 후 spicatoside stimulation

Fig 1.

(2) Spicatoside B의 RINm5F cell insulin secretion activity II

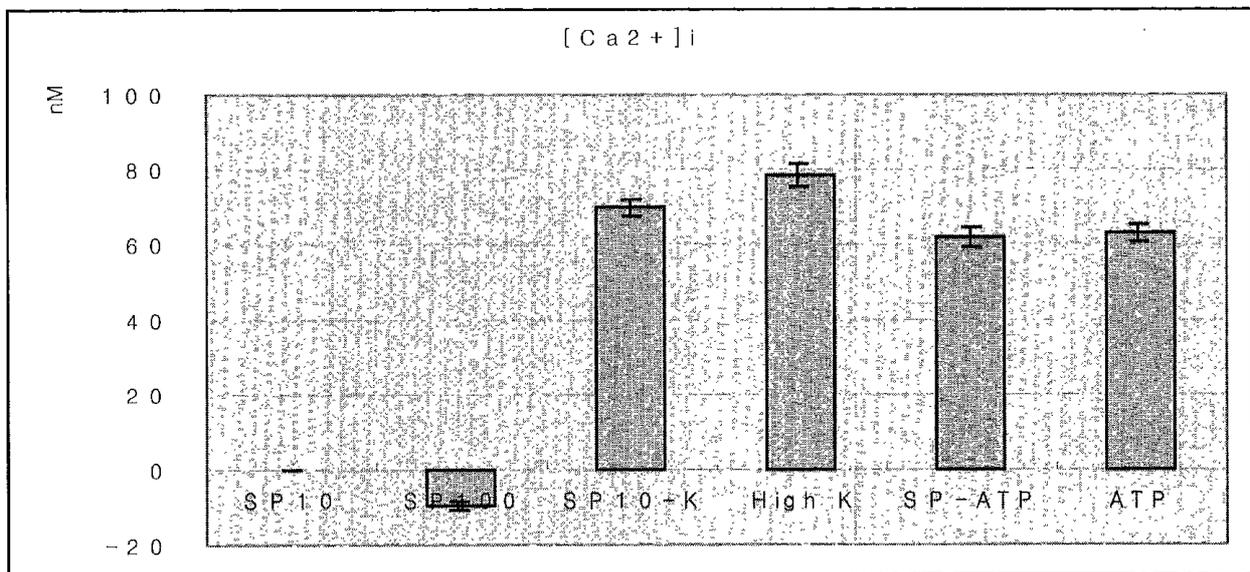
RINm5F cell에 대한 picatoside B의 insulin secretion 정도는 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$  처리시 K나 ATP 처리보다 절반 정도의 활성을 나타내었고, 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$  처리시 K나 ATP 처리와 비슷한 활성을 나타내었다.



Basal: buffer stimulation      SP100: spicatoside B 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$   
 SP1000: spicatoside B 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$       High K: 70mM K      ATP: 300  $\mu\text{M}$  ATP

Fig 2.

나) Spicatoside B의 RINm5F cell의  $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 에 미치는 영향



SP10: spicatoside B 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$       SP100: spicatoside B 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$   
 SP10-K: spicatoside B 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$  처리 3분 후 70mM K      High K: 70mM K  
 SP10-ATP: spicatoside B 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$  처리 3분 후 300  $\mu\text{M}$  ATP      ATP: 300  $\mu\text{M}$  ATP

Fig 3.

Spicatoside B의 처리에 의해 RINm5F cell내 calcium 농도는 Spicatoside 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$  처리시

변화를 주지 못했고 spicatoside 100 $\mu$ g/ml 처리에는 오히려 RINm5F cell내 calcium 농도가 10nM정도 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 ATP나 High K 처리에서의 양상과 달라 Spicatoside B의 췌장  $\beta$  cell insulin secretion mechanism에 대해 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 4. 요약

백문동의 항당뇨 활성을 Rat을 대상으로한 in vivo test에서 백문동 수추출액 투여가 당뇨에 의한 혈당강하에 효과가 있음을 확인하였다. 당뇨에 의한 이상 대사로 형성된 지질 및 혈 중 urea nitrogen의 감소에는 예방군 및 예방치료군에서는 감소경향을 나타내었으나 치료군에서는 오히려 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 당뇨에 의한 갈증증상은 예방과 치료 모두에서 유의한 물섭취량 감소를 보여 백문동의 투여가 갈증해소에 효과가 있음을 시사했다. 백문동으로부터 분리 정제된 Spicatoside B의 Rat에서 유래한 췌장  $\beta$  세포주 RINm5F cell을 대상으로한 in vitro test에서 Spicatoside B는 췌장  $\beta$  cell을 streptozotocin으로부터 보호하며 insulin 분비를 촉진하는 것으로 나타났고, Spicatoside B 1000 $\mu$ g/ml, 70mM K, 300 $\mu$ M ATP 처리와 비슷한 insulin secretion 양상을 보였다. 또한 Spicatoside B의 처리로 췌장  $\beta$  cell 내의 calcium ion 농도가 변화가 없거나 오히려 감소하는 경향을 나타내어 insulin secretion mechanism이 K나 ATP의 것과는 다를 것으로 생각되었다.

#### 5. 참고문헌

1. Kang S.S, Lee D.Y., Son K.H., Do J.C. : Two New Steroidal Saponins from the Tubers of *Liliope spicata*. Arch. Pharm. Res. 12(4) : 295-299, 1989.
2. Koda A., et al : Folia Pharmacol. Japan, 67 : 223, 1971.
3. Unger R.H. and Foster D.W. : Diabetes mellitus. In J.D. Wilson, D.W. Foster(eds) : "William's Textbook of Endocrinology" 8th, pp. 1255-1333, Saunders, Philadelphia, 1992.
4. 이인규 : 당뇨병의 임상적 고찰, 계명의대 논문집 제3권 제1호, pp662-673, 1987.
5. Barness : Nutrition and Medical practice, pp. 282-291, 1981.
6. Wilson, G.L., et al : Mechanisms of streptozotocin-induced and alloxaninduced damage in rat  $\beta$ -cells, Diabetologia 27 : 587-591, 1984.
7. A.A. Rossini, A.A. Like, W.E. Dulin, and C.F. Cahill : Pancreatic Beta Cell

- Toxicity 8. W.J. Irvine : Immunological Aspects of Diabetes Mellitus. In W.J. Irvine(ed) : Immunology of Diabetes, pp. 1-53, Keviot Scientific Publications, Edinburgh, 1980.
9. 민창기 : 임상내분비학. pp. 225-273, 고려의학, 1990.
  10. Tomoda M., Kato S. : Water-souble Carbohydrates of Ophiopogonis Tuber. II. Purification, Properties and Structures of Three Ologosaccharides. Chem. Pharm. Bull. 16(1) : 113-116, 1968.
  11. Watanabe Y., Sanada S., Ida Y., Shoji J. : Comparative Studies on the Constituents of Ophiopogonis Tuber and its Congeners. III. Studies on the Constituents of the Subterranean Part of Ophiopogon ohwii OKUYAMA and O. jaburan (KUNTH) LODD. Chem. Pharm. Bull. 32(10) : 3994-4002, 1984.
  12. Tada A., Saitoh T., Shoji J. : Studies on 섰 Constituents of Ophiopogonis Tuber. VII. Synthetic Studies of Homoidoflavonoids. Chem. Pharm. Bull. 28(8) : 2487-2493, 1980.
  13. Shibata M., Noguchi R., Suzuki M., Iwase H., Soeda K., Niwayama K., Kataoka E., Kusuda K., Hamano M. : Pharmacological Studies on Medicinal Plant Components I. On the extracts of Ophiopogon and Some Folk Medicines. Proc. Hoshi Pharm. 13 : 66-76, 1971.
  14. 이인자 : 췌장 베타세포에서 스트렙토조토신으로 유도한 인슐린 의존형 당뇨병 실험 모델, 약학회지 41(2) : 260-267, 1997.
  15. Mita A., Shida R., Kasai N., Shoji J. : Enhancement and suppression in p roduction of IgM-antibody in mice treated with purified saponins.
  16. Rosslni, A.A., Appel, M.C., Williams, R.M., Like, A.A. : Genetic intlucence of the streptozotocin-induced insulitis and hyperglycemia. Diabetes. 26: 916, 1977.
  17. D.K. Mcculloch, and P.K. Raghu : Defects in  $\beta$ -cell Function and Insulin Sensitivity in Normoglycemic Strepozotocin-treated Baboons : A Model of Preclinical Insulin-dependent Diabetes. J. Clin. Endocrinol. Metabol. 67 : 785, 1988.

## 제 2절 간보호에 관한 연구

### 1. 서설

우리나라를 비롯하여 일본, 중국 남부에 분포하는 맥문동 *Liriope platyphylla* Wang et Tang은 백합과에 속하는 다년생 초본식물로 산지의 나무그늘이나 초지등에서 자생하며 가늘고 긴 수염뿌리 끝에 약용으로 사용하는 짧은 방추형의 괴근이 착생하며, 잎은 총상 화서이고 장과는 백색 구형이다. 맥문동의 근연 식물로는 소엽맥문동 *Ophiopogon japonicus*, 개맥문동 *Liriope spicata*등이 있다. 맥문동 및 개맥문동의 성분으로는 steroid계 saponin인 spicatoside A, ophiopogonin A, isoflavonoid로 ophiopogonone A,  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol, steroidal glycosides, oligosaccharides 및 polysaccharides등이 알려져 있다. 소엽 맥문동은 steroid계 saponin인 ophiopogonin A, B, B', C, C', D, D'등이며, homoisoflavonoid류로 ophiopogonone A, methylophiopogonone A, B, ophiopogonanone A, methylophiopogonanone A, B,  $\beta$ -sitosterol, steroidal glycosides, oligosaccharides 및 polysaccharides등의 성분을 함유한다고 알려져 있다.

맥문동의 효능에 관한 연구로는 혈당강화작용, 항염증작용, steroid계 saponin중 하나인 ophiopogonin D의 IgM항체생산억제 작용, 소엽 맥문동의 총 saponin의 항 부정맥효과등이 보고되어졌다. 또한 최근 백혈구 감소증 길항체로의 작용이 알려졌고, 골수암 치료 시 소엽 맥문동과 다른 약제와의 병용투여가 고농도의 methotrexate 투여로 인한 부작용을 완화시켰다는 보고도 있다. 뿐만 아니라, 조 1997)는 맥문동 buthanol분획이 각종 암 세포주에 대한 강한 세포독성을 나타낸다고 보고하여 항암제로서의 가능성을 보인바 있으며, 공 1998)은 이러한 맥문동의 암 세포주에 대한 강한 세포독성이 세포분화에 의한 것이 아니라는 것을 밝혀내었다. 이와 같이 맥문동은 다양한 약리활성을 가진 것으로 밝혀졌으나 맥문동의 간기능 증진 및 보호작용에 대해서는 과학적인 연구가 미진하였다. 따라서 본 실험은 맥문동의 다양한 생리활성의 일환으로 맥문동 수추출물의  $CCl_4$ 투여에 의한 간 손상 예방 및 회복효과를 알아보려고 *in vivo*와 *in vitro*로 실험을 시도하였고 *in vitro* test에서 뛰어난 활성을 보인 Water fraction으로부터 올리고당을 얻어 올리고당 음료로서의 간보호 활성을 *in vivo* test하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. in vivo test

#### 1) 실험동물

실험 동물은 체중 180-200g의 Spraque-Dawley종 웅성 Rat을 실온 24±2°C에서 고형사료 (주, 삼양, 한국)와 물을 충분히 공급하면서 일주일간의 적응기간을 거친 후 실험에 사용하였다. 실험기간 중 실내 조명은 12시간 주기로 명암을 자동조절(명기: 08:00 ~ 20:00)하였고, 본 실험에 사용한 맥문동은 밀양 영남농업시험장에서 건조, 분쇄한 것을 공급받아 사용했다.

#### 2) 검액의 조제

맥문동 분말 100g에 증류수 500ml를 가하여 냉각관을 장치한 후 2시간 30분간 가열, 추출한 후 여과액을 100ml로 감압농축하여 맥문동 수추출물 검액으로 하였다. 맥문동분말을 80% MeOH로 상온에서 12시간씩 3회 추출하여 얻은 extract를 감압농축하고 Ethyl acetate, BuOH, H<sub>2</sub>O에 분획하여 얻은 water fraction을 ODS column으로 정제, 동결건조하고 증류수로 희석하여 맥문동 올리고당음료 검액으로 하였다.

#### 3) 간독성의 유발 및 검액의 투여

##### 가) 맥문동 수추출액에 대한 실험

Table 1. Treatment method of experimental group

---

|  |
|--|
| A : Normal   |
| B : CCl <sub>4</sub> Control   |
| C : Drug (Liriopis tuber) Control  |
| D : Pre-treatment        The water extract of Liriopis tuber(10ml/kg) + CCl <sub>4</sub>                       |
| E : Pre-post treatment   |
| The water extract of Liriopis tuber(10ml/kg) + CCl <sub>4</sub> + The water extract of Liriopis tuber(10ml/kg) |
| F : Post-treatment   |
| CCl <sub>4</sub> + The water extract of Liriopis tuber(10ml/kg)  |
| G : Post-treatment (excess)  |
| CCl <sub>4</sub> + The water extract of Liriopis tuber(20ml/kg)  |

---

간독성은 olive oil과 동량 혼합한 CCl<sub>4</sub>용액을 실험동물의 복강 내에 투여하여 유발하였다. 군은 각 군당 10마리씩 7군으로 나누어 실험하였으며 실험군의 처리방법은 Table 1.과 같다.

나) 맥문동 올리고당 음료에 대한 실험

(1) 급성 간독성에 대한 간보호효과

간독성은 olive oil과 동량 혼합한 CCl<sub>4</sub>용액을 실험동물의 복강 내에 투여하여 유발하였다. 실험동물을 Table 2.와 같이 각 군당 10마리씩 4군으로 나누어 실험하였다. 검액의 투여는 맥문동 올리고당의 하루섭취량이 Table 2.와 같이 되도록 음수에 희석하여 자유섭취케 하였다. 이 때 대조군과 실험군간의 물섭취량은 유의성 있는 차이를 보이지 않았다 (p<0.0001)

Table 2. Treatment method of experimental group

---

|  |
|--|
| A : Normal   |
| B : CCl <sub>4</sub> Control   |
| C : The oligosaccharide of Liriopsis tuber(500mg/kg) +CCl <sub>4</sub> (1ml/kg)  |
| D : The oligosaccharide of Liriopsis tuber(1000mg/kg) +CCl <sub>4</sub> (1ml/kg) |

---

(2) 만성 간독성에 대한 간보호효과

간독성은 olive oil과 동량 혼합한 CCl<sub>4</sub>용액을 2일 간격으로 1회에 CCl<sub>4</sub> 0.5ml/kg씩 4회 실험동물의 복강 내에 투여하여 유발하였다. 실험동물을 Table 3.과 같이 각 군당 10마리씩 4군으로 나누어 실험하였다. 검액의 투여는 맥문동 올리고당의 하루섭취량이 Table 3.과 같이 되도록 음수에 희석하여 자유섭취케 하였다. 이 때 대조군과 실험군간의 물섭취량은 유의성 있는 차이를 보이지 않았다(p<0.0001)

Table 3. Treatment method of experimental group

---

|   |
|---|
| A : Normal  |
| B : CCl <sub>4</sub> Control  |
| C : The oligosaccharide of Liriopsis tuber(500mg/kg) + CCl <sub>4</sub> (0.5ml/kg)/2day 4회  |
| D : The oligosaccharide of Liriopsis tuber(1000mg/kg) + CCl <sub>4</sub> (0.5ml/kg)/2day 4회 |

---

### (3) 농도에 따른 급성 간독성에 대한 간보호효과

실험동물을 Table 4. 과 같이 각 군당 10마리씩 6군으로 나누어 실험하였다.

검액의 투여는 맥문동 올리고당의 하루섭취량이 Table 4. 과 같이 되도록 음수에 희석하여 자유섭취케 하였다.

Table 4. Treatment method of experimental group

---

|  |
|--|
| A : Normal   |
| B : CCl <sub>4</sub> Control   |
| C : The oligosaccharide of Liriopis tuber(200mg/kg) +CCl <sub>4</sub> (1ml/kg) |
| D : The oligosaccharide of Liriopis tuber(300mg/kg) +CCl <sub>4</sub> (1ml/kg) |
| E : The oligosaccharide of Liriopis tuber(400mg/kg) +CCl <sub>4</sub> (1ml/kg) |
| F : The oligosaccharide of Liriopis tuber(500mg/kg) +CCl <sub>4</sub> (1ml/kg) |

---

### (4) 과량투여에 의한 간독성

실험동물을 정상군과 맥문동 올리고당 음료섭취군으로 군 당 10마리씩으로 나누어 맥문동 올리고당음료 섭취군은 맥문동 올리고당의 하루섭취량이 3000mg/kg가 되도록 음수에 희석하여 14일간 자유섭취케였다. 이 때 정상군과 실험군간의 물섭취량은 유의성 있는 차이를 보이지 않았다( $p < 0.0001$ )

### 4) 혈액검사

CCl<sub>4</sub> 투여 24시간 후 미리 8시간 절식시킨 Rat을 에테르로 마취시키고 복부대동맥에서 채혈하여 3000rpm 10분간 원심분리하여 얻은 혈청에서 AST, ALT, LDH, total cholesterol, HDL-cholesterol, triglyceride 항목을 분석하였다. AST와 ALT, LHD는 UV method로 HDL-cholesterol과 Total cholesterol은 enzymetric method로 생화학 분석기(Hitachi 7600-110, japan)에서 측정하였다.

### 5) 간조직 중의 microsome분획의 분리 및 총 단백질과 MDA(Malondialdehyde)

간장을 적출하여 혈액 및 기타 부착물질을 saline으로 세척하고 간 조직 1g당 9배 용량의 0.9% NaCl 용액을 가하여 빙냉하에 tissue homogenizer로 마쇄하여 균질액을 얻었다. 균질액을 8,000g에서 30분간 원심분리하여 핵 및 미마쇄 부분을 제거하고 그 상장액만을 취하여

105,000g에서 90분간 초원심분리하여 cytosol분획으로 분리하였으며 침전에 동량의 0.1M sodium pyrophosphate buffer를 가해 144,000g에서 60분간 초원심분리하여 얻은 microsome 분획을 50mM Tris acetate buffer에 재분산 시킨 후 분주하여 사용하기 직전까지 -70℃에서 보관하였다. Total protein은 Lowry method, MDA는 Uchiyama method로 측정하였다.

#### 6) 간의 전자현미경적 검경

Ambrogi의 방법에 따라 간 조직의 일부를 1mm<sup>3</sup>로 절단하여 4℃에서 2.5%의 Glutalaldehyde로 2시간동안 고정한 후 ethanol과 propylene oxide로 탈수한 뒤 epoxyepon으로 중합 포매하였다. 경화된 조직을 ultramicrotome(LKB ultratome V)으로 초박 절편한 후, uranyl acetate와 lead citrate로서 2중 전자 염색하여 전자현미경(JEM 100-CX)으로 검경하였다.

#### 나. in vitro test

##### 1) 세포배양

Hep 3B(Human liver cancer cell line)와 BRL(Rat liver cancer cell line)은 한국 세포주 은행에서 공급 받아 사용하였다. Hep 3B는 10%(FBS)와 penicillin-streptomycin (100u - 100g/ml)이 첨가된 DMEM low glucose medium으로 2~3일 간격으로 37℃, 5% CO<sub>2</sub>/95% humidity air incubator에서 배양하였다. 실험을 위해서는 매 실험 2일전 배양된 세포를 phosphate buffer saline(PBS)로 2회 세척하고, 0.25%Trypsin-EDTA 용액으로 세포를 분리시켜 완전배양액으로 2105cell/ml이 되도록 조정하여 세포를 안정화 시켜 실험에 사용하였다. 세포 생존과 세포 수는 현미경 하에서 hemacytometer를 이용하여 계산하였다. BRL는 5%FBS와 penicillin-streptomycin(100u-100g/ml)이 첨가된 DMEM low glucose medium으로 2~3일 간격으로 37℃, 5% CO<sub>2</sub>/95% humidity air incubator에서 배양하였으며 다른 실험은 Hep 3B와 같은 방법으로 실시하였다.

##### 2) in vitro에서의 간 독성 모델

10% FBS/DMEM 배지를 이용하여 2105cell/ml로 조정한 Hep 3B cell과 BRL cell을 150μl씩 96well microplate에 분주하고, 48시간동안 배양하여 세포를 바닥면에 부착시켜 배양액 135

$\mu\text{l}$ 를 제거한 후 새 배지 1% BSA /DMEM 을 135 $\mu\text{l}$ 첨가하여 44시간 배양하였다.

44시간 후 10mM CCl<sub>4</sub>/ethanol을 5, 7, 10, 13, 15, 20, 30, 40 $\mu\text{l}$ 씩 첨가하여 90분간 exposing시킨 후 MTT assay를 실시하였다.

### 3) MTT assay

MTT를 1mg/ml 농도로 Phosphate Buffer Saline(PBS, pH 7.4)에 녹여 0.22 $\mu\text{m}$  filter로 여과한 후 냉암소(-20 $^{\circ}\text{C}$ )에서 보관하였다. 반응 후 생성된 formazan crystal을 녹이는 용매로는 DMSO를 실온에서 보관하며 사용하였다. Hep 3B cell과 BRL cell의 세포 생존율(cell viability) 측정을 위해 Tissue culture flask에서 배양된 Hep 3B cell과 BRL cell의 cell density를 2105cell/ml로 조정된 후, 실험약물을 가하여 각 농도별 약물-세포 현탁액을 조제하였다. 각 약물 농도로 조정된 약물-세포현탁액(drug-cell suspension)을 96-well microtiter plate의 각 well에 150 $\mu\text{l}$ 씩 주입하고, 44시간 배양 후 정상균을 제외한 각 well에 10mM CCl<sub>4</sub>/ethanol 10 $\mu\text{l}$ 를 가하여 90분간 exposing시킨 후 1mg/ml의 MTT를 50 $\mu\text{l}$ 씩 가하여 4시간 더 배양시켜 MTT와 세포가 충분히 반응하여 formazan crystal 생성이 평형에 도달한 후 배양을 종료하고 3000rpm에서 20분간 원심 분리하여 formazan crystal을 침전시켰다. 각 well의 배양 여액물을 30 $\mu\text{l}$  정도 남긴 채 상층액을 제거하고, 침전된 formazan crystal을 150 $\mu\text{l}$ /well DMSO로 용해시켰다. 이를 광파장 540nm의 여과기가 부착된 ELISA reader를 통해 흡광계수(optical density, OD)를 측정한 후, 다음과 같은 식에 의해 각 세포의 세포 생존율(cell viability)을 계산하였다.

$$\text{Cell viability(\%)} = \frac{(\text{OD of sample} - \text{OD of blank})}{(\text{OD of control} - \text{OD of blank})} \times 100$$

### 4) 세포의 광학현미경적 검경

Tissue culture flask에서 배양된Hep 3B cell과 BRL cell 의 cell density를 2105cell/ml로 조정된 후, 실험약물을 가하여 각 농도별 약물 세포 현탁액을 조제하였다. 각 약물 농도로 조정된 약물-세포현탁액을 24-well microtiter plate의 각 well에 1ml씩 주입하고, 44시간 배양 후 정상균을 제외한 각 well에 10mM CCl<sub>4</sub>/ethanol 65 $\mu\text{l}$ 를 가하여 90분간 exposing

시킨 후 세포배양액을 90 $\mu$ l 제거하고 즉시 광학현미경으로 검경하였다

#### 5) 맥문동 분획물에 대한 실험

맥문동의 수추출물에서 보인 간 보호효과가 맥문동 분획 중 어떠한 것에 인한 것인지 알아내기 위해 CCl<sub>4</sub>로 유도한 Hep 3B cell과 BRL cell의 간 독성에 대한 맥문동의 물 분획과 Buthanol 분획의 보호효과를 농도별로 실험하였으며 보호효과정도를 비교하기 위해 silymarin을 대조로 하였다.

#### 6) 세포배양액 중 ALT 활성 측정

Hep 3B cell과 BRL cell의 세포독성 정도를 알기 위한 세포 배양액 중의 ALT의 측정을 위해 Tissue culture flask에서 배양된 Hep 3B cell과 BRL cell 의 cell density를 2105cell/ml로 조정된 후, 실험약물을 가하여 각 농도별 약물-세포 현탁액을 조제하였다. 각 약물 농도로 조정된 약물-세포현탁액을 24-well microtiter plate의 각 well에 1ml씩 주입하고, 44시간 배양 후 정상군을 제외한 각 well에 10mM CCl<sub>4</sub>/ethanol 65 $\mu$ l를 가하여 90분간 exposing시킨 후 세포배양액을 취하여 4 °C, 3000rpm에서 5분간 원심 분리하여 상정액 중의 ALT를 Reitman-Frankel 법으로 측정하였다

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. in vivo test

#### 1) 맥문동 수추출액에 대한 실험

##### 가) 급성독성에 대한 효과

##### (1) 혈 중 효소 및 지질에 미치는 영향

CCl<sub>4</sub>를 투여한 대조군의 ALT, AST, LDH, Total cholesterol, triglyceride 수치는 정상군에 비해 큰 증가를 보였으며 HDL는 정상군에 비해 큰 감소를 보였다. 그에 비해 맥문동의 모든 처리군의 ALT, AST, LDH, Total cholesterol, triglyceride 수치는 대조군에 비해 매

우 유의성 있는 감소를 보였으며, HDL 수치는 유의성 있는 증가를 보였다. 특히 맥문동 전처리군과 후처리과잉군에서 ALT, AST, LDH, Total cholesterol, triglyceridetncslms 매우 유의성 있는 감소를 보였으며 HDL수치는 유의성 있는 증가를 보였다.

Table 5. Effects of samples on blood ALT, AST, LDH, TC, TG, HDL-chol. levels in CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxic rats.

| Experimental Group | AST (karmen)              | ALT (karmen)              | LDH (W.U.)                  | TC (mg/dl)              | TG (mg/dl)              | HDL~chol (mg/dl)        |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| A(normal)          | 32.4±8.6                  | 30.0±03.5                 | 528.4±9.1                   | 32.5±5.4                | 36.4±9.8                | 32.5±5.4                |
| B(control)         | 205.0±30.0 <sup>###</sup> | 135.5±30.8 <sup>###</sup> | 1347.2±309.0 <sup>###</sup> | 56.2±2.9 <sup>###</sup> | 71.8±2.9 <sup>###</sup> | 56.2±2.9 <sup>###</sup> |
| C                  | 40.8±12.2                 | 33.2±6.6                  | 497.2±37.9                  | 30.6±5.9                | 37.0±7.2                | 30.6±5.9                |
| D                  | 41.8±8.6 <sup>***</sup>   | 62.2±8.9 <sup>***</sup>   | 307.6±37.9 <sup>***</sup>   | 27.7±4.4 <sup>***</sup> | 37.3±5.5 <sup>***</sup> | 29.7±2.4 <sup>**</sup>  |
| E                  | 147.8±33.8 <sup>**</sup>  | 68.4±17.5 <sup>***</sup>  | 563.9±170.9 <sup>***</sup>  | 42.5±9.6 <sup>**</sup>  | 34.3±3.4 <sup>***</sup> | 31.1±3.8 <sup>***</sup> |
| F                  | 162.3±37.3 <sup>*</sup>   | 73.5±16.8 <sup>***</sup>  | 615.1±168.4 <sup>***</sup>  | 51.7±7.0 <sup>***</sup> | 53.3±4.4 <sup>***</sup> | 27.4±2.4 <sup>*</sup>   |
| G                  | 142.5±9.0 <sup>**</sup>   | 58.3±24.9 <sup>***</sup>  | 229.2±17.9 <sup>***</sup>   | 34.0±4.7 <sup>***</sup> | 22.4±4.6 <sup>***</sup> | 31.0±3.1 <sup>***</sup> |

<sup>\*</sup>p<0.05, <sup>\*\*</sup>p<0.01, <sup>###</sup>p<0.001 : significant to the normal group

<sup>\*</sup>p<0.01, <sup>\*\*</sup>p<0.005, <sup>\*\*\*</sup>p<0.001: significant to the control group

A: normal B: CCl<sub>4</sub> control C: Drug control D: pre-treatmentTable.

E: pre-post treatment F: post-treatment G: post-treatment (excess)

CCl<sub>4</sub>에 의한 간손상의 경우에 임상적으로 혈청 중의 AST, ALT등의 대사효소의 활성도가 증가하고 약물대사속도 및 담즙배설속도 등의 속도특적 parameter에 여러 가지 변화가 나타난다고 알려져 있다. 그리고 해당계 효소의 일종으로 신체 각 부분 특히 심장, 심근, 골격근등에 분포되어 이 계통의 급성, 만성 질환에서 상승하는 LDH활성도도 CCl<sub>4</sub>의 투여로 그 활성이 높아졌으나 맥문동 수추출물의 투여에 의해 유의성 있게 나아졌다. CCl<sub>4</sub>의 이러한 독성은 지질함량에서도 유사한 경향을 보였는데 특히 triglyceride와 total cholesterol의 함량에 큰 변화를 나타내었으나 맥문동 수추출액의 전후처리에 의해 유의성 있는 감소의 수치를 보였다. 이로서 맥문동 수추출액이 지질대사의 변화를 방지하고 변화된 지질대사를 정상으로 회복시켜 간기능을 회복시켰을 가능성을 보인다고 추정된다.

(2) 간의 microsome 분획 내의 총 단백질과 지질 과산화에 미치는 영향

Microsome 분획내의 총 단백질의 함량은 정상군에 비해 대조군은 감소되었으나 모든 맥문동 투여군에서 대조군에 비해 증가한 수치를 나타내었다. 특히 전처리군에서 유의한 증가를 보였다. MDA의 함량 또한 정상군에 비해 대조군은 감소되었으나 모든 맥문동 투여군에서 대조군에 비해 증가한 수치를 나타내었으며 전처리군에서는 유의한 증가를 보였다. CCl<sub>4</sub>에 의한 endoplasmic reticulum 막손상은 단백질합성을 저해하게 되어 간 조직 중의 total protein의량은 감소하게 되며, agranular endoplasmic reticulum에서 lipoprotein의 합성을 저해하여 조직으로부터 지방의 전송이 억제되어 지방간을 일으킨다고 알려져 있다. 본 실험에서도 간 조직 중의 total protein의 함량이 대조군이 정상군에 비해 증가하였으며 이에 비해 모든 맥문동 투여군의 total protein 함량은 유의성있게 감소하여 맥문동의 수추출액의 투여가 간독성으로부터 보호 또는 치료에 효과가 있는 것으로 확인하였다.

Table 6. Effects of samples on microsome total protein(TP), malondialdehyde(MDA) levels in CCl<sub>4</sub>-induced rats.

| Group | TP(total protein)<br>(g/dl) | MDA(malondialdehyde)<br>(nmol/mg protein) |
|-------|-----------------------------|---|
| A     | 5.2±0.2                     | 1.4±0.2                                   |
| B     | 4.0±0.4                     | 1.6±0.1                                   |
| C     | 5.3±0.6*                    | 1.2±0.2*                                  |
| D     | 4.9±0.5*                    | 1.3±0.3*                                  |
| E     | 4.6±0.4                     | 1.5±0.2                                   |
| F     | 4.1±0.7                     | 1.5±0.1                                   |
| G     | 4.4±1.0                     | 1.4±0.6                                   |

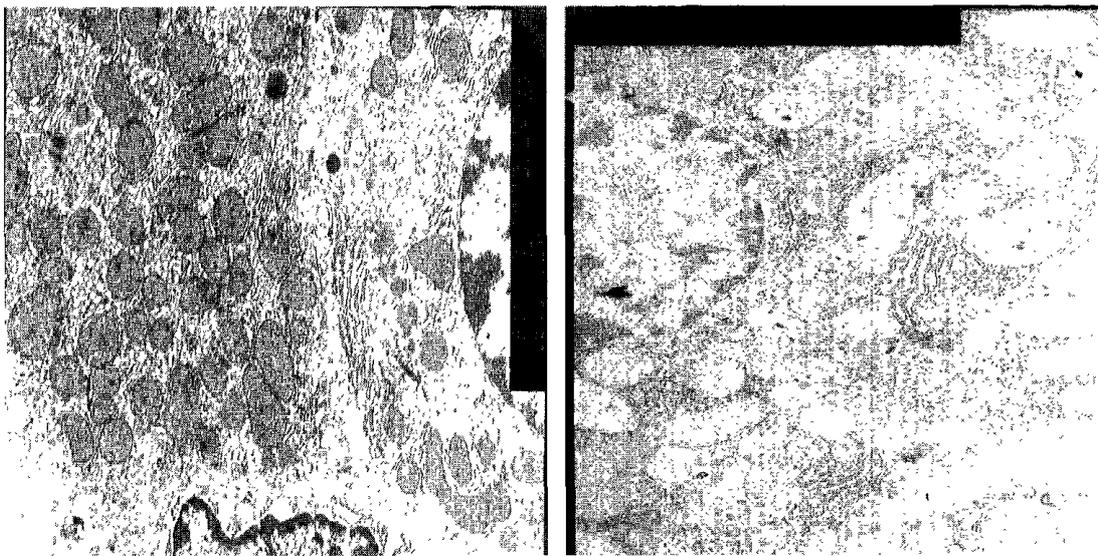
\*p<0.01 compared to the control group.

A: normal B: CCl<sub>4</sub> control C: Drug control D: pre-treatment

E: pre-post treatment F: post-treatment G: post-treatment (excess)

(3) 간의 전자현미경적 검경

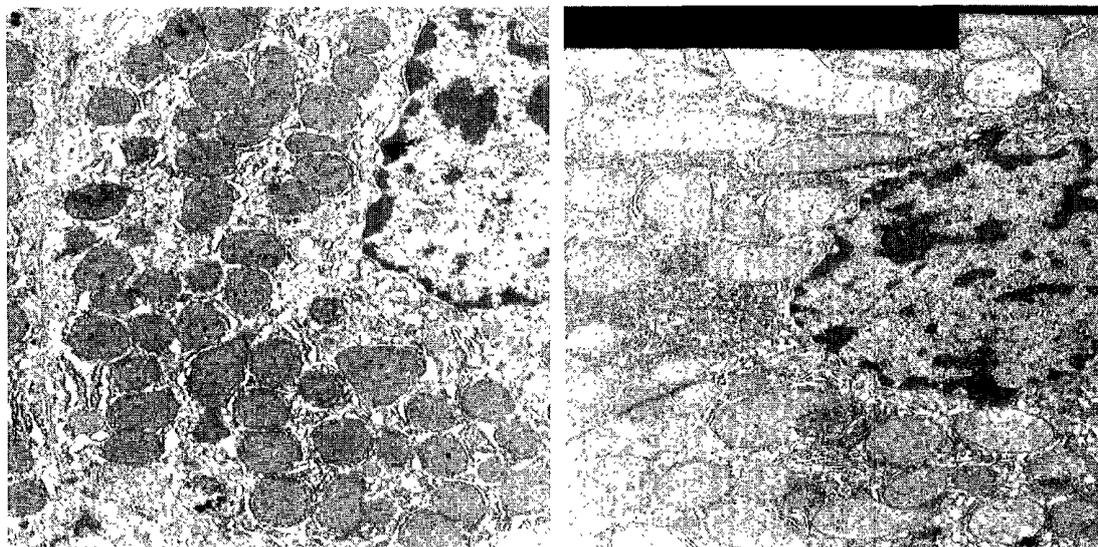
Fig 1, 2, 3, 4는 맥문동 수추출액을 전, 후처리 했을 때의 간의 미세구조를 전자현미경으로 검경한 것으로 Fig 1.의 정상군은 풍부한 세포질을 가지며, 핵 주위에 층상으로 배열된 조면소포체(Rough Endoplasmic Reticulum, RER)가 관찰되고, 비교적 잘 발달된 골지체와 골지체 부근에 리소좀이 관찰되었고, mitochondria의 내막구조가 선명히 드러난다.



A: Normal

B: CC14 induced hepatotoxic group  
(control)

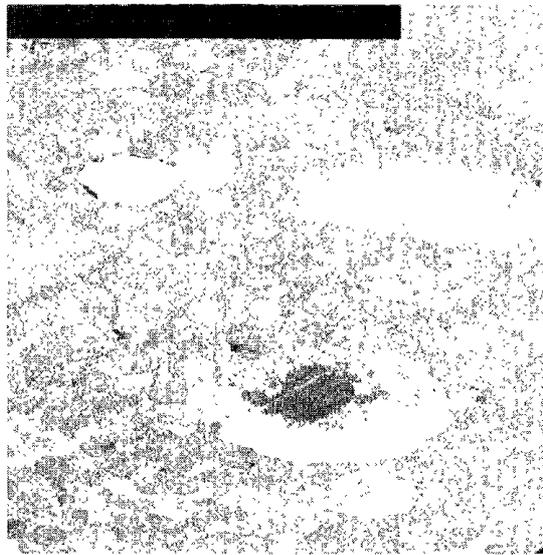
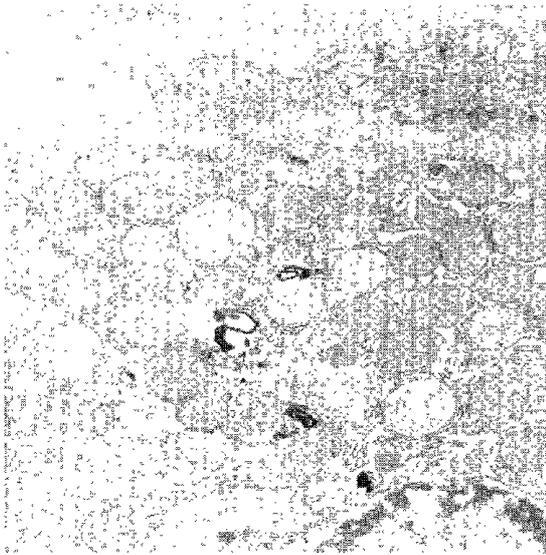
Fig 1. The electron-microscopic investigation of hepatocyte in CC14 induced hepatotoxic rats with the water extract of *Liriopsis tuber*.



C: The water extract of *Liriopsis Tuber* control group

D: The water extract of *Liriopsis tuber* + CC14

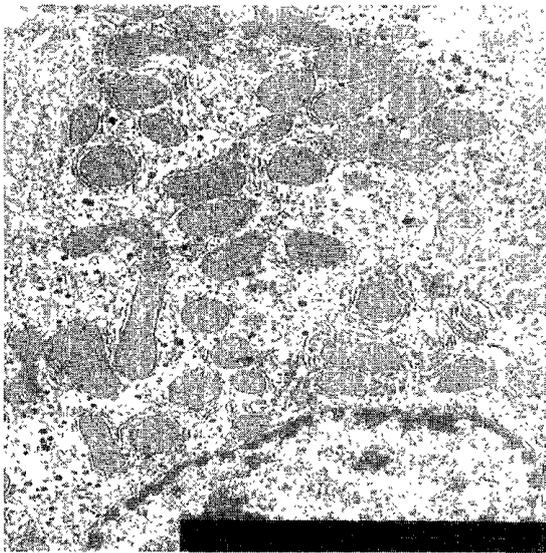
Fig 2. The electron-microscopic investigation of hepatocyte in CC14 induced hepatotoxic rats with the extract of *Liriopsis tuber*.



E: The water extract of *Liriopsis tuber*  
+ CCl<sub>4</sub> + The water extract of *Liriopsis tuber*

F: CCl<sub>4</sub> + The water extract of  
*Liriopsis tuber* (10ml/kg)

Fig 3. The electron-microscopic investigation of hepatocyte in CCl<sub>4</sub> induced hepatotoxic rats with the water extract of *Liriopsis tuber*.



G: CCl<sub>4</sub> + The water extract of *Liriopsis tuber* (20ml/kg)

Fig 4. The electron-microscopic investigation of hepatocyte in CCl<sub>4</sub> and the water extract of *Liriopsis tuber*.

그에 비해 Fig 1.의 대조군은 세포내 소기관의 현저한 감소 및 퇴화가 일어났으며, 세포가 상당히 위축되어 있었고, 퇴행성 핵과 공포화 현상이 나타나고 있었다. Fig 2.의 맥문동 단독 투여군에서는 정상군과 거의 같은 미세구조를 관찰할 수 있었다. Fig 2.의 전처리군에서의 미세구조는 mitochondria와 조면소포체(RER)의 수가 회복되었으며, mitochondria의 내막구조가 잘 유지되고 있는 것이 보였다. 그에 비해 Fig 3, 4의 후처리군과 후처리 과잉군은 CCl<sub>4</sub> 단독 투여군과 같이 세포내 소기관이 감소 및 퇴화되는 것이 관찰되었다.

## 2) 맥문동 올리고당 음료에 대한 실험

### 가) 급성독성에 대한 효과

혈 중 AST, ALT, LDH의 수치는 대조군이 정상군보다 크게 상승하였다. 맥문동 올리고당음료 투여군은 대조군에 비해 유의성 있게 수치가 감소하였다. Total cholesterol, Triglyceride 수치는 대조군과 큰 차이를 보이지 않았고 HDL-cholesterol의 경우 CCl<sub>4</sub>의 투여에 의해 감소하였다가 맥문동 올리고당 음료의 투여에 의해 다시 수치가 회복됨을 보였다. 500mg/kg, day 1000mg/kg, day 투여군 두 군 사이의 유의성은 없었다.

Table 7. Effect of the samples on blood AST, ALT, LDH, Cholesterol, TG and HDL cholesterol level in CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxic rats .

| Experimental group | AST (IU/L)               | ALT (IU/L)              | LDH (IU/L)                | Cholesterol (mg/dl)      | TG (mg/dl)              | HDL (mg/dl)             |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| A(normal)          | 107.0±8.2                | 42.0±2.4                | 250.2±25.4                | 95.0±6.2                 | 27.2±5.0                | 40.7±1.6                |
| B(control)         | 274.3±9.0 <sup>###</sup> | 92.8±9.4 <sup>###</sup> | 494.3±70.2 <sup>###</sup> | 125.8±9.6 <sup>###</sup> | 43.5±5.7 <sup>###</sup> | 33.5±2.4 <sup>###</sup> |
| C                  | 134.5±8.0 <sup>**</sup>  | 60.8±4.2 <sup>**</sup>  | 407.6±30.4 <sup>*</sup>   | 110.8±9.2 <sup>*</sup>   | 39.0±3.0                | 38.4±1.2 <sup>**</sup>  |
| D                  | 126.0±7.8 <sup>**</sup>  | 60.5±6.7 <sup>**</sup>  | 354.4±25.8 <sup>**</sup>  | 121.1±6.6                | 37.0±9.5                | 39.6±1.1 <sup>**</sup>  |

<sup>#</sup>p<0.05, <sup>##</sup>p<0.01, <sup>###</sup>p<0.001 : significant to the normal group

<sup>\*</sup>p<0.01, <sup>\*\*</sup>p<0.005, <sup>\*\*</sup>p<0.001: significant to the control group

A, normal B, CCl<sub>4</sub> C, *Liriopsis tuber* oligosaccharide(500mg/kg, day)+CCl<sub>4</sub>

D, *Liriopsis tuber* oligosaccharide(1000mg/kg, day)+CCl<sub>4</sub>

### 나) 만성독성에 대한 효과

혈 중 AST, ALT, LDH, TG, Total Cholesterol의 수치가 대조군이 정상군보다 크게 상승하였으며, HDL-cholesterol은 정상군에 비해 크게 감소하였다. 맥문동 올리고당음료 투여군은

대조군에 비해 AST, ALT, LDH, TG, Total Cholesterol의 수치가 감소하는 경향을 나타내었고 HDL-cholesterol의 경우 1000mg/kg. day투여한 군이 유의성 있게 증가하였다. 맥문동 올리고당의 투여에 의한 만성 간독성의 보호효과도 어느 정도 있는 것으로 생각된다.

Table 8. Effect of the samples on blood AST, ALT, LDH, Cholesterol, TG and HDL cholesterol level in CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxic rats .

| Experinental group | AST                      | ALT (IU/L)              | LDH (IU/L)                | Cholesterol (mg/dl)      | TG (mg/dl)              | HDL (mg/dl)             |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| A(normal)          | 101.0±7.7                | 58.9±3.1                | 274.1±26.1                | 92.2±5.1                 | 41.8±4.4                | 52.2±1.7                |
| B(control)         | 216.6±9.1 <sup>###</sup> | 82.7±6.0 <sup>###</sup> | 453.5±28.5 <sup>###</sup> | 145.5±8.3 <sup>###</sup> | 96.4±5.5 <sup>###</sup> | 42.3±2.3 <sup>###</sup> |
| C                  | 201.1±8.6                | 78.1±5.1                | 392.4±11.8 <sup>***</sup> | 140.2±7.5                | 78.1±2.8 <sup>***</sup> | 52.5±1.5 <sup>***</sup> |
| D                  | 214.9±6.2                | 91.5±5.9                | 408.9±20.1 <sup>**</sup>  | 135.3±6.2 <sup>*</sup>   | 75.6±3.3 <sup>***</sup> | 48.4±1.1 <sup>**</sup>  |

<sup>#</sup>p<0.05, <sup>\*\*</sup>p<0.01, <sup>###</sup>p<0.001 : significant to the normal group

<sup>\*</sup>p<0.01, <sup>\*\*</sup>p<0.005, <sup>\*\*\*</sup>p<0.001: significant to the control group

A, normal

B, CCl<sub>4</sub>

C, *Liriopsis* tuber oligosaccharide(500mg/kg. day)+CCl<sub>4</sub>

D, *Liriopsis* tuber oligosaccharide(1000mg/kg. day)+CCl<sub>4</sub>

다) 급성독성모델에 대한 농도별 효과

Table 9. Effect of the samples on blood AST, ALT, LDH, Cholesterol, TG and HDL cholesterol level in CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxic rats .

| Experinental group | AST (IU/L)                | ALT (IU/L)              | TC (IU/L)                 | LDH (mg/dl)               | HDL-chol.(mg/dl)        | TG (mg/dl)              |
|--------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| A(normal)          | 102.6±6.6                 | 46.3±3.5                | 90.5±4.5                  | 239.3±22.1                | 40.5±2.8                | 30.8±2.8                |
| B(control)         | 288.4±23.4 <sup>###</sup> | 96.5±6.7 <sup>###</sup> | 102.3±61.7 <sup>###</sup> | 462.7±42.3 <sup>###</sup> | 32.4±1.3 <sup>###</sup> | 85.4±4.7 <sup>###</sup> |
| C(200mg/kg)        | 272.8±26.9                | 97.1±3.5                | 110.9±5.1                 | 450.6±38.0                | 32.9±1.4                | 82.4±7.3                |
| D(300mg/kg)        | 283.9±54.9                | 91.2±4.4                | 96.1±9.4                  | 456.6±41.8                | 33.5±1.6                | 79.2±5.3                |
| E(400mg/kg)        | 246.3±32.8 <sup>**</sup>  | 74.1±8.7 <sup>***</sup> | 88.9±8.4 <sup>*</sup>     | 443.5±34.1                | 36.3±2.5 <sup>**</sup>  | 75.4±9.6 <sup>*</sup>   |
| F(500mg/kg)        | 197.6±34.6 <sup>***</sup> | 67.4±6.9 <sup>***</sup> | 83.1±7.8 <sup>**</sup>    | 411.1±30.2 <sup>**</sup>  | 37.5±1.6 <sup>**</sup>  | 68.8±6.9 <sup>**</sup>  |

<sup>#</sup>p<0.05, <sup>\*\*</sup>p<0.01, <sup>###</sup>p<0.001 : significant to the normal group

<sup>\*</sup>p<0.01, <sup>\*\*</sup>p<0.005, <sup>\*\*\*</sup>p<0.001: significant to the control group

AST는 400mg/kg에서 유의성이 나타났으며 500mg/kg에서 더 높은 회복치를 나타내었다. ALT는 400mg/kg와 500mg/kg에서 모두 유의성이 있는 감소를 보였고 LDH 수치는 500mg/kg에서 유의있는 감소가 나타났다. TC와 TG의 수치는 400/kg부터 유의성이 나타났으나 500mg/kg에서 더 높은 회복치를 보였고 HDL-cho1의 수치는 400mg/kg와 500mg/kg 모두에서 높은 회복치를 보였다. 전반적으로 400mg/kg에서 회복치가 유의성있게 나왔으나 500mg/kg에서 더 좋은 회복치를 보여 500mg/kg를 적정 농도로 보는게 낫다고 생각한다.

#### 라) 과량투여에 의한 간독성에 미치는 영향

혈 중 AST, ALT, LHD, Total cholesterol, Triglyceride, HDL-Cholesterol에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 맥문동 올리고당 음료는 과량 장기간 섭취하더라도 간에 대해 큰 독성을 나타내지 않을 것으로 생각된다.

Table 10. Effect of overdosing the *Liriopsis tuber* oligosaccharide on blood AST, ALT, LDH, Cholesterol, TG and HDL cholesterol level in rats

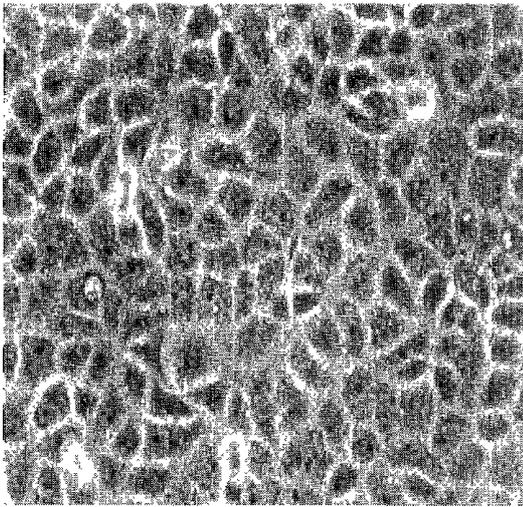
| Experinental group | AST (IU/L) | ALT (IU/L) | LDH (IU/L) | Cholesterol (mg/dl) | TG (mg/dl) | HDL (mg/dl) |
|--------------------|------------|------------|------------|---------------------|------------|-------------|
| A                  | 107.0±8.2  | 42.0±2.4   | 250.2±25.4 | 95.0±6.2            | 27.2±5.0   | 40.7±1.6    |
| B                  | 101.0±4.9  | 39.6±2.7   | 280.8±47.1 | 91.8±4.3            | 24.8±3.1   | 39.8±1.0    |

Values : Mean±S.E, Abbreviations : A, nomal ; B, *Liriopsis tuber* Ex.(3000mg/kg.day)

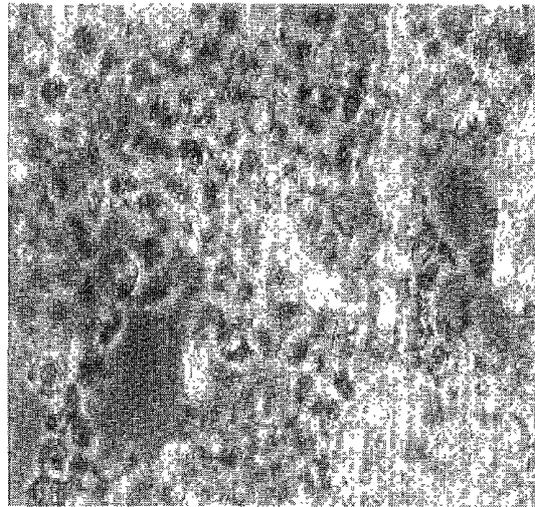
#### 나. in vitro test

##### 1) in vitro에서의 간독성 모델 확립

Table 11와 Fig 5, 6은 Hep 3B cell과 BRL cell에 CCl<sub>4</sub>를 농도별로 처리한 결과이다. Table 11에서 보듯이 간세포를 선택적으로 파괴하는 환경 인자인 10mM CCl<sub>4</sub>/ethanol의 처리량을 5, 10, 13, 15, 20, 30, 40μl로 증가시킴에 따라 세포증식이 현저히 억제되고 CCl<sub>4</sub>를 투여하지 않은 정상군에 비해 87~89%까지 억제됨을 보여주고 있다. 특히 10μl에 농도에서는 50%정도의 세포증식 억제율을 보임에 따라 그 농도를 LD<sub>50</sub>으로 정하고 in vitro에서의 간독성 모델로 정하였다. Fig 5, 6을 보면 정상상태에서의 균일하고 일정한 형태를 지닌 세포 분포와 LD<sub>50</sub>에서의 세포형태 변형과 부착되어있던 세포가 부착면으로부터 떨어져 파괴되고 있는 것을 관찰할 수 있다.

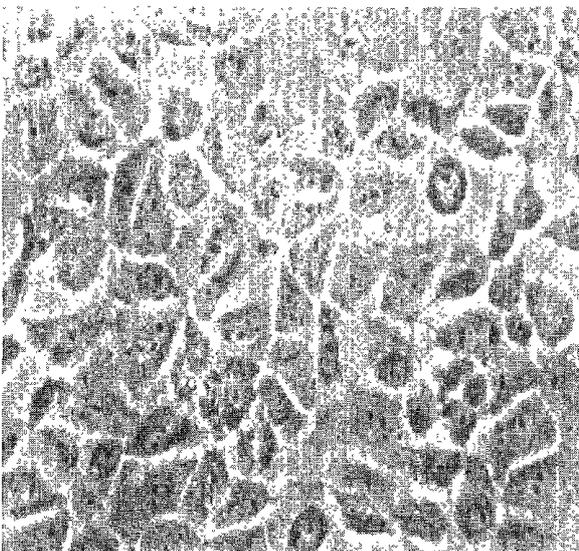


A . Normal

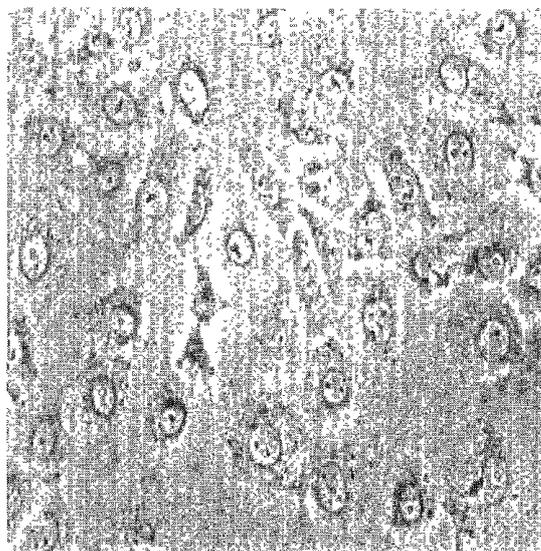


B. 10mMCCl4/ethanol 65µl .

Fig 5. The light-microscopic investigation of CCl4-induced hepatotoxic model of Hep 3B cell by MTT assay



A . Normal



B. 10mMCCl4/ethanol 65µl

Fig 6. The light-microscopic investigation of CCl4-induced hepatotoxic model of BRL cell by MTT assay

Table 11. CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxic model of Hep 3B cell and BRL cell by MTT assay

| CCl <sub>4</sub> (μl) | BRL cell          | Hep 3B cell       |
|-----------------------|-------------------|-------------------|
|                       | Cell viability(%) | Cell viability(%) |
| 0                     | 100               | 100               |
| 5                     | 87.6              | 84.5              |
| 10                    | 52.5              | 54                |
| 13                    | 31.2              | 35.5              |
| 15                    | 26.6              | 22.4              |
| 20                    | 21.1              | 20                |
| 30                    | 16.5              | 10.5              |
| 40                    | 11.6              | 4.4               |

2) 맥문동 분획물의 간세포보호에 미치는 영향

Table 12, 13에서 물 분획 250g/ml과 100g/ml에서 유의성 있는 세포보호효과가 나타남을 알 수 있었고 보호효과 정도가 silymarin과 유사한 정도임을 알 수 있었다. 그러나 silymarin이 고농도에서도 일정한 세포보호효과를 보인 것에 반해 맥문동의 물 분획의 경우 고농도에서는 보호효과가 감소되는 것이 관찰되었다. Fig 7, 8은 CCl<sub>4</sub>로 유도한 Hep 3B cell과 BRL cell의 간 독성에 대한 맥문동의 물 분획의 보호정도를 광학현미경으로 관찰한 것으로 250g/ml와 100g/ml에서 정상군과 유사한 세포보호정도를 관찰할 수 있다.

Table 12. Effects of *Liriopsis tuber* on viability of Hep 3B cell in CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxic model by MTT assay.

| Fraction Group | H <sub>2</sub> O fraction | Buthanol fraction cell viability (%) | Silymarin |
|----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------|
| Normal         | 100.01±5                  | 100.03±4                             | 100.02±6  |
| Control        | 47.18±7                   | 45.04±2                              | 52.52±6   |
| 1000ppm        | 59.29±2                   | 36.65±5                              | 72.55±2** |
| 500ppm         | 66.42±3*                  | 41.77±4                              | 73.16±2** |
| 250ppm         | 80.84±8**                 | 42.34±3                              | 77.34±1** |
| 100ppm         | 72.66±2**                 | 44.54±0                              | 77.52±9** |
| 50ppm          | 66.63±5*                  | 42.71±6                              | 62.18±6*  |
| 10ppm          | 64.25±1                   | 39.30±7                              | 55.07±2   |

\*p<0.01, \*\*p<0.005 : significant to the control group

Control was administered 10mM CCl<sub>4</sub>/ethanol 10μl.

Table 13. Effects of *Liriopsis tuber* on viability of BRL cell in CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxic model by MTT assay.

| Fraction Group | H <sub>2</sub> O fraction | Buthanol fraction cell viability (%) | Silymarin |
|----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------|
| Normal         | 100.00±8                  | 100.04±3                             | 100.02±6  |
| Control        | 52.63±4                   | 51.02±8                              | 49.63±7   |
| 1000ppm        | 56.42±9                   | 42.64±1                              | 71.36±1** |
| 500ppm         | 62.71±4                   | 42.92±9                              | 70.65±5** |
| 250ppm         | 77.64±2**                 | 45.23±1                              | 68.44±3** |
| 100ppm         | 74.24±8**                 | 44.72±3                              | 66.64±5*  |
| 50ppm          | 67.82±6*                  | 42.11±0                              | 64.23±4*  |
| 10ppm          | 65.92±2                   | 40.42±9                              | 58.42±7   |

\*p<0.01, \*\*p<0.005 : significant to the control group

Control was administered 10mM CCl<sub>4</sub>/ethanol 10μl.

### 3) 맥문동 분획물의 간세포 배양액 중의 ALT에 미치는 영향

Table 14, 15에서 정상군에 비해 CCl<sub>4</sub> 단독 투여군에서 ALT량이 현저히 증가됨을 볼 수 있었고 그에 대해 맥문동 물 분획의 250g/ml와 100g/ml농도에서 유의성 있는 감소가 나타났다.

Table 14. The effects of *Liriopsis tuber* on media glutamic ALT activity of Hep 3B cell cultured with CCl<sub>4</sub>.

| Fraction Group | H <sub>2</sub> O fraction | Buthanol fraction GPT(karmen unit) | Silymarin     |
|----------------|---------------------------|------------------------------------|---------------|
| Normal         | 29.1 ± 2.5                | 30.7 ± 1.9                         | 28.4 ± 3.1    |
| Control        | 147.2 ± 13.8              | 152.6 ± 11.6                       | 148.7 ± 7.6   |
| 1000ppm        | 111.0 ± 10.9              | 141.0 ± 9.8                        | 80.3 ± 4.9*** |
| 500ppm         | 106.7 ± 8.1               | 148.4 ± 3.1                        | 87.1 ± 5.5**  |
| 250ppm         | 87.2 ± 3.8*               | 150.4 ± 5.2                        | 86.4 ± 10.8** |
| 100ppm         | 85.4 ± 6.4**              | 154.2 ± 2.8                        | 90.6 ± 4.2**  |
| 50ppm          | 91.1 ± 3.7*               | 151.5 ± 5.6                        | 94.2 ± 3.3*   |
| 10ppm          | 100.4 ± 11.7*             | 150.3 ± 4.8                        | 99.1 ± 12.0*  |

\*p<0.01, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.001 : significant to the control group

Control was administered 10mM CCl<sub>4</sub>/ethanol 10μl.

Table 15. The effects of *Liriopsis tuber* on media ALT activity of BRL cell cultured with CCl<sub>4</sub>.

| Fraction | H <sub>2</sub> O fraction | Buthanol fraction | Silymarin  |
|----------|---------------------------|-------------------|------------|
| Group    | GPT(karmen unit)          |                   |            |
| Normal   | 31.40±7                   | 29.61±6           | 27.12±0    |
| Control  | 160.46±5                  | 159.53±1          | 155.72±6   |
| 1000ppm  | 123.11±2                  | 164.19±5          | 82.24±2*** |
| 500ppm   | 101.04±3*                 | 150.42±9          | 87.22±3**  |
| 250ppm   | 90.67±1**                 | 152.39±2          | 88.28±6**  |
| 100ppm   | 84.21±8**                 | 146.85±2          | 94.67±1**  |
| 50ppm    | 94.37±6**                 | 153.11±0          | 101.35±6*  |
| 10ppm    | 110.56±4*                 | 150.24±1          | 113.31±7   |

\*p<0.01, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.001 : significant to the control group

Control was administered 10mM CCl<sub>4</sub>/ethanol 10μl.

#### 4. 요약

맥문동의 간보호 활성을 알아보기 위한 Rat을 대상으로 한 in vivo test에서 맥문동 수 추출물의 투여가 사염화탄소에 의한 간독성의 보호와 치료에 효과가 있음을 확인하였고, 맥문동 올리고당 음료 또한 사염화탄소로 인한 급성 및 만성 독성으로부터의 간보호능이 하루 500mg/kg의 수준에서 유의함을 확인하였다. 또한 맥문동 올리고당 음료를 과량 장기간 투여 하였을 때도 간독성을 유발하지 않음을 확인하였다. 둘째, in vitro test에서 두 종류의 간 세포(Hep3B, BRL cell)에 대해 사염화탄소로 독성을 유발하여 LD<sub>50</sub>을 찾아 간독성 in vitro 실험모델을 확립하였으며 맥문동 water fraction이 buthanol fraction에 비해 현저하게 간 보호효능이 있었으며 그 효능은 silymarin의 효능과 유사함을 확인하였다.

#### 5. 참고문헌

1. Yu B.Y., Qiu S.X., Zaw K, Xu G.J., Hirai Y., Shoji J., Fong HH., Kinghorn A.D., *Phytochemistry* 43(1) : pp. 201-206, 1996.
2. Watanabe Y., Sanada S., Ida Y., Shoji. : Comparative Studies on the Constituents of *Ophiopogonis ohwii* OKUYAMA and *O. jaburan* (KUNTH) LODD. *Chem. Pharm. Bull.* 32(10) : pp. 3994-4002, 1984.

3. 조성지 : 맥문동의 혈당강하 및 항암작용에 관한연구, 대구효성가톨릭대학교 논문집, pp. 38, 1998.
4. 공미영 : 맥문동의 생리활성연구, 대구효성가톨릭대학교 논문집, pp 42-43, 1999.
5. Di Luzio, N. R. : Antioxidants, lipid peroxidation and chemical induced liver injury, *Fed. Proc.* 32(8) : 1875, 1973
6. Goodman Gilman, A., et al : Carbon tetrachloride in the Pharmacological Basis of Threapeutics. 7th ed., Macmillan Publishing Co. New York, pp. 1635-1636, 1985.
7. McCay, Paul B., Lai, Edward K. and Poyer, J. Lee : Oxygen- and carbon-centered free radical formation during carbon tetrachloride metabolism, *J. Biochem.*, 254(4) : 2135, 1984
8. Doull, J. et al. : Carbon tetrachloride. Casarett and Doull's Toxicology, 2ed ed., Macmillan Publishing Co., New York, pp. 472-474, 1984.
9. Dinis, Teresa C. P., Almeida, Leonor M. and Madeira, Vitor M. C. : Lipid peroxidation in sarcoplasmic reticulum membrane : Effect on functional and biophysical properties, *Arch. Biochem. Biophys.*, 301(2) : 256, 1993
10. Ilett, Kenneth F., Reid, Watson D., Sipes, I. Glenn and Krishna, Gopal : Chloroform toxicity in mice : Correlation renal and hepatic necrosis with covalent binding of metabolites to tissue macromolecules, *Exp. Molecul. Pathol.*, 19 : 215, 1973
11. Poli, G., Gravela, E., Albano, Emanuele and Dianzani, Mario U. : Studies on fatty liver with isolated hepatocytes : The action of carbon tetrachloride on lipid peroxidation, protein and triglyceride synthesis and secretion, *Exp. Molecul. Pathol.*, 30 : 116, 1979.
12. Stengard, J. H., Saarni, H. U., Sotaniemi, E. A. : Effects of medroxyprogesterone acetate on hepatic glucose metabolism and microsomal enzyme activity in rats with normal and altered liver, *Pharmacol*, 28(1) : 34, 1984
13. Slater, T. F. : Free radicals as reactive intermediates in tissue injury in *Biological reactive Intermediates : Chemical mechanisms and Biological Effects* (Snyder, R. : Parke, D. V. et al. : eds), Plenum Press, New York, pp. 575-589,

1982

14. Charbonneau, M., Tuchweber, Beatriz and Plaa, Gabriel L. : Acetone potentiation of chronic liver injury induced by repetitive administration of carbon tetrachloride, *Hepatology*, 6(4) : 694, 1986
15. 김영숙, 경종수, 박기현 : Screening for inhibitory effect of solvent fractions prepared from Herbal drugs on CCl<sub>4</sub>- induced cytotoxicity in primary cultured rat hepatocytes and evaluation of antihepatotoxicity in vivo. : *Yakhak Hoeji* 40 (1) : 52-58, 1996
16. Choi, Y. G., Lee, M. Y., Shon, Y. W., LEE, H. S., Kim, Y. C., Min, H. G., : Antihepatotoxic activity of Bezoar Bovis and Moschus. *The Journal of Applied Pharmacology*, 4 : 271-274, 1996
17. Lee, M. K., Kim, H. P., Lee, J. W., : Hepatoprotective Effect of G009 on CCl<sub>4</sub>-induced Hepatotoxicity in Primary Cultured Rat Hepatocytes. *Yakhak Hoeji*, 42(1) : 108-113, 1998
18. Jung, K. H., Jeong, C. S., : Protective effect of *Carthamus tinctorius* L. Semen on Hepatotoxicity by Carbon Tetrachloride in Rats. *The Journal of Applied Pharmacology*, 4: 428-436, 1996
19. Chun, M. A, Jeong, C. S., Jung, K. H., : Effect and Histopathological Examination of Calcium Channel Blocker on Carbon Tetrachloride-induced Hepatotoxicity in Rats, *The Journal of Applied Pharmacology*, 6 : 247-255, 1998
20. Jung, K. H., Chung, C. S., No, H. R., : The effect of *Cimicifuga heracleifolia* on Carbon tetrachloride- induced Hepatotoxicity in Rats. *The Journal of Applied Pharmacology*, 1 : 86-96, 1996
21. Ambrogi, L. P. ; Manual of histologic and special staining technics. Armed Forces Institute of Pathology, Washington, D.C., 1975
22. Heimberg, M. ; The action of carbon tetrachloride on the transport and metabolism of triglyceride and fatty acids by the isolated perfused rat liver and its relationship to the etiology of fatty liver, *J. Biol. Chem.*, 237: 3623, 1962.

## 제 3절 운동수행능력 증진효과에 관한 연구

### 1. 서설

맥문동은 한방에서 보허약(補虛藥)으로서 양음윤폐(養陰潤肺), 익위생진(益胃生津), 청심제번(淸心除煩)하는 작용으로 거담(去痰), 진해(鎮咳), 자양(滋養), 강장(強壯), 이뇨(利尿), 지갈(止渴)등에 이용되어 온경탕(溫經湯), 자감초탕(炙甘草湯), 청심연자음(淸心蓮子飲), 일관전(一貫煎), 맥미지황환(麥味地黃丸), 증액탕(增液湯), 생맥산(生脈散) 등에 배합되어 사용되어졌다. 맥문동은 당대사를 효율적으로 조절하는 생리활성물질과 운동시 보충물로서 혈 중 glucose 농도를 증가시켜 간 및 근육 중의 glycogen 절약효과를 기대할 수 있는 다량의 oligosaccharide를 함유하고 있고 또한 2절에서 보고한 바와 같이 뛰어난 간보호능을 가지고 있어 피로요인 발생시 이의 처리도 원활하여 운동시 스테미너 향상, 피로회복, 갈증해소등에 효과가 있을 것으로 생각된다.

본 실험에서는 맥문동의 다기능성 연구 일환으로 당대사 조절, 스테미너 증진, 갈증해소, 피로회복등의 효과가 특히 요구되는 운동모델을 설계하여 이에 대한 효과를 확인하고자 하였다. 첫째, 트레드밀에 의한 Rat의 운동모델에서 맥문동 수추출물의 운동능력 및 혈 중 피로인자등에 미치는 효과를 검사하였고 둘째, 수영부하에 의한 Rat의 운동모델에서 맥문동 수추출물음료, 맥문동 올리고당음료를 시판 중인 스포츠 음료와 비교하여 운동 전 1회 투여 및 장기간 투여에 의한 운동 수행 능력 및 혈 중 피로인자등에 미치는 효과를 검사하였다. 셋째, 트레드밀에 의한 인체운동 모델에서 신체흡수를 위해 각 6%로 조절된 맥문동 올리고당음료, 맥문동 볶음처리음료, 맥문동 발효음료를 placebo의 투여와 비교하여 운동수행능력과 젖산 역치를 측정하고 젖산 역치 수준의 운동에서 피로인자의 변화를 실험하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 맥문동 수추출액의 트레드밀에 의한 흰 쥐 운동능력에 미치는 영향

#### 1) 실험동물

실험 동물은 체중 160-180g의 Spraque-Dawley종 웅성 Rat 30마리를 실온 24±2°C에서 고품 사료(주, 삼양, 한국)와 물을 충분히 공급하면서 일주일간의 적응기간을 거친 후 실험에 사용하였다. 실험기간 중 실내 조명은 12시간 주기로 명암을 자동조절(명기: 08:00 ~ 20:00) 하였고, 본 실험에 사용한 맥문동은 밀양 영남농업시험장에서 건조, 분쇄한 것을 공급받아 사용했다.

#### 2) 검액의 조제

맥문동 분말 100g에 증류수 500ml를 가하여 냉각관을 장치한 후 2시간 30분간 가열, 추출한 후 여과액을 100ml로 감압농축하였다.

#### 3) 운동모델 및 검액 투여

폭 8.5cm 길이 100cm의 소형 treadmill로 12개의 line이 갖추어진 경사조절 가능한 특별 제작된 동물용 treadmill에서 운동을 실시하였으며 실온은 운동하기 좋은 25~27°C로 유지하였고 운동시간은 오후 3시에서 오후 9시 사이로 제한하였다. 실험동물의 운동동기를 부여하기 위해 treadmill 끝부분에 전류가 흐르도록 하였다. 8주간의 운동은 Fig 1.과 같이 진행되었다. 정확한 운동수행능력평가를 위해 운동시작 6시간전부터 식이를 제한하였다. 실험동물은 1주간의 예비사육 과 2주간의 적응훈련을 거쳐 운동에 잘 적응하는 20마리를 정상군, 맥문동 추출액투여군으로 각 10마리씩 나누어 실험하였다. 검액의 투여는 3주차부터 체중 1kg당 10ml씩 매일 1회 운동 30분 후 경구투여하였으며 정상군도 증류수를 동량 투여하다.

|       | 1   | 2                            | 3                            | 4                            | 5                            | 6                            | 7 |
|-------|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| 1week | no training                                     |                              |                              |                              |                              |                              |   |
| 2week | 0% incline<br>10m/min 10min                     |                              | 5% incline<br>10m/min 15min  |                              | 10% incline<br>10m/min 20min |                              |   |
| 3week | 10% incline<br>15m/min 25min                    |                              | 12% incline<br>15m/min 30min |                              | 14% incline<br>20m/min 25min |                              |   |
| 4week | divide into 2group<br>14% incline 25m/min 30min |                              | 16% incline<br>30m/min 30min |                              |                              | no training                  |   |
| 5week | 16% incline<br>35m/min 30min                    |                              |                              |                              |                              | no training                  |   |
| 6week | 16% incline<br>35m/min 30min                    | no training                  |                              | 16% incline<br>35m/min 20min |                              | 16%-incline<br>35m/min Max.  |   |
| 7week | no training                                     | 16% incline<br>35m/min 30min |                              | 16% incline<br>35m/min 30min |                              | 18%-incline<br>35m/min 30min |   |
| 8week | no training                                     |                              |                              |                              |                              |                              |   |

Fig 1. Experimental design

#### 4) 최대운동시간측정

실험 6주째에 경사 16도, 35m/min의 트레드밀 속도에서 실험동물이 전기자극에도 불구하고 더 이상 운동을 하지 못할 때 까지의 시간을 초단위로 표시하였다.

#### 5) 당부하검사

실험 마지막 주에 실험동물을 8시간 절식한 후 체중 1kg당 1g의 glucose가 투여되도록 50% glucose 용액을 경구 투여하고 0, 15, 30, 60분에 꼬리에서 채혈하여 혈당 측정기 Glucocard(KDK, japan)로 혈당을 측정하였다.

#### 6) 혈 중 피로인자

실험 7주째에 경사 18도 35m/min의 트레드밀 속도에서 30분간 운동케하고 운동 후 에테르로 가볍게 마치고 꼬리 정맥에서 채혈하여 3000rpm 20분간 원심분리하여 Lactate는 lactae측정기(YSI 1500)로 LDH는 UV법(Hitachi 7600-110, japan)으로 측정하였다.

## 7) 물섭취량

실험 7주째 경사 18도 35m/min의 트레드밀 속도에서 30분간 운동시킨 후 24시간 동안의 물섭취량을 측정하였다.

나. 맥분동음료의 수영에 의한 흰 쥐 운동 능력에 미치는 영향

### 1) 실험동물

실험 동물은 체중 160-180g의 Spraque-Dawley종 웅성 Rat 80마리를 실온 24±2°C에서 고형 사료(주, 삼양, 한국)와 물을 충분히 공급하면서 일주일간의 적응기간을 거친 후 실험에 사용하였다. 실험기간 중 실내 조명은 12시간 주기로 명암을 자동조절(명기: 08:00 ~ 20:00) 하였고, 본 실험에 사용한 맥분동은 밀양 영남농업시험장에서 건조, 분쇄한 것을 공급받아 사용했다.

### 2) 검액의 조제

맥분동 수추출물은 맥분동분말을 2배량의 증류수에 6시간 동안 환류냉각 추출하여 여과 감압농축하여 얻었고, 맥분동 올리고당은 맥분동분말을 80% MeOH로 상온에서 12시간씩 3회 추출하여 얻은 extract를 감압농축하고 Ethyl acetate, BuOH, H<sub>2</sub>O에 분획하여 얻은 Water fraction을 ODS column으로 정제하여 얻었다. 스포츠음료는 시판 중인 G사(USA)의 음료를 구입하여 감압농축하여 사용하였다. 각 검액 농축물은 동결건조하여 사용 시까지 냉동보관 하였다.

### 3) 운동모델 및 검액 투여

운동모델은 부하수영에 의한 모델로 하였으며 수영장은 깊이 50cm, 들이 75L 푸른 원형 플라스틱 수조를 사용하였으며 수온은 운동하기 좋은 25~27°C로 유지하였고 운동시간은 오후 3시에서 오후 9시 사이로 제한하였다. 수영의 운동부하는 Rat의 미근부에 10g의 추를 달아 부여하였고 11주간의 운동은 Fig 2.과 같이 행하였다. 정확한 운동수행능력평가를 위해 운동시작 6시간전부터 식이를 제한하였다.

|        | 1                        | 2                        | 3                        | 4                       | 5                        | 6                        | 7                        |
|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1week  | no training              |                          |                          |                         | 180 second<br>no loaded  | 300 second<br>no loaded  | 420 second<br>no loaded  |
| 2week  | 540 second<br>no loaded  | 660 second<br>no loaded  | 780 second<br>no loaded  | 900 second<br>no loaded | 180 second<br>5g loaded  | 300 second<br>5g loaded  | 420 second<br>5g loaded  |
| 3week  | 180 second<br>10g loaded | 360 second<br>10g loaded | 420 second<br>10g loaded | No training             | 420 second<br>10g loaded | 420 second<br>10g loaded | Max.<br>10g loaded       |
| 4week  | no training              |                          |                          |                         | 420 second<br>10g loaded | 420 second<br>10g loaded | Max.<br>10g loaded       |
| 5week  | Divide into<br>6 group   | no training              |                          |                         | 420 second<br>10g loaded | 420 second<br>10g loaded | 900 second<br>10g loaded |
| 6week  | no training              |                          |                          |                         | 420 second<br>10g loaded | 420 second<br>10g loaded | Max.<br>10g loaded       |
| 7week  | no training              |                          |                          |                         | 420 second<br>10g loaded | 420 second<br>10g loaded | 900 second<br>10g loaded |
| 8week  | no training              |                          |                          |                         | 420 second<br>10g loaded | 420 second<br>10g loaded | Max.<br>10g loaded       |
| 9week  | no training              |                          |                          |                         | 420 second<br>10g loaded | 420 second<br>10g loaded | 900 second<br>10g loaded |
| 10week | no training              |                          |                          |                         | 420 second<br>10g loaded | 420 second<br>10g loaded | Max.<br>10g loaded       |
| 11week | no training              |                          |                          |                         | 420 second<br>10g loaded | 420 second<br>10g loaded | 900 second<br>10g loaded |

Fig. 2 Experimental design

실험동물은 예비사육 1주 적응수영 3주를 거쳐 수영에 대한 적응도와 몸무게를 고려하여 Table 1.과 같이 각 군 10마리씩 6군으로 나누었으며 이 때 군별 최대운동능력은  $1321.6 \pm 0.2$ second, 군별 몸무게는  $325.5 \pm 0.4$ g이었다. 5~8주차 실험은 맥분동 음료의 운동 전 1회 투여로 인한 효과를 알아보기 위한 것으로 검액은 5%가 되도록 증류수로 희석하여 체중 1kg 당 10ml씩 운동시작 50분 전에 경구투여 하였다. 9~10주차 실험은 지속적인 맥분동 음료의

섭취로 인한 효과를 알아보기 위한 것으로 검액은 0.5%, 1%가 되도록 음수에 희석하여 자유롭게 섭취케 하였다. 이 때 평상시 음수의 섭취량은 군별 유의성을 보이지 않았다. ( $p < 0.0001$ )

Table 1. Experimental Animal Groups.

|         | 5~8주차                                | 9~10주차                             |
|---------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Group A | water<br>10ml/kg(body weight)        | water                              |
| Group B | 맥문동 수추출물 5%<br>10ml/kg(body weight)  | 맥문동 추출물<br>500mg/kg(body weight)   |
| Group C | 맥문동 수추출물 10%<br>10ml/kg(body weight) | 맥문동 추출물<br>1000mg/kg(body weight)  |
| Group D | 맥문동 올리고당 5%<br>10ml/kg(body weight)  | 맥문동 올리고당<br>500mg/kg(body weight)  |
| Group E | 맥문동 올리고당 10%<br>10ml/kg(body weight) | 맥문동 올리고당<br>1000mg/kg(body weight) |
| Group F | 스포츠음료 5%<br>10ml/kg(body weight)     | 스포츠음료 농축물<br>500mg/kg(body weight) |

#### 4) 운동수행능력

실험 4, 6, 8, 10 주째에 최대운동시간을 측정하였으며 실험동물이 자력으로 더 이상 수면 위로 올라오지 못하는 시점까지로 초단위로 표시하였다. 운동능력점수는 실험 5, 7, 9 주째에 운동시간 840~900초 사이에 물 속으로 완전히 빠지는 정도를 평가하여 이 시점까지 운동을 수행하지 못할 때 0점, 전혀 물 속으로 빠지지 않을 때를 5점으로 6단계로 구분하여 평가하였다.

#### 5) 당부하검사

실험 마지막 주에 실험동물을 8시간 절식한 후 체중 1kg당 1g의 glucose가 투여되도록 50% glucose 용액을 경구 투여하고 0, 15, 30, 60분에 꼬리에서 채혈하여 혈당측정기 Glucocard(KDK, japan)으로 혈당을 측정하였다.

#### 6) 혈 중 피로인자

혈 중 Lactate와 Ammonia는 실험 5, 9주째 실험에서 혈 중 Phosphorus, pH는 실험 7주,

11주째 실험에서 10g 부하 하에 900초의 운동이 끝난 후 에테르로 가볍게 마치고 꼬리 정맥에서 혈액을 채취하여 분석하였다. Lactate는 Accutrend-Lactate(roche-BM, swiss)로 측정하였고, Ammonia는 kit(Asan pharm. korea), phosphorus는 enzymetric method(Hitachi 7600-110, japan)로 분석하였다.

7) 운동 후 체중감소량 및 물섭취량

5, 7, 9주째 실험에서 운동 전의 체중과 운동 후 털이 완전히 마른 상태에서 체중을 측정하였고 5, 9주째의 실험에서 운동 후 24시간동안 섭취한 물량을 측정하였다.

다. 맥분동음료의 인체 운동능력에 미치는 영향

1) 연구대상

본 연구의 피검자는 신체적으로 건강한 Y대 및 T대에 재학중인 남자 기숙사생 24명으로 하였다. 실험대상자에게는 본 실험을 충분히 설명하여 실험기간동안 무리한 운동이나 약, 음식물의 섭취를 삼가케 하였으며 실험에 자발적으로 참여하겠다는 동의서를 받았다. 피검자의 신체적 특성은 Table 2와 같다.

Table 2. 피험자의 신체적 특성

| Age(year) | Height(cm) | Weight(kg) |
|-----------|------------|------------|
| 21.2±1.1  | 172.2±6.5  | 69.1±4.1   |

2) 검액의 조제

맥분동분말을 80% MeOH로 상온에서 12시간씩 3회 추출하여 얻은 extract를 감압농축하고 Ethyl acetate, BuOH, Water에 분획하여 얻은 Water fraction을 ODS column으로 정제하여 얻은 맥분동올리고당을 감압농축하여 동결건조한 다음 냉동보관하다가 실험직전 역삼투수에 희석하여 6%로 희석하였다. 맥분동 볶음처리음료와 발효음료는 제 2세부과제 연구자부터 받은 것을 6%로 농도를 조절하여 희석하여 투여하였다. Placebo와 맥분동음료의 맛을 같게 하기 위해 각각 아스파탐을 1L 당 150mg씩 첨가하였다.

### 3) 운동모델 및 검액투여

#### 가) 최대운동능력 및 Lactate역치 측정

운동부하방법은 준비운동을 수행한 후 트레드밀상에서 경사 6%로 고정하고 최초 80m/min의 속도로 2분간 걷기를 실시한 후 2분 간격으로 20m/min 씩 점증하여 all-out 될 때까지 실시하였다. 안정시 운동중 2분 간격으로, 운동직후 회복기 3분 5분 7분에서 각각 fingertip에 의한 250ul의 채혈을 실시하여 혈 중 Lactate 농도를 측정하였다.

#### 나) 혈 중 피로인자 분석 운동모델

최대운동능력검사에서 placebo섭취 때의 젖산역치수준에 해당하는 운동강도로 1시간동안 최대하 지속운동을 실시하였다. 실험군은 Table 3. 과 같이 8명씩 총 3군으로하여 이중맹검에 의한 무작위 할당법을 적용하여 각각 검액과 Placebo를 투여하였다. 동일한 피검자 24명을 대상으로 한 1차, 2차 실험은 일주일 간격을 두고 진행하였으며 검액의 투여방법은 Table 3. 과 같다. 검액은 5시간 금식 후 운동 50분 전에 300ml를 1분동안 천천히 섭취케 하였다. 운동은 온도 25℃ 상대습도 60%를 유지하며 Y대 체육관에서 진행하였다.

Table 3. Experimental Groups.

|         |         | 1차         | 2차          |
|---------|---------|------------|-------------|
| Group A | A1(n=4) | placebo    | 맥문동 올리고당 음료 |
|         | A2(n=4) | 맥문동 올리고당음료 | placebo     |
| Group B | B1(n=4) | placebo    | 맥문동 볶음음료    |
|         | B2(n=4) | 맥문동 볶음처리음료 | placebo     |
| Group C | C1(n=4) | placebo    | 맥문동 발효음료    |
|         | C2(n=4) | 맥문동 발효음료   | placebo     |

#### 4) 혈 중 피로인자

최대하 지속운동 0분, 30분, 60분, 회복기 20분에 전완정맥에 3-way cock이 부착된 카테터(22G)를 삽입하고 5ml씩 채혈하였다. 혈 중 피로인자로 Lactate, Ammonia, Phosphorus를 2회씩 측정하여 평균치로 분석하였다. Lactate는 젖산분석기(YSI 1500:USA)를 이용하여 측정하였고, Ammonia는 kit(아산제약), phosphorus는 enzymetric method(Hitachi 7600-110, japan)로 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 맥문동의 트레드밀 운동모델에 의한 흰 쥐 운동 능력에 미치는 영향

##### 1) 최대운동시간에 미치는 영향

3주간 맥문동추출액 투여하며 운동을 수행한 군이 증류수를 투여하며 운동을 수행한 군보다 2분정도의 운동능력이 향상되었다. 유의성은 없었으나 동물실험의 한계점과 최대운동능력의 향상이 어려움을 고려할 때 평균 2분의 향상은 맥문동 수추출물의 투여가 최대운동능력에 어느 정도 영향이 있는 것으로 생각되었다.

Table 4. Effect of training exercise and samples on exhausted running(ER) time in experimental rats

|              | Group A      | Group B      |
|--------------|--------------|--------------|
| running time | 2472.3±314.7 | 2583.9±271.5 |

##### 2) 당부하에 미치는 영향

맥문동 수추출액의 투여군이 증류수투여군과 비교하여 전반적으로 혈 중 glucose 농도가 낮게 유지되었고, glucose 투여 30분 경과 후의 수치에서는 증류수 투여군은 142.2±12.8 맥문동 수추출물 투여군은 130.4±10.8로 유의한 차이를 보였다. 맥문동 수추출물의 당부하 처리능력이 뛰어난 것을 확인할 수 있었는데 이는 맥문동의 당대사 조절 생리활성물질에 기인한 것으로 생각되었다.

Table 1-7. Effect of training exercise and samples on the oral glucose tolerance test (OGTT) in experimental rats (mg/dl)

|         | Times (min) |            |             |           |
|---------|-------------|------------|-------------|-----------|
|         | 0           | 15         | 30          | 60        |
| Group A | 77.6±11.5   | 156.2±10.9 | 142.2±12.8  | 78.3±9.6  |
| Group B | 71.4±6.7    | 148.1±12.8 | 130.4±10.8* | 71.1±11.2 |

\*p<0.05 : significant to the A group

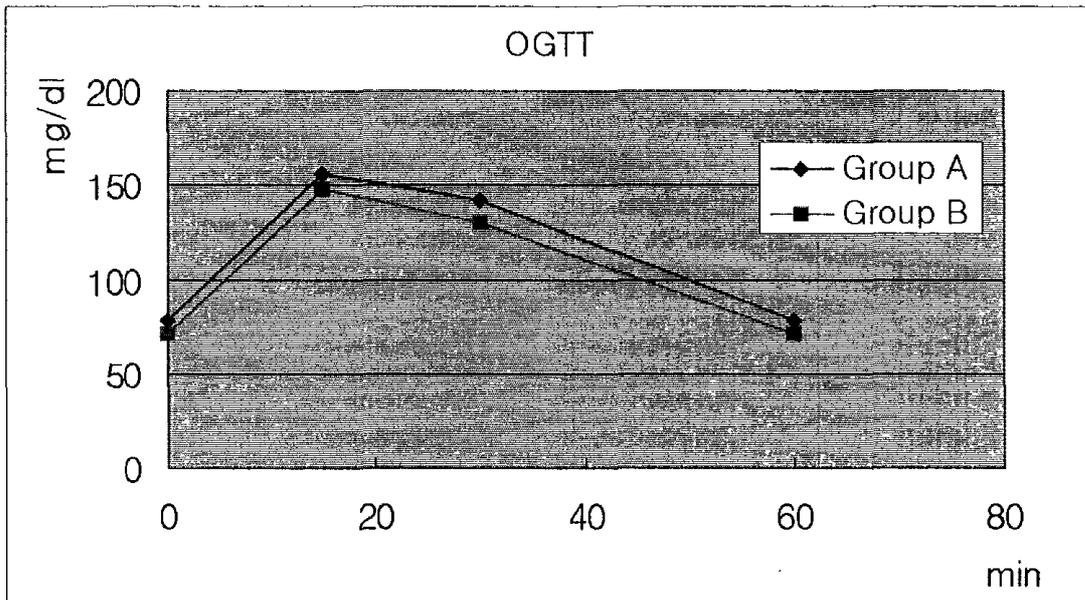


Fig 3.

### 3) 혈 중 피로인자에 미치는 영향

중류수 투여군이 맥분동 수추출액투여군보다 Lactate수치가 각각  $3.11 \pm 0.38$ ,  $2.84 \pm 0.51$ 로 많이 감소하였다. 하지만 표준편차가 커서 유의성은 없었다. LDH수치에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 말초피로는 조직내 저산소증 조건의 해당과정을 통한 젖산의 축적을 대표적 현상으로 들 수 있는데, 젖산의 축적은 pH의 변화로 인한 체내의 산성화 현상을 유발하여 더 이상 운동을 지속할 수 없는 상태까지 이르게 한다. LDH는 젖산을 초성포도산을 가역반응 시키는 효소이다. Lactate의 수치 감소가 감소한 것을 확인하여 맥분동 수추출물의 투여가 강도 높은 운동을 장시간 수행시 Lactate의 덜 생성시켜 운동수행 능력의 증대를 가져옴을 확인하였다.

Table 6. Effect of training exercise and samples on the blood lactate and lactic dehydrogenase levels (LDH) in experimental rats

|         | Lactate    | LDH        |
|---------|------------|------------|
| Group A | 3.11±0.38  | 2.84±0.51  |
| Group B | 290.2±19.2 | 294.5±16.2 |

#### 4) 갈증해소에 미치는 영향

강도 높은 장시간의 운동 후 물섭취량에 있어 맥문동 수추출액 투여군이 증류수 투여군보다 24시간동안 1.7ml 정도 덜 섭취함을 확인하였다. 맥문동의 수추출물의 섭취가 운동에 의한 갈증 해소에 어느 정도 도움이 됨을 확인할 수 있었다.

Table 7. Change of water absorption

|         | water absorption(ml) |
|---------|----------------------|
| Group A | 34.9±1.9             |
| Group B | 33.2±1.8             |

#### 나. 맥문동음료의 부하수영에 의한 흰 쥐 운동 능력에 미치는 영향

##### 1) 운동 수행 능력 및 운동 후 체중 감소에 미치는 영향

###### 가) 최대운동시간에 미치는 영향

###### (1) 1회 투여에 의한 효과

6, 8주째 실험에서 증류수투여군에 비해 모든 군에서 최대운동능력이 향상되었으며 스포츠음료투여군과 5% 맥문동수추출음료투여군, 5% 맥문동올리고당음료투여군에서 향상 정도가 컸고, 스포츠음료의 투여군과 맥문동 수추출음료의 투여군이 유의성이 있었다.

###### (2) 지속적인 섭취에 의한 효과

10주째 실험에서 정상군에 비해 모든 군에서 최대운동능력이 크게 향상되었고 스포츠음료투여군, 두 올리고당음료 투여군에서 유의성이 있었다. Rat에 대한 맥문동의 투여가 최대운동능력의 향상에 도움이 됨을 확인하였으며 1회 투여시 5%농도로 투여함이 바람직하고 장기적으로 섭취케 할 때는 올리고당 음료의 형태로 섭취하는 것이 스테미너 향상에 더 도움

이 됨을 확인하였다.

Table. 8 The result of the Maximum swimming time

| Experimental |      | swimming time (second) |         |         |          |
|--------------|------|------------------------|---------|---------|----------|
| Group        |      | 4(week)                | 6(week) | 8(week) | 10(week) |
| Group A      | Mean | 1321.4                 | 1298.7  | 1277    | 1275     |
|              | S.D. | 167.3                  | 153.5   | 135.8   | 100.7    |
| Group B      | Mean | 1321.5                 | 1460.2* | 1454*   | 1415*    |
|              | S.D. | 145.5                  | 145.7   | 157.5   | 154.7    |
| Group C      | Mean | 1321.4                 | 1465.2* | 1471*   | 1382     |
|              | S.D. | 156.3                  | 151     | 142.5   | 142.6    |
| Group D      | Mean | 1322                   | 1315.4  | 1336    | 1393     |
|              | S.D. | 165.6                  | 174.3   | 187.1   | 170.1    |
| Group E      | Mean | 1321.8                 | 1437.6  | 1400    | 1393*    |
|              | S.D. | 135.6                  | 139.8   | 140.8   | 134.3    |
| Group F      | Mean | 1321.3                 | 1306    | 1335    | 1419*    |
|              | S.D. | 136.4                  | 130.8   | 138.3   | 124      |

\*p<0.05 : significant to the group A

Group A: Water    Group B: Sports beverage

Group C: 5% Liriopsis Tuber water extract

Group D 10% Liriopsis Tuber water extract

Group E: 5% Liriopsis Tuber oligosachharide

Group F: 10% Liriopsis Tuber oligosachharide

나) 운동능력점수에 미치는 영향

5, 7, 9주째 실험에서 평가한 운동능력점수에서 유의성이 나타나지는 않았지만 7주째 실험에서 증류수 투여군에 비해 10% 올리고당을 투여한 군을 제외한 모든 실험군에서 향상을 보였고 지속적으로 약물을 섭취케 한 9주 실험에서 모든 실험군에서 향상을 보였고 특히 1일 1000mg/kg의 맥문동 수추출물을 투여한 군에서 효과가 컸다.

다) 체중감소에 미치는 영향

Rat의 체중에는 전반적으로 큰 감소가 있었으나 증류수 투여군에 비해 모든 실험군은 체

Table 9. 운동능력점수와 체중감소

|         | 5week      |         | 7week       |         | 9week      |         |
|---------|------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
|         | 몸무게차이      | 운동능력    | 몸무게차이       | 운동능력    | 몸무게차이      | 운동능력    |
| Group A | 12.7±1.1   | 3.8±0.5 | 12.5±1.2    | 3.6±0.7 | 13.6±1.3   | 3.9±0.4 |
| Group B | 11.5±1.6   | 3.5±0.5 | 11.6±1.6    | 4.0±0.7 | 13.3±0.9   | 4.2±0.4 |
| Group C | 11.0±1.8*  | 3.7±0.6 | 11.1±1.3*   | 3.9±0.5 | 13.0±1.2   | 4.2±0.5 |
| Group D | 10.8±1.3** | 3.5±0.5 | 10.9±1.1*** | 3.7±0.5 | 12.9±1.3   | 4.3±0.4 |
| Group E | 10.7±1.5** | 3.7±0.5 | 10.7±1.6**  | 3.9±0.6 | 12.1±1.2** | 4.1±0.4 |
| Group F | 10.7±1.5** | 3.5±0.6 | 10.9±1.5*   | 3.5±0.6 | 12.7±1.2   | 4.1±0.3 |

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.005: significant to the Group A

Group A: Water    Group B: Sports beverage

Group C: 5% Liriopsis Tuber water extract

Group D 10% Liriopsis Tuber water extract

Group E: 5% Liriopsis Tuber oligosachharide

Group F: 10% Liriopsis Tuber oligosachharide

중의 감소 폭이 적었으며 1회 투여에 의한 효과(5, 7주째 실험)에서는 스포츠음료의 투여를 제외한 모든 맥분동 음료 투여군에서 유의하게 적은 체중감소를 보였다. 이에 비해 지속적인 약물의 투여에 의한 효과는 올리고당을 투여한 군에서 체중 감소의 폭이 적은 경향을 나타내었다. 맥분동 투여에 의해 운동 후 체중 감소가 유의성 있게 적었던 사실은 한방에서 맥분동이 신체의 진액을 보충해 주는 효능이 있다고는 한 것을 뒷받침 하는 결과라고 생각한다.

## 2) 당부하에 미치는 영향

모든 맥분동 음료의 투여군의 혈 중 glucose농도가 15, 30, 60분에서 정상군이나 스포츠음료의 투여군에 비해 전반적으로 낮은 수치를 보였다. 특히 맥분동 수추출음료에 대한 투여가 15분, 30분에서 유의성있는 차이를 나타내었다. 맥분동음료의 지속적인 섭취는 당부하 조절에 뛰어난 효과가 있을 것으로 생각된다.

Table 10. Effect of training exercise and samples on the oral glucose tolerance test (OGTT) in experimental rats

|         | Times (min) |            |              |          |
|---------|-------------|------------|--------------|----------|
|         | 0           | 15         | 30           | 60       |
| Group A | 94.3±6.2    | 168.3±8.0  | 146.1±8.7    | 96.5±6.7 |
| Group B | 89.1±7.0    | 159.8±8.2* | 131.5±7.5*** | 90.5±7.2 |
| Group C | 88.9±9.0    | 161.4±7.4  | 133.6±7.2**  | 91.4±7.4 |
| Group D | 90.8±8.0    | 167.8±6.3  | 141.3±7.7    | 92.1±7.4 |
| Group E | 89.9±7.4    | 162.2±9.1  | 139.9±8.3    | 91.1±7.1 |
| Group F | 88.2±7.8    | 169.2±7.2  | 147.3±7.2    | 93.7±7.2 |

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : significant to the group A

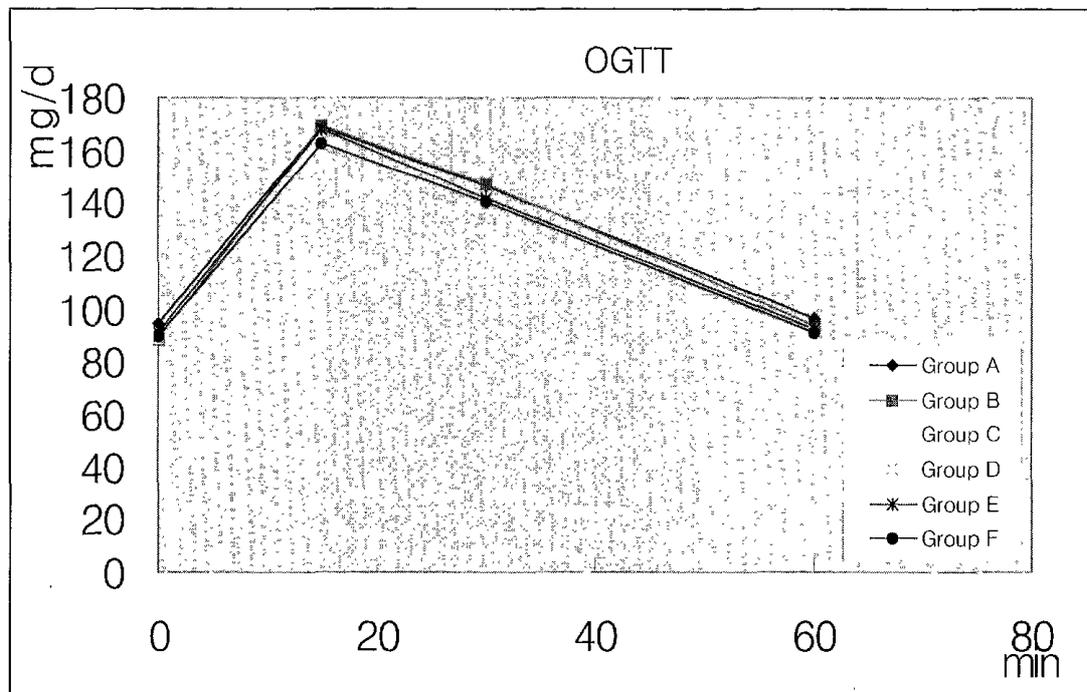


Fig 4.

### 3) 혈 중 피로인자에 미치는 영향

#### 가) 1회 투여에 의한 효과

운동 후의 Lactate의 수치는 증류수 투여군에 비해 10% 맥분동 올리고당음료 투여군을 제외한 모든 군에서 감소되었고 스포츠음료 및 5, 10 % 맥분동 수추출음료 투여군에서 유의성

을있는 감소를 보였다. 운동 후 혈 중 pH는 증류수 투여군에 비해 10%-맥분동 수추출음료 투여군을 제외한 모든 군에서 증가되었고 스포츠음료투여군, 맥분동 5% 맥분동 수추출음료 투여군, 5% 맥분동 올리고당음료 투여군에서 유의한 증가를 보였다. 운동 후 혈 중 Ammonia의 수치는 증류수 투여군에 비해 모든 군에서 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었고 5% 맥분동 수추출음료 투여군, 5% 맥분동 올리고당음료 투여군에서 유의한 감소를 보였다. 운동 후의 혈 중 phosphorus 수치는 증류수투여군과 실험군간의유의성 있는 변화는 없었으나 5% 올리고당음료 투여군에서 약간 감소하는 경향을 나타내었다.

전반적으로 혈 중 피로인자의 수치를 비교하여 보았을 때 스포츠음료 투여군과 5% 맥분동 수추출음료 투여군, 5% 맥분동 올리고당 음료 투여군에서 고강도 운동에 의해 유발된 피로인자를 감소하는 경향을 나타내어 5% 맥분동 음료의 투여가 Rat의 스테미너 증진에 도움이 됨을 보였다. 특이한 점은 5% 맥분동 음료의 투여로 운동 후 혈 중 Ammonia의 수치가 유의성이 있게 감소한 것이다. 일반적으로 짧고 강한 강도의 운동시 골격근에서의 Ammonia생성은 PNC(purine nucleotide cycle)을 통해서 이루어지게 된다. 생성된 Ammonia는 독성을 가지고 있으며 운동시 피로 유발 요인으로 작용한다고 알려져 있어 그 동안 Ammonia 농도를 줄이려는 연구가 많이 진행되었음에도 탄수화물의 투여에 의한 보고는 Ammonia 농도에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났고, 크레아틴의 경우는 영향이 없거나 오히려 Ammonia 농도를 증가시키는 것으로 나타나는등 운동시 생성된 Ammonia 증가 억제효과를 나타내지 못하고 있는 실정이었다. 따라서 맥분동의 운동 후 혈 중 Ammonia 수치 감소 효과는 보다 연구되어질 필요성이 있는 사항으로 생각된다.

Table 11. The result of blood fatigue component (only one administration before swimming)

| Experimental Group | Lactate(mmol/L) |      |        | pH     | Ammonia ( $\mu\text{g/dL}$ ) | Phosphorus (mg/L) |      |
|--------------------|-----------------|------|--------|--------|------------------------------|-------------------|------|
|                    | Pre-            | post | gap    |        |                              |                   |      |
| Group A            | Mean            | 2.24 | 6.3    | 4.06   | 7.334                        | 194.5             | 5.19 |
|                    | S.D.            | 0.12 | 0.61   | 0.55   | 0.019                        | 14.9              | 0.46 |
| Group B            | Mean            | 2.2  | 5.78*  | 3.58*  | 7.356*                       | 174***            | 5.06 |
|                    | S.D.            | 0.16 | 0.28   | 0.34   | 0.02                         | 11                | 0.32 |
| Group C            | Mean            | 2.25 | 5.85*  | 3.6*   | 7.351*                       | 170.8***          | 5.11 |
|                    | S.D.            | 0.19 | 0.31   | 0.22   | 0.022                        | 10                | 0.3  |
| Group D            | Mean            | 2.29 | 5.66** | 3.37** | 7.34                         | 184.8             | 5.06 |
|                    | S.D.            | 0.18 | 0.55   | 0.4    | 0.03                         | 12.8              | 0.43 |
| Group E            | Mean            | 2.19 | 6.15   | 3.96   | 7.357*                       | 172.7***          | 4.99 |
|                    | S.D.            | 0.21 | 0.51   | 0.47   | 0.03                         | 9.6               | 0.21 |
| Group F            | Mean            | 2.21 | 6.36   | 4.15   | 7.348                        | 183.1             | 5.1  |
|                    | S.D.            | 0.18 | 0.5    | 0.45   | 0.036                        | 9.3               | 0.39 |

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.005$  : significant to the group A

#### 나) 지속적인 음료의 섭취에 의한 효과

운동 후의 Lactate의 수치는 정상군에 비해 모든 군에서 감소되었고 스포츠음료를 제외한 모든 군에서 유의성 있는 감소를 보였다. 운동 후 혈 중 pH는 정상군에 비해 모든 군에서 증가되었고 스포츠음료투여군, 맥분동 수추출음료 500mg/kg.day투여군 맥분동 올리고당음료 500mg/kg.day 투여군에서 유의한 증가를 보였다. 운동 후 혈 중 Ammonia의 수치는 정상군에 비해 모든 군에서 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었고 스포츠음료투여군을 제외한 모든 투여군에서 유의한 감소를 보였다. 운동 후의 혈 중 phosphorus 수치는 정상군에 비해 모든 군에서 약간 감소하는 경향을 나타내었으나 유의성 있는 변화는 없었다.

전반적으로 피로인자의 수치를 비교하여 보았을 때 맥분동을 수추출물 혹은 올리고당의 형태로 지속적으로 섭취케 할 때 고강도 운동에 의한 Rat의 혈 중 피로인자를 감소시키는 경향을 나타내었으며 하루 500mg/kg를 섭취케한 올리고당음료의 섭취군이 가장 효과가 좋은 것으로 나타났다.

Table 12. The result of blood fatigue component (3 weeks administration)

| Experimental Group |      | Lactate |        |        | pH     | Ammonia ( $\mu\text{g/dL}$ ) | Phosphorus (mg/L) |
|--------------------|------|---------|--------|--------|--------|------------------------------|-------------------|
|                    |      | Pre-    | post   | gap    |        |                              |                   |
| Group A            | Mean | 2.24    | 6.4    | 4.16   | 7.321  | 190.6                        | 5.12              |
|                    | S.D. | 0.12    | 0.62   | 0.56   | 0.023  | 10                           | 0.36              |
| Group B            | Mean | 2.2     | 6.02   | 3.82   | 7.342* | 175.3*                       | 5.07              |
|                    | S.D. | 0.16    | 0.37   | 0.43   | 0.019  | 9                            | 0.2               |
| Group C            | Mean | 2.25    | 5.86*  | 3.61*  | 7.345* | 178.6*                       | 4.99              |
|                    | S.D. | 0.19    | 0.38   | 0.38   | 0.018  | 9                            | 0.32              |
| Group D            | Mean | 2.19    | 5.85*  | 3.66*  | 7.343  | 176.4*                       | 5.05              |
|                    | S.D. | 0.21    | 0.35   | 0.35   | 0.027  | 11.5                         | 0.28              |
| Group E            | Mean | 2.29    | 5.78** | 3.49** | 7.346* | 174.1**                      | 5.01              |
|                    | S.D. | 0.18    | 0.41   | 0.34   | 0.027  | 8.9                          | 0.23              |
| Group F            | Mean | 2.23    | 5.84** | 3.61*  | 7.34   | 176.2*                       | 4.97              |
|                    | S.D. | 0.19    | 0.35   | 0.4    | 0.027  | 8.5                          | 0.42              |

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.005 : significant to the control group

#### 4) 갈증해소에 미치는 영향

Table 13. Change of water absorption

|         | 5주차      | 9주차      |
|---------|----------|----------|
| Group A | 27.3±1.8 | 33.6±1.6 |
| Group B | 26.1±1.5 | 31.8±1.8 |
| Group C | 27.0±1.6 | 32.0±1.8 |
| Group D | 26.9±1.2 | 32.5±2.1 |
| Group E | 27.0±1.9 | 32.4±2.1 |
| Group F | 27.7±1.8 | 33.1±2.1 |

1회 투여에 의한 강도 높은 장시간의 운동 후 물섭취량에 있어 모든 맥분동 음료의 투여군에서 약간 감소하는 경향을 보였다. 특히 5% 맥분동 수추출음료투여군에서 1.2ml 정도의 비교적 큰 감소를 보였으나 유의성은 없었다. 장기간 섭취에 의한 장시간의 강도높은 운동 후 물섭취량의 비교에서 하루 500mg/kg, 1000mg/kg의 맥분동 수추출물을 섭취케 한 군에서 비교적 큰 물섭취량 감소를 보였으며 맥분동 올리고당음료를 섭취케 한 군은 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 맥분동의 운동에 의한 갈증해소에는 맥분동음료가 어느 정도 도움이 됨

을 확인하였고 또한 맥분동 올리고당음료보다 맥분동 수추출음료가 나은 효과가 있는 것으로 생각되었다.

다. 맥분동음료의 인체 운동능력에 미치는 영향

1) 점증적 강도에서의 최대운동시간 및 혈 중 젖산 역치

각 군별 실시한 맥분동 가공음료와 placebo 투여의 2차에 걸친 실험에서 점증적 강도에서의 최대 운동시간은 맥분동 올리고당음료와 맥분동 발효음료에서 약간 증가하고 맥분동 볶음처리음료에서는 오히려 약간 감소하였으나 유의성은 없었다. 혈 중 Lactate의 역치도 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 인체의 최대운동시간 향상은 기대하기가 대단히 어려움이 있고 측정시 편차도 크게 나타나 효과 유무를 판단할 수 없었다. placebo 섭취 후 운동하여 얻은 혈 중 젖산 역치의 운동 강도를 1시간 운동시 혈 중 피로인자 측정 모델에 적용하였다.

Table 14. 점증적 강도에서의 최대운동시간 및 혈 중 젖산 역치

|         |   | Exercise intensity<br>duration on all-out(sec) | Blood lactate on<br>LT(mM) | Exercise intensity on<br>LT(MPH) |
|---------|---|--|----------------------------|----------------------------------|
| Group A | a | 932.6 ± 69.0                                   | 2.81 ± 0.39                | 5.43 ± 0.36                      |
|         | b | 943.8 ± 71.6                                   | 2.86 ± 0.31                | 5.51 ± 0.38                      |
| Group B | a | 908.5 ± 63.6                                   | 2.74 ± 0.36                | 5.25 ± 0.30                      |
|         | b | 894.5 ± 69.1                                   | 2.70 ± 0.37                | 5.10 ± 0.37                      |
| Group C | a | 916.0 ± 64.9                                   | 2.86 ± 0.31                | 5.39 ± 0.31                      |
|         | b | 929.6 ± 63.8                                   | 2.76 ± 0.22                | 5.42 ± 0.32                      |

2) 혈 중 피로인자에 미치는 영향

가) 맥분동 올리고당음료의 섭취가 혈 중 피로인자에 미치는 영향

혈 중 Lactate의 수치는 맥분동 올리고당음료의 투여군이 운동 30분 경과 후 Placebo의 투여군에 비해 낮은 상승치를 보였고 회복기의 수치는 비슷한 양상을 보였다. 유의성은 없었다. 혈 중 Ammonia의 수치는 맥분동 올리고당음료의 투여군이 Placebo의 투여군에 비해 천천히 상승하는 상승하는 경향을 보였고 30분 후의 수치에서는 유의성 있는 차이를 보였다. 혈중 Phosphorus의 수치는 맥분동 올리고당음료의 투여군이 Placebo의 투여군에 비해

천천히 상승하는 경향을 보이다가 회복시에는 유의성있게 빠른 회복을 나타내었다. 장시간 고강도의 운동 전 맥분동 올리고당음료의 투여로 피로인자의 생성이 억제되고 회복기에서는 빠른 감소를 보여 운동능력 향상 및 운동피로의 회복에 도움이 될 것으로 기대된다.

Table 15. Change of blood Lactate, Ammonia, Phosphorus concentration in high intensity intermittent exercise

| Group                 |               | 0min<br>(rest) | 30min<br>(exercise) | 60min<br>(exercise) | 80min<br>(recovery 20min) |
|-----------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
| Lactate<br>(mmol/ℓ)   | placebo       | 1.46 ± 0.35    | 3.16 ± 0.46         | 2.63 ± 0.56         | 1.45 ± 0.25               |
|                       | 맥분동<br>올리고당음료 | 1.49 ± 0.34    | 2.88 ± 0.48         | 2.56 ± 0.60         | 1.51 ± 0.40               |
| Ammonia<br>(μg/dℓ)    | placebo       | 50.5 ± 12.1    | 97.5 ± 10.8         | 95.0 ± 10.3         | 49.3 ± 11.5               |
|                       | 맥분동<br>올리고당음료 | 44.3 ± 9.1     | 84.0 ± 8.0*         | 88.5 ± 9.7          | 50.5 ± 9.7                |
| Phosphorus<br>(mg/dℓ) | placebo       | 3.43 ± 0.40    | 4.34 ± 0.28         | 5.23 ± 0.34         | 4.41 ± 0.33               |
|                       | 맥분동<br>올리고당음료 | 3.40 ± 0.37    | 4.08 ± 0.26         | 5.06 ± 0.39         | 3.98 ± 0.18**             |

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.005 : significant to the control group

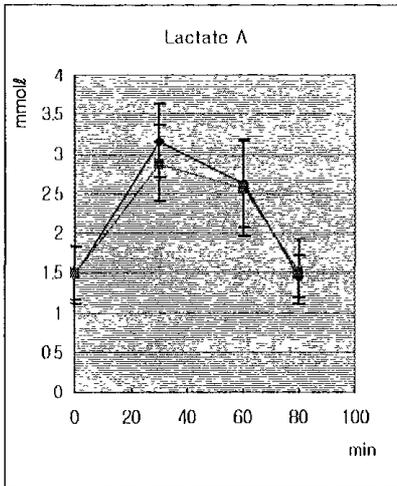


Fig 5.

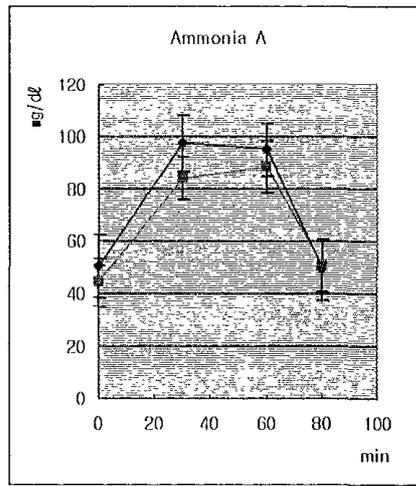


Fig 6.

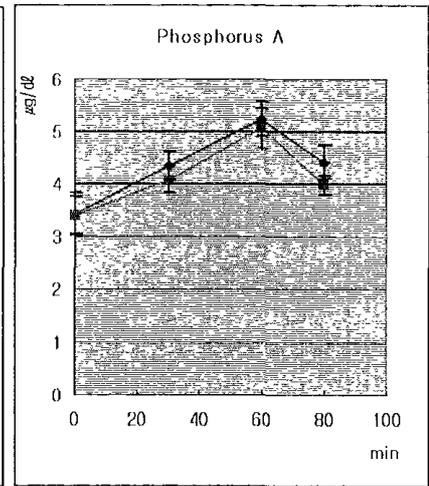


Fig 7.

나) 맥분동 볶음처리음료의 섭취가 혈 중 피로인자에 미치는 영향

혈 중 Lactate의 수치는 맥분동 볶음처리음료의 투여군이 운동 30분 경과 후 Placebo의 투여군에 비해 낮은 상승치를 보였고 회복기의 수치는 비슷한 양상을 보였다. 유의성은 없었다. 혈 중 Ammonia의 수치는 맥분동 볶음처리음료의 투여군이 Placebo의 투여군에 비해

약간 낮았으나 유의성은 없었다. 혈중 Phosphorus의 수치 역시 맥분동 볶음처리음료의 투여군이 Placebo의 투여군에 큰 차이가 없었고 회복시 약간 빠른 감소를 보였으나 유의성은 없었다. 맥분동 볶음처리음료의 경우 맥분동 올리고당 음료와 Lactate수치는 비슷한 양상을 보였으나 Ammonia의 상승 및 phosphorus의 회복에서는 효과가 없었다.

Table 16. Change of blood Lactate, Ammonia, Phosphorus concentration in high intensity intermittent exercise

|                       | Group         | 0min(rest) | 30min<br>(exercise) | 60min<br>(exercise) | 80min<br>(recovery 20min) |
|-----------------------|---------------|------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
| Lactate<br>(mmol/ℓ)   | placebo       | 1.36±0.34  | 3.30±0.37           | 2.95±0.35           | 1.45±0.25                 |
|                       | 맥분동<br>볶음처리음료 | 1.48±0.28  | 2.98±0.31           | 2.70±0.48           | 1.41±0.27                 |
| Ammonia<br>(μg/dℓ)    | placebo       | 39.5±10.2  | 99.5±9.6            | 97.5±10.8           | 46.9±9.0                  |
|                       | 맥분동<br>볶음처리음료 | 41.1±7.5   | 95.4±14.9           | 94.5±6.5            | 47.0±12.1                 |
| Phosphorus<br>(mg/dℓ) | placebo       | 3.30±0.39  | 4.41±0.27           | 5.30±0.34           | 4.49±0.43                 |
|                       | 맥분동<br>볶음처리음료 | 3.36±0.27  | 4.31±0.23           | 5.25±0.35           | 4.36±0.30                 |

\* p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.005 : significant to the control group

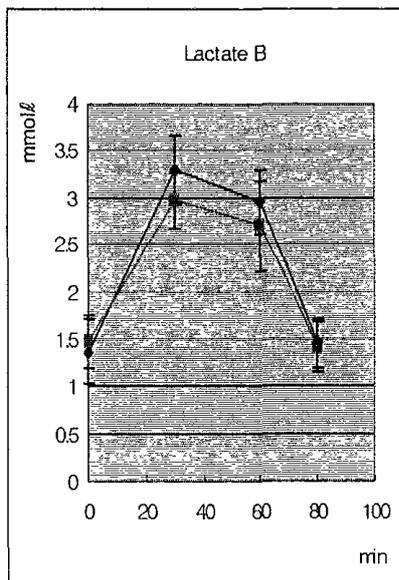


Fig 5.

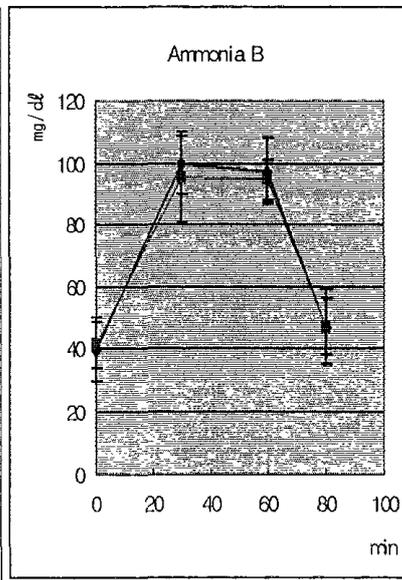


Fig 6.

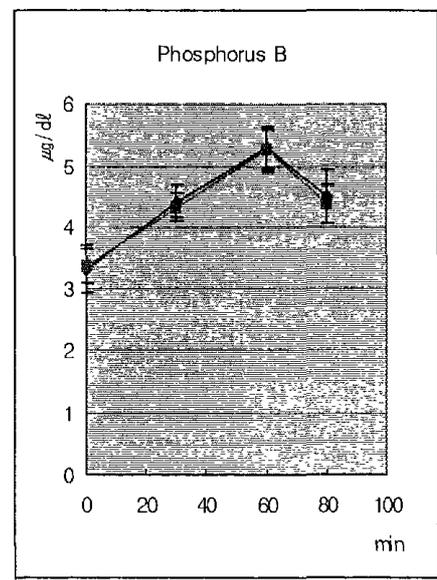


Fig 7.

다) 맥분동 발효음료의 섭취가 혈 중 피로인자에 미치는 영향

혈 중 Lactate의 수치는 맥분동 발효음료의 투여군이 운동 및 회복기에 있어 전체적으로

비슷한 양상을 보였다. 혈 중 Ammonia의 수치는 맥문동 발효음료의 투여군이 Placebo의 투여군에 비해 오히려 약간 약간 빠른 상승을 보였으나 유의성은 없었다. 혈중 Phosphorus의 수치는 맥문동 발효음료의 투여군이 Placebo의 투여군에 큰 차이가 없었고 회복시 약간 빠른 감소를 보였으나 유의성은 없었다. 맥문동 발효음료의 경우 맥문동 올리고당음료에 비해 운동 중 혈 중 Lactate 와 Ammonia의 수치가 오히려 상승하여 Placebo 투여군과 비슷한 양상을 보였다.

Table 17. Change of blood Lactate, Ammonia, Phosphorus concentration in high intensity intermittent exercise

| Group                 |             | 0min<br>(rest) | 30min<br>(exercise) | 60min<br>(exercise) | 80min<br>(recovery 20min) |
|-----------------------|-------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
| Lactate<br>(mmol/ℓ)   | placebo     | 1.51±0.31      | 3.09±0.54           | 2.75±0.51           | 1.49±0.21                 |
|                       | 맥문동<br>발효음료 | 1.49±0.31      | 3.01±0.46           | 2.81±0.44           | 1.39±0.40                 |
| Ammonia<br>(μg/dℓ)    | placebo     | 48.4±10.7      | 95.114.2            | 95.810.0            | 50.310.3                  |
|                       | 맥문동<br>발효음료 | 51.8±10.1      | 97.9±7.6            | 92.4±7.1            | 53.9±9.0                  |
| Phosphorus<br>(mg/dℓ) | placebo     | 3.28±0.38      | 4.24±0.31           | 4.98±0.25           | 4.18±0.32                 |
|                       | 맥문동<br>발효음료 | 3.38±0.34      | 4.30±0.30           | 4.88±0.44           | 3.99±0.24                 |

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.005 : significant to the control group

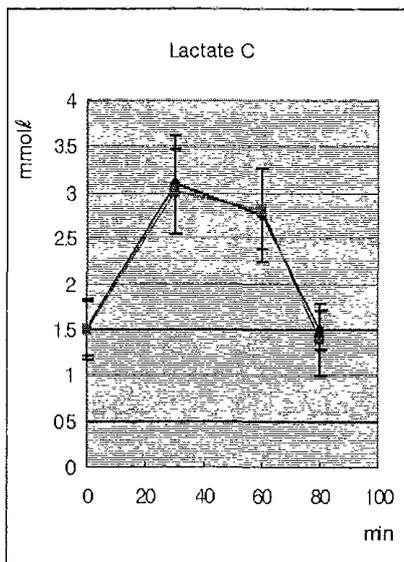


Fig 11.

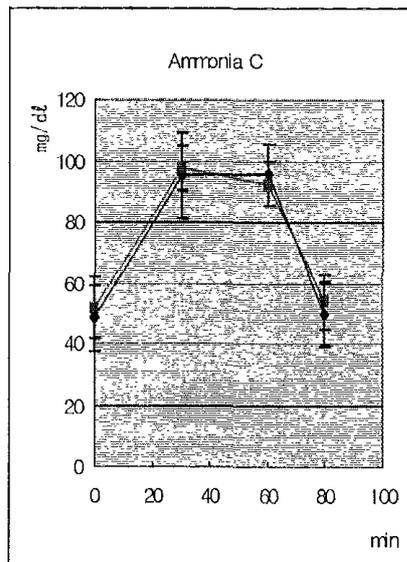


Fig 12.

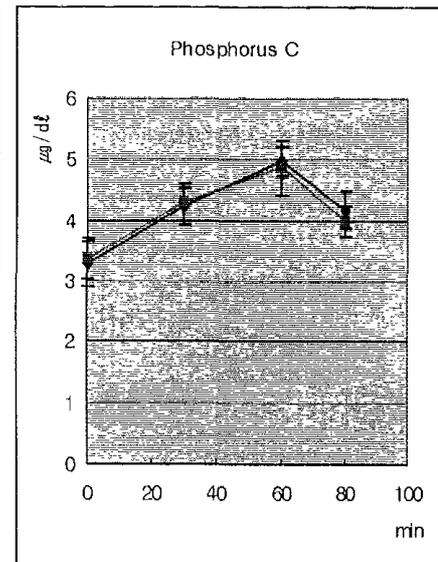


Fig 13.

#### 4. 요약

맥문동의 스테미너 증진효과와 피로회복 효과, 갈증해소 효과를 알아보기 위해 맥문동 수추출액, 맥문동 수추출음료, 맥문동 올리고당음료, 맥문동 볶음처리음료, 맥문동 발효음료에 대하여 Rat 및 인체를 대상으로 트레드밀과 수영에 의한 운동모델로 실험하였다. 스테미너 증진효과는 Rat을 대상으로 한 실험에서 맥문동 수추출액 및 올리고당음료에 대해 어느 정도 효과가 있는 것으로 나타났고 운동 전 5% 농도로 투여시 Rat의 운동능력을 향상시키는 것으로 나타났다. 하지만 인체에 대해서는 운동 모델에 대한 스테미너 증진 효과를 확인할 수 없었다. 피로회복 효과는 Rat을 대상으로 한 실험에서 맥문동 수추출액 및 올리고당음료에 대해 피로인자의 생성을 억제하는 것을 확인하였고, 인체를 대상으로 한 실험에서 맥문동 올리고당음료의 투여가 피로회복에도 효과가 있음을 시사하였다. 갈증해소 효과는 Rat을 대상으로 한 실험에서 맥문동이 어느 정도 효과가 있음을 보였고 맥문동 올리고당음료보다 맥문동 수추출액에서 더 큰 것으로 확인되었다.

## 5. 참고문헌

1. Brooks, G. A. (1991). Current concepts in lactate exchange. *Med Sci. sports Exerc*, 23, 895-906
2. Connett S.H., Favier, R.j., McLane, J.A., Fell, R.D., Chen, M., and Holloszy, J.O.(1987).Energy metabolism in contracting rat skeletal muscle: adaptation to exercise rat training. *Am. j. Physiol.*, 253 C316-322
3. 백영일(1998).Creatine 구강 투여가 반복되는 조정선수의 최대 운동 수행과 혈중 피로 요소들의 변화에 미치는 영향. *한국체육학회지*. 제37권, 제 3호, 216-228.
4. 이종삼(1995). 탄수화물 섭취에 의한 운동수행의 연장시 젖산 및 암모니아의 변화에 관한 연구, 연세대학교 대학원 석사학위 청구 논문.
5. 최명애,김 전, 서상아, 김창근, 이미숙, 이광호, 고창순, 박상철(1989). Glutamate의 락트산 유도 근육수축 저하 방지 효과. *The Seoul Journal of edicine*. 30(3): 163-169
6. 고창순, 박상청, 최명애, 김 전, 김의수(1989). 아미노산 투여가 중장거리 선수의 경기력에 미치는 효과. *서울대학교 의과대학 국민체력과학연구소*.
7. Horowitz., M., Parnes, S., & Hasin, Y. (1998). Mechanical and metabolic performance of the rat heart: effects of combined stress of heat acclimation and swimming training. *J. Basic. Clin. Pharmacol*. Apr-Jun: 4(1-2): 139-156.
8. Blomstrand, E.E, & Newsholme, E.A.(1996). Glucose-Fatty acid cycle & fatigue involving 5-hydroxytpptamine: Maughan, R.J., and Shirreffs,S.M. eds. In: *Biochemistry of exercise IX*. Human Kinetics Publishers, Inc. pp185-195.
9. Guth, H, & Potter, J.D.(1987). Effect of rigor and cycling cross-bridges on the structure of troponin C and  $Ca^{2+}$  affinity of the  $Ca^{2+}$ -specific regulatory sites in skeletal rabbit psoas fibers. *J. Biol. Chem*. 262: 13627-13653.
10. Powers, S.K., Demirel, H.A., Vincent, H.K., Coombes, J.S., Naito, H., Hamilton, K.L., Shanely, R.A., & Jessup, J. (1998). Exercise training improves myocardial to:erance to in vivo ischemia reperfusion in the rat. *American Journal of Physiology* 275, R1468-77.
11. Buono, M.J., Clancy, T.R.,& Cook J.R.(1984). Blood lactate and amminium ion

- accumulation during graded exercise in humans. *Journal Applied Physiology*, 54:582-585.
12. Dudley, G.A., Staron, R.S., Murray, T.F., Hagerman, F.C., & Luginbuhl, A.(1983). Muscle fiber composition and blood ammonia levels after intense exercise in humans. *Journal Applied Physiology*, 54:582-586.
  13. Lowenstein, J.M.(1972). Ammonia production in muscle and other tissues : the purine nucleotide cycle, *Physiol. Rev.*, 52, 382-414.
  14. Schmidt, G.(1928). Hoppe-Seyler's. *Z. Physiol. Chem.* 179: 243-282.
  15. D'Amelio, G., Boninsegna, A., Menozzi, L., Calzavara, M., & Bertolini, M.(1991). Lipolysis and ketosis during swimming in thermal water. *Minerva. Med. Nov* :82(11): 711-714.
  16. Hermansen, L., and Osnes, J.B.(1972). Blood and muscle pH after maximal exercise in man. *Journal Applied Physiology.*, 32: 304-308.
  17. Parry- Billing, M, Blomstrand, E., McAndrew, N., Newsholme, N., and Newsholme, E.A.(1990) : A communicational link between skeletal muscle, brain, and cells of the immune system. *Int. J. Sports Med.*, 11(Supl 2): 122-128.
  18. Parry- Billing, M, Budgett, R., Loutedakis, Y., Blomstrand, E., Brooks, S., Williams, O.C., Calder, P.C., Pilling, S., Barigrie, R., and concentrations in the overtraining syndrome possible effects on the immune system. *Med. Sports Exerc.* 24(12), 1353-1358.
  19. Rubin, R.A., Ordonacz, L.A., and Wurtman R.J.(1974) : Physiological dependence of brain methionine and S-adenosine:methionine concentrations on serum amino acid pattern. *J. Neurochem*, 23: 227-231.
  20. Agharanya, J.C., Wurtman, R.F.(1982): Effect of acute administration of large neutral and other amino acids on urinary excretion of catecholamines. *Life Sci.* 30: 739-746.
  21. Chaouloff, F.(1989): Physical exercise and brain monoamines : a review. *Acta. Physiol. Scand.*, 137:1-13.
  22. Conlay, L.A., Wurtman, R.J., Lopez, I., Blusztajn, J.K., Vacanti, C.A., Logue,

- M., During, M., Caballero, B., Maher, T.J. and Evoniuk, G.(1989) : Effect of running the Boston marathon on plasma concentration of large neutral amino acids. *J. Neural. Transm.*, 76: 65-71.
23. Ensplhr, K.J., and Thorp, G.(1989) : influence of endurance traing on plasma amino acid concentrations in humans at rest and after intense exercise, *Int. J.Sports Med.* 10: 233-236.
24. Femstrom, J.D., Wurtman, R.J., Hammarstrom-Wilklund, B., Rand, W.M., Munro H.N., and Davidson, C.S.(1979):Diurnalvariation in plasma concentrations of tryptophan, tyrosine, and other neutral amino acids : effecct of dietary protein intake. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32: 1912-1922.
25. Hollmann, W.(1993) : Serotonin in Gehirn-verantworlich fur die Sybsorme "Sportentziehungsser scheinungen" und "Ubertraining?". *Dtsch Z Sportmed* 44: 509-511.
26. Breeks, G.A.(1991). Current concepts in lactate exchange. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23:859-906.

# 제 5 장 다기능성 맥문동 음료생산을 위한 전처리 조건확립과 음료의 기호성 증진

## 제 1 절 맥문동 열수추출물의 일반성분과 관능평가

### 1. 서 설

맥문동(*Liriopsis platyphylla* Wang et Tang)은 백합과에 속하는 다년생 상록 초본식물로 구미에서는 화단의 조경용으로 쓰이고 있으나 한국, 중국, 일본 등에서는 식·약용으로 재배되고 있으며 우리 나라에서는 남부지역에 널리 분포한다. 맥문동은 개맥문동(*L. spicata* L.)과 소엽맥문동(*Ophiopogon japonicus* K. -G.)으로 나뉘며 성분에 관한 연구로는 개맥문동 괴경에서 steroid계 saponin을 분리하였고(1), 소엽맥문동 괴경에서 steroidal의 dammarane골격을 가진 glycoside의 aglycon인 ophiopogonin A, B, C, D, B', C', D' 등 7종의 saponin과 flavonoid sterol, oligosaccharides 및 polysaccharides를 분리하였다(2-4). 맥문동의 효능은 혈당강하 및 항염증작용, 보허약제로서 양음윤편, 익위생진, 청심제번 및 거담, 진해, 자양, 강장, 이뇨, 소갈(당뇨) 등에 효과가 있으며(5), 온경탕, 감초탕, 청심연자식, 맥미지황탕, 증액탕, 생맥산 등에 첨가되고 있다(6). 또, 맥문동 함유 steroid saponin은 항암효과가 있는 것으로 보고되었다(7). 맥문동의 이러한 효능 중 항암, 항당뇨 및 지갈의 복합적 효능은 열수추출의 경우 추출시간과 용매비에 따라 크게 달라지며, 최적 용매비(용매량/재료량)는 4, 추출시간은 3시간으로 보고되어져 있다(8).

본 연구에서는 맥문동 추출물이 예로부터 다기능성 음료로 이용되고 있음을 감안하여 그 효과가 가장 높게 나타나는 추출조건에서 관능적 품질과 관계가 있는 유기산과 유리아미노산을 비롯한 일반성분과 관능적 품질특성을 조사하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 재 료

본 실험에 사용된 맥문동(*Liriopsis tuber* Lour No. 1) 괴경은 영남농업시험장에서 재배한 것으로 1999년 3월에 파종하여 12월에 수확한 것으로 껍질을 벗겨낸 후 60℃에서 열풍건조시킨 건근을 50 mesh 입도로 파쇄하여 사용하였다.

#### 나. 열수추출물의 제조

열수추출은 냉각관을 부착한 추출기에 맥문동 건근분말 2 kg과 증류수 8 L을 가하여 100℃에서 직화로 3시간 동안 가열한 후 Whatman No. 1을 사용하여 감압여과하였다.

#### 다. 가용성 고형물

열수추출액 20 mL를 항량을 구한 칭량병에 취하여 105℃의 건조기에서 항량이 될 때까지 건조시킨 후 중량을 측정하여 %(w/v)로 나타내었다.

#### 라. 회분 및 조지방

회분은 회화법(9)으로 분석하였고 조지방은 음료 20 mL씩의 항량을 구한 수기에 취하여 105℃에서 충분히 건조시킨 후 diethylether로 추출하여 중량을 측정하였다.

#### 마. 전당, 환원당 및 단백질

전당은 phenol-sulfuric acid 법(10)으로, 환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색방법(11)에 의해서 분광광도계를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하여 glucose양으로 환산하였다. 비환원당은 전당에서 환원당을 제한 값으로 하였다. 단백질은 Lowry법(12)으로 측정하였다.

#### 바. Total saponin

Total saponin은 Namba(13)와 Fujita 등(14)의 방법에 준하여 측정하였다. 즉, 열수추출물을 Whatman No. 3 여과지로 여과한 액에 동량의 diethylether을 가하여 diethylether층으로 이행되는 지용성 성분을 제거하는 조작을 3회 반복하였다. 다음에 동량의 수포화 n-butanol을 가하여 saponin을 4회 반복 추출하였으며, 추출액에 물을 가하여 유리당을 제거하였다. 다음에 70℃에서 감압농축하여 n-butanol을 완전히 제거한 다음 중량법으로 정량

하였다.

#### 사. 유기산

휘발성 유기산 함량은 열수추출액을 원심분리한 후 상층액을 membrane filter(0.45  $\mu$ m milipore)로 여과한 후 GC system에 의하여 분석하였다. 즉, 여과액 5.7 mL에 2% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.3 mL를 혼합한 액을 측정용 시료로 하였다. 표준물질은 succinic acid, malic acid, citric acid, pyroglutamic acid, acetic acid, propionic acid 및 butyric acid를 사용하였다. 측정조건은 instrument: Hewlett Packard 5890 series II, column: HP-20M(0.32 mm×25 m), temperature: 80°C(5 min hold)→150°C(5°C/min), detector: FID, injector temperature: 250°C, detector temperature: 250°C carrier gas: He(20 mL/min), injection volume: 1  $\mu$ L로 하였다. 비휘발성 유기산은 열수추출액에 ethanol을 가하여 70%로 조정, 여과한 후 여액을 감압·건고시켜 14% BF<sub>3</sub>/methanol 용액 2 mL를 가하여 80°C에서 30분간 methylation한 후 4 mL의 포화 ammonium sulfate와 chloroform을 가하고, methylester 층을 chloroform으로 추출, 무수 sodium sulfate로 탈수하여 GC용 시료로 하였다. 측정조건은 instrument: Hewlett Packard 5890 Series II, column: HP-20M(0.32 mm×25 m), temperature: 50°C(10 min hold)→200°C(10°C/5 min), detector: FID, injector temperature: 250°C, detector temperature: 250°C, carrier gas: He(20 mL/min), injection volume: 1  $\mu$ L로 하였다.

#### 아. 무기질

ICP-AES(JY 38 Plus, France)를 이용하여 Ca, K, Mg, Mn, Na, Zn, Fe, P의 함량을 측정하였다. 측정조건은 frequency: 40.66 MHz, plasma gas flow: 12 L/min, sheath gas flow: 0.2 L/min, auxiliary gas flow: 0.1 L/min, sample flow rate: 1 L/min으로 하였으며 각각 317.9, 769.9, 279.5, 279.5, 589.6, 213.9, 258.6 및 214.9 nm에서 측정하였다.

#### 자. 유리아미노산

시료 15 mL에 증류수 100 mL를 가하여 혼합한 후 20% trichloroacetic acid(TCA) 15 mL를 가하여 침전된 단백질을 원심분리하였다. 상층액에 40 mL의 diethylether를 가하여 TCA와 지용성 물질을 제거한 후 수층을 40°C에서 감압, 농축하였다. 농축액에 0.2 M sodium citrate buffer(pH 2.2) 용액으로 25 mL되게 정용한 후 0.22  $\mu$ m membrane filter를 사용하여 여과, 아미노산 자동분석기로 분석하였다. 분석조건은 Ultrapac 11 cation exchange

resin 250, buffer solution: pH 2.80, pH 3.00, pH 3.15, pH 3.50, pH 3.55, lithium citrate buffer, buffer flow rate: 20 mL/hr, ninhydrin flow rate: 20 mL/hr, column temperature: 35~80°C, chart speed: 2 mm/min, injection volume : 20  $\mu$ L이었다.

#### 카. 관능검사

열수추출물에 대한 관능검사는 10명의 관능요원에 의한 5점 측도법(15)으로 점도, 단맛, 신맛, 쓴맛, 신맛 및 떫은맛은 아주 약하다 1점, 약하다 2점, 보통이다 3점, 강하다 4점, 아주 강하다 5점으로 평가하였다. 색상과 종합적 기호도는 아주 나쁘다 1점, 나쁘다 2점, 보통이다 3점, 좋다 4점, 아주 좋다 5점으로 평가하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 일반성분 및 total saponin

맥문동 열수추출물의 일반성분과 total saponin의 함량을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 한방에서는 맥문동의 열수추출방법에 대한 자세한 기록은 없으나 맥문동 가미방의 경우 병상에 따라 차이는 있으나 용매비(용매량/약재량)를 10내외로 하여 부피를 기준으로 40~70% 범위로 농축하여 사용하는 것으로 되어 있다(16). 맥문동의 항암, 항당뇨 및 지갈 등의 다기능적 효능을 나타내는 추출조건 최적화 실험에서 용매비 4, 추출시간 3시간이 가장 적합한 것으로 나타났다(8). 따라서 본 연구에서는 건조, 분쇄한 맥문동에 4배의 물을 가하여 3시간동안 가열 추출한 추출액에 대하여 실험한 결과 열수추출액내의 total soluble solid의 함량은 15.95%(w/v)로 total sugar가 차지하는 비율이 13.15%(w/v) 였다. 환원당, 비환원당, 회분, 조지질 및 단백질의 함량은 각각 6.55, 6.54, 0.33, 0.12 및 0.40%(w/v) 였고, total saponins의 함량은 1.73%(w/v)로 나타났다. 맥문동은 한방에서 보허약제로서 진해, 자양, 강장, 이뇨 및 지갈에 효능이 있으며(5), 효능을 나타내는 주요성분은 steroid saponin과 oligosaccharides인 것으로 알려져 있는데 그 함유량은 각각 1.94%(w/w) 및 57%(w/w) 라 보고되어 있다(17, 18). 그러나 본 실험의 열수추출물내에 함유된 total saponin의 함량은 1.73%(w/v)로 건조맥문동에 함유하는 양으로 환산할 경우 6.92%(w/w)로 맥문동에는 steroid saponin외에 다른 종류의 saponin도 함유되어 있음을 알 수 있으며 이

것이 열수추출시에 함께 용출되는 것으로 추측된다. 맥문동에 함유된 기능성 올리고당은 비환원당에 포함될 것으로 판단되는데 열수추출물내의 비환원당 함량은 6.54%(w/v) 였다. 이 경우도 원료맥문동내의 함량으로 환산하면 26.16%(w/w)로 열수에 의한 용출율은 약 46%정도로 나타났다.

Table 1. Content of general components in hot water extract from *Liriopsis tuber*

(g/100 mL)

| General components  | Hot water extract          |
|---------------------|----------------------------|
| Total soluble solid | 15.95 ± 0.36 <sup>1)</sup> |
| Total sugar         | 13.15 ± 0.25               |
| Reducing sugar      | 6.55 ± 0.16                |
| Non reducing sugar  | 6.54 ± 0.15                |
| Ash                 | 0.33 ± 0.02                |
| Crude lipid         | 0.12 ± 0.01                |
| Total protein       | 0.40 ± 0.03                |
| Total saponins      | 1.73 ± 0.04                |

<sup>1)</sup>Data represent mean ± SD of triplicates.

#### 나. 유기산

맥문동 열수추출물의 유기산 함량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 주 유기산으로 succinic acid 111.48 mg%(w/v), malic acid 23.67 mg%(w/v), acetic acid 18.36 mg%(w/v) 였다. 그 외 pyroglutamic acid 9.47 mg%(w/v), citric acid 4.93 mg% (w/v) 였다. 구근의 일종인 감자에는 citric acid 414.0~570.0 mg%(w/w), malic acid 25.0~108.0 mg%(w/w), oxalic acid 22.0~35.0 mg%(w/w), fumaric acid 0.4~1.3 mg%(w/w)가 존재하며(19), 사과 등 과실에는 citric acid나 malic acid가 주된 산(20)을 이루는데 비하여 맥문동 열수추출 물에는 succinic acid가 주된 산이며 상당량의 acetic acid가 존재하는 것으로 나타났다. .

Table 2. Content of organic acids in hot water extract from *Liriopsis tuber*

| Organic acids     | Hot water extract     |
|-------------------|-----------------------|
| Acetic acid       | $18.36 \pm 0.43^{1)}$ |
| Citric acid       | $4.93 \pm 0.23$       |
| Glutaric acid     | $1.81 \pm 0.02$       |
| D-malic acid      | $23.67 \pm 1.05$      |
| Pyroglutamic acid | $9.47 \pm 0.06$       |
| Succinic acid     | $111.48 \pm 4.03$     |

(mg/100 mL)

<sup>1)</sup>Data represent mean  $\pm$  SD of triplicates.

#### 다. 유리아미노산

맥문동 열수추출물의 유리아미노산의 함량을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 가장 많이 함유하는 유리아미노산은 hydroxyproline으로 열수추출물에는  $1290.0 \mu\text{g}\%(\text{w/v})$ , glutamic acid  $456.2 \mu\text{g}\%(\text{w/v})$ 로 나타났다. 김과 양(21)은 14종의 산채류에 대하여 유리아미노산의 함량을 조사한 결과 두릅, 고사리, 영경귀, 창출, 가죽, 원추리 등은 aspartic acid의 함량이 가장 많으나, 잔대, 우산나물, 옥잠, 곤달비, 머위, 더덕 등은 glutamic acid의 함량이 높다고 하였다. 또, 죽순(22)의 경우 tyrosine이, 괄루근(23)에는 citrulline이 주 아미노산이라 하였고 맥문동 열수추출물의 경우는 hydroxyproline이 가장 많은 특성을 나타내었다.

Table 3. Content of free amino acids in hot water extract from *Liriopsis tuber*

( $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ )

| Free amino acids | Hot water extract    |
|------------------|----------------------|
| $\beta$ -Alanine | $3.59 \pm 0.04^{1)}$ |
| Arginine         | $331.4 \pm 12.15$    |
| Cystine          | $3.0 \pm 0.03$       |
| Glutamic acid    | $456.2 \pm 17.25$    |
| Glycine          | $28.3 \pm 0.15$      |
| Histidine        | $8.1 \pm 0.06$       |
| Hydroxyproline   | $1290.0 \pm 87.06$   |
| Isoleucine       | $10.4 \pm 0.45$      |
| Leucine          | $17.6 \pm 1.02$      |
| Lysine           | $21.3 \pm 1.07$      |
| Methionine       | $9.5 \pm 0.43$       |
| Phenylalanine    | $12.8 \pm 0.69$      |
| Proline          | $93.2 \pm 4.12$      |
| Serine           | $176.4 \pm 5.21$     |
| Theronine        | $27.3 \pm 1.22$      |
| Tyrosine         | $8.4 \pm 0.35$       |
| Valine           | $26.7 \pm 1.17$      |
| Total            | $2656.7 \pm 137.68$  |

<sup>1)</sup>Data represent mean  $\pm$  SD of triplicates.

#### 라. 무기질

맥문동 열수추출물의 무기질 함량을 조사한 결과(Table 4), 칼륨의 함량이 151.35 mg%(w/v)으로 가장 높았다. 마그네슘은 41.41 mg%(w/v) 이었으나 칼슘과 철분은 검출되지 않았다. 그 외 망간과 아연도 0.14~0.34 mg%(w/v) 범위로 검출되었다. 황 등(24)은 80여종의 약재류에 대하여 무기질 조성과 함량을 분석한 결과 80%이상의 약재류에서 칼륨의 함량이 가장 높은 것으로 보고하여 맥문동과 동일한 경향을 나타내었다.

Table 4. Content of minerals in hot water extract from *Liriopsis* tuber

(mg/100 mL)

| Minerals | Hot water extract         |
|----------|---------------------------|
| Na       | 32.79 ± 1.2 <sup>1)</sup> |
| Ca       | -                         |
| K        | 151.35 ± 7.4              |
| Mg       | 41.41 ± 1.3               |
| Mn       | 0.14 ± 0.0                |
| Fe       | -                         |
| Zn       | 0.34 ± 0.0                |
| P        | 13.64 ± 0.4               |

<sup>1)</sup>Data represent mean ± SD of three replicates.

마. 관능적 특성

맥문동 열수추출물의 관능적 특성을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 열수추출물은 연한 밝은 황색을 띠며 점조한 성질이 높았다. 신맛은 3.06점으로 보통 수준이었으며, 쓴맛은 1.64점으로 그 강도가 낮았으나 떫은맛은 2.86점으로 비교적 높았다. 색상에 대한 기호도는 3.57점으로 보통수준으로 평가되었으며 종합적인 기호도는 2.50점으로 비교적 낮게 나타나 기능성 음료로서 이용할 경우 기호도 향상을 위한 대책이 요망되었다.

Table 5. Sensory evaluation of hot water extract from *Liriopsis* tuber

| Attributes <sup>1)</sup> | Hot water extract         |
|--------------------------|---------------------------|
| Viscosity                | 2.81 ± 0.24 <sup>2)</sup> |
| Sweet taste              | 3.40 ± 0.13               |
| Bitter taste             | 1.64 ± 0.28               |
| Astringent taste         | 2.86 ± 0.27               |
| Sour taste               | 3.06 ± 0.10               |
| Acceptability for color  | 3.57 ± 0.23               |
| Overall acceptability    | 2.50 ± 0.17               |

<sup>1)</sup>Degrees of viscosity, sweet taste, bitter taste, sour taste and astringent taste were evaluated from very low (1 point) to very strong (5 points) and acceptability for color and overall acceptability was evaluated from very poor (1 point) to very good (5 points).

<sup>2)</sup>Data represent mean ± SD of triplicates.

#### 4. 요약

맥문동 열수추출물의 일반 성분함량과 관능적 특성을 조사하였다. 건조, 분쇄한 맥문동에 4배량의 물을 가하여 3시간동안 가열추출한 추출액은 total soluble solid 15.95%, total sugar 13.15%, 비환원당 6.54%, total saponins 1.73%를 함유하며, 회분함량은 0.33%, 단백질은 0.40% 함유하였다. 주요 유기산으로는 succinic acid 111.48 mg%, malic acid 23.67 mg% 및 acetic acid 18.36 mg% 였다. 가장 많이 함유된 유리아미노산은 hydroxyproline으로 열수추출물에는 1290 µg%, glutamic acid는 456.2 µg% 였다. 주요 무기질로는 칼륨이 151.35 mg%로 가장 많았다. 맥문동 열수추출물은 쓴맛이 없으며, 보통정도의 단맛과 신맛을 지니며 약간의 짙은맛을 띠었다.

## 5. 참고문헌

1. Lee, D.Y., Son, K.H., Do, J.C. and Kang, S.S. : Two new steroidal saponins from the tuber of *Liriope spicata*. *Arch. Pharm. Res.*, 12, 295-299 (1989)
2. Tomoda, M. and Kato, S. : Water soluble carbohydrates of *Ophiopogonins* tuber. II. Purifications, properties and structures of three oligosaccharides. *Chem. Pharm. Bull.*, 16, 113-116 (1968)
3. Tada, S., Saitoh, T. and Shoji, J. : Studies on the constituents of *Ophiopogonins* tuber. VII. Synthetic studies of homoisoflavonoids. *Chem. Pharm. Bull.*, 28, 2487-2493 (1980)
4. Watanabe, Y., Sanada, S., Ida, Y. and Shoji, J. : Comparative studies on the constituents of *Ophiopogonins* tuber and its congeners. III. Studies on the constituents of the subterranean part of *Ophiopogon ohwii* O. and *O. jaburan* L. *Chem. Pharm. Bull.*, 32, 3994-4002 (1984)
5. Shogakukan : Encyclopedia of Chinese drugs, Shanghai Science & Technology Press, Tokyo, Vol 3, p.2105-2109 (1985)
6. Shibata, M., Noguchi, R., Suzuki, M., Iwase, H., Soeda, K., Niwayama, K., Kataoke E. and Hamano, M. : Pharmacological studies on medicinal plant components. I. On the extracts of *Ophiopogon* and some folk medicine. *Proc. Hoshi Pharm.*, 13, 66-76 (1971)
7. Back, N.I., Cho, S.J., Bang, M.H., Lee, I.Z., Park, C.G., Kim, M.S., Kim, K.S. and Sung, J.D. : Cytotoxicity of steroid saponins from the tuber of *Liriope platyhylla* W.T.. *Agri. Chem. and Biotechnol.*, 41, 390-394 (1998)
8. Kim, S.D., Ku, S.Y., Lee, I.Z., Kim, M.K. and Parr, I.K. : Major components in fermented beverages of *Liriope* tuber. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 10, 25-30 (2000)
9. AOAC : *Official methods of analysis*. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., chapter 43, p.2 (1995)

10. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F. : Colorimetric method for determination of sugar and related substance. *Anal. Chem.*, 28, 350-352 (1956)
11. Miler, G.L. : Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, 31, 426-428 (1959)
12. Lowry, O.H. and Rosebrough, N.J. : Protein measurement with the folin-phenol reagents. *J. Biol. Chem.*, 193, 256-265 (1951)
13. Namba, T., Yashijaki, M., Tominori, T., Kobashi, K., Mitsui, K. and Hase, J. : Fundamental studies on the evaluation of the crude drug.(III) Chemical and biochemical evaluation of ginseng and related crude drugs. *Yakugaku Zasshi*, 94, 252-260 (1974)
14. Fujita, M., Tokawa, H. and Shibata, S. : Chemical Studies on ginseng. *Yakugaku Zasshi*, 82, 1634-1638 (1962)
15. Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woolsey, A. and Singlerton, R.C. : Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technol.*, 28, 24-29 (1974)
16. Shoga, D. Maimendong. Dictionary of Chinese medicine. 3, 2106-2107, Shokagakukwan, Tokyo, Japan (1985)
17. Lee, D.Y., Son, K.H., Do, J.C. and Kang, S.S. : Two new steroidal saponins from the tubers of *Liriope spicata*. *Arch. Pharm, Res.*, 12, 295-299 (1989)
18. Chung, I.M. and Kim, J.T. : Screening of biological active compounds and identification from major cultivated medicinal plants. 2. Isolation, identification and quantitative analysis on *Liriope plathyphylla*. *RDA. J. Agri. Sci. (Post Doc.)*, 37, 169-173 (1995)
19. Bushway R.J., Bureau, J.L. and Mcgann, D.F. : Determinations of organic acids in potatoes by high performance liquid chromatography. *J. Food Sci.*, 49, 75-78 (1984)
20. Youn, K.W., Lee, J.H. and Choi, Y.H. : Changes in free sugar and organic acid in osmotic dehydration process of apples. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 1095-1103 (1996)

21. Kim, Y.D. and Yang, W.M : Studies on the components of wild vegetables in Korea. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 15, 10-16 (1986)
22. Kozukue, E., Kozukue, N. and Kurosaki, T. : Organic acid and amino acid composition of bamboo shoots. *J. Food Sci.*, 48, 935-938 (1983)
23. Murakami, T., Nagasawa, M., Inatomi, H., Tachi, Y., Ikeda, K. and Satake, T. : Studies on the water soluble constituents of crude drugs. V. On the free amino acids isolated from *Radix trichosanthis*. *Syoyakugaku Zasshi*, 19, 11-12 (1965)
24. Hwang, J.B., Yang, M.O. and Shin, H.K. : Survey for approximate composition and mineral content of medicinal herbs. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 671-679 (1997)

## 제 2 절 반응표면분석법에 의한 맥문동 열수추출조건 최적화

### 1. 서 설

맥문동 (*Liriope spicata*)은 백합과의 다년생 초본식물로서 괴경은 혈당강하, 당뇨예방 및 항 염증작용이 있으며(1), 한방에서는 보허약제로서 양음윤폐, 익위생진, 청심제번 및 거담, 진해, 자양, 강장, 이뇨, 지갈 등에 이용하고, 온경탕, 감초탕, 청심연자식, 맥미지황탕, 증액탕, 생맥산 등에 활용되고 있다. 주요 성분으로는 steroid계 saponin인 ophiopoginin A, B, C, D, B', C', D'을 비롯하여 ophiopogonone A, B, methylophiopogonone A, B, ophiopogonanone A, methylophiopoginanone A, B 등의 homo-isoflavonoid 류가 함유되어 있으며, 그 외  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol,  $\beta$ -sitosterol glucoside, oligosaccharides 등의 다양한 polysaccharides가 함유되어 있다(2-4).

한방에서 맥문동의 주요성분을 추출할 경우 맥문동에 2배의 물을 가해 2~3시간 달여 반으로 농축하여 사용하고 있다. 그러나 맥문동을 달일 경우 주요성분의 추출과 분해가 함께 진행되며 추출시간이 길면 절대 추출량은 많아지나 주요성분의 분해율이 높아지게 되어 효능이 약해지는 단점이 있다. 전통적인 추출법은 맥문동의 주요 성분 중 기능성 성분으로 알려진 올리고당과 steroid계 saponin의 추출과 분해에 대한 과학적 근거가 낮은 방법으로 이에 대한 연구가 요망되고 있다. 맥문동은 다기능성의 식·약 재료로서 이를 이용한 탕이나 음료를 제조할 경우 그 주요 성분들의 추출을 최대로 할 수 있는 추출방법의 확립은 매우 중요한 과제이다.

본 연구에서는 맥문동의 주요 기능성 성분인 올리고당이 포함된 당류와 스테로이드사포닌을 비롯한 몇 주요 성분의 함량을 높일 수 있는 추출법을 확립할 목적으로 반응표면분석법에 의한 맥문동 열수추출 공정의 최적화를 시도하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 재 료

본 실험에 사용된 맥문동(*Liriope spicata* Lour No. 1) 괴경은 영남농업시험장에서 재배한 것으로 껍질을 벗겨낸 후 60°C에서 열풍건조시킨 건근을 50 mesh 입도로 파쇄하여 사용

하였다.

#### 나. 고형분 측정

각 조건별로 추출한 시료의 고형분 측정은 맥분동 추출액 10 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105℃에서 증발 건조시킨 후 그 무게를 측정하였으며, 추출액 조제에 사용된 용매비에 대한 백분율로서 고형분 수율(%)을 나타내었다.

#### 다. 회분, 조지방 측정

회분은 건식회화법(5)으로 분석하였으며, 조지방은 맥분동 추출액 10 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105℃에서 증발건조시킨 후 그 시료에다 ethyl-ether을 일정량 취하여 농축시켜 조지방을 얻은 다음 50~60℃의 건조기에서 항량이 될 때까지 건조하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

#### 라. 조사포닌 측정

Ando 등(6)의 방법에 따라 추출액을 여과(Whatman No. 3)한 후, 분액깔대기에 시료를 취한 다음 시료량과 동일한 량의 ethyl-ether로 3회 세척하여 지용성 성분을 제거하였다. 수층에 수포화 n-butanol을 시료량과 동일량으로 3회 가하여 분리하고, n-butanol층을 농축시켜 건조하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

#### 마. Brix, 전당, 환원당 및 비환원당의 측정

추출액의 Brix 측정은 당도계(Atago No. 1, Japan)을 사용하여 측정하였고, 전당 측정은 phenol-sulfuric acid 법(7)으로, 환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색방법(8)에 의해 분광광도계를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하여 glucose양으로 환산하였다. 비환원당은 전당에서 환원당을 제한 값으로 하였다.

#### 바. 색상측정

색상은 추출한 시료를 색차계(Minolta CR-200, Japan)을 사용하여 Hunter value(L, a, b value)와 hue angle을 3회 반복측정하여 평균값을 나타내었다.

사. 열수추출조건의 최적화

반응표면분석법을 이용하여 열수추출공정의 최적화를 실시하였다. 즉, 열수추출시 추출 시간(boiling, time;  $X_1$ )과 용매비(solvent ratio;  $X_2$ )를 요인변수로 하여 Table 1과 같이 -2, -1, 0, +1, +2의 다섯 단계로 부호화하였다. 또 열수추출 후 품질특성에 관련된 반응변수( $Y_n$ )로는 고형분함량( $Y_1$ ), 조지방( $Y_2$ ), 회분( $Y_3$ ), 조사포닌( $Y_4$ ), 환원당( $Y_5$ ), 비환원당( $Y_6$ ), brix( $Y_7$ )였으며 2개의 요인변수를 5수준으로 하는 중심합성법에 의하여 실험영역을 설계하여 10개의 선정된 조건에서 실험을 실시하였다. SAS(statistical analysis system)의 RSREG procedure를 사용하여 맥문동의 열수추출시 효율이 최대가 되게 하는 최적조건을 설정하는 최적화를 시도하였다.

Table 1. Levels of extraction conditions in experimental design for extraction from *Liriope spicata* tuber

| $X_i$ | Extraction condition        | Level |    |   |   |   |
|-------|-----------------------------|-------|----|---|---|---|
|       |                             | -2    | -1 | 0 | 1 | 2 |
| $X_1$ | Boiling time (hr)           | 1     | 2  | 3 | 4 | 5 |
| $X_2$ | Solvent ratio (mL/sample g) | 2     | 3  | 4 | 5 | 6 |

Table 2. Experimental data for extractable solid, crude lipid, ash, total steroid saponin, reducing sugar, non-reducing sugar and brix for different coded values of treatment conditions (see Table 1)

| No. | Boiling time | Solvent ratio | ES (%) | CL (%) | AS (%) | TS (%) | RS (%) | NS (%) | BX (°) |
|-----|--------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1   | 2            | 3             | 19.79  | 0.11   | 0.61   | 2.48   | 6.8    | 7.67   | 19.0   |
| 2   | 2            | 5             | 13.15  | 0.16   | 0.30   | 1.31   | 4.2    | 6.33   | 12.8   |
| 3   | 4            | 3             | 19.47  | 0.06   | 0.41   | 2.14   | 8.2    | 6.13   | 17.6   |
| 4   | 4            | 5             | 11.25  | 0.26   | 0.23   | 1.58   | 5.7    | 3.54   | 11.0   |
| 5   | 3            | 4             | 16.28  | 0.44   | 0.36   | 2.26   | 6.6    | 5.12   | 16.6   |
| 6   | 3            | 4             | 16.92  | 0.51   | 0.26   | 1.83   | 6.4    | 4.38   | 16.2   |
| 7   | 5            | 4             | 13.12  | 1.41   | 0.29   | 2.17   | 9.6    | 1.84   | 13.6   |
| 8   | 1            | 4             | 14.62  | 0.00   | 0.32   | 1.79   | 3.6    | 8.38   | 14.8   |
| 9   | 3            | 6             | 7.40   | 0.00   | 0.19   | 1.17   | 3.1    | 2.79   | 7.6    |
| 10  | 3            | 2             | 23.45  | 0.98   | 0.52   | 4.78   | 13.8   | 4.15   | 24.6   |

Abbreviations : ES, extractable solid; CL, crude lipid; AS, ash; TS, total steroid saponin; RS, reducing sugar; NS, non-reducing sugar; BX, brix degree.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 가열시간과 용매비에 따른 추출액의 품질 변화

일반적으로 열수추출액의 품질은 용매비와 가열시간에 따라 좌우된다(9). 용매비가 지나치게 적으면 고농도의 추출액을 만들 수 있으나 수율이 낮은 단점이 있으며, 용매비가 높으면 수율은 높으나 묽은 추출액이 되어 품질이 떨어지는 문제점이 있다. 또, 추출을 위한 가열시간이 짧거나 너무 길 경우도 동일한 결과를 초래한다. 맥문동의 열수추출시 용매비를 2~6배로 하고 추출시간을 1~5시간으로 하였을 때 추출액내의 고형물량에 미치는 영향을 반응표면분석한 결과(Fig. 1), 고형분 함량은 낮은 용매비에서 높은 함량을 보여 추출액량은 적지만 고농도의 추출액을 얻을 수 있었으며 등고선도를 분석해 본 결과 고형분의 농도 차는 용매비에 거의 비례하는 것으로 나타났다. 하지만 추출시간에 대해서는 큰 영향을 보이지 않았으나 3시간의 가열시간에서 높은 고형분 함량을 보여 적절한 가열시간으로 할 수 있었다.

사포닌함량은 고형분 함량의 경우와 마찬가지로 낮은 용매비에서는 높은 값을 보였으며,

용매비가 증가할수록 급격히 감소하였으나, 시간에 대하여는 큰 영향을 보이지 않았다. 그러나 용매비가 높아질 경우 가열시간이 증가함에 따라 사포닌의 함량이 높아지는 경향을 보였는데(Fig. 2) 이러한 경향은 사포닌이 비수용성이나 가열시간이 길어짐에 따라 용출량이 증가되는 때문이라 생각된다. 열수추출시 비수용물질의 용출이 가열시간의 경과에 따라 증가현상은 단백질 등과 같은 양성전해질의 용출과 관련이 있는 것으로 생각된다.

환원당의 함량은 낮은 용매비일수록, 그리고 가열시간이 증가할수록 높은 함량을 보였으며, 가열시간보다는 용매비에 대한 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 비환원당 함량의 경우에도 가열시간이 증가함에 따라 함량이 낮아졌으며, 4배의 용매비에서 가장 높은 함량을 보았다. 그러나 비환원당의 경우 낮은 용매비에서는 가열시간에 따라 약간의 감소가 있었으나, 용매비가 높을 경우 가열시간이 증가할수록 함량의 감소가 많아졌다. 이는 가열시간의 증가로 인하여 비환원당이 환원당으로 분해되는 것으로 생각되며 대부분이 올리고당일 것으로 추정되는 비환원당의 분해를 막을 수 있는 적절한 추출조건의 확립이 요구된다고 할 수 있다(Fig. 3, 4).

정 등<sup>(10)</sup>은 한국산 맥문동(*Liriope spicata* Lour No. 1)에 함유된 대부분의 탄수화물이 올리고당이며, 약 57%정도 함유한다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서의 비환원당의 대부분이 올리고당일 것으로 추정된다.

Brix는 용매비가 높아질수록 비례적으로 농도가 낮아지고 가열시간에 따라서는 큰 영향을 보이지 않았으나, 3시간정도의 추출시간에서 약간 높은 함량을 보여 고형분 함량과 유사한 경향을 보였다(Fig. 5).

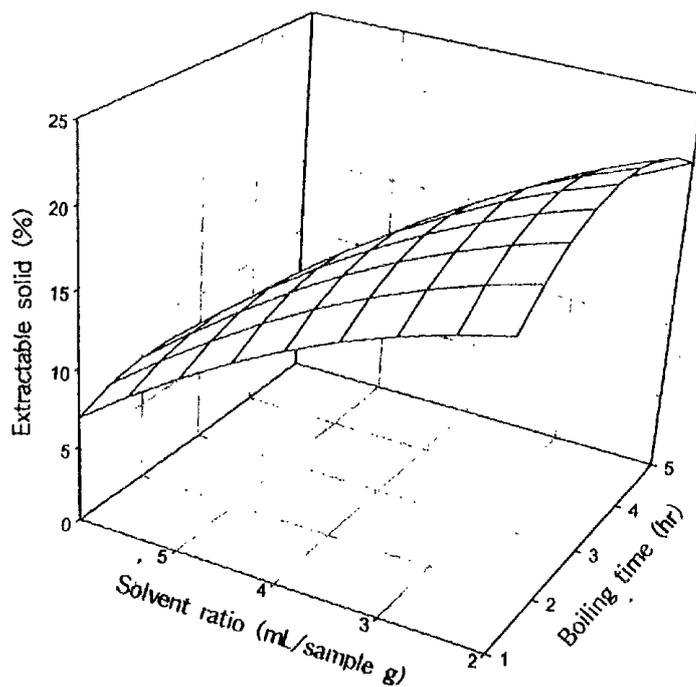


Fig. 1. Response surface for extractable solid of solvent ratio and boiling time during extraction of *Liriopsis* tuber.

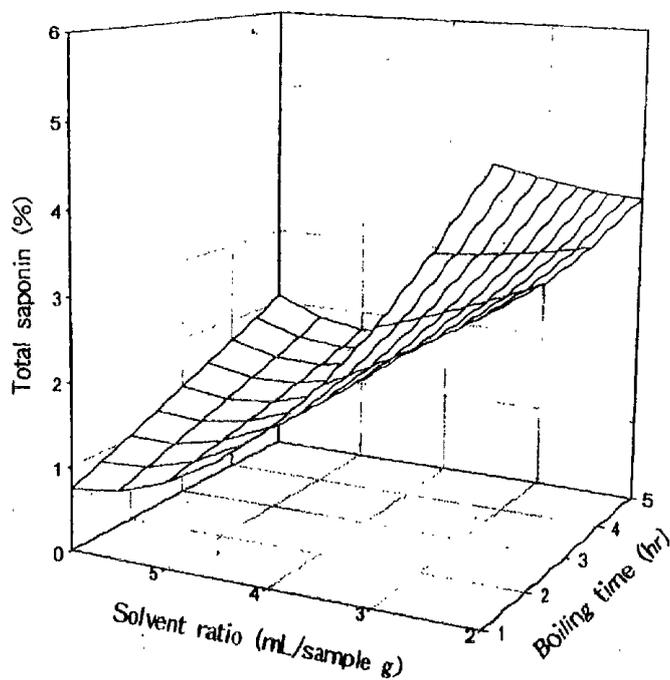


Fig. 2. Response surface for total steroid saponin of solvent ratio and boiling time during extraction of *Liriopsis* tuber.

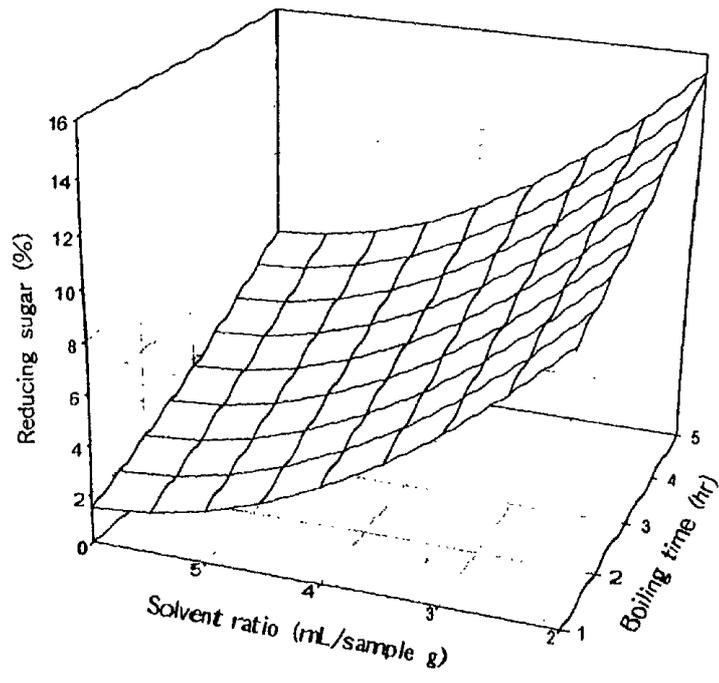


Fig. 3. Response surface for reducing sugar of solvent ratio and boiling time during extraction of *Liriope spicata* tuber.

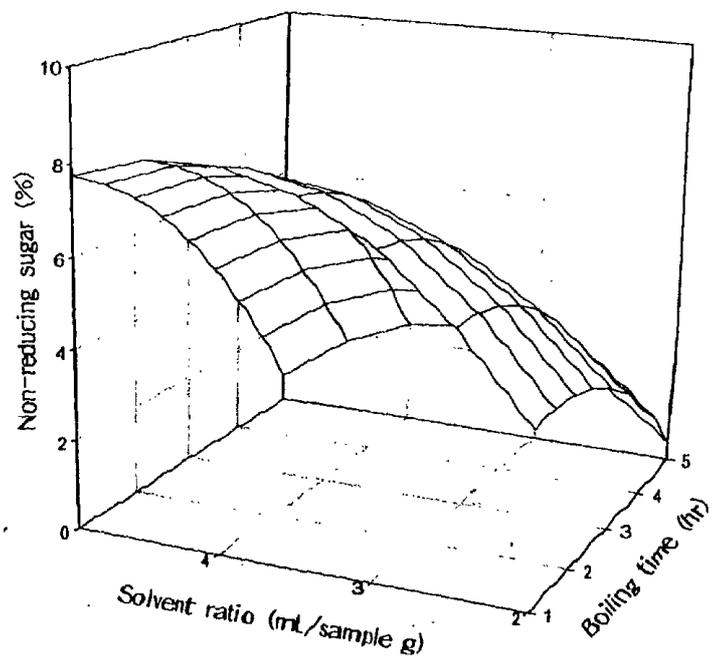


Fig. 4. Response surface for non-reducing sugar of solvent ratio and boiling time during extraction of *Liriopsis* tuber.

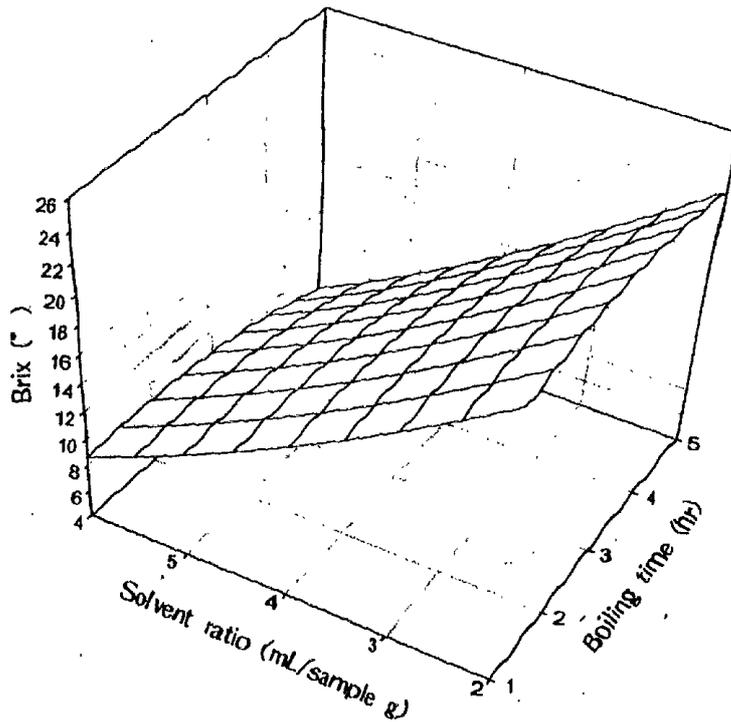


Fig. 5. Response surface for brix of solvent ratio and boiling time during extraction of *Liriope spicata* tuber.

#### 나. 추출조건의 최적화

맥문동 열수추출공정의 최적조건을 찾기 위하여 Table 2의 실험결과를 이용하여 반응표면분석법에 의해 수립된 2차 회귀모형에 적용하여 얻은 회귀계수값들을 Table 3에 나타내었다. 이들 계수값을 이용함으로써 반응변수의 예측은 물론 반응표면의 형성도 가능하다 (11). 이들 요인 변수 중 조지방과 회분의 함량에 대하여는 유의성이 없었으나 그 외의 반응 변수들에 대하여는 비교적 높은 결정계수값을 가져 2차식의 회귀식으로 예측이 가능함을 보였다.

각 반응변수에 미치는 독립변수의 영향을 살펴본 결과를 Table 4에 나타내었다. 가열시간 보다는 용매비가 더 중요한 변수로 작용하였으며, 가열시간은 고형분 함량에 대해서만 유의성이 있는 것으로 나타났다. 그러나 조지방과 회분함량과는 유의성이 없는 것으로 나타나 Table 3의 낮은 결정계수값과 관련이 있음을 보였다.

회귀식에 대하여 분산분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 열수추출액의 고형분함량이나 brix에 대하여는 1% 이내의 유의수준을 나타내었으며, 그 외 조사포닌, 환원당과 비환원당 함량에 대해서는 5% 내의 유의 수준을 나타내었으나 조지방이나 회분함량에 대하여는 수립된 회귀식에 대하여 유의성이 인정되지 않았다. 수립된 2차회귀식에 대한 적합성 결여분석 결과 반응변수 모두 유의성이 없어( $p>0.05$ ) 수립된 반응표면 모형이 통계적으로 유의하다고 할 수 있으나 대부분의 반응변수 모두 1차 항만으로도 회귀식을 수립할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Regression coefficients of second order polynomials<sup>a)</sup> representing relationships between indicated response variables ( $Y_n$ ) and independent variables of boiling time (i or j=1), solvent ratio(i or j=2)

| Coefficients   | ES(%) | CL(%) | AS(%) | TS(%) | RS(%) | NS(%) | BX(° ) |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\beta k_0$    | 14.81 | 1.83  | 1.25  | 10.76 | 20.89 | -9.25 | 31.98  |
| $\beta k_1$    | 6.14  | -0.42 | -0.12 | -0.62 | 0.65  | 1.40  | 1.53   |
| $\beta k_2$    | 0.82  | -0.51 | -0.24 | -3.28 | -6.63 | 8.13  | -5.27  |
| $\beta k_{11}$ | -0.83 | 0.09  | -0.01 | 0.01  | 0.08  | -0.27 | -0.27  |
| $\beta k_{12}$ | -0.39 | 0.04  | 0.03  | 0.15  | 0.03  | -0.31 | -0.10  |
| $\beta k_{22}$ | -0.44 | 0.03  | 0.01  | 0.26  | 0.54  | -0.93 | 0.21   |

$$^a) Y_n = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \beta_{ij} X_i X_j + \epsilon.$$

Abbreviations: ES, extractable solid; CL, crude lipid; AS, ash; TS, total steroid saponin; RS, reducing sugar; NS, non-reducing sugar; BX, brix degree.

Table 4. Analysis of variance showing significance of effects of processing variables on extractable solid, crude lipid, ash, total steroid saponin, reducing sugar, non-reducing sugar and brix

| Process variables | DF | ES(%)    | CL(%) | AS(%) | TS(%) | RS(%)  | NS(%) | BX(° )   |
|-------------------|----|----------|-------|-------|-------|--------|-------|----------|
| Bolliing time     | 3  | 14.41*   | 0.81  | 0.01  | 0.13  | 18.61  | 26.83 | 3.83     |
| Solvent ratio     | 3  | 187.67** | 0.27  | 0.12  | 7.89* | 63.43* | 15.22 | 183.28** |

Abbreviations : ES, extractable solid; CL, crude lipid; AS, ash; TS, total steroid saponin; RS, reducing sugar; NS, non-reducing sugar; BX, brix degree.

\*Significant at 5%

\*\*Significant at 1%

Table 5. Analysis of variance showing effects of treatment variables as linear or quadratic terms and interaction (cross product) effects on response variables, extractable solid, crude lipid, ash, total steroid saponin, reducing sugar, non-reducing sugar and brix

| Source                     | DF | ES(%)          |         | CL(%)          |         | AS(%)          |         | TS(%)          |         | RS(%)          |         | NS(%)          |         | BX(° )         |         |
|----------------------------|----|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
|                            |    | sum of squares | Prob> F |
| Model                      | 5  | 198.22         | 0.0004  | 1.06           | 0.5423  | 0.13           | 0.1273  | 8.21           | 0.0502  | 82.63          | 0.0329  | 41.18          | 0.0514  | 188.80         | 0.0054  |
| Linear                     | 2  | 186.04         | 0.0001  | 0.93           | 0.2441  | 0.12           | 0.0388  | 6.71           | 0.0183  | 77.02          | 0.0094  | 25.84          | 0.0939  | 185.13         | 0.0013  |
| Quadratic                  | 2  | 11.55          | 0.0224  | 0.12           | 0.7763  | 0.003          | 0.8488  | 1.40           | 0.1838  | 5.61           | 0.3549  | 14.94          | 0.1877  | 3.63           | 0.4347  |
| Cross product              | 1  | 0.62           | 0.3301  | 0.01           | 0.0883  | 0.01           | 0.4897  | 0.09           | 0.5840  | 0.00           | 0.9789  | 0.39           | 0.7302  | 0.04           | 0.8873  |
| Resiual                    | 4  | 2.03           |         | 0.91           |         | 0.03           |         | 1.05           |         | 8.26           |         | 11.42          |         | 7.02           |         |
| Lack of fit                | 3  | 0.32           | 0.9718  | 0.91           | 0.0661  | 0.02           | 0.5108  | 0.96           | 0.3719  | 8.24           | 0.0626  | 7.01           | 0.7368  | 3.64           | 0.8062  |
| Pure error                 | 1  | 1.71           |         | 0.002          |         | 0.01           |         | 0.09           |         | 0.02           |         | 4.41           |         | 3.38           |         |
| Variability explained (R2) |    | 0.9898         |         | 0.5381         |         | 0.8114         |         | 0.8864         |         | 0.9091         |         | 0.8829         |         | 0.9641         |         |

Abbreviations : ES, extractable solid; CL, crude lipid; AS, ash; TS, total steroid saponin; RS, reducing sugar; NS, non-reducing sugar; BX, brix degree.

#### 다. 최적조건의 선정

반응표면분석법은 그래프로서 최적화를 이루는 한 방법이므로 등고선도를 이용하여 최적 조건을 결정할 수 있다(12). 그러나 각 변수들의 반응표면은 정확하게 일치하지 않으므로 적절한 제한조건을 필요로 하게 된다. 주어진 실험조건내에서 예비실험을 통해 얻어진 결과를 바탕으로 제한영역을 설정하고, 각 조건이 일치하는 지역을 중첩되는 contour map으로 구하고자 하였다(Fig. 6). 맥문동 열수추출 음료의 제조를 위한 열수추출액의 품질을 높이기 위하여 고형분 함량은 15~18%, 조사포닌 함량은 1.5~2.0%, 환원당과 비환원당은 각각 6~8%, 6~7% 그리고 brix는 13~15 °로 하는 제한 조건을 설정하였다. 이러한 제한조건을 만족하는 영역의 맥문동의 열수추출조건은 Table 6에서와 같이 가열시간은 3시간, 4배정도의 용매비로 결정할 수 있었다. 전통적인 방법으로는 맥문동 가미방의 경우 병상에 따라 차이가 있으나 가열추출한 후 사용한 물의 부피를 기준으로 40~70% 범위로 농축하여 사용하며 (13), 대황감초탕<sup>(14)</sup>의 경우는 용매비를 21로 하여 30분간 비등 추출한 후 여과하고 약 10배의 물로 잔유물을 씻어낸 다음 추출액과 세액을 합하여 1/3으로 농축하는 것으로 알려져 있다.

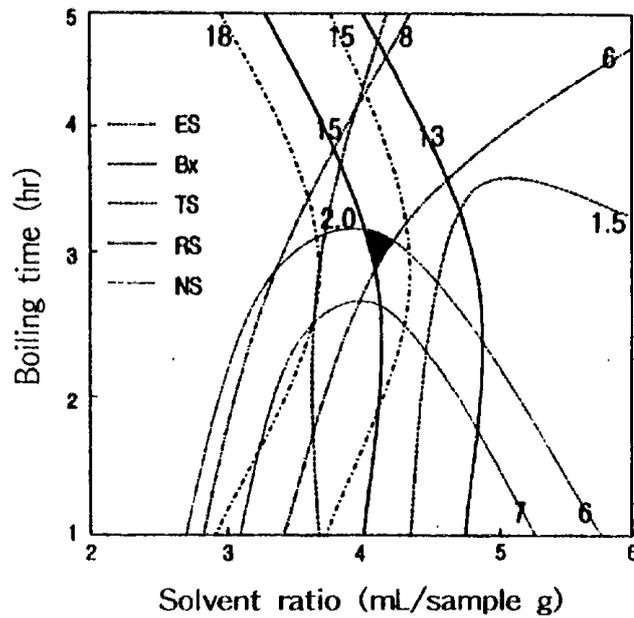


Fig. 6. Contour plots of extractable solid, 15~18%; total saponin, 1.5~2.0 %; reducing sugar, 6~8%; non- reducing sugar, 6~7% and brix, 13~ 15% are superimposed of boiling time and solvent ratio for hot water extraction of *Liriopsis* tuber.

Table 6. Optimum extraction conditions for maximum responses of extractable solid, crude lipid, ash, total steroid saponin, reducing sugar and non-reducing sugar and brix of *Liriopsis* tuber by superimposing their contour maps

| Extraction condition        | Range of optimum condition | Optimum condition |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|
| Boiling time (hr)           | 2.7~3.1                    | 3                 |
| Solvent ratio (mL/sample g) | 3.8~4.2                    | 4                 |

#### 4. 요약

맥문동의 주요 기능성 성분인 올리고당이 포함된 비환원당과 환원당, 총스테로이드사포닌, 고형분, 조지방 및 brix를 고려한 최적 열수추출조건을 얻기 위하여 용매비(2~6배)와 가열시간(1~5시간)을 독립변수로하여 반응표면 분석법으로 최적화하였다. 가용성 고형분 함량은 용매비가 증가할수록 감소하였으며 가열시간은 3시간에서 가장 높았다. 스테로이드 사포닌함량은 낮은 용매비에서 높은 값을 보였으며, 용매비가 높아질 경우 가열시간이 증가함에 따라 높아지는 경향을 보였다. 비환원당 함량은 낮은 용매비에서는 가열시간에 따른 큰 변화가 없으나 용매비가 높을 경우 가열시간이 증가할수록 함량이 낮아졌다. 고형분 함량 15~18%, 조사포닌 함량 1.5-2.0%, 환원당과 비환원당 각각 6~8%, 6~7% 및 brix를 13~15 °를 제한 조건으로 하는 맥문동의 열수추출조건은 가열시간은 3시간, 용매비는 4배 이었다.

#### 5. 참고문헌

1. Shibata, M., Noguchi, R., Suzuki, M., Iwase, H., Soeda, K., Niwayama, K., Kataoke, E. and Hamano, M. Pharmacological studies on medicinal plant components. I. On the extracts of *Ophiopogon* and some folk medicine. Proc. Hoshi Pharm. 13: 66-76 (1971)
2. Tomoda, M. and Kato, S. Water soluble carbohydrates of *Ophiopogonins* tuber. II. Purifications, properties and structures of three oligosaccharides. Chem. Pharm. Bull. 16: 113-116 (1968)
3. Tada, S., Saitoh, T. and Shoji, J. Studies on the constituents of *Ophiopogonins* tuber. VII. Synthetic studies of homoisoflavonoids. Chem. Pharm. Bull. 28: 2487-2493 (1980)
4. Watanabe, Y., Sanada, S., Ida, Y. and Shoji, J. Comparative studies on the constituents of a *Ophiopogonins* tuber and its congeners. III. Studies on the constituents of the subterranean part of *Ophiopogon ohwii* O. and *O. jaburan* L. Chem. Pharm. Bull. 32: 3994-4002 (1984)

5. AOAC Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1995)
6. Ando, T., Tanak, O. and Shibata, S. Chemical studies on the oriental plants drugs(XXV). Compartative studies on the saponins and sapogenins of Ginseng and realted crude drugs. *Syoyakugaku Zasshi*. 25: 28-32 (1971)
7. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substance. *Anal. Chem.* 28: 350-352 (1956)
8. Miler, G.L. Use of dimitrosaclicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31: 426-428 (1959)
9. Lee, B.Y., Kim, E.I., Choi, H.D., Kim, Y.S., Kim, I.H. and Kim, S.S. Physico-chemical properties of Boxthorm(*Lycii fructus*) hot water extrcats by roasting condition. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 768-772 (1995)
10. Chung, I.M. and Kim, J.T. Screening of biological active compounds and identification from major cultivated medicinal plants. 2. Isolation, identification and quantitative analysis on *Liriope plathyphylla*. *RDA. J. Agri. Sci. (Post Doc.)* 37: 169-173 (1995)
11. Oh, H.L., Oh, S.J. and Kim, J.M. Optimization of crude papain extraction from papaya latex using response surface methodology. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 509-515 (1997)
12. Youn, K.S. and Choi, Y.H. Optimization for the process of Osmotic dehydration of carrots using response surface methodology. *Food Engineering Progress.* 1: 35-41 (1997)
13. Shoga. D. Maimendong. Dictionary of Chinese medicine. Vol. 3, pp.2106-2107, Shokagakukwan, Tokyo, Japan (1985)
14. Miyawaki, Y., Chin, M., Yagi, T., Yamauch, K. and Kuwano, S. Purgative acitivity of Daio-kanzo-to (Da-Huang-Gan-Cao-Tang) in rats-potentiating effect of glycyrrhiza on the purgative action of rhubarb. *J. Med. Pharm. Soc. Wakanyaku.* 10: 97-103 (1993)

### 제 3 절 맥문동 발효음료의 주요 화학성분에 관한 연구

#### 1. 서 설

맥문동은 백합과에 속하는 다년생 상록초본식물로 우리 나라를 비롯한 중국, 일본 등의 동아시아권 나라에서는 약용으로 재배되고 있다. 맥문동은 개맥문동(*Liriope spicata* L.) 과 소엽맥문동(*Ophiopogon japonicus* K.-G.)으로 나뉘며 주요성분으로는 steroid계 saponin 인 ophiopoginin A, B, C, D, B', C', D'을 비롯하여 ophiopogonone A, B, methylophiopogonone A, B, ophiopogonanone A, methylophiopoginanone A, B 등의 homo-isoflavonoid 류가 함유되어 있으며, 그 외  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol,  $\beta$ -sitosterol glucoside, oligosaccharides 등의 다양한 polysaccharides가 함유되어 있다(1~3). 또, 효능으로는 혈당강하, 항염증작용, 항당뇨 및 항암효과가 있는 것으로 알려져 있으며(4, 5), 과잉섭취에 의한 독성이 없어 식품으로 널리 이용될 수 있는 소재이나 그 활용도 면에서는 온경탕, 감초탕, 청심연자식, 맥미지황탕, 증액탕, 생맥산 등 한방에서 활용되고 있는 정도에 불과한 실정이다(4). 본 연구에서는 맥문동을 이용한 다양한 음료의 생산을 위한 기초적 자료를 마련할 목적으로 맥문동으로 제조한 감주와 식초의 주요성분의 함량을 비교하였다.

#### 2. 재료 및 방법

##### 가) 재 료

본 실험에 사용된 맥문동(*Liriope* Tuber No. 1) 괴경은 영남농업시험장에서 재배한 것으로 껍질을 벗겨낸 후 60℃에서 열풍건조시킨 건근을 50mesh 입도로 파쇄하여 사용하였다.

##### 나) 발효음료의 제조

감주제조는 맥아 분말과 맥문동 분말을 각각 25%농도로 조정하여 당화시켰다(6). 즉, 맥문동은 건근분말 2kg을 가압증자기에서 1시간동안 증자하여 냉각한 후 여기에 분쇄맥아 2kg에 5L의 물을 가하여 추출, 여과시킨 액과 물을 합하여 8L로 조정, 냉각장치가 부착된 당화조에 넣어 55℃에서 6시간 동안 당화시킨 후 동일장치를 사용하여 100℃에서 1시간동안 가

열한 것을 감주음료로 하였다.

맥문동 식초의 제조는 맥문동감주를 알코올발효시킨 후 정치법(7)에 의하여 초산발효 시켰다. 즉, 맥문동 감주(맥문동 25%, brix 16.6)를 알코올 농도 5.0%까지 발효시킨 후 정치법으로 25℃에서 20일간 발효시켰다. 이때 사용한 효모( $2.45 \times 10^9$  cells/ml, 10% 사용)는 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12634로 YPD 배지(8)에서 배양하여 원심분리한 후 균체를 증류수에 현탁하여 첨가하였으며 초산균주는 *Acetobacter aceti* CUTH-1(복숭아식초 병행목발효 특성) 균막 500g을 증류수로 세척하여 첨가하였다.

#### 다) 가용성 고형물

각 음료 20ml를 항량을 구한 칭량병에 취하여 105℃의 건조기에서 항량이 될 때까지 건조시킨 후 중량을 측정하여 %(w/v)로 나타내었다.

#### 라) 회분 및 조지방

회분은 회화법(9)으로 분석하였으며 조지방은 음료 20ml씩을 항량을 구한 수기에 취하여 105℃에서 충분히 건조시킨 후 ethyl ether로 추출하여 중량을 측정하였다.

#### 마) 전당, 환원당 및 단백질 함량

전당은 phenol-sulfuric acid 법(10)으로, 환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색방법(11)에 의해서 분광광도계를 사용하여 550nm에서 흡광도를 측정하여 glucose양으로 환산하였다. 비환원당은 전당에서 환원당을 제한 값으로 하였다. 단백질은 Lowry 법(12)으로 측정하였다.

#### 바) Total saponins

n-Butanol 추출법(13)에 따라 음료를 Whatman No. 3을 사용하여 여과한 후 분액깔대기에 옮겨 시료와 동량의 ethyl-ether로 3회 세척하여 지용성 성분을 제거하였다. 다음에 동량의 수포화 n-butanol을 가하여 추출하는 조작을 3회 반복하여 추출하여 이를 건조시켜 중량을 측정하였다.

#### 사) 유기산

휘발성 유기산 함량은 시료 2ml에 초순수 100ml를 넣어 교반기로 진탕하여 원심분리한 후 상층액을 membrane filter(0.45 $\mu$ m milipore)로 여과하였다. 여과액 5.7ml에 2% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.3ml를 혼합한 시료 2 $\mu$ l를 GC에 주입하였다. 이때 표준물질로는 acetic acid, propionic acid 및 butyric acid를 사용하였다. 측정조건은 instrument: Hewlett Packard 5890 series II, column: HP-20M(0.32mm $\times$ 25mm), temperature: 80 $^{\circ}$ C(5)-5 $^{\circ}$ C/min-150 $^{\circ}$ C(5min), detector : FID, injector temperature: 250 $^{\circ}$ C, detector temperature: 250 $^{\circ}$ C carrier gas: He (20ml/min), injection volumn: 1 $\mu$ l로 하였다. 비휘발성 유기산은 시료의 ethanol로 추출액을 감압·건고시켜 14% BF<sub>3</sub>/methanol 용액 2ml를 가하여 80 $^{\circ}$ C에서 30분간 methylation한 후 4ml의 포화 ammonium sulfate와 chloroform을 가하여 methylester 층을 chloroform으로 추출, 무수 sodium sulfate로 탈수하여 GC용 시료로 하였다. 측정조건은 instrument: Hewlett Packard 5890 Series II, column: HP-20M(0.32mm $\times$ 25mm), temperature: 50 $^{\circ}$ C(10)-10 $^{\circ}$ C/min-200 $^{\circ}$ C(5min), detector: FID, injector temperature: 250 $^{\circ}$ C, detector temperature: 250 $^{\circ}$ C, carrier gas: He (20ml/min), injection volumn: 1 $\mu$ l로 하였다.

#### 아) 무기질

ICP-AES(JY 38 Plus, France)를 이용하여 Ca, K, Mg, Mn, Na, Zn, Fe, P를 측정하였다. 측정조건은 frequency: 40.66 MHz, plasma gas flow: 12L/min, sheath gas flow: 0.2L/min, auxiliary gas flow: 0.1L/min, sample flow rate: 1L/min로 하였으며 각각 317.9, 769.9, 279.5, 279.5, 589.6, 213.9, 258.6 및 214.9nm에서 측정하였다.

#### 자) 유리아미노산

시료 15ml에 증류수 100ml를 가하여 혼합한 후 20% trichloroacetic acid(TCA) 15ml를 가하여 침전된 단백질을 원심분리하였다. 상층액에 40ml의 ethylether를 가하여 TCA와 지용성 물질을 제거한 후 수층을 40 $^{\circ}$ C에서 감압농축하였다. 다음에 0.2M sodium citrate buffer(pH 2.2) 용액으로 25ml되게 정용한 후 0.22 $\mu$ m membrane filter를 사용하여 여과, 아미노산 자동분석기로 분석하였다. 분석조건은 Ultrapac 11 cation exchange resin 250 mm, buffer solution: pH 2.80, pH 3.00, pH 3.15, pH 3.50, pH 3.55, lithium citrate buffer, buffer flow rate: 20ml/hr, ninhydrin flow rate: 20ml/hr, column temperature: 35-80 $^{\circ}$ C, chart speed: 2mm/min, injection volumn: 20 $\mu$ l이었다.

### 차) 통계처리

통계처리는 SPSS program을 사용하였으며 유의차는 ANOVA test를 이용하였고 Duncan's multiple range test에 의하여 유의성을 검증하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 가) 일반성분 및 total saponins

맥문동 감주를 알코올발효를 시킨 후 정치법에 의하여 25℃에서 초산발효시킨 결과 Fig. 1에서 보는바와 같이 발효 10일경에서부터 알코올농도가 급격히 떨어지는 반면 산도가 급격히 증가하였으며, 발효 20일째는 산도가 약 4%인 맥문동 식초를 얻을 수 있었다. Table 1에 서는 초산발효 시키기 전의 맥문동 감주와 이를 이용하여 만든 맥문동 식초의 일반성분 및 total saponins의 함량을 조사한 결과이다. 건조, 분쇄, 증자한 맥문동에 맥아추출액을 가 하여 6시간동안 당화시킨 맥문동 감주의 총고형물함량과 전당, 환원당 및 비환원당의 함량은 각각 10.67, 9.77, 5.10 및 4.67%(w/v)로 맥문동 감주를 발효시켜 얻은 식초보다 높은 경향으로 특히, 비환원당의 함량은 2.35배로 높았다. 회분과 단백질의 함량은 감주와 식초의 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며, 조지방은 식초에서 높은 함량을 나타내었으며, total saponins는 감주가 식초보다 35.6%가 높았다. 맥문동 식초에서 특히, 맥문동의 주요 기능성 성분인 올리고당(14)이 포함된 비환원당의 함량과 saponin의 함량이 낮은 것은 알코올발효 및 초산발효 과정 중에 미생물 또는 효소에 의한 분해가 이루어지기 때문이라 생각되나 이것이 본 실험에 사용한 미생물에 의한 것인지에 대하여는 앞으로의 연구가 요망된다. 맥문동에 함유된 대부분의 당류는 올리고당으로 그 함량은 약 57%가 된다고 하였으며(15), 지갈 및 항당뇨 등의 기능성을 나타낸다고 하였는데(4), 본 실험의 비환원당 부분에 포함된 것으로 생각된다. 또, 초산발효는 알코올발효를 선행함으로 사용균주에 의한 기질의 분해력이 없거나 적다하더라도 발효환경조건에 따라 기질의 분해 및 생성물의 함량에 상당한 차이가 나타나는 것으로 알려져 있다(16).

### 나) 유기산

맥문동 감주와 식초의 주요 유기산으로는 succinic acid, malic acid, acetic acid,

pyroglutamic acid, citric acid, lactic acid, propionic acid 이었으며, 식초에는 acetic acid 다음으로 lactic acid 및 succinic acid가 주산을 이루었다. 특히 초산발효중에 malic acid가 급감하는 반면 lactic acid와 succinic acid가 크게 증가하였다. 일반과일과 감자 등 근채류에는 citric acid 또는 malic acid가 주산(17)을 이루는데 비하여 맥문동의 경우는 succinic acid가 주산을 이루는 점이 특이하였다. 초산발효 중에는 acetic acid 외에 lactic acid, succinic acid, fumaric acid, pyroglutamic acid 등이 생성되는 현상은 일반 연구결과와 거의 일치하였다(18).

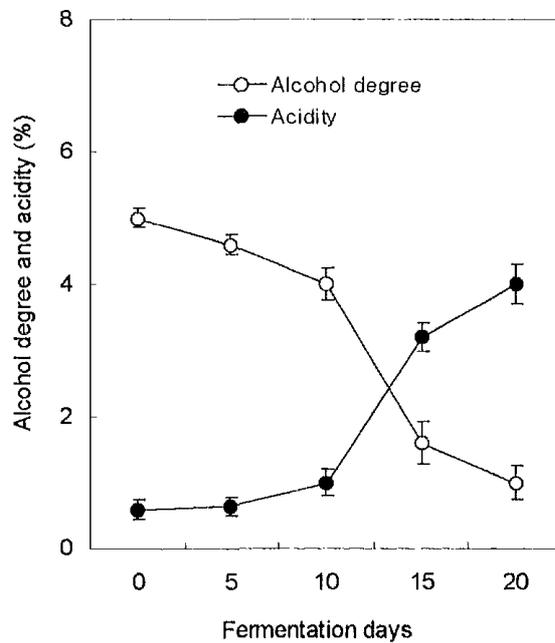


Fig. 1. Changes in alcohol degree and acidity during acetic acid fermentation of *Liriopsis* tuber.

Table 1. Content of total sugar, reducing sugar and total saponins in sweet drink and vinegar(fermented for 20 days at 25°C) prepared with *Liriopsis* tuber  
(g/100 ml)

| Minerals            | Sweet drink                  | Vinegar                  |
|---------------------|------------------------------|--------------------------|
| Total soluble solid | 10.67 ± 0.37 <sup>1)2)</sup> | 7.71 ± 0.29 <sup>a</sup> |
| Total sugar         | 9.77 ± 0.59 <sup>b</sup>     | 4.94 ± 0.12 <sup>a</sup> |
| Reducing sugar      | 5.10 ± 0.42 <sup>b</sup>     | 2.96 ± 0.11 <sup>a</sup> |
| Non reducing sugar  | 4.67 ± 1.31 <sup>b</sup>     | 1.98 ± 0.10 <sup>a</sup> |
| Ash                 | 0.40 ± 0.02 <sup>a</sup>     | 0.36 ± 0.02 <sup>a</sup> |
| Crude lipid         | 0.46 ± 0.03 <sup>a</sup>     | 0.80 ± 0.03 <sup>b</sup> |
| Total protein       | 0.44 ± 0.02 <sup>a</sup>     | 0.49 ± 0.03 <sup>a</sup> |
| Total saponins      | 0.80 ± 0.04 <sup>b</sup>     | 0.59 ± 0.02 <sup>a</sup> |

<sup>1)</sup>Data represent mean ± SD of duplicates.

<sup>2)</sup>Different superscripts in the row(a-b) indicates a significant difference at p<0.05.

Table 2. Content of organic acids in sweet drink and vinegar(fermented for 20 days at 25°C) prepared with *Liriopsis* tuber  
(mg/100 ml)

| Organic acids     | Sweet drink                 | Vinegar                     |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Acetic acid       | 12.7 ± 5.42 <sup>1)2)</sup> | 2686.0 ± 62.45 <sup>b</sup> |
| Butyric acid      | -                           | 0.4 ± 0.08                  |
| Citric acid       | 3.9 ± 0.12 <sup>b</sup>     | 3.5 ± 0.21 <sup>a</sup>     |
| Lactic acid       | 11.3 ± 0.05 <sup>a</sup>    | 286.2 ± 2.00 <sup>b</sup>   |
| D-Malic acid      | 23.6 ± 1.10 <sup>b</sup>    | 6.3 ± 0.36 <sup>a</sup>     |
| Propionic acid    | 0.5 ± 0.02 <sup>a</sup>     | 1.7 ± 0.06 <sup>b</sup>     |
| Pyroglutamic acid | 7.2 ± 0.32 <sup>b</sup>     | 6.1 ± 0.28 <sup>a</sup>     |
| Succinic acid     | 78.9 ± 3.28 <sup>a</sup>    | 96.3 ± 6.33 <sup>b</sup>    |
| Total             | 138.1                       | 3086.5                      |

<sup>1)</sup>Data represent mean ± SD of duplicates.

<sup>2)</sup>Different superscripts in the row(a-b) indicates a significant difference at p<0.05.

다) 무기질

맥문동 감주와 식초의 무기질 중에는 칼륨의 함량이 113.13~143.46mg%로 식초에서 다소 높은 함량을 나타내었고, 그 다음으로 감주에서는 마그네슘(73.80mg%)이, 식초에서는 인의 함량(28.80mg%)이 높았다. 또 감주에서는 식초에 비하여 철과 아연의 함량이 높았으나 식초에서는 나트륨과 칼슘 및 망간의 함량이 높았다. 황 등(19)은 80여종의 약재류에 대한 무기질 함량을 조사한 결과 80%이상의 약재류에서 칼륨이 가장 높다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하나 이들의 추출물이나 발효음료에 대한 자료는 없어 이에 대한 고찰은 어려운 것으로 생각된다.

Table 3. Contents of minerals in sweet drink and vinegar(fermented for 20 days at 25°C) prepared with *Liriopsis* tuber

(mg/100 ml)

| Minerals | Sweet drink                  | Vinegar                    |
|----------|------------------------------|----------------------------|
| Na       | 5.92 ± 0.28 <sup>1)a2)</sup> | 6.30 ± 0.28 <sup>b</sup>   |
| Ca       | 2.30 ± 0.10 <sup>a</sup>     | 5.70 ± 0.19 <sup>b</sup>   |
| K        | 113.13 ± 5.06 <sup>a</sup>   | 143.46 ± 5.70 <sup>b</sup> |
| Fe       | 1.52 ± 0.06 <sup>b</sup>     | 0.19 ± 0.01 <sup>a</sup>   |
| Mg       | 73.80 ± 2.45 <sup>b</sup>    | 11.44 ± 0.49 <sup>a</sup>  |
| Mn       | 0.20 ± 0.01 <sup>a</sup>     | 0.42 ± 0.01 <sup>b</sup>   |
| Zn       | 0.50 ± 0.03 <sup>b</sup>     | 0.33 ± 0.02 <sup>a</sup>   |
| P        | 17.94 ± 0.82 <sup>a</sup>    | 28.80 ± 1.20 <sup>b</sup>  |
| Total    | 215.31                       | 196.64                     |

<sup>1)</sup>Data represent mean±SD of duplicates.

<sup>2)</sup>Different superscripts in the row (a-b) indicates a significant difference at p<0.05.

라) 유리아미노산 및 그 유도체

유리아미노산 및 그 유도체의 함량(Table 4)은 맥문동 감주에서는 total 값이 3.59mg%, 식초에서는 5.58mg%로 식초에서 높은 함량을 나타내었으나 쌀식초의 경우 99.9-149.6

mg%(16), 콩식초 39.0-343.7mg%(18), 감식초 7.4-14.0mg%의 경우보다 매우 낮은 함량을 나타내었다(20). 주 유리아미노산은 감주와 식초 다같이 hydroxyproline으로 각각 1890.0 및 2890.0 $\mu$ g%로 식초에서 그 함량이 높았다. Glutamic acid, arginine, lysine 및 serine은 다같이 감주에서 함량이 높았으나 asparagine, cystainionine, 1-methylhistidine은 감주에서 검출되지 않았다. 그 외  $\beta$ -alanine,  $\alpha$ -aminobutylic acid,  $\gamma$ -aminobutylic acid, cystine, glycine, histidine, isoleucine, leucine, methionine, ornithine, phenylalanine, phospho- ethanolamine, proline, serine threonine 및 valine은 식초에서 높은 함량을 나타내었다.

김과 양(21)은 두릅, 고사리, 엉겅퀴, 창출, 가죽, 원추리 등의 유리아미노산에는 aspartic acid가 주를 이루나 우산나물, 옥잠, 곤달비, 머위, 더덕, 잔대 등은 glutamic acid가 주를 이룬다고 하였으며, 죽순(22)에는 tyrosine이, Radix trichosanthis에는 citrulline(23)이 주 아미노산으로 알려져 있다. 한편, 맥문동 감주를 초산발효시킴으로서 일부 아미노산을 제외한 대부분 아미노산의 함량이 증가하는 현상은 앞으로의 연구가 요망되나 알코올발효와 초산발효를 거치는 동안 용해성의 차이나 효소의 작용에 의한 것이라 짐작된다.

Table 4. Contents of free amino acids and its derivatives in sweet drink and vinegar  
(fermented for 20 days at 25°C) prepared with *Liriopsis* tuber

(µg/100 ml)

| Free amino acids       | Sweet drink |                       | Vinegar  |                     |
|------------------------|-------------|-----------------------|----------|---------------------|
| β-Alanine              | 4.1 ±       | 0.07 <sup>1)a2)</sup> | 4.8 ±    | 0.12 <sup>b</sup>   |
| α-Aminoisobutyric acid | 16.6 ±      | 0.36 <sup>a</sup>     | 19.3 ±   | 0.85 <sup>b</sup>   |
| γ-Aminoisobutyric acid | 70.2 ±      | 2.45 <sup>a</sup>     | 86.9 ±   | 3.95 <sup>b</sup>   |
| Arginine               | 224.1 ±     | 6.74 <sup>b</sup>     | 99.2 ±   | 4.87 <sup>a</sup>   |
| Asparagine             | -           |                       | 787.3 ±  | 15.75               |
| Citrulline             | 150.2 ±     | 6.88 <sup>a</sup>     | 205.5 ±  | 6.11 <sup>b</sup>   |
| Cystathionine          | -           |                       | 21.0 ±   | 1.05                |
| Cystine                | 9.7 ±       | 0.39 <sup>a</sup>     | 11.3 ±   | 0.48 <sup>b</sup>   |
| Glutamic acid          | 392.9 ±     | 16.08 <sup>b</sup>    | 248.2 ±  | 12.38 <sup>a</sup>  |
| Glycine                | 30.9 ±      | 1.55 <sup>a</sup>     | 50.5 ±   | 2.18 <sup>b</sup>   |
| Histidine              | 21.2 ±      | 1.12 <sup>a</sup>     | 32.9 ±   | 0.99 <sup>b</sup>   |
| Hydroxyproline         | 1890.0 ±    | 89.02 <sup>a</sup>    | 2890.0 ± | 151.32 <sup>b</sup> |
| Isoleucine             | 42.2 ±      | 2.20 <sup>a</sup>     | 66.0 ±   | 2.90 <sup>b</sup>   |
| Leucine                | 71.9 ±      | 3.20 <sup>a</sup>     | 109.7 ±  | 1.82 <sup>b</sup>   |
| Lysine                 | 42.5 ±      | 0.84 <sup>b</sup>     | 19.3 ±   | 0.76 <sup>a</sup>   |
| Methionine             | 25.2 ±      | 0.51 <sup>a</sup>     | 36.3 ±   | 1.22 <sup>b</sup>   |
| 1-Methylhistidine      | -           |                       | 3.7 ±    | 0.12                |
| Ornithine              | 7.4 ±       | 0.10 <sup>a</sup>     | 79.5 ±   | 3.25 <sup>b</sup>   |
| Phenylalanine          | 58.2 ±      | 2.72 <sup>a</sup>     | 95.5 ±   | 4.50 <sup>b</sup>   |
| Phosphoethanlamine     | 22.9 ±      | 1.10 <sup>a</sup>     | 48.7 ±   | 1.96 <sup>b</sup>   |
| Phosposeinelactic      | 69.0 ±      | 2.75 <sup>a</sup>     | 107.0 ±  | 2.08 <sup>b</sup>   |
| Proline                | 142.5 ±     | 3.64 <sup>a</sup>     | 194.5 ±  | 5.41 <sup>b</sup>   |
| Seine                  | 135.3 ±     | 3.75 <sup>b</sup>     | 115.8 ±  | 3.24 <sup>a</sup>   |
| Threonine              | 39.9 ±      | 2.40 <sup>a</sup>     | 62.6 ±   | 2.76 <sup>b</sup>   |
| Tyrosine               | 39.7 ±      | 2.15 <sup>a</sup>     | 38.9 ±   | 1.30 <sup>a</sup>   |
| Urea                   | 17.6 ±      | 1.02 <sup>a</sup>     | 34.2 ±   | 1.20 <sup>b</sup>   |
| Valine                 | 66.6 ±      | 2.84 <sup>a</sup>     | 113.3 ±  | 3.06 <sup>b</sup>   |
| Total                  | 3590.8      |                       | 5581.90  |                     |

<sup>1)</sup>Data represent mean±SD of duplicates.

<sup>2)</sup>Different superscripts in the row (a-b) indicates a significant difference at p<0.05.

#### 4. 요약

백문동 감주와 이를 이용하여 20일간 발효시킨 식초의 주요 성분함량과 관능적 품질을 조사하였다. 감주와 식초는 총가용성고형물(10.67-7.71%), 전당(9.77-4.94%), 비환원당(4.67- 1.98%) total saponins(0.80-0.59%)를 함유하며, 회분함량은 0.40-0.36%, 단백질은 0.44-0.49% 함유하였다. 주요 유기산으로는 succinic acid(78.9-96.3mg/100ml), malic acid(23.6- 6.3mg/ 100ml) 및 acetic acid(12.7-2686.0mg/100ml) 이었다. 가장 많이 함유된 유리아미노산은 hydroxyproline으로 감주에는 1890 $\mu$ g/100ml, 식초에는 2890 $\mu$ g/100ml였으며, glutamic acid는 각각 392.9 및 248.2 $\mu$ g/100ml이었다. Arginine과 citruline의 경우도 감주에서 각각 224.1, 150.2 $\mu$ g/100ml, 식초에서는 각각 99.2 및 205.5 $\mu$ g/100ml로 비교적 높았다. 백문동 감주와 식초의 주요 무기질로 칼륨이 가장 많았으며 각각 113.13 및 143.46 $\mu$ g/100ml이었다.

## 5. 참고문헌

1. Tomoda, M. and Kato, S.: Water soluble carbohydrates of *Ophiopogon* tuber. II. Purifications, properties and structures of three oligosaccharides, Chem. Pharm. Bull., 16(1): 113~116 (1968.)
2. Tada, S., Saitoh, T. and Shoji, J.: Studies on the constituents of *Ophiopogon* tuber. VII. Synthetic studies of homoisoflavonoids, Chem. Pharm. Bull., 28(8): 2487~2493 (1980)
3. Watanabe, Y., Sanada, S., Ida, Y. and Shoji, J.: Comparative studies on the constituents of a *Ophiopogon* tuber and its congeners. III. Studies on the constituents of the subterranean part of *Ophiopogon ohwii* O. and *O. jaburan* L., Chem. Pharm. Bull., 32(10): 3994~4002 (1984)
4. Shibata, M., Noguchi, R., Suzuki, M., Iwase, H., Soeda, K., Niwayama, K., Kataoke E. and Hamano, M.: Pharmacological studies on medicinal plant components. I. On the extracts of *Ophiopogon* and some folk medicine, Proc. Hoshi Pharm., 13: 66~76 (1971)
5. Back, N. I., Cho, S. J., Band, M. H., Lee, I. Z., Park, C. G., Kim, M. S., Kim, K. S. and Sung, J. D.: Cytotoxicity of steroid saponins from the tuber of *Liriope platyhylla* W.T., Agri. Chem. and Biotechnol., 41(5): 390~394 (1998)
6. Nam, S.J. and Kim, O.K.: Characteristics of sikhye(Korean traditional drink) made with different amount of cooked rice and malt and with different sweeteners, Korean J. Food Sci. Technol., 21(2): 197~202 (1989)
7. Kim, M.K., Kim, M.J., Kim, S.Y., Jung, D.S., Jung, Y.J. and Kim, S.D.: Quality of persimmon vinegar fermented by complex fermentation method, J. of the East Asian Society of Dietary Life, 4(2): 39~44 (1994)
8. Cho, J. W., Kim, I. S., Kim, M. K., Lee, Y. K. and Kim, S. D.: Characteristics of peach vinegar by parallel complex fermentation, Korean J. Postharvest Sci. Technol., 7(1): 89~93 (2000)
9. A.O.A.C.: official Methods of analysis, 16th ed., Association of official

analytical chemists, chapter 43, p.2, Washington D.C. (1995)

10. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugar and related substance, *Anal. Chem.*, 28: 350~352, (1956)
11. Miler, G. L.: Use of dinitrosaclicylic acid reagent for determination of reducing sugar, *Anal. Chem.*, 31: 426~428 (1959)
12. Lowery, O. H. and Rosebrough, N. J.: Protein measurment with the folin-phenol reagent, *J. Biol. Chem.*, 193: 256~265 (1951)
- 13 Ando, T., Tanaka, O. and Shibata, S.: Chemical studies on the Oriental plant drugs(XXV). Comparative studies on the saponins and sapogenins of Ginseng and related crude drugs, *Syoyakugaku Zasshi*, 25: 28~32 (1971)
14. Tomoda, M. and Kato, S.: Water-soluble carbohydrates of *Ophiopogonis* tuber. I. Isolation and determination of monosaccharides and oligosaccharides, *Syoyakugaku Zassi*, 20(1): 12~14 (1996)
15. Chung, I. M. and Kim, J. T.: Screening of biological active compounds and identification from major cultivated medicinal plants. 2. Isolation, identification and quantitative analysis on *Liriope plathyphylla*, *RDA. J. Agri. Sci.(Post Doc.)*, 37: 169~173 (1995)
16. Nakayama, S.: Effect of statonary and aerated brewing method on qualities of rice vinegar, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 27(12): 627~630 (1980)
17. Lee, D. S., Woo, S. K., Yang, C. B.: Studies on the chemocal composition of major fruits in korea: on non-volatile organic acid and sugar contents of Apricot(maesil), Peach, Grape, Apple and Pear and its seasonal variation, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 4(2): 134~139 (1972)
18. Nanba, T. and Kato, H.: Applications of mirin and non-salt soybean miso to vinegar brewing, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 32(10): 731~737 (1985)
19. Hwang, J. B., Yang, M. O. and Shin, H. K.: Survey for approximate composition and mineral content of medicinal herbs, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(4): 671~679, (1997)

20. Nakashima, M., Nakagawa, H. and Motoe, K.: Changes in the composition of persimmon vinegar induced by acetobacter sp. isolated from Sanja persimmon fruits, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 34(12): 818~825 (1987)
21. Kim, Y. D. and Yang, W. M.: Studies on the components of wild vegetables in Korea, *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 15(4): 10~16 (1986)
22. Kozukue, E., Kozukue, N. and Kurosaki, T.: Organic acid and amino acid composition of bamboo shoots, *J. Food Sci.*, 48: 935~938 (1983)
23. Murakami, T., Nagasawa, M., Inatomi, H., Tachi, Y., Ikeda, K. and Satake, T.: Studies on the water soluble constituents of crude drugs. V. On the free amino acids isolated from *Radix trichosanthis*, *Syoyakugaku Zasshi*, 19(1): 11~12 (1965)

## 제 4 절 볶음조건이 음료의 품질에 미치는 영향

### 1. 서 설

맥문동은 백합과에 속하는 다년생 상록초본식물로 우리나라를 비롯한 중국, 일본 등의 동아시아권 나라에서는 약용으로 재배되고 있다. 맥문동은 개맥문동 (*Liriope spicata* L.) 과 소엽맥문동 (*Ophiopogon japonicus* K.-G.)으로 나뉘며 주요성분으로는 steroid계 saponin인 ophiopoginin A, B, C, D, B', C', D'을 비롯하여 ophiopogonone A, B, methylophiopogonone A, B, ophiopogonanone A, methylophiopoginanone A, B 등의 homoiso-flavonoid 류가 함유되어 있으며, 그 외  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol,  $\beta$ -sitosterol glucoside, oligosaccharides 등의 다양한 polysaccharides가 함유되어 있다. 또, 효능으로는 혈당강하, 항염증작용, 항당뇨 및 항암효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 과잉섭취에 의한 독성이 없어 식품으로 널리 이용될 수 있는 소재이다. 맥문동은 온경탕, 감초탕, 청심연자식, 맥미지황탕, 증액탕, 생맥산 등 한방에서 활용되고 있으나 이를 일상 생활용 음용수로 가공한 사례는 없다. 본 발명은 기호성 높은 맥문동 음료를 제조하는 방법에 관한 것이다.

### 2. 실험방법

#### 가) 재 료

본 실험에 사용된 맥문동(*Liriope tuber* Lour No. 1) 괴경은 영남농업시험장에서 재배한 것으로 2000년 3월에 파종하여 12월에 수확한 것을 사용하였다.

#### 나) 볶음방법

1번 볶음은 맥문동 50 kg을 깨끗이 씻어서 건조시킨 후 500 L 들이 가열솥을 사용하여 중 불에서 15분간 노릇노릇해 질 정도로 볶았다. 2, 3번 볶음은 1번 볶음한 맥문동을 상온에서 냉각한 후 다시 중 불에서 15분간 볶았으며 3번 볶음은 2번 볶음한 것을 냉각한 후 다시 같은 방법으로 15분간 볶음 하였다.

#### 다) 음료의 추출방법

볶음 처리한 맥문동 20 kg과 수돗물 160 L를 냉각장치가 부착된 증류장치에 넣어 6시간 동안 비등 추출한 후 여과하여 음료로 하였다.

#### 라) 음료의 품질분석

##### 1) 고형물 함량의 측정

맥문동 추출액 10 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105℃에서 증발 건조시킨 후의 고형물 무게를 측정하여 %로 나타내었다.

##### 2) 색상의 측정

색상은 추출한 시료를 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 L, a, b값을 측정하였다.

##### 3) 당도측정

추출액의 당도측정은 당도계(Atago No. 1, Japan)를 사용하여 측정하였다.

##### 4) 관능검사

볶음처리에 의한 관능검사는 관능요원에 의한 5점 척도법(15)으로 측정하였으며 단맛, 구수한 맛, 신맛, 쓴맛 및 떫은맛은 아주 약하다 1점, 약하다 2점, 보통이다 3점, 강하다 4점, 아주 강하다 5점으로 평가하였다. 종합적인 기호도는 아주 나쁘다 1점, 나쁘다 2점, 보통이다 3점, 좋다 4점, 아주 좋다 5점으로 평가하였다.

### 3. 결과

#### 가. 볶음회수

맥문동으로 음료를 제조할 경우 볶음회수가 음료의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 상기의 볶음방법에 준하여 볶음 처리한 후 8배 량의 수돗물을 가하여 6시간동안 추출하

였다. 그 결과 음료의 총 고형물 함량(Table 1)은 1회 볶은 것이 무처리(볶음처리하지 않은 것)과는 비슷한 함량을 나타내었으나 2, 3회 볶은 것에 비하여 높은 함량을 보였다. 또 음료의 당도도 무처리와 대등한 값을 나타내었으나 2, 3회 볶은 것에 비하여 높았다.

Table 1. Effect of frying frequency on the content of solid and brix degree of *Liriopsis* tuber-beverage

| Frying frequency | Content of solid<br>(g/100 g) | Brix |
|------------------|-------------------------------|------|
| Non-treatment    | 12.18                         | 6.3  |
| 1 time           | 11.97                         | 6.3  |
| 2 times          | 9.90                          | 5.8  |
| 3 times          | 7.75                          | 5.9  |

#### 나. 색 상

한편, 음료의 색상(Table 2)은 무처리의 경우는 무색에서 연한 노랑색을 띠나 1회 볶음 처리한 것은 아름다운 황금빛을 띠어 음료로서의 상품적 가치가 높을 것으로 판단되었다. 그러나 2, 3회 볶은 것은 광도의 값이 낮으면서 특히 b값(황색도)이 높아져 음료가 어두운 색을 띠어 상품성이 낮았다.

표 2. 볶음처리 회수에 따른 음료의 색상

| Frying frequency | L     | a     | b      |
|------------------|-------|-------|--------|
| Non-treatment    | 82.16 | -0.78 | -1.23  |
| 1 time           | 76.87 | -0.52 | +3.74  |
| 2 times          | 75.80 | -0.12 | +4.98  |
| 3 times          | 74.33 | 0.97  | +13.52 |

#### 다. 관능적 품질

볶음처리 회수에 따른 맥문동 음료의 단맛, 구수한 맛, 쓴맛, 떫은맛 및 종합적인 맛 등 관능적 품질을 평가한 결과(표 3), 단맛은 1회 볶은 것이 무처리 또는 2, 3회 볶음한것에 비하여 높았다. 구수한 맛은 1회 볶음 처리한 것이 무처리 또는 2, 3회 볶은 것에 비하여 뚜렷이 증가되었다. 쓴맛과 떫은맛은 1회 볶은 것은 무처리와 거의 같은 값은 나타내었으나 볶음회수가 많아짐에 따라 증가하여 결국 종합적인 맛은 1회 볶은 경우가 가장 우수하였다.

Table 3. Sensory evaluation

| Frying frequency | Sweet taste | Savory taste | Bitter taste | Astringent taste | Overall taste |
|------------------|-------------|--------------|--------------|------------------|---------------|
| Non-treatment    | 4.0         | 2.1          | 1.0          | 2.0              | 3.5           |
| 1 time           | 4.3         | 3.2          | 1.1          | 2.1              | 4.0           |
| 2 times          | 3.8         | 3.0          | 1.7          | 2.8              | 3.5           |
| 3 times          | 3.5         | 2.1          | 2.2          | 3.0              | 2.0           |

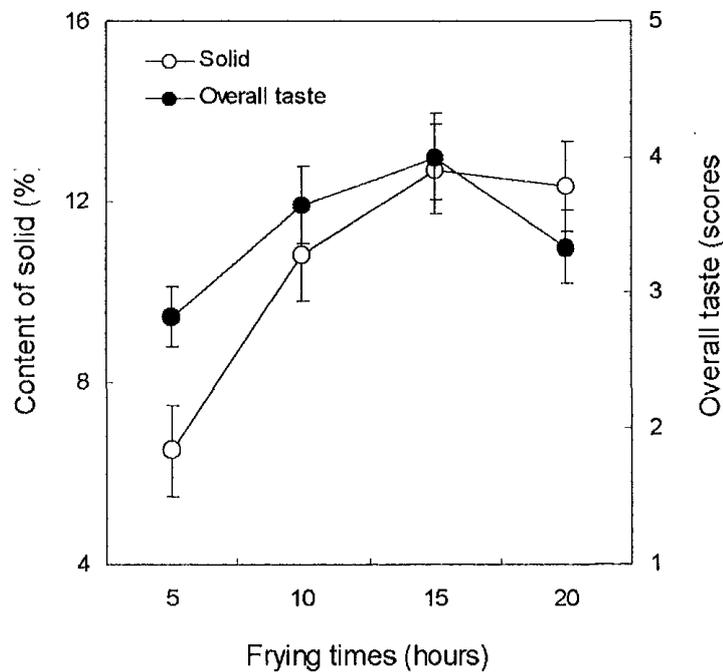


Fig. 1. Effect of frying times on the solid content and overall taste of *Liriopos* tuber-berverage

#### 라. 볶음시간

맥문동음료의 제조시 가장 이상적인 볶음시간을 찾기 위하여 볶음시간별로 제조한 맥문동음료를 시료로하여 총 고형물 함량과 음료의 종합적임 맛을 조사하였다(그림 1). 그 결과 볶음기간 15분에서 고형물함량과 종합적인 맛의 평가치가 가장 높았다.

#### 마. 추출시간

가장 바람직한 맥문동음료추출시간을 구하기 위하여 추출시간별에 따라 제조한 맥문동음료내의 총 고형물 함량과 종합적인 맛을 조사하였다(Fig. 2). 음료내 총고형물함량과 종합적인 맛은 추출시간이 길어짐에 따라 높아졌으나 추출 6시간을 기점으로 감소하는 경향을 나타내었다.

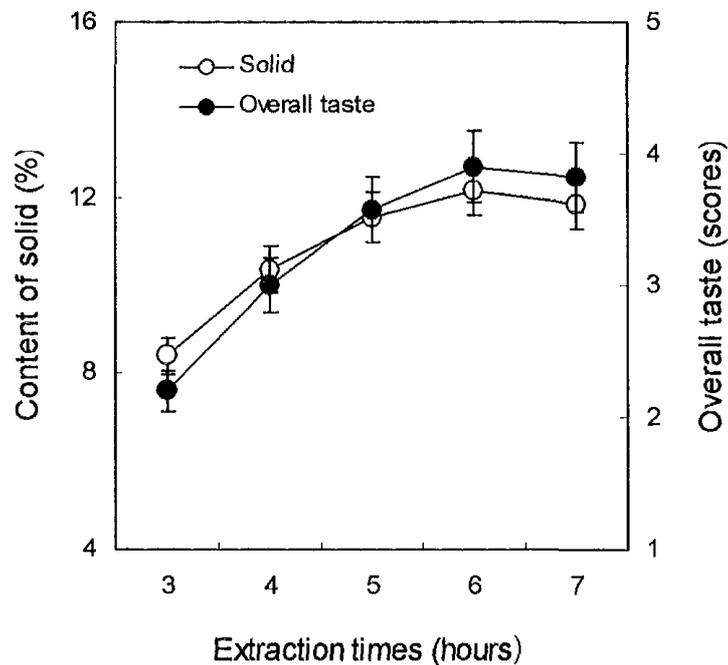


Fig. 2. Effect of extraction times on the contents of solid and overall taste of *Liriopsis* tuber-beverage. Materials/solvent ratio was adjusted to 1/4.

#### 4. 요약

기호성 높은 맥문동 음료의 제조방법을 확립하기 위하여 맥문동의 볶음조건과 음료의 품질을 연구한 결과를 요약하면 다음과 같다. 맥문동 음료 제조시 원료는 껍질을 벗긴 후 음건하고 이를 중불(中火)의 직화로 15분간 표면이 노릇노릇하게 1차 볶음 처리한 경우가 음료내의 고형물의 함량과 색상이 가장 우수하였다. 1차 볶음 처리한 맥문동에 수돗물을 8배량으로 가하여 냉각장치가 부착된 가열조에서 6시간 동안 비등 추출한 음료가 품질이 가장 우수하였다.

## 5. 참고문헌

1. Tada, S., Saitoh, T. and Shoji, J.: Studies on the constituents of *Ophiopogonis* tuber. VII. Synthetic studies of homoisoflavonoids, Chem. Pharm. Bull., 28(8): 2487~2493 (1980)
2. Watanabe, Y., Sanada, S., Ida, Y. and Shoji, J.: Comparative studies on the constituents of a *Ophiopogonis* tuber and its congeners. III. Studies on the constituents of the subterranean part of *Ophiopogon ohwii* O. and *O. jaburan* L., Chem. Pharm. Bull., 32(10): 3994~4002 (1984)
3. Shibata, M., Noguchi, R., Suzuki, M., Iwase, H., Soeda, K., Niwayama, K., Kataoke E. and Hamano, M.: Pharmacological studies on medicinal plant components. I. On the extracts of *Ophiopogon* and some folk medicine, Proc. Hoshi Pharm., 13: 66~76 (1971)
4. Nam, S.J. and Kim, O.K.: Characteristics of sikhye(Korean traditional drink) made with different amount of cooked rice and malt and with different sweeteners, Korean J. Food Sci. Technol., 21(2): 197~202 (1989)
5. Kim, M.K., Kim, M.J., Kim, S.Y., Jung, D.S., Jung, Y.J. and Kim, S.D.: Quality of persimmon vinegar fermented by complex fermentation method, J. of the East Asian Society of Dietary Life, 4(2): 39~44 (1994)
6. Cho, J. W., Kim, I. S., Kim, M. K., Lee, Y. K. and Kim, S. D.: Characteristics of peach vinegar by parallel complex fermentation, Korean J. Postharvest Sci. Technol., 7(1): 89~93 (2000)
7. A.O.A.C.: official Methods of analysis, 16th ed., Association of official analytical chemists, chapter 43, p.2, Washington D.C. (1995)
8. Ando, T., Tanaka, O. and Shibata, S.: Chemical studies on the Oriental plant drugs(XXV). Comparative studies on the saponins and sapogenins of Ginseng and related crude drugs, Syoyakugaku Zasshi, 25: 28~32 (1971)
9. Tomoda, M. and Kato, S.: Water-soluble carbohydrates of *Ophiopogonis* tuber. I. Isolation and determination of monosaccharides and oligosaccharides, Syoyakugaku Zasshi, 20(1): 12~14 (1996)

## 제 5 절 맥문동 음료의 기호성 증진과 경제성 분석

### 1. 서 설

본 연구에서는 맥문동 음료의 기호성과 기능성을 높여 상품적 가치를 높일 목적으로 연구하였으며 경제성 분석은 음료의 생산가격을 중심으로 검토하였다.

### 2. 실험방법

#### 가. 재 료

맥문동 음료의 기호성과 기능성을 증진시킬 목적으로 갈근, 감국, 감초, 결명자, 금은화, 구기자, 녹차, 다시마, 당귀, 대추, 백두홍, 산수유, 산약, 생지황, 승마, 연교, 오가피, 오미자, 우방자, 인동초, 인삼, 자초, 작약, 진피, 천궁, 패장, 하고초, 현삼, 황기, 황백 및 인삼미를 (주)경인제약에서 현물로 제공받아 예비실험을 행하였으며 관능검사 결과 선정된 오미자, 황기, 인삼미를 부재료로 사용하였다. 사과는 대구산 부사를 사용하였다. 맥문동 괴경은 영남농업시험장에서 재배한 것으로 2000년 3월에 파종하여 12월에 수확한 것을 사용하였다. 기타 부재료로 실험실에서 제조한 과당, 물엿, 구연산 및 천연물 추출액을 혼합한 혼합조미액을 사용하였다.

#### 나. 용 수

본 실험에 사용한 물은 한국생광석 주식회사에서 생산된 원적외선을 발생하는 생광석 100 kg에 수돗물 500 L을 부어 24시간 처리한 물(이하 수돗물)을 사용하였다.

#### 다. 전처리 및 추출

1) 맥문동 : 수확하여 표피를 제거시키고 건조시킨 맥문동 50 kg씩을 500 L의 batch식 가열솥에서 중불로 15분간 볶은 후 8배 량의 수돗물을 가하여 냉각기가 부착된 500 L의 밀폐식 추출조를 사용하여 100℃를 유지하면서 6시간동안 추출하였으며, 여과면을 사용한

filter press를 사용하여 가압여과한 후 200 L로 50~60℃로 감압농축시켜 맥문동 추출액을 제조하였다.

2) 오미자 : 깨끗이 세척한 오미자 50 kg에 200 L의 수돗물을 가하여 80℃에서 3시간동안 추출하였으며 상기와 같이 filter press를 사용하여 여과하여 추출액을 얻었다.

3) 황기 및 인삼미 : 깨끗이 세척한 재료 각 50 kg씩에 200 L의 수돗물을 각각 가하여 80℃에서 3시간동안 추출하였으며 상기와 같이 filter press를 사용하여 여과하여 추출액을 얻었다.

4) 사과 : 주스제조기를 사용하여 주스를 제조하였으며, 밀폐용기에 담아 4℃에서 보관하면서 사용하였다.

#### 라. 혼합음료의 제조

기호성 증진을 위한 맥문동 혼합음료의 제조는 맥문동 추출액 2.5%와 사과과즙 10% 및 혼합조미액 1%를 고정하여 혼합한 후 인삼미, 오미자 및 및 황기 추출액을 중심합성법으로 설계하여 혼합음료를 제조하였으며, 100 mL 유리용기에 담아 관능검사용 재료로 사용하였다.

#### 마. 관능검사

음료의 관능적 품질은 100명의 관능요원에 의하여 5점 척도법으로 평가하였다. 측정항목은 단맛, 신맛, 쓴맛, 시원한 맛, 냄새, 색상 및 종합적 기호도를 평가하였으며, 단맛, 신맛, 쓴맛, 시원한 맛, 냄새는 아주약하다 1점, 약하다 2점, 보통이다 3점, 강하다 4점, 아주 강하다를 5점으로 평가하였으며, 색상과 종합적인 기호도는 아주나쁘다 1점, 나쁘다 2점, 보통이다 3점, 좋다 4점, 아주 좋다를 5점으로 평가하였다. 관능평가는 3회 실시하여 평균치로 표시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

가. 맥문동 혼합음료의 관능검사

맥문동 혼합음료를 제조하여 대학생 100명을 관능요원으로하여 품질을 평가한 결과는 Table 1과 같다. 전반적으로 단맛과, 신맛 및 쓴맛은 낮게 평가되어 음료로서의 기호도가 높은 것으로 평가되었다. 또, 시원한 맛은 전반적으로 보통수준이상으로 평가되었으며 No. 9에서 비교적 높은 값을 보였다. 냄새의 경우는 보통수준을 나타내었는데 불쾌취는 아니었으며 재료들이 가지는 특유의 냄새로 특성 있는 음료로서 가치가 있는 것으로 판단되었다. 색상의 경우는 2.43에서 3.00점으로 특히 아름다운 색상은 아니나 황색계의 색상으로 음료로서 무난한 색상이라 평가되었다. 종합적 기호도는 모든 처리구에서 보통수준이상으로 평가되었으며 No 9의 경우는 3.86으로 가장 높은 점수로 평가되었다.

Table 1. Mixing conditions for beverage of *Liriopsis* tuber and sensory quality

| No | Lt(%) | Gm (%) | Oz (%) | Hg (%) | Aj (%) | Ss (%) | St   | So   | Bt   | Rt   | F    | C    | Ot   |
|----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1  | 2.5   | 0.8    | 0.8    | 0.8    | 10     | 1      | 1.64 | 1.78 | 1.46 | 2.73 | 2.28 | 3.00 | 3.09 |
| 2  | 2.5   | 0.8    | 0.8    | 0.8    | 10     | 1      | 1.62 | 1.59 | 1.24 | 2.72 | 2.57 | 2.79 | 2.90 |
| 3  | 2.5   | 0.4    | 0.8    | 0.8    | 10     | 1      | 1.71 | 1.86 | 1.23 | 2.70 | 2.85 | 2.64 | 3.00 |
| 4  | 2.5   | 0.4    | 0.8    | 0.8    | 10     | 1      | 1.89 | 1.50 | 1.22 | 2.85 | 2.74 | 2.64 | 3.02 |
| 5  | 2.5   | 0.8    | 0.4    | 0.4    | 10     | 1      | 1.53 | 2.06 | 1.24 | 2.85 | 2.75 | 2.43 | 3.04 |
| 6  | 2.5   | 0.4    | 0.4    | 0.4    | 10     | 1      | 1.74 | 1.60 | 1.43 | 2.72 | 2.60 | 2.49 | 3.10 |
| 7  | 2.5   | 0.8    | 0.4    | 0.4    | 10     | 1      | 1.96 | 1.96 | 1.23 | 2.67 | 2.60 | 2.91 | 3.21 |
| 8  | 2.5   | 0.4    | 0.4    | 0.4    | 10     | 1      | 1.59 | 1.50 | 1.39 | 2.73 | 2.71 | 2.56 | 3.20 |
| 9  | 2.5   | 0.6    | 0.6    | 0.6    | 10     | 1      | 2.14 | 2.04 | 1.38 | 3.08 | 2.66 | 2.77 | 3.86 |
| 10 | 2.5   | 0.6    | 0.6    | 0.6    | 10     | 1      | 1.87 | 1.80 | 1.46 | 2.98 | 2.76 | 2.70 | 3.36 |
| 11 | 2.5   | 0.6    | 1.0    | 1.0    | 10     | 1      | 1.60 | 1.68 | 1.39 | 2.68 | 2.69 | 2.43 | 3.26 |
| 12 | 2.5   | 0.6    | 0.2    | 0.2    | 10     | 1      | 1.59 | 1.61 | 1.38 | 2.75 | 2.76 | 2.64 | 3.24 |
| 13 | 2.5   | 0.6    | 0.6    | 0.6    | 10     | 1      | 1.79 | 1.69 | 1.24 | 2.65 | 2.64 | 2.57 | 3.04 |
| 14 | 2.5   | 0.6    | 0.6    | 0.6    | 10     | 1      | 1.77 | 1.95 | 1.31 | 2.73 | 2.66 | 2.50 | 2.90 |
| 15 | 2.5   | 1.0    | 1.0    | 0.6    | 10     | 1      | 1.60 | 2.15 | 1.30 | 2.86 | 2.73 | 2.64 | 3.17 |
| 16 | 2.5   | 0.2    | 0.6    | 0.6    | 10     | 1      | 1.50 | 1.49 | 1.31 | 2.63 | 2.69 | 2.57 | 2.97 |
| 17 | 2.5   | 0.6    | 0.6    | 0.6    | 10     | 1      | 1.57 | 1.78 | 1.46 | 2.62 | 2.79 | 2.43 | 3.19 |

Abbreviations : Lt, *Liriopsis* tuber; Gm, ginseng mi; Oz, omiza; Hg, hwanggi; Aj, apple juice; Ss, seasoning solution; St, sweet taste; So, sour taste; Bt, bitter taste; Rt, refreshing taste; F, flavor; C, color; Ot, overall taste

#### 나. 음료의 경제성 분석

맥문동 음료의 생산가격을 산출한 결과는 Table 2와 같다. 즉, 상기의 추출조건에 따라 추출한 액을 음료로서의 다소 기호성이 부족하였다. 이를 보완하기 위하여 볶은 맥문동을 사용하여 음료를 추출할 경우 추출액의 생산수율은 건조맥문동에 흡수된 양을 제한 추출량은 원료 kg당 2.8 L에 달했다. 이를 원료의 구입가격으로 환산할 경우 추출액 L당 10,000원에 달하여 여기에 가공비용과 수익분을 합할 경우 15,000원 수준이 될 것으로 생각되며 이는 시중 음료가격과 비교할 때 고가로서 혼합음료의 제조필요성이 요망된다. 상기의 표 1에서 기호성이 가장 높게 평가된 재료조성을 기준으로 혼합음료의 생산가격으로 산출해 본 결과는 표 2와 같다. 이 경우 음료의 가격은 L당 545원으로 가공비용 등 제반 비용을 최대 6배로 환산할 경우 3,270원으로 시장성이 있는 것으로 판단된다.

Table 2. Economic analysis of mixed beverage of *Liriopsis* tuber

| Materials | Units | Price of material (won/kg or L) | Amounts of extracts (L) | Mixing ratio (%) | Price of beverage (won/L) |
|-----------|-------|---------------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------|
| Lt        | kg    | 28,000                          | 2.8                     | 2.5              | 250                       |
| Gm        | kg    | 6,333                           | 3.2                     | 0.6              | 12                        |
| Oz        | kg    | 38,333                          | 3.5                     | 0.6              | 66                        |
| Hg        | kg    | 15,833                          | 2.7                     | 0.6              | 35                        |
| Aj        | L     | 1,250                           | 1.0                     | 10.0             | 125                       |
| Ss        | L     | 5,740                           | 1.0                     | 1.0              | 57                        |
| Total     |       |                                 |                         |                  | 545                       |

Abbreviations : Lt, *Liriopsis* tuber; Gm, ginseng mi; Oz, omiza; Hg, hwanggi; Aj, apple juice; Ss, seasoning solution

#### 4. 요약

맥문동 음료의 기호성과 기능성을 증진시킬 목적으로 선별된 부재료의 혼합비율은 맥문동 2.5%, 인삼미, 황기 및 오미자 추출액 각 0.6%, 사과즙 10% 및 천연 조미액 1% 이었다. 볶

음맥문동을 추출액을 음료로 이용할 경우 생산비는 원료비기준으로 L당 10,000원 수준이었으며 혼합음료의 경우는 L당 545원으로 산출되었다.

## 제 6 장 학술지 투고 및 학술발표내역

In-Ja Rhee, Won-Eil Choi, Un-Jung Kim, Joon-Ho Yang

The effect of *Liriopsis* Tuber extracts on exercise performance and Blood fatigue elements In Rats.

The pharmaceutical society of korea vol. 2 (2001)

Soon-dong kim, Yeun-Soo Ku, In-Ja Rhee, In-Kyung Park and Mee-Kyeong Kim

Major Chemical Components in Fermented Beverages of *Liriopsis* Tuber

J, East Asian Soc. Dietary Life Vol. 10. No. 4(2000)

Soon-dong kim, Yeun-Soo Ku, In-Ja Rhee, In-Kyung Park and Kwang-Sup youn

Optimization for Water Extraction Condition of *Liriope spicata* Tuber Using Response surface Methodology

Korean J. Postharvest sci. thenol. Vol. 8. No. 2 pp157~163(2001)

Soon-dong kim, Yeun-Soo Ku, In-Ja Rhee, Il-Doo Kim and Kwang-Sup youn

General Components and sensory Evaluation of Hot Water Extract from *Liriopsis* Tuber

J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.)별책 2001년 2월

특허출원

1. 맥문동음료제조방법     출원번호10-2001-0073168

2. 맥문동 열수추출물을 이용한 다기능음료 제조방법

출원번호 10-2000-0058608

3. 맥문동 열수추출조건 최적화

출원번호 10-2000-0058607