

국내산 모로헤이아의 특성 연구 및 이를 이용한 가공제품 개발

Studies on the Functional Properties of Domestic
Molokhia and Its Utilization as Processed Foods

연구기관
한국식품개발연구원

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “국내산 모로헤이아의 특성 연구 및 이를 이용한 가공제품 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001년 12월 26일

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 석 호 문

연 구 원 : 최 인 욱

연 구 원 : 김 성 란

연 구 원 : 박 용 곤

연 구 원 : 김 흥 만

연 구 원 : 김 윤 숙

연 구 원 : 최 희 돈

연 구 원 : 정 창 화

참 여 기 업 : 문 병 권

(여주참빛천마작목반)

요 약 문

I. 제 목

국내산 모로헤이야의 특성 연구 및 이를 이용한 가공제품 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

○ 중동이 원산지인 모로헤이야는 변비개선, 다이어트 효과, 콜레스테롤 상승억제로 인한 심장병 예방효과, 골다공증 예방 등 각종 성인병 예방에 우수한 효과가 있는 채소로 인식되어 있음

○ 국내에서도 최근 재배되기 시작한 모로헤이야의 기능적 특성에 대한 연구와 이를 활용한 가공제품의 개발에 관한 연구는 모로헤이야의 국내수요 저변확대 및 국민건강향상에 중요한 영향을 미칠 수 있을 것임

III. 연구개발의 내용 및 범위

1. 모로헤이야의 이화학적 특성

국내에서 생산되는 모로헤이야의 잎 및 물, 유기용매, 당액 등의 추출물(특히 점질성 물질)에 함유된 무기질 성분, 식이섬유, 단백질의 아미노산 조성, carotenoid 함량, polyphenol 조성 등 국내산 모로헤이야의 이화학적 특성을 검토하였음.

2. 모로헤이아의 콜레스테롤 및 중성지방 감소효과

동물실험을 통한 모로헤이아의 체내 콜레스테롤 및 중성지방 감소효과를 고 콜레스테롤 식이에 모로헤이아 분말과 mucilage를 5%와 10%씩 첨가한 군과 동량의 cellulose를 첨가한 군을 SD rats에게 일정기간 섭취시킨 뒤, 간에서의 이들 지방성분의 축적 정도와 분변으로의 배설 정도 등을 비교 검토하였음.

3. 모로헤이아의 다이어트 효과

체중조절을 원하거나 심한 변비로 고생하는 지원자를 대상으로 모로헤이아의 diet효과와 변비개선효과를 검토하였음. Diet 효과를 측정하기 위하여 모로헤이아 과립 2g씩을 매끼 식사 전 8주 동안 복용하도록 하였으며, 실험기간동안 체중변화, BMI변화, 체지방을 변화, 혈액의 생화학적 지표 변화 등을 통하여 diet 효과를 조사하였음. 변비개선 효과는 변비로 고생하는 지원자를 대상으로 모로헤이아를 2주 동안 복용시키고 배변횟수의 변화, 배변 시 고통완화 등에 해당하는 항목을 매주 비교 검토하였음.

4. 기호성 및 기능성이 우수한 모로헤이아 가공품 개발

모로헤이아의 가공특성 개선 및 이를 이용한 기호성과 기능성이 우수한 모로헤이아 과립, 모로헤이아 요쿠르트, 점질성 음료, 알긴산을 이용한 모로헤이아 국수 및 droplet 등 새로운 형태의 다양한 모로헤이아 가공제품을 개발하였음.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 모로헤이야의 이화학적 특성

모로헤이야잎을 세척하고 냉풍 건조시켜 얻은 모로헤이야 분말의 성분을 조사한 결과 식이섬유의 함량이 건물량의 37.4%를 차지하였으며 특히 단백질의 함량이 매우 높아 건물량의 24.4%에 이르렀고 무기물 중 칼슘의 함량도 2,000mg 이상이였다.

수용성 식이섬유인 점질성 물질(mucilage)을 분리하기 위하여 모로헤이야 분말에 20배의 증류수를 가하여 50, 60, 70, 80℃에서 각각 2시간 열수추출 후 여과포로 착즙하였으며 열수추출물에 55% ethanol을 첨가하여 서서히 저어준 후, 용해되지 않고 침전되는 침전물을 모아 다시 acetone으로 씻은 다음 40℃에서 건조시켜 mucilage를 얻었다. 모로헤이야의 폴리페놀 함량은 건물량 기준 3,988mg%로서 폴리페놀의 보고(寶庫)라 일컬어지는 녹차나 미숙 사과에 비해 손색이 없었다. mucilage에 함유된 단백질의 아미노산조성을 살펴본 결과, glutamic acid, glycine, alanine, aspartic acid 등의 아미노산들로 구성되어 있었다. mucilage는 분자량 약 300,000 ~ 50,000 dalton의 크기이었고 단백질은 주로 다당류와 결합된 상태로 존재하는 것으로 추정되었다.

2. 모로헤이야의 생리활성

1) 담즙산 결합능력

열수추출물과 mucilage의 담즙산염 흡착능을 비교하였을 때, 열수추출물에 비하여 mucilage의 흡착능이 월등히 높았다. Mucilage의 체내조건하에서의 담즙산에 대한 흡착능은 아주 강하였으며 추출온도별로는 50℃에서 추

출한 mucilage가 41%로 가장 낮은 반면, 80℃에서 추출된 mucilage는 첨가한 담즙산염의 83%와 흡착하는 능력을 보였다.

2) 체내 콜레스테롤 저하 효과

모로헤이아의 콜레스테롤 저하효과를 동물실험을 통하여 조사하였다. 콜레스테롤을 0.5% 함유한 식이를 섭취한 군에서의 변으로의 콜레스테롤 배설량은 cellulose 첨가군에 비하여 모로헤이아 첨가군이 월등히 높았으며 그 효과는 모로헤이아 분말이 모로헤이아의 mucilage보다 우수한 것으로 나타났다. 실험동물의 희생 직후 촬영한 간의 형태는 진한 선홍색의 정상 식이군의 간과는 달리 cellulose 식이군의 간은 콜레스테롤의 섭취로 열린 분홍색으로 변하고 황색의 지방들이 점점이 분산되어 침착되는 전형적인 지방간의 형태를 보였다. 반면 모로헤이아 식이군의 경우 동량의 콜레스테롤을 섭취하였으나 지질 침착이 미약하여 정상간과 유사한 형태를 유지하였으며 모로헤이아 섭취량이 많을 수록 이와 같은 현상이 더욱 뚜렷이 나타났다. 특히 mucilage의 섭취가 간의 지질 침착을 예방하는데 더욱 효과적인 것으로 나타났다.

간의 단위무게당 지방의 농도는 cellulose 군의 19.58~19.96%에 비하여 모로헤이아 분말 군은 12.86~14.21%, mucilage 군은 12.95~9.17%로 현저하게 낮았다. 간의 중성지방을 분석한 결과에서도 동일한 식이섭유 함량에도 불구하고 모로헤이아를 섭취한 군에서는 유의적으로 중성지방의 함량이 낮았고 식이섭유 함량으로 5%를 섭취한 군보다 10%를 섭취한 군에서의 감소량은 더욱 컸다. 간의 콜레스테롤 함량에 있어서도 중성지방에서와 같이 모로헤이아 섭취군이 cellulose 섭취군보다 월등히 낮은 경향을 보였다.

3) 다이어트 효과

모로헤이아를 이용하여 과립차를 만들고 이를 BMI기준 보통 및 과체중

에 속하는 젊은 여성을 대상으로 1일 식사 전 2g씩 8주간 복용시켰을 때, 현저한 체지방율의 감소(평균 11.7%)와 지방함량의 저하(12.6%) 현상이 관찰되었으나 체중과 BMI에는 뚜렷한 변화가 없었다. 또한 혈액을 채취하여 혈액의 생화학적 검사를 실시한 결과, 통계학적 유의차는 크지 않았지만 혈액 중 총 지방 함량의 감소경향이 관찰되었으며 그 밖의 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤의 함량에는 변화가 없었다.

4) 변비개선 효과

모로헤이아의 변비개선효과를 14명의 변비환자를 대상으로 조사한 결과, 모로헤이아 복용 후 배변횟수가 2배 이상 증가하였으며 전체 변비환자의 55%가 배변시 고통을 호소하였으나 모로헤이아를 1주일 복용 후 14%로 현저히 감소하였다.

3. 모로헤이아 가공제품 개발

모로헤이아 분말과 팔라트니트를 적당량 혼합한 후 에탄올 55%를 첨가하여 반죽을 만들고 이를 20mesh 망을 통과 시켜 40℃ 열풍건조기에서 건조시켜 모로헤이아 과립차를 얻었다. 모로헤이아 과립차는 물에 대한 분산성이 개선되어 분말의 덩어리짐을 최대한 방지할 수 있었으며 모로헤이아 섭취시 강한 점질성 때문에 치아에 달라붙는 현상도 최소화 시킬 수 있었다.

모로헤이아 과립차를 우유, 주스, 커피 등에 첨가한 결과 모로헤이아의 독특한 향미와 점질성이 우유와 가장 조화로운 것으로 드러났으며 지원자를 중심으로 한 모로헤이아의 다이어트효과를 측정하기 위한 시료로 사용하였다.

모로헤이아 분말을 이용한 요구르트 제조 결과 첨가량이 많아짐에 따라

점질성 역시 증가하여 입자 상호간의 엉김현상이 심하였고 저장중 층분리가 일어나 요쿠르트의 제조 및 저장에 한계가 있는 것으로 나타났다. 한편 모로헤이아 분말을 냉수로 추출하여 얻은 추출액을 첨가하였을 때는 기호성도 우수하고 제조 및 저장성도 좋았으나 추출 후 남은 모로헤이아 잎에는 추출되지 않은 냉수불용성의 기능성 성분들이 상당량 잔존하는 문제점이 발생하여 분산성을 개선한 과립차를 요쿠르트에 첨가하는 것이 가장 이상적이었다. 모로헤이아의 강한 점질성 때문에 떠먹는 type보다 tube에 충전하여 짜먹는 type이 먹는데 용이하였다.

알긴산과 모로헤이아를 혼합하고 이를 CaCl_2 용액 중에서 국수형태 또는 droplet 형태로 압출하여 모로헤이아 국수 또는 모로헤이아 droplet을 제조하였다. 이렇게 제조된 모로헤이아 제품은 모로헤이아의 점질성은 느껴지지 않지만 모로헤이아 특유의 식이섬유, 단백질, 무기질, 각종 비타민 및 polyphenol 등의 성분이 그대로 함유되어 있어 알긴산을 이용한 새로운 형태의 모로헤이아 가공제품의 개발이 가능하였다.

SUMMARY

I. Title

Studies on the Functional Properties of Domestic *Molokhia* and Its Utilization as Processed Foods

II. Objectives and Significance

Molokhia has known as playing certain effects on treating such diseases as constipation, overweight, cholesterol reduction and others. This study is mainly focused on investigating functional properties of domestically cultivated *molokhia* and developing processed foods with its application in order to encourage its domestic consumption and, ultimately, to be an aid in promotion of health of the people.

III. Scope

1. Physicochemical properties of domestic *molokhia* were investigated. Those included proximate composition, phenolic compounds, carotenoids and amino acid composition of *molokhia* as well as molecular weight distribution of its mucilage.

2. Effects of *molokhia* and its mucilage on reducing body cholesterol levels were investigated through the animal experiment. SD rats were fed with high cholesterol diets and effects of addition of *molokhia* powder and its mucilage into diets on inhibiting accumulation of total glyceride and cholesterol in a liver and enhancing excretion of them into feces were observed.

3. Effects of *molokhia* products on body weight controlling and constipation relieving were studied by clinical experiments. Volunteers for body weight controlling were asked to intake 2g of *molokhia* granules just before every meal for 8 weeks and differences of BMI, body weights, body fat ratios and biochemical properties of blood before and after intaking *molokhia* were compared. For an anti-constipation experiment, volunteers were asked to intake *molokhia* granules for 2 weeks and changes in frequency in defecation were measured during this period.

4. By improving processing properties of *molokhia*, various kinds of *molokhia* applied foods such as *molokhia* granules, yoghurts, noodles and droplets with high in bioactivities and palatability were developed.

IV Major Results and Recommendation

1. Physicochemical properties of domestic *molokhia*

Physicochemical properties of domestic *molokhia* were investigated. Concentration of dietary fibers took 37.4% of a total dry weight and protein concentrations were also fairly high representing 24.4% of it. Mucilage was obtained by extracting dry *molokhia* leaves with hot water followed by addition of 55% ethanol. Mucilage fraction was precipitated and, after washed with acetone, it was dried at 40°C for 12 hrs. Although about 50% were lost during an extracting procedure, mucilage was still rich in polyphenols. Proteins in mucilage were highly composed of glutamic acid, glycine, alanin and aspartic acid. According to a gel filtration analysis, molecular weight of most polysaccharides in mucilage ranged from 50,000 ~ 300,000 daltons. Most of proteins in mucilage seemed to have any kinds of conjugation with polysaccharides of molecular weight ranged 50,000 ~ 100,000 daltons.

2. Bioactivities of domestic *molokhia*

1) Bile acids binding activity

When bile acids binding activity was compared between a water extract and a mucilage of *molokhia* through in vitro experiment, mucilage showed stronger affinity toward bile acids. As an extracting temperature went up higher from 50 to 80°C, bile acids binding capacity of mucilage was also increased from 41% to 83%.

2) Effect on lowering body cholesterol levels

The effects of *molokhia* and its mucilage on reducing cholesterol levels in body were investigated. When *molokhia* powder or *molokhia*

mucilage was added into 0.5% cholesterol diet with 5 or 10% levels and compared with cellulose addition, accumulation of cholesterol and triglyceride in SD rats' liver were significantly inhibited in *molokhia* and its mucilage added groups. As the concentration of added *molokhia* or mucilage was increased, the cholesterol and triglyceride reducing effect in a liver was more distinct. Between *molokhia* powder and mucilage at the same concentration, mucilage was more effective. As we could expect, more cholesterol and triglyceride levels in feces were observed in *molokhia* or its mucilage added groups indicating their roles mostly binding with cholesterol and triglyceride before absorption and excreted through feces.

3) Effects on reducing body weight and relieving constipation

The effect of intaking *molokhia* on controlling body weight was clinically investigated with an help from 13 volunteers. Most of them were considered as average in BMI standards, however, they had a strong desire in controlling their body weights. They were given *molokhia* granules and asked to intake 2g of them every 30 min. before meal for 8 weeks. Significant reduction in body fat ratios and total fat areas of volunteers after 8 weeks was observed otherwise *molokhia* intaking didn't exhibited significant effect on reducing body weight and BMI. Although statistically not significant, there was a trend in reducing total blood cholesterol by intaking *molokhia* granules. The effect of intaking *molokhia* on constipation treatment was investigated with 14 volunteers who had suffered from severe constipation. The frequency of

defecation of volunteers was increased more than doubled after intaking *molokhia* granules for 1 week. Although 55% of volunteers had suffered from severe pain during defecation before *molokhia* intaking, it decreased to 14% after intaking *molokhia* granules for 1 week.

3. Development *molokhia* processed food

Molokhia granules were processed by mixing *molokhia* powder and palatinite followed by making a paste with addition of ethanol. The paste was sieved through 20 mesh screen, dried at 40°C and sieved again. *Molokhia* granules effectively prevented it from too sticky on teeth and were achieved better dispersion in solution. When *molokhia* granules were added to milk, fruit juice or coffee and tested for the best application by sensory analysis, milk matched the best with *molokhia* granules.

It was assumed that yoghurt processed by addition of *molokhia* might be very attractive for constipation treatment with additional possible anti-constipation effect of yoghurt itself. When *molokhia* powder was added up to 10% level and subsequently fermented, layer separation and coagulation of particles were occurred during storage causing more unfavorable results from sensory panels. Therefore next step was tried for adding cold water extracts instead of *molokhia* powder. Although many things were improved by adding cold water extracts, there were still valuable stuffs left over without fully extracted. As a final trial, *molokhia* granules were used for yoghurt processing and a sensory result was much satisfactory.

Molokhia noodle and droplet were processed by making a paste of *molokhia* powder with alginic acid and catapulting it with either noodle or droplet shape. As soon as catapulted products immersed into CaCl_2 solution, very distinctive products in rheology as well as taste were produced. Nevertheless these products didn't retain stickiness of *molokhia* any more, all bioactive ingredients in it such as soluble dietary fiber, protein, polyphenols, minerals and vitamins were totally recovered into these products.

CONTENTS

SUMMARY	7
Introduction	21
Materials and Methods	24
A. Materials	24
B. Experimental methods	24
1. Physicochemical properties of domestic <i>molokhia</i>	24
a. Proximate analysis	24
b. Minerals	24
c. Amino acids	25
d. Vitamin C	25
e. Phenolic compounds	25
f. Carotenoids	26
g. Extraction of mucilage in <i>molokhia</i>	27
h. Viscosity	27
i. Gel filtration chromatogram of mucilage	27
2. Hypercholesterolemic effect of <i>molokhia</i>	28
a. Screening on bioactivities <i>in vitro</i>	28
1) Bile acids binding activity	28

2) Glucose retarding activity	28
3) Measurement of bile acid	29
4) Measurement of glucose	29
b. Effect on lowering cholesterol level <i>in vivo</i>	29
1) Composition of experimental diets and breeding	29
2) Sampling	30
3) Analysis of lipids in serum	30
4) Aanlysis of lipids in liver	31
5) Analysis of lipids in feces	31
6) Appearance of liver	31
7) Statistical analysis	31
3. Development of <i>molokhia</i> processed food	32
a. <i>Molokhia</i> granules	32
b. <i>Molokhia</i> yoghurts	33
c. <i>Molokhia</i> beverage	34
d. <i>Molokhia</i> noodles	35
e. <i>Molokhia</i> droplet	36
f. Sensory evaluation	37
4. Effects on reducing body weight	37
a. Materials	37
b. Experimental panels and method	37
c. Changes in body composition	38
d. Biochemical parameters in serum	38
e. Statistical analysis	38
5. Effect on constipation relieving	41

a. Materials	41
b. Test panel	41
c. Method	41
Results and Discussion	42
A. Physicochemical properties of domestic <i>molokhia</i>	42
1. Proximate composition of <i>molokhia</i> leaves	42
2. Characteristic of mucilage	43
a. Yield of mucilage on temperature	43
b. Viscosity of <i>mo;okhia</i>	43
c. Mucilage composition on temperature	46
d. Phenolic compounds	47
1) Total polyphenol	47
2) Flavanol-tannin	47
3) Leucoanthocyan	47
4) Chlorogenic acid	47
e. Amino acid composition of mucilage	49
f. Gel filtration chromatogram of mucilage	51
B. Hypercholesterolemic effect of <i>molokhia</i>	53
1. Screening on bioactivities <i>in vitro</i>	53
a. Bile acid binding activities	53
b. Glucose retarding effect	55
2. Effect on lowering cholesterol level <i>in vivo</i>	55
a. Weight, intake and liver/weight ratio	55

b. Analysis of biochemical parameter in serum	56
c. Analysis of biochemical parameter in liver	58
d. Excretion of total cholesterol and triglyceride in feces	61
C. Development <i>molokhia</i> processed food	63
1. <i>Molokhia</i> granules	63
2. <i>Molokhia</i> yoghurts	67
3. <i>Molokhia</i> beverage	70
4. <i>Molokhia</i> noodles	71
5. <i>Molokhia</i> droplet	72
D. Effects on reducing body weight	74
1. Changes in diet intake and pattern during test	74
2. Changes in body index and fat	74
3. Changes of biochemical parameter in serum	75
E. Effect of <i>molokhia</i> on constipation treatment	78
1. Increasing ratio of fecal weight	78
2. Effect of constipation relieving	80
References	81

목 차

요 약 문	1
SUMMARY	7
제1장 서론	21
제2장 재료 및 방법	24
제1절 재료	24
제2절 실험방법	24
1. 모로헤이야의 이화학적 특성 조사	24
가. 일반성분	24
나. 무기질 성분	24
다. 아미노산 조성	25
라. 비타민 C 정량	25
마. 총 polyphenol 함량 및 조성	25
바. Carotenoid 정량	26
사. 모로헤이야 잎에서 점질성 다당의 추출	27
아. 점질성 측정	27
자. 다당획분의 분석	27

2. 모로헤이아의 콜레스테롤 상승억제 효과	28
가. in vitro계에서 콜레스테롤 상승억제 활성 검색	28
1) 담즙산염 흡착능	28
2) Glucose 흡수 지연 효과	28
3) 담즙산염 측정	29
4) Glucose 함량 측정	29
나. in vivo계에서 콜레스테롤 상승억제 효과 시험	29
1) 실험군, 식이조제 및 동물 사육	29
2) 시료 채취	30
3) 혈청의 지질함량 분석	30
4) 간의 지질함량 분석	31
5) 변의 지질함량 분석	31
6) 간의 외관상 형태	31
7) 통계처리 방법	31
3. 모로헤이아를 이용한 기호성과 기능성이 우수한 가공제품개발	32
가. 모로헤이아 과립차 제조	32
나. 모로헤이아 요쿠르트 제조	33
다. 모로헤이아 점질성 음료 제조	34
라. 모로헤이아 분말을 이용한 국수 제조	35
마. 알긴산을 이용한 모로헤이아 가공제품	36
바. 관능검사	37
4. 모로헤이아 과립차의 다이어트 효과에 대한 연구	37
가. 실험재료	37
나. 실험대상자 및 실험방법	37
다. 채혈, 신체대사 및 체지방율의 측정	38

라. 혈청 및 혈장 시료의 분석	38
마. 통계적 검사방법	38
5. 모로헤이아 과립차의 변비개선 효과	41
가. 실험재료	41
나. 실험대상자	41
다. 실험방법	41

제3장 결과 및 고찰

제1절 모로헤이아 잎의 이화학적 특성	42
1. 모로헤이아 잎의 성분조사	42
2. 모로헤이아 mucilage의 특성	43
가. 추출온도별 mucilage의 수율	43
나. 모로헤이아의 점질성 비교	44
다. 온도에 따른 mucilage의 조성 변화	46
라. 폴리페놀성 물질의 함량	47
1) 총 폴리페놀	47
2) Flavanol형 탄닌	47
3) Leucoanthocyan	47
4) Chlorogenic acid	47
마. Mucilage의 아미노산 조성	49
바. Mucilage의 gel filtration chromatogram	51
제2절 모로헤이아의 콜레스테롤 상승억제 효과	53
1. in vitro계에서의 콜레스테롤 상승억제 효과 검색	53
가. Mucilage의 담즙산염 흡착능	53

나. Mucilage의 glucose 흡착능	55
2. in vivo계에서의 콜레스테롤 상승 억제효과	55
가. 체중증가량, 식이섭취량 및 간/체중 비	55
나. 혈청의 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 중성지방	56
다. 간의 총 지방과 콜레스테롤 및 중성지방	58
라. 변으로의 총 콜레스테롤 및 중성지방의 배설	61
제3절 모로헤이아를 이용한 기호성과 기능성이 우수한 가공제품개발	63
1. 모로헤이아 과립차 제조	63
2. 모로헤이아 요쿠르트 개발	67
3. 모로헤이아 점질성 음료 제조	70
4. 모로헤이아 분말을 이용한 국수 제조	71
5. 알긴산을 이용한 모로헤이아 가공제품	72
제4절 모로헤이아의 다이어트 효과에 대한 연구	74
1. 실험기간중의 다이어트 식이 섭취 및 실험자의 식사생활의 변화	74
2. 신체 계측치 및 체지방율의 변동	74
3. 혈액생화학 검사치의 변동	75
제5절 모로헤이아 복용에 의한 변비개선 효과	78
1. 모로헤이아 복용에 의한 배변 증가율	78
2. 모로헤이아 복용시 배변 통증 감소율	80
참고문헌	81

제1장 서론

Molokhia(학명 *Corchorus olitorius L.*)는 일본에서는 모로헤이야(*moroheiya*) 혹은 jew's mellow로 부르는 피나무과의 1년초 녹색 야채로서, 원산지는 이집트의 지중해 연안에서 자생하는 식물이다. 열매는 4월 상순(발아적온, 28℃)에 열리고, 꽃이 달려있지 않은 잎줄기 끝 10cm 정도에서 잘라 수확하고 있다. 모로헤이야는 칼슘, 식이섬유, 비타민이나 미네랄을 균형 있게 함유하고 있어 건강식품으로 알려져 있으며, 이집트에서는 “그 옛날 어느 왕이 병들어 고생하고 있을 때 의사가 이 모로헤이야를 스프로 만들어 복용하도록 하였더니 덕택으로 왕은 완쾌되었다”고 알려져 그 후 모로헤이야를 이용하여 만든 스프가 “왕의 스프” 또는 “궁전 스프”로 불리게 될 정도로 모로헤이야는 예로부터 중동지역에서 각종 효능이 뛰어난 야채로 널리 인식되고 보급되어 있다.

특히 일본에서는 이미 80년대에 모로헤이야를 재배하기 시작하여 현재 일본국민에게 건강채소로 대단한 호평을 얻고 있으며, 일본 내에서는 모로헤이야 생채를 이용한 샐러드 외에 분말을 우유에 첨가한 형태 등으로 이용되고 있다. 신문 등을 통해 소개된 사례들을 종합해 볼 때, 모로헤이야를 생채 또는 분말을 우유와 함께 먹는 등의 방법을 통하여 일정기간 섭취한 경우 특히 변비개선에 탁월한 효과를 보였으며, 그 외 체중감소, 깨끗한 피부 유지, 만성피로 해소, 위 운동 자극 등의 효과가 있다고 보도되었다

최근 비약적인 경제발전으로 인한 국민생활수준의 향상으로 개인의 건강에 대한 관심이 점차 고조되고 있는 추세인데 특히 불규칙한 생활습관이나 과중한 스트레스, 음식에 대한 편협한 기호 등으로 인하여 갖가지 성인병, 암 등의 발생율이 증가하고 있다. 미국의 경우, 암의 발생원인에 대하여 추정된 결과 식생활 습관이 가장 높은 35%이고 이어서 흡연이 30%이며 나머

지 요인들은 10%이하로 미미한 비율을 차지한다고 보고하였다. 이와 같은 조사결과는 각종 질병의 치료나 예방에 식생활 습관이 깊이 관여하고 있음을 시사하고 있다. 식품에 대한 최근 연구동향은 영양을 위주로 하는 식품의 1차 기능과 맛, 기호성 측면의 2차 기능보다 질병의 예방과 치료에 도움이 되는 생체조절측면의 3차 기능을 가진 기능성(건강) 식품의 개발에 많은 초점이 맞춰지고 있는데 모로헤이아에는 점질성의 다당류가 풍부하게 함유되어 있으며 이들 특유의 점질성 때문에 장운동을 촉진시켜주어 변비개선효과를 기대할 수 있으며 또한 이들 점질성 물질은 고 콜레스테롤혈증에 중대한 영향을 주는 담즙산염과 콜레스테롤을 소장의 조건하에서 강하게 결합하는 사실이 밝혀져 담즙산염의 체내 재흡수 및 식이 콜레스테롤의 흡수를 저해하여 고혈압, 동맥경화 등 순환계질병의 예방에 효과적일 것이라고 기대된다. 이들 점질성 물질에는 단백질도 약 50% 함유되어 있어 다이어트식품으로 개발이 가능할 것이다. 이미 일본국민들에게 변비개선, 다이어트 효과, 콜레스테롤 상승억제로 인한 심장병 예방효과, 골다공증 예방 등 각종 성인병 예방에 우수한 효과가 있는 채소로 인식되어 가고 있으며 아울러 국내에서도 모로헤이아를 섭취한 소비자들로부터 이와 같은 효과에 관하여 호평을 받고 있다.

국내에서도 1995년부터 농촌진흥청, 경기도 여주(여주 참빛 천마 작목반) 등지에서 모로헤이아가 소규모로 재배되고 있으며, 특히 여름철 고온기에 왕성한 생육을 보이며 병해충에도 강하여 농약사용이 거의 필요치 않다고 알려져 있고, 모로헤이아를 3월 20일경에 파종하였을 때 생육이 가장 왕성하였으며 수확량도 많았고 개화시는 5월 19일 경이어서 한 여름철 온도가 높고 장마 기간에 재배가 가능한 채소작물은 그리 많지 않은 실정이므로 고온기의 생육환경에서도 생육이 왕성하며 병해충에도 강한 영양가 높은 모로헤이아를 보급한다면 국민 식생활에 큰 보탬이 될 것이라 보인다.

최근 국내산 모로헤이야의 생산량은 증가하고 있으나 이들의 국내 소비형태는 건조 후 분말상태로 행하여지고 있을 뿐 이들의 소비를 촉진시킬 수 있는 모로헤이야를 이용한 가공식품의 개발은 전혀 이루어져 있지 않은 실정이다. 아울러 모로헤이야에는 각종 성인병을 예방할 수 있는 다양한 기능이 있다고 알려져 있으나 이들에 대한 과학적이고 체계적인 연구가 국내외적으로 충분히 이루어져 있지 않은 상태임으로 모로헤이야의 부가가치를 극대화하여 대량소비를 유도하기 위해서는 모로헤이야에 대한 체계적인 연구가 필수적으로 선행되어야 한다.

따라서 모로헤이야의 국내생산 기반확대를 위해 모로헤이야의 기능성과 특성에 대한 연구가 선행되어야 하며 이들 연구결과를 활용한 다양한 가공식품의 개발은 모로헤이야의 생산증대 및 채소의 기능성을 강조한 가공제품의 개발 기술을 크게 향상시킬 수 있으리라 사료된다. 또한 모로헤이야를 이용하여 국민들이 손쉽게 섭취할 수 있는 기능성과 기호성을 모두 갖춘 가공제품이 개발되어 널리 보급되면 국민들의 건강개선에 크게 이바지 할 수 있을 것으로 사료된다.

제2장 재료 및 방법

제1절 재료

본 실험에 사용된 시료는 1999년부터 2001년 사이에 여주 참빛 천마 작목 반에서 재배한 모로헤이아 잎을 냉풍 건조하여 분쇄시킨 분말을 제공받아 실험에 사용하였다. 건조된 분말은 ball mill을 이용하여 미세한 입자로 만든 후 100mesh 채로 걸러냈다.

제2절 실험방법

1. 모로헤이아의 이화학적 특성 조사

가. 일반성분

수분, 단백질, 조지방, 조회분, 조섬유는 AOAC법에 따라 정량 하였다. 즉 수분은 105℃ 상압가열 건조법으로, 조단백질은 Kjeldahl 법으로, 조지방은 Soxhlet 추출법으로, 조회분은 550℃에서 회화하여 구하였고, 조섬유는 AOAC법에 의하여 SDF와 IDF 함량을 구하였으며 가용성 무질소물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 회분, 조섬유의 값을 제한 값으로 하였다.

나. 무기질 성분

시료 일정량을 정확히 회화용 도가니에 취하여 500℃에서 2시간 회화시켜 냉각한 후 이에 탈이온수 10여 방울과 질산용액($\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}=1:1$ 희석액)

3mL를 조심스럽게 가하고 100℃의 열판에서 과량의 질산을 제거하였다. 이를 다시 500℃ 회화로에서 1시간 동안 회화시킨 다음 염산용액(HCl:H₂O=1:1 희석액)으로 50mL가 되게 정용하여 시료로 사용하였다. 시료중의 무기질성분을 발광플라즈마 분석기(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer, Jovin Yvon JY38 Plus, France)를 사용하여 Ca과 Fe 함량을 측정하였다.

다. 아미노산 조성

시료 일정량을 분해관에 넣어 6N 염산용액을 가하고 질소가스를 5분간 통과시키고 나서 밀봉하여 110℃에서 22시간 가수분해시킨 다음 감압농축시켜 염산을 제거하였다. 이를 membrane filter로 여과하고 여액 중 일부를 취해 건조 튜브에 넣고 유도체시약(methanol:water:triethylamine:PITC= 7:1:1:1 혼합시약,v/v)을 첨가하여 유도체화 시킨 다음 이를 감압건고 하였다. 건고물을 시료희석제에 용해시킨 후 상법에 따라 HPLC로 분석하였다.

라. 비타민 C 정량

2,4-dinitrophenyl hydrazine 비색법을 이용하여 측정하였다. 시료 1g을 취해 5% metaphosphoric acid 에 녹인 후 시료액 2mL을 취해 20mL정도의 시험관에 가하여 비타민 C 정량에 사용하였다. 각 시험관에 DNP용액 1mL을 가하여 1분간 방치 후 용액이 pink색으로 변하면 2% thiourea-metaphosphoric acid 2mL을 가하였다. 총 비타민 C 측정용 시험관에는 DNP용액 1mL을 가하여 37℃ 수욕에서 3시간 반응시킨 후 85% 황산 5mL을 천천히 가한 다음 30분방치 후 520nm에서 흡광도를 측정하였다.

마. 총 polyphenol 함량 및 조성

AOAC의 Folin-Denis 법에 의해 측정하였다. 즉 추출물 5mL에 Folin-Denis시약 5mL를 가하여 혼합하고 실온에서 1시간 방치시킨 후 760nm에서의 흡광도를 측정하여 표준물질인 chlorogenic acid로 하여 환산하였다.

Flavanol형 탄닌인 catechin과 leucoanthocyan의 정량은 Swain 등의 vanillin 황산법을 일부 변경하여 catechin으로 계산하였다. 즉 추출물 3mL를 열음물 중에서 진탕하면서 vanillin 시약 6mL를 15초 동안 가하고, 실온에서 15분 방치한 후 500nm에서 흡광도를 측정하였다. Leucoanthocyan의 정량은 염산-부탄올법을 일부 변경하여 cyanidin으로 계산하였다. 즉 추출액 1mL를 cap tube에 넣고 염산-부탄올액(1:19) 10mL를 가하여 혼합한 후 3분간 실온에서 방치하고 밀봉하여 끓는 수욕조에서 30분간 가열시킨 다음 냉각하고 550nm에서 흡광도를 측정하였다. Chlorogenic acid의 정량은 Diazo법에 의해 추출물 5mL에 1% sodium nitrate 2mL와 0.15N acetic acid 2mL를 가하여 혼합하고 5분 후 1N sodium carbonate 1mL를 첨가한 후 530nm에서 흡광도를 측정하였다.

바. Carotenoid 정량

시료 0.4g을 acetone 48mL와 hexane 72mL에 용해시키고 $MgCO_3$ 를 0.05g을 첨가하여 30분간 교반하였다. 교반 후 8,000rpm에서 10분간 원심분리를 하여 상정액을 separate funnel에 모은 다음, 침전물에 acetone 10mL를 넣고 교반 하고 원심분리를 하여 상정액을 취하였다. 이 방법을 2회 반복하여 얻은 침전물에 hexane 10mL를 가하고 교반한 다음 원심분리를 하여 상정액을 취하였다. 얻어진 상정액을 separate funnel에서 모두 혼합하고 증류수 80mL로 5회 반복하여 acetone을 제거하였다. 100mL 용량플라스크에 상정액을 옮기고 acetone 9mL를 첨가하여 hexane으로 정용을 한 다음 450nm 에서의 흡

광도를 측정하였다.

사. 모로헤이아 잎에서 점질성 다당의 추출

점질성 물질(mucilage)을 분리하기 위하여 모로헤이아 분말에 20배의 증류수를 가하여 50, 60, 70, 80°C에서 각각 2시간 열수추출 후 여과포로 착즙하였다. 각 열수추출물에 55% ethanol을 첨가하여 서서히 저어준 후, 용해되지 않고 침전되는 침전물을 모아 클로로필을 제거하기 위해 acetone으로 씻은 다음 40°C에서 2시간 건조시켜 수용성의 mucilage를 얻었다.

아. 점질성 측정

각각의 온도에서 추출된 mucilage의 점질성을 비교하기 위하여 HAKKE viscometer(RV 20)를 이용하여 mucilage의 점성을 비교하였다.

자. 다당획분의 분석

시료를 0.1%용액으로 만들고 여과하여 얻은 여액 중 4mL를 Sepharose CL-2B column(950×32mm)에 주입시키고 0.1M NaCl를 43mL/hr 속도로 용출시켰다. 용출액은 fraction collector를 이용하여 5mL씩 분취한 후 페놀-황산법으로 각 획분의 총당량을 측정하였다. 즉 시료 1mL에 5% 페놀 용액을 가한 후 진한 황산(95%) 5mL을 첨가하여 잘 혼합한 후 30분간 방치하면서 열을 식힌 후 470nm에서 흡광도를 측정하였다.

Void volume은 dextran(Sigma Co. 분자량: 5,000,000-40,000,000)을 이용하여 위와 동일한 조건으로 용출시켜 조사하였으며 전체 부피는 포도당을 주입시킨 후 용출되어 나올 때까지의 용출액으로 정하였다. Column의 보정은 dextran T-10(분자량 10,000), T-40(분자량 40,000)과 T-500(분자량 500,000)(Pharmacia Co.)을 사용하여 분자량과 K_{av} 간의 관계로 나타내었다.

$$K_{av} = \frac{V_e - V_0}{V_t - V_0}$$

V_e : elution volume(mL), V_t : total volumn(mL)

2. 모로헤이아의 콜레스테롤 상승억제 효과

가. *in vitro*계에서 콜레스테롤 상승억제 활성 검색

1) 담즙산염 흡착능

모로헤이아 추출물과 담즙산염과의 흡착능을 *in vitro* 방법으로 측정하였다. 농도별로 희석한 시료 4mL를 투석막(MW 6,000~8,000)에 넣고, 200mM taurocholic acid 1mL를 가하여 잘 혼합하고 밀봉 한 후 10mM sodium phosphate buffer(pH 6.0) 40mL이 채워진 tube에 집어넣고 37°C incubator에서 1시간 교반을 시켰다. 투석막 내에 잔존하는 taurocholic acid 농도를 측정하였다.

$$\text{Sorption Capacity(\%)} = 1 - A/B \times 100$$

A : total taurocholic in dialysates with mucilage

B : those without mucilage

2) Glucose 흡수 지연 효과

모로헤이아 추출물과 담즙산염과의 흡착능을 *in vitro* 방법으로 측정하였다. 농도별로 희석한 시료 4mL를 투석막(MW 6,000~8,000)에 넣고, 0.4% glucose 1mL를 가하여 잘 혼합하여 밀봉 한 후 10mM sodium phosphate buffer(pH 6.0) 40mL이 채워진 tube에 집어넣고 37°C incubator에서 1시간 교반을 시킨 다음 투석막내에 잔존하는 glucose 농도를 측정하였다.

$$\text{Sorption Capacity(\%)} = 1 - A/B \times 100$$

A : total glucose in dialysates with mucilage

B : those without mucilage

3) 담즙산염 측정

Taurocholic acid를 0, 1.25, 2.5, 5, 10mM를 제조한 후 시험관에 0.2mL를 가한다. 70% H₂SO₄ 1mL를 첨가하고 실온에서 5분간 방치 후 0.25% furfural 용액을 0.2mL를 가한 다음 실온에서 1시간 방치한 뒤 520nm에서 흡광도를 측정하여 standard curve를 작성하였다. 한편 시료를 첨가하여 담즙산 흡착능을 실시한 투석막내의 taurocholic acid 농도를 위와 같은 방법으로 측정하였다.

4) Glucose 함량 측정

페놀-황산법으로 투석막내에 잔존하는 glucose 농도를 측정하였다.

나. in vivo계에서 콜레스테롤 상승억제 효과 시험

1) 실험군, 식이조제 및 동물 사육

동물실험용 SD Rat 4주령 수컷 흰쥐를 대한실험동물센터로부터 구입하였다. 우선 cage에 깔짚을 깔고, 물통과 사료를 준비하여 물통은 구멍이 뚫어져 있는지 확인한 뒤 무작위로 선별하여 cage에 옮겨서 1주일간 일반 고형 사료로 환경에 적응시킨 후 cage당 초기 체중이 동일하도록 무작위로 2마리씩 집어넣어, 각 군 10마리씩 7개의 실험 군으로 나누었다. 즉 정상 식이군, 고 콜레스테롤 식이 대조군, 모로헤이아와 mucilage를 첨가한 실험 군으로 나누었다. 실험 식이는 각 실험 군에 따라 표 1과 같은 구성으로 혼합하여 7종류를 조제하였는데 식이 중 탄수화물은 65%, 단백질은 20%, 지방 5%와 콜레스테롤 0.5%, 비타민 mix. 1%, 무기질 mix. 3.5%, 섬유질은 각각 5, 10%가 되도록 첨가하였으며 AIN-76의 조성을 이용하였다. 식이와 물은 자유로이 섭취케 하여 4주간 사육하였으며 체중과 식이섭취량을 측정하였다.

표 1. 실험식이의 조성 (%)

식이 성분	N ¹⁾	C ₅ ²⁾	C ₁₀ ³⁾	MO ₅ ⁴⁾	MO ₁₀ ⁵⁾	MU ₅ ⁶⁾	MU ₁₀ ⁷⁾
Casein	20	20	20	16.7	13.4	18.0	16.0
L-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Sucrose	40	40	40	40	40	40	40
Corn starch	25	24.25	19.25	19.05	8.85	21.25	13.25
Soyben oil	5	5	5	5	5	5	5
Mineral Mix.	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin Mix.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Cholesterol	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sodium cholate	-	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cellulose powder	5.0	5.0	10	-	-	-	-

- 1) Normal
- 2) Cellulose 5%
- 3) Cellulose 10%
- 4) *Molokhia* 5%
- 5) *Molokhia* 10%
- 6) Mucilage 5% in *molokhia*
- 7) Mucilage 10% in *molokhia*

2) 시료 채취

분변 중 담즙산 배설량을 측정하기 위하여 분변은 마지막 4일 동안의 것을 수거하였고, 실험 식이가 끝난 후 동물을 ether로 마취시킨 뒤 개복하여 복부 대동맥으로부터 혈액을 채취하고, 간을 적출 하였다.

혈액은 heparin이 첨가된 주사기로 채취한 뒤 3000rpm으로 원심분리하여 혈청을 얻었고, 간 조직은 중량을 측정한 뒤 -50℃에 보관하였다.

3) 혈청의 지질함량 분석

혈청 중 각종 지질함량은 효소법을 이용한 kit(Eiken, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 즉 총 콜레스테롤은 Cholestezyme-V, HDL-콜레스테롤은 HDL-C555, 중성지방은 Triglyzyme-V로 분석하였다.

4) 간의 지질함량 분석

간 조직의 지질함량은 Folch 등의 방법으로 추출하였다. 즉 간 조직을 세 절한 다음 믹서기로 마쇄한 육을 $\text{CHCl}_3/\text{MeOH}(2:1)$ 로 추출한 후 항량을 구한 수기에 넣고 감압농축을 하였다. 총 지질함량은 중량 차에 의해 측정하였고, 콜레스테롤과 중성지방은 효소kit로 측정하였다.

5) 변의 지질함량 분석

각 변 0.5g을 칭량하여 10배 량의 Folch액($\text{CHCl}_3/\text{MeOH}(2:1)$)을 첨가하고 shaking incubator에서 30분(15°C)간 추출한 후 여과하였다. 여과액에 증류수 1mL를 가하여 잘 흔들려준 후 방치하고 aspirator를 이용하여 물층을 제거한 뒤 이 중 2mL를 각 시험관에 분취한 후 농축하였다. 시료에 에탄올 2mL를 가하여 잘 용해시킨 후 여과한 액을 효소 kit를 사용하여 총 콜레스테롤, 중성지질을 측정하였다.

6) 간의 외관상 형태

각 실험군 별로 간의 비대 현상과 지방의 축적에 따른 간 색의 변화를 육안으로 확인하였다.

7) 통계처리 방법

모든 실험결과는 평균치와 표준 오차로 표시하였으며 통계처리는 SAS program을 이용한 ANOVA와 Duncan Multiple range test로 각 군간의 차

이에 대한 유의성을 검증하였다($p < 0.05$).

3. 모로헤이야를 이용한 기호성과 기능성이 우수한 가공제품개발

가. 모로헤이야 과립차 제조

모로헤이야 분말의 분산성을 높이기 위해 모로헤이야 잎을 냉풍 건조시킨 후 ball mill을 이용하여 미세한 분말로 만들고 이들과 열량이 없는 기능성 당인 팔라티니트(palatinin)를 일정량 첨가한 다음 혼합기를 사용하여 잘 혼합하였다. 이들 혼합물에 55% 에탄올을 첨가하고 반죽기를 사용하여 반죽형 태로 한 다음 20mesh seive를 통과시켜 모로헤이야 과립차를 제조하였다(그림1).

모로헤이야 분말과 팔라티니트 7: 2의 비율로 혼합

↓

55%에탄올을 첨가

↓

혼합(교반 속도를 점차 빠르게)

↓

Sieving (20mesh)

↓

40℃열풍건조기에서 건조

↓

Sieving

↓

모로헤이야 과립차

그림 1. 모로헤이야 과립차 제조공정도

나. 모로헤이아 요쿠르트 제조

모로헤이아는 특유의 점질성 때문에 요쿠르트에 첨가하면 기능성뿐만 아니라 독특한 물성과 향미를 부여할 것으로 판단하여 모로헤이아 요쿠르트를 제조하였다. 일반적인 제조법에 따라 요쿠르트를 제조한 후 당을 첨가하고 모로헤이아 과립차를 첨가하여 점질성이 있는 호상 요쿠르트를 제조하였다 (그림 2).

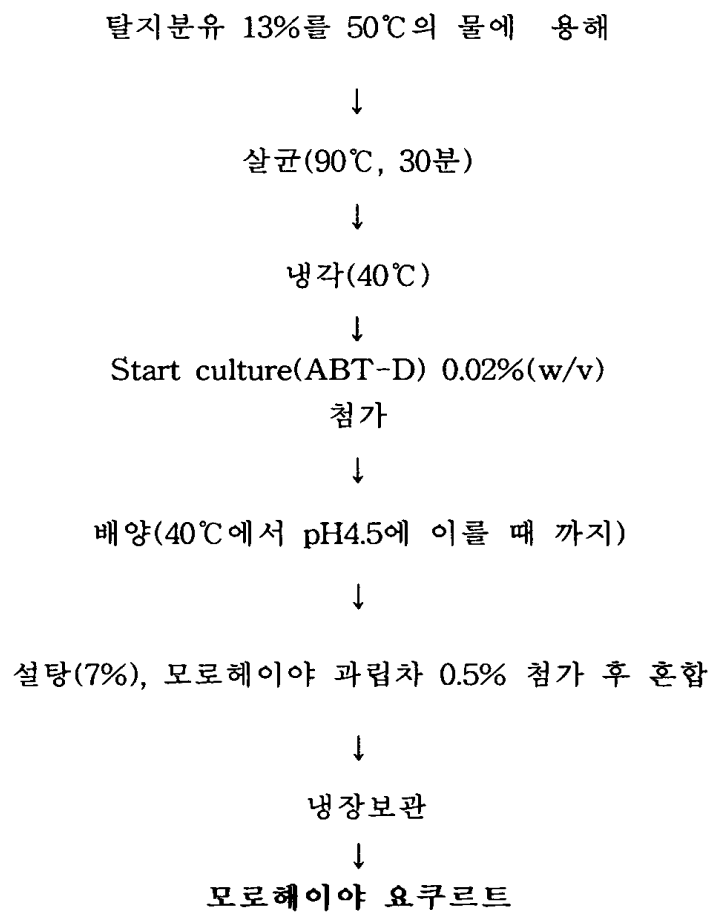


그림 2. 점질성 식이섬유 강화 요쿠르트 제조공정도

다. 모로헤이야 점질성 음료 제조

모로헤이야에 함유되어 있는 수용성 식이섬유를 보다 쉽게 이용할 수 있도록 모로헤이야의 점질성 다당을 이용한 기능성 음료를 제조하였다. 모로헤이야의 분말은 분산성이 떨어지기 때문에 냉침 추출한 점질성 물질을 이용하여 다음과 같은 방법으로 제조하였다(그림 3).

모로헤이야 분말을 냉침 추출하여 점질성 다당을 얻는다

↓

자일리톨 7.2g, 텍스트린 6g, 오미자 당액 20g, 비타민 C 0.3g, 감초 0.2g을 혼합

↓

증류수 100mL을 가하여 가온하면서 혼합물을 용해시킨다

↓

혼합물에 모로헤이야 냉침추출물 200mL을 가한다

↓

가온하면서 교반해준 뒤 과일 복합향을 가한다.

↓

75℃에서 10분간 살균 후 냉각

↓

모로헤이야 점질성 음료

그림 3. 모로헤이야 냉침 추출물을 이용한 점질성 음료 제조

라. 모로헤이아 분말을 이용한 국수 제조

모로헤이아 분말을 이용한 국수 제조는 그림 4와 같이 하여 조제하였다. 즉 물 100mL를 뜨겁지 않게 가열하면서 알긴산 2.0g을 첨가한 다음 알긴산이 완전히 녹으면 모로헤이아 분말 5g을 천천히 넣으면서 교반하였다. 교반 중 공기를 가끔 빼내는 것이 좋으며 교반이 완료되면 실린더 형태의 용기에 넣고 압력을 가하여 국수모양으로 밀어내면서 3% calcium chloride용액에 잠시 잠기도록 하였다. 완성된 국수를 물에 담근 다음 조미액과 함께 팩에 밀봉하고 10분간 살균하였다.

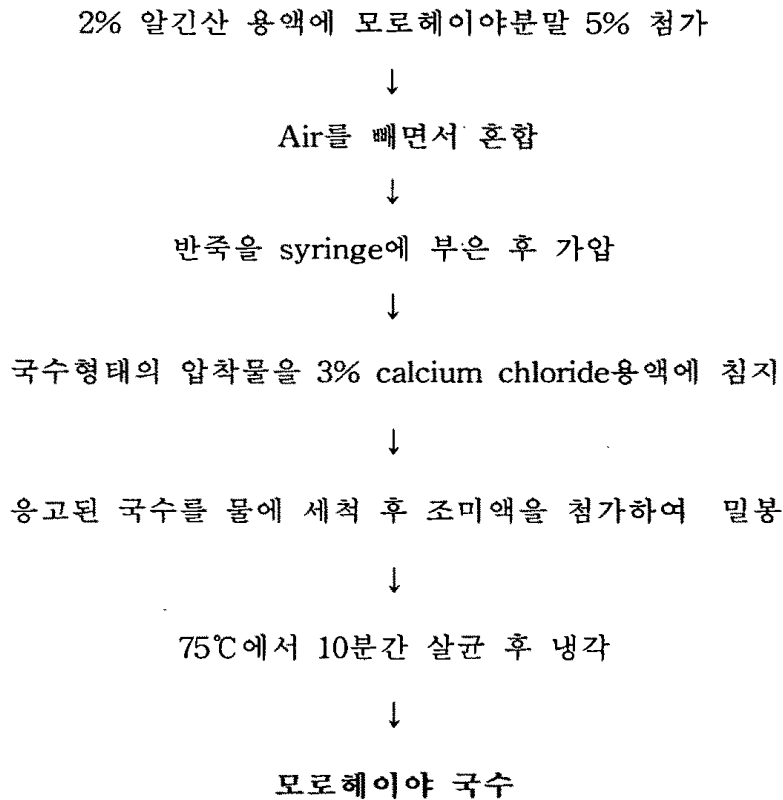


그림 4. 모로헤이아 분말을 이용한 국수 제조공정도

마. 알긴산을 이용한 모로헤이아 가공제품

모로헤이아 분말과 다당류인 알긴산을 혼합하여 얻은 혼합물을 적당한 형태로 사출한 다음 CaCl_2 용액에 침지시키면 알긴산과 칼슘이 chelating을 형성하면서 순간적으로 응고되는 현상을 이용하여 사각사각한 식감을 가진 모로헤이아 droplet을 제조하였다(그림 5).

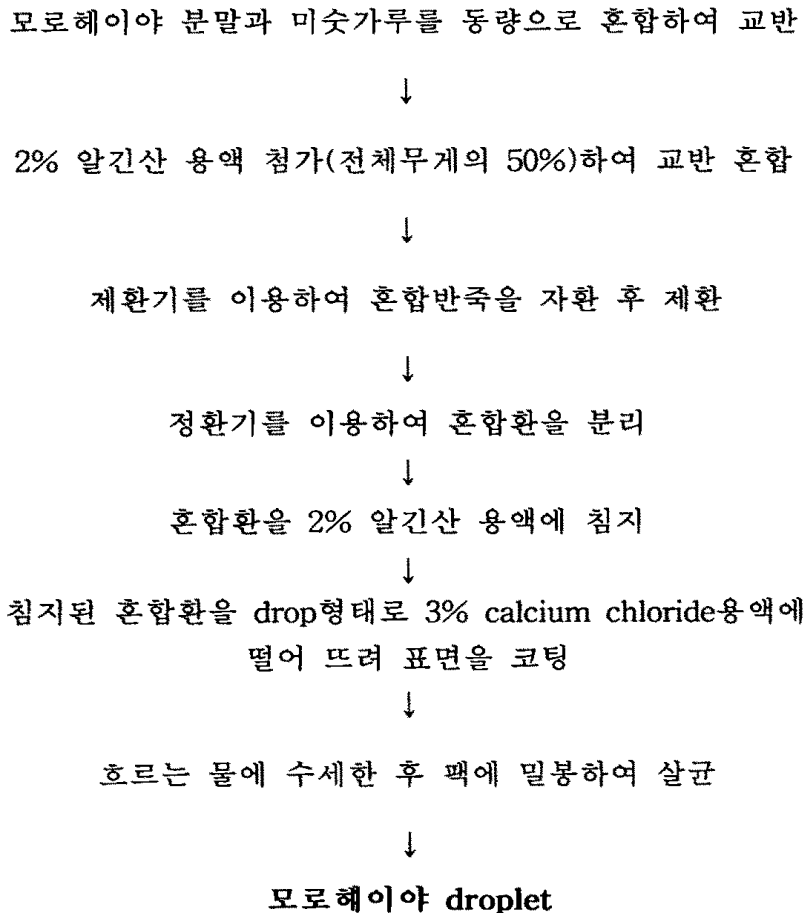


그림 5. 알긴산을 함유한 모로헤이아 droplet

바. 관능검사

각각 다른 배합비로 제조한 모로헤이아 가공품에 대해 훈련된 패널요원 20명을 통하여 9점 평점법으로 관능검사를 실시하였다.

4. 모로헤이아 과립차의 다이어트 효과에 대한 연구

가. 실험재료

모로헤이아 과립차를 이용하여 20~30대 여성을 중심으로 모로헤이아의 다이어트 효과에 관한 실험을 실시하였다. 모로헤이아 과립차는 2g씩 포장하였으며 지원자에게 제공한 plastic shaker에 모로헤이아를 붓고 우유 약 100mL를 첨가하여 약 10초간 흔들어준 다음 마시는 방식으로 식사 30분전에 하루에 3번씩 음용하도록 하였다. 그리고, 모로헤이아를 식사 전에 섭취하는 것 외에는 제한 식이를 실시하지 않았으며 평상시 먹는 습관을 유지하면서 실험에 임할 것을 권장하였다. 표 2에 과립차 형태로 만든 다이어트 식이의 조성을 나타내었다.

표 2. 모로헤이아 다이어트 식이 조성

	(per 9g)
모로헤이아 분말	7.0
팔라트니트	2.0

나. 실험대상자 및 실험방법

실험대상자는 한국식품개발연구원내 연구원들로 본인이 비만이라고 느끼는 대상 중 body mass index(BMI)로 판단하여 보통~과체중에 속하는 26.6 ± 2.4세인 여성을 대상으로 하였다. 실험실시 전에 신체 대사 및 혈액 생화학 검사를 하였다. 실험은 식사 30분전에 2g씩 개별 포장된 다이어트 과립

를 복용하였고, 섭취의 유무는 다이어트 일기에 기록하도록 하였다. 섭취 시작 전과 8주 후의 혈액 및 체지방 측정은 의사에 의해 직접 채혈하고 분석하였다.

또, 실험자는 사전에 설문조사를 통해 식생활이 안정한 자를 선택하였고, 다이어트 식이 이외에는 본 실험 개시전과 동일한 식사 및 생활을 하도록 지도하고, 매주 실험자에 대해서 식사 및 건강상태, 운동량, 약물복용 등에 관한 설문조사를 실시하였으며 한국영양학회의 CAN (computer aided nutritional analysis) program으로 섭취 칼로리를 계산하였다.

다. 채혈, 신체대사 및 체지방율의 측정

채혈전날에는 금주하고, 18시까지 저녁식사를 마치도록 하였고 그 이후 채혈까지는 물 이외의 식사를 금지하였다. 채취한 혈액에서의 혈청 및 혈장은 각종 생화학검사에 사용되어졌다. 신체대사에서는 신장과 체중을 측정하였고 체지방율은 체지방계로 생체 전기저항을 이용하여 측정하였다. 모로헤이아의 다이어트효과 실험을 위해 지원자들의 다이어트 시작 전과 다이어트 2개월 후의 표 3에 제시된 것과 같은 인체계수 및 혈액의 생화학적 지표의 변화를 비교하였다.

라. 혈청 및 혈장 시료의 분석

분석은 성남시의 새한 가정의원에 의탁하였고, 검사항목은 총 콜레스테롤, HDL-cholesterol, triglyceride, LDL-cholesterol, plasma glucose를 측정하였다.

마. 통계적 검사방법

Data는 평균±SD으로 표기하였다. 각 군의 초기치와 8주 후 data의 비교

는 SAS 통계처리 프로그램을 사용하여 각 군간의 평균치의 차이 검정을 사용하여 유의성을 판정하였다. 또한 $p < 0.05$ 을 유의차로 하였다.

표 3. 지원자들의 다이어트효과를 측정하기 위한 인체계수 및 혈액의 생화학적 지표 n=15

Age(y)	26.6 ± 2.4
Weight(kg)	57.2 ± 2.5
Height(cm)	160.0 ± 3.7
Body mass index(kg/m ²)	22.3 ± 0.8
Body fat ratio(%)	25.0 ± 2.4
Total fat area(kg)	14.3 ± 1.5
Triacylglycerol(mg/100ml)	69.8 ± 15.3
Total cholesterol(mg/100ml)	156.9 ± 16.8
HDL-cholesterol(mg/100ml)	58.0 ± 8.3
LDL-cholesterol(mg/100ml)	84.8 ± 14.8
Glucose(mg/100ml)	77.2 ± 9.4

Values are means ± SD

표 4. 다이어트 지원자들이 작성하여야 할 daily check sheet

요 일	아 침	점 심	저 녁	간 식 (횟수)	모로헤이아 복용			운동		체 중 (아침 식사 전)
	①먹지 않았다 ②조금 먹었다 ③적당량 먹었다 ④많이 먹었다	아 침	점 심		저 녁	종류	시간			
월 일										
월 일										
월 일										
월 일										

표 5. 다이어트 지원자들의 영양소 섭취상태 파악을 위한 check sheet

구 분 시 간	음식명	재료명	목적량	분량
아 침				
간 식				
점 심				
간 식				
저 녁				
간 식				

5. 모로헤이아 과립차의 변비개선 효과

가. 실험재료

모로헤이아 과립차를 이용하여 20~30대 여성을 중심으로 모로헤이아의 다이어트 및 변비개선 효과에 관한 실험을 실시하였다.

나. 실험대상자

실험에 참가한 대상은 사전 설문조사를 통해 일주일에 2회 이상 변을 배출하지 못하고, 배변시 통증을 느끼는 20대 여성 14명에 대해서 변비개선 효과를 살펴보았다.

다. 실험방법

모로헤이아 과립차를 다이어트 대상자와 동일한 방법으로 아침 식사전과 취침전 복용을 하도록 하여 2주간 살펴보았다. 또, 실험자는 매일 변비일기를 쓰도록 하여 실험자의 상태를 확인하였으며 표 6의 daily check sheet를 통하여 모로헤이아의 변비개선효과를 조사하였다.

표 6. 변비개선 효과 연구 참여자들이 작성하여야 할 daily check sheet

요일	배변 횟수		배변시 통증	변 상태	모로헤이아 복용		모로헤이아 복용으로 인한 증상	의견
	오전	오후	①아프다 ②약간 아프다 ③아프지 않다	①아주 묽다 ②약간 묽다 ③딱딱하다	아침	취침전		
월 일								
월 일								

제3장 결과 및 고찰

제1절 모로헤이아 잎의 이화학적 특성

1. 모로헤이아 잎의 성분조사

모로헤이아 잎을 세척한 후 냉풍 건조시켜 얻은 분말의 영양성분을 조사하였다. 식이섬유의 함량이 건물량의 37.4%를 차지하였으며 특히 단백질의 함량이 매우 높아 건물량의 24.4%에 이르렀다. 한편 참마의 끈적거리는 점성은 참마 중에 함유된 당 및 단백질을 주체로 한 점질물의 양과 그 성상에 의존하는데 참마의 경우 단백질 함량은 13% 정도인 것으로 알려져 있다. 이와 같은 사실은 모로헤이아의 대단히 높은 점성과도 관련이 있을 것으로 사료되므로 향후 모로헤이아 점질물의 분자구조에 대한 더 깊은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 그 밖의 영양성분으로서 특기할 만한 것은 무기물 중 칼슘의 함량이 2,000mg 이상으로 대단히 높았는데 이는 일반적으로 칼슘의 함량이 높은 식품으로 알려진 멸치의 900-1,900mg 보다 더 높은 값이었다. 뿐만 아니라 비타민 A의 함량도 79mg% 정도로 높았는데 이러한 수치들은 Innami 등의 연구결과와 같은 경향이었으며 이와 같은 결과를 통하여 모로헤이아 잎은 단백질과 미네랄, 그리고 비타민 등이 풍부하기 때문에 건강식으로서의 효과도 기대해 볼 수 있을 것으로 사료된다.

표 7. 모로헤이아 잎의 영양 성분

성분	Unit: per 100g, dry basis	분석방법
수분	11.29g	식품공전
조지방	4.1g	식품공전
조회분	10.8g	식품공전
조단백	24.4g	식품공전
당질	12.01g	식품공전
식이섬유	37.4g	식품공전
Vitamin C	0.793mg	AOAC
Vitamin A	78.95mg	AOAC
Ca	2026.06mg	식품공전
Fe	10.45mg	식품공전

2. 모로헤이아 mucilage의 특성

가. 추출온도별 mucilage의 수율

모로헤이아 잎에 함유된 점질성 물질(mucilage)을 분리하기 위하여 모로헤이아 분말에 20배의 증류수를 가하고 50, 60, 70, 80℃에서 추출하였다. 표 8은 각 추출온도에 따른 mucilage의 추출 수율을 나타낸 것이다. 50℃에서 추출하였을 때 mucilage의 수율은 8.05%로 가장 높았으며 70℃에서 추출하였을 때는 6.45%로 가장 낮았다. 그러나 추출온도에 따른 착즙수율을 비교해보면 온도가 증가하면서 착즙수율도 증가하는 경향을 보였는데 이러한 결과를 종합해보면 온도가 증가함에 따른 단백질의 변성과 점질성의 약화에 기인한 것으로 사료된다. 또한 이러한 요인으로 온도가 증가하면서 착즙이 보

다 용이하였다.

표 8. 추출온도에 따른 mucilage의 수율

추출온도 (°C)	착즙액 수율(%)	mucilage(g)	수율(%)
50	70.8	4.83	8.05
60	70.8	4.59	7.65
70	75.0	3.87	6.45
80	79.2	4.15	6.91

나. 모로헤이아의 점질성 비교

그림 6은 각각의 온도에서 추출된 mucilage의 점질성을 비교하기 위하여 HAKKE viscometer(RV 20)를 이용하여 mucilage의 점성을 비교한 것으로서 추출온도가 높아질수록 mucilage의 점도가 약간씩 낮아지는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 높은 온도에서의 열수추출은 특히 단백질의 변성을 초래하여 점성에 영향을 미쳤을 것으로 추측되며 이들 점성의 변화는 mucilage의 생리활성에도 영향을 끼칠 것으로 예측된다.

그림 7은 50°C에서 추출한 열수추출물과 mucilage의 점성을 비교한 결과로서 열수추출물에 비해 mucilage의 점성이 훨씬 높은 결과를 보였는데 이를 같은 건물량으로 비교 시 수용성 식이섬유의 함량과 단백질의 변성에 의해 큰 영향을 미쳤을 것으로 사료되었다.

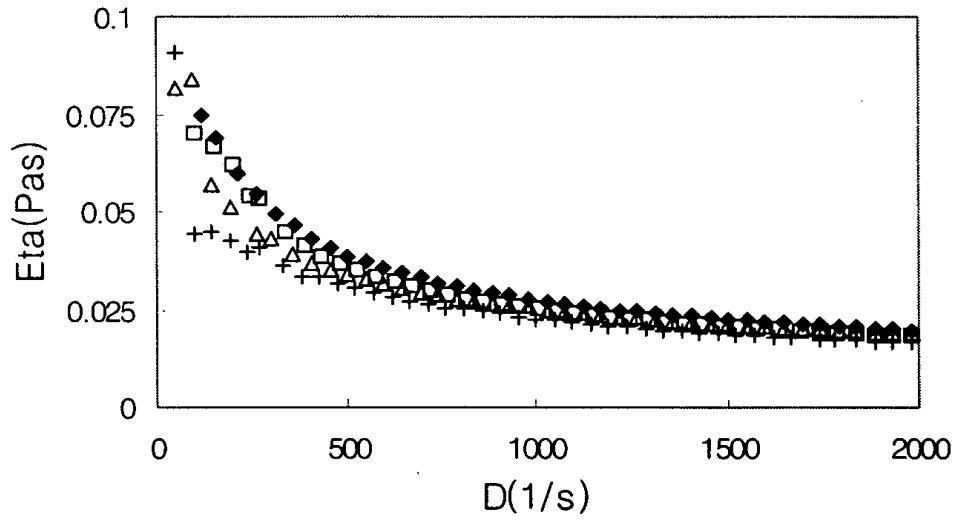


그림 6. 추출온도에 따른 mucilage의 점성
 ◆: 50°C □: 60°C △: 70°C +: 80°C

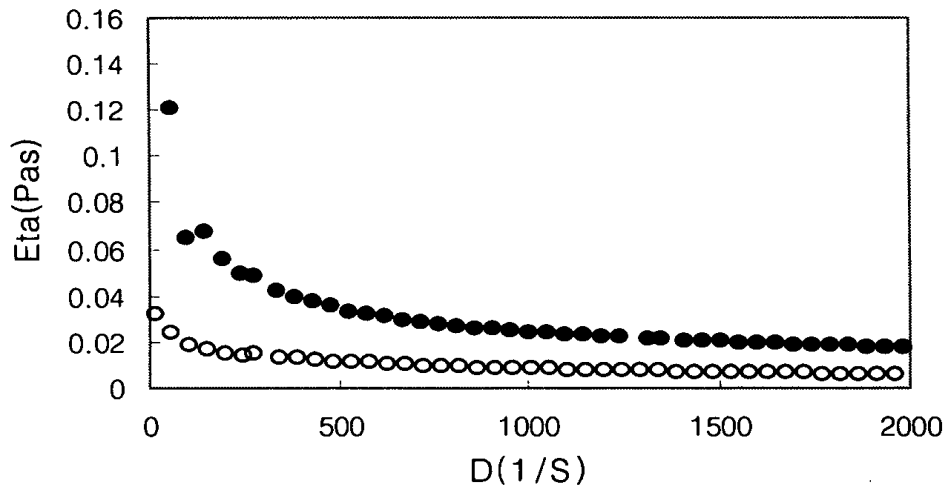


그림 7. 열수추출물과 mucilage의 점성 비교
 ● : Mucilage (1%)
 ○ : 열수추출물 (1%)

다. 온도에 따른 mucilage의 조성 변화

표 9는 추출온도에 따른 mucilage의 단백질, 총당, 수분 및 회분 함량을 측정한 결과이다. 모로헤이아 열수추출물의 경우 회분함량이 14% 정도로 모로헤이아 잎 보다 더욱 높은 것은 모로헤이아의 점질성을 나타내는 물질이 무기성분과 강하게 결합하고 있음을 말해주는 것으로 사료된다. 추출온도에 따른 mucilage조성의 변화는 크게 나타나지 않았으나 단백질의 총당에 대한 비율이 50℃의 57.6%에서 80℃의 38.9%로 점차 낮아지는 경향이 있어 이것이 점성의 변화에 중요한 영향을 미친 것으로 판단된다.

한편 참마의 경우 점질물의 당 및 단백질의 조성비를 비교한 결과 당질이 88-64%로 주체이며 단백질은 약 36-12%를 나타내어 모로헤이아 열수추출물의 조성과는 다소 차이를 나타내었는데 이는 식물의 종에 따른 차이로 보이며 이들 성분과 점질물의 점성과의 사이에 상관은 보이지 않았다는 보고도 있어 향후 이에 대한 면밀한 조사가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

표 9. 추출온도에 따른 mucilage 조성 변화

추출온도 (℃)	단백질 (%)	총당 (%)	수분 (%)	회분 (%)
50	26.8	46.5	9.0	13.9
60	24.8	47.8	11.5	14.3
70	20.6	42.5	12.3	14.2
80	20.2	51.9	12.8	14.2

라. 폴리페놀성 물질의 함량

1) 총 폴리페놀

모로헤이아 열수추출물과 mucilage의 총 폴리페놀 함량 및 조성을 조사하였다. 모로헤이아 열수추출물의 폴리페놀 함량은 건물량 기준 3,988mg%로서 폴리페놀의 보고(寶庫)라 일컬어지는 녹차나 미숙사과에 비해 손색이 없는 것으로 나타났다. 한편 mucilage의 총 폴리페놀 함량은 열수추출물에 비해서 약 50% 정도로 낮아졌지만 여전히 높은 함량을 지니고 있었다. 열수추출물이 mucilage보다 총 폴리페놀 함량이 높았는데, 이와 같은 결과는 mucilage를 얻는 과정의 에탄올과 아세톤 처리과정 중 절반 이상의 폴리페놀이 소실되었기 때문이라 사료된다.

이들 폴리페놀 성분은 각종의 생리활성에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있으며 특히 이들은 체내의 활성산소를 억제하는 항산화작용의 효과를 기대할 수 있을 것이라 사료된다.

2) Flavanol형 탄닌

표 10에는 모로헤이아 열수추출물과 mucilage의 flavanol형 탄닌인 catechin과 leucoanthocyan의 함량을 나타낸 결과로서 총 폴리페놀 함량의 결과와 마찬가지로 열수추출물의 경우는 407.1mg%로서 mucilage의 184.6mg%에 비해 2배 이상의 높은 함량을 보였다.

3) Leucoanthocyan

모로헤이아 열수추출물이 303.36mg%이고, mucilage가 130.56mg%로서 열수추출물의 함량이 2배 이상 높은 결과를 보였다.

4) Chlorogenic acid

열수추출물과 mucilage의 chlorogenic acid 함량을 측정한 결과 열수추출물이 3배 이상의 높은 함량을 나타냈다.

이상의 열수추출물과 mucilage의 페놀성 물질의 함량 측정 결과를 토대로 개개 획분의 함량이 총 폴리페놀에서 차지하는 구성비를 살펴보면 열수추출물인 경우는 chlorogenic acid 함량의 구성비가 총 폴리페놀 함량의 약 24.6%를 차지하였고, flavanol형 탄닌이 10%, leucoantocyan이 7.6%를 차지하는 것으로 나타났으며 mucilage인 경우 chlorogenic acid 함량의 구성비가 총 폴리페놀 함량의 약 15.0%를 차지하였고, flavanol형 탄닌이 10.0%, leucoantocyan이 7.2%를 차지하는 것으로 나타났다. 열수추출물과 mucilage의 폴리페놀 구성비의 차이는 열수추출물이 chlorogenic acid 함량이 상대적으로 높은 구성비를 차지하고 있음을 알 수 있었다.

표 10. 모로헤이아 잎과 mucilage에 함유된 총 폴리페놀 함량 및 조성

(mg%, dry basis)

시료	Total polyphenol	Flavanol형 탄닌	Leucoantocyan	Chlorogenic acid
열수추출물	3,988	407.1	303.36	982.2
Mucilage	1,826	184.6	130.56	275.2

마. Mucilage의 아미노산 조성

Mucilage단백질의 아미노산 조성을 살펴 본 결과, 산성 아미노산인 glutamic acid, aspartic acid, 지방족 아미노산인 glycine, alanine 등이 모로헤이야 mucilage 단백질을 구성하는 주요 아미노산인 것으로 나타났다. 즉 주로 에탄올에는 잘 녹지 않는 아미노산이 많고 에탄올에 용해성이 강한 유황 아미노산 들은 검출이 안되거나 미량으로 구성되어 있었다. 한편 참마의 점질물을 구성하는 단백질의 구성 아미노산을 조사한 결과 isoleucine이 약 20%, leucine이 약 12%, glycine이 약 10%를 차지하여 이들이 주요 구성 아미노산이었음을 보고한 바 있어 모로헤이야 점질물을 구성하는 단백질의 아미노산 조성과는 다소 차이를 나타내었다.

표 11. Mucilage 단백질의 아미노산 조성

아미노산	Mol %
CYA*	2.34
ASX**	9.54
GLX**	11.25
SER	6.79
HIS	1.40
GLY	10.85
ARG	2.83
THR	5.33
ALA	10.52
PRO	5.93
TYR	0.87
VAL	6.19
MET	0.45
ILE	4.75
LEU	8.21
PHE	4.51
TRP	1.26
LYS	6.98
TOTAL	100

*CYA mean the sum of cysteine & cystine

**ASX, GLX mean the sum of asparagine & aspartic acid and glutamine & glutamic acid, respectively.

바. Mucilage의 gel filtration chromatogram

그림 8은 mucilage를 구성하는 다당류 및 단백질의 분자량 분포를 측정하기 위하여 건조된 분말을 0.1% 수용액으로 만들고 여과한 후 여액 중 4mL를 Sepharose CL-2B column(3.2×95cm)에 주입시키고 0.02% sodium azide를 함유하는 증류수를 50mL/hr 속도로 용출시켰다. 용출액은 fraction collector를 이용하여 5mL씩 분취 한 후 페놀-황산법으로 각 획분의 총 당량을 구하였으며, 단백질은 흡광도 280nm에서 측정한 결과이다.

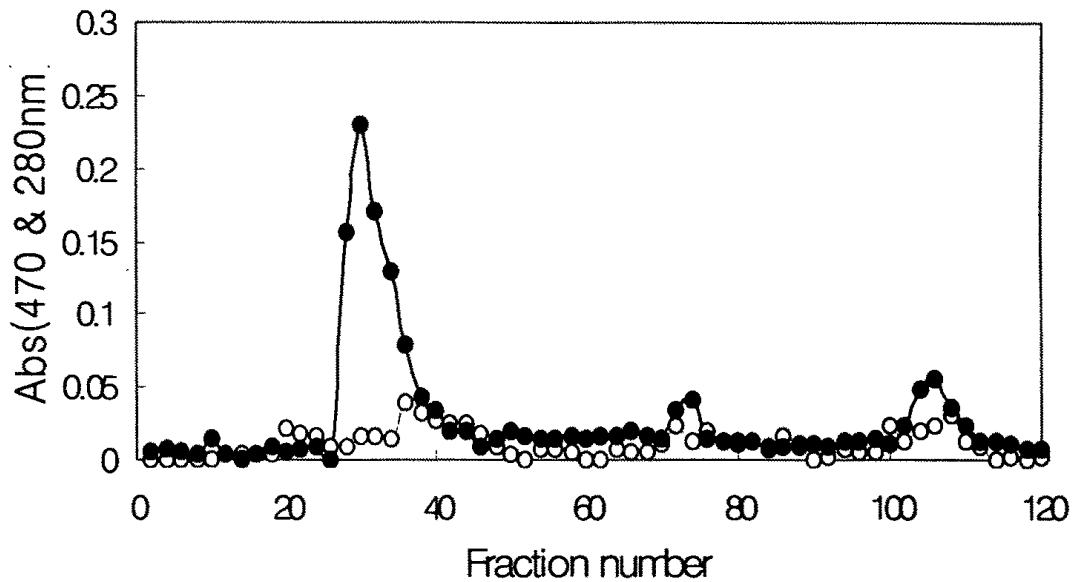


그림 8. Mucilage의 다당류 및 단백질의 gel filtration chromatogram

●-●: 당
○-○: 단백질

다당획분을 조사한 결과 점질물은 다당과 단백질의 복합체인 것으로 추측 되며 mucilage의 다당류 분포는 대부분 분자량 약 300,000 ~ 50,000 dalton의 크기를 가지고 있었으며 50,000 dalton 이하의 다당류도 일부 존재하는 것으로 나타났다. 한편 참마의 점질물을 구성하는 다당을 겔 여과한 결과 분자량이 약 18,000정도이었다는 연구결과와 비교하여 보면 모로헤이아 다당획분의 분자량은 이 보다 더욱 큰 값을 나타낸 점으로 미루어 보아 다당획분의 분자량과 점성과의 사이에 상관관계가 있을 것으로 추정된다. 또한 단백질의 gel filtration chromatogram pattern을 살펴 볼 때, mucilage의 단백질 또한 분자량 300,000 ~ 50,000 dalton사이에서 나타나는 점으로 미루어 보아 모로헤이아 점질물을 구성하는 단백질은 다당류와 결합된 상태로 존재하는 것으로 추측되어 진다. Manabu등은 참마 점질물의 주성분은 만난으로서 만노오스가 β -1 \rightarrow 4 결합으로 중합되어 있으며 직쇄 부분의 평균 잔기수가 참마의 종류에 따라 10~18개를 갖고 있으며, 각각 β -1 \rightarrow 3 결합을 한 분지를 하나씩 갖고 있다고 보고하였다. 향후 모로헤이아 점질물을 구성하는 다당의 본체를 해명하기 위해서는 구성당의 조성, 적외선흡수 스펙트럼, 과요오드산 산화법 및 메틸화 분석법에 의한 평균 단위쇄장 등 다당의 결합양식 등에 대한 더욱 면밀한 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

제2절 모로헤이아의 콜레스테롤 상승억제 효과

1. in vitro계에서의 콜레스테롤 상승억제 효과 검색

가. Mucilage의 담즙산염 흡착능

모로헤이아 잎을 열수추출한 후 추출물에 에탄올 및 아세톤을 첨가하여 분리된 mucilage에는 수용성 다당류와 단백질 등이 집약되어 있다. 이들 수용성 다당류와 단백질이 어우러져 점성을 나타내게 되며 이러한 점성은 담즙산염 등을 체내에서 흡착하여 이들의 체내흡수를 방해함으로써 고 콜레스테롤증 및 당뇨의 예방에 효과를 나타내는 것이라 여겨진다. 그러나 실험결과에서는 점질성과 담즙산염과의 흡착능과의 상반되는 결과를 보여주고 있는데 추출온도별로는 50℃에서 추출한 mucilage가 41%로 가장 낮은 반면, 80℃에서 추출한 mucilage는 첨가한 담즙산염의 83%와 흡착하는 능력을 나타내었다. 이러한 이유로는 점질성 이외에 Bile acid와 식이섬유의 흡착에는 이온결합과 hydrophobic bond가 관여하는 것으로 보고되고 있으며 식이섬유가 trihydroxy bile acid보다 극성이 낮은 dihydroxy bile acid에 흡착을 더 잘한다는 실험결과를 토대로 bile acid 흡착은 주로 소수성 결합에 의한다고 설명되어지며 소장 내에서 식이섬유가 bile acid를 흡착 또는 선택적인 이온교환 반응에 의해 bile acid의 체내 이용성을 떨어뜨린다고 추정되어진다.

이와 같은 mucilage의 담즙산염에 대한 강한 흡착능은 mucilage를 이용한 콜레스테롤 저하 또는 diet 효과가 우수한 식품의 개발을 가능케 할 것으로 기대된다.

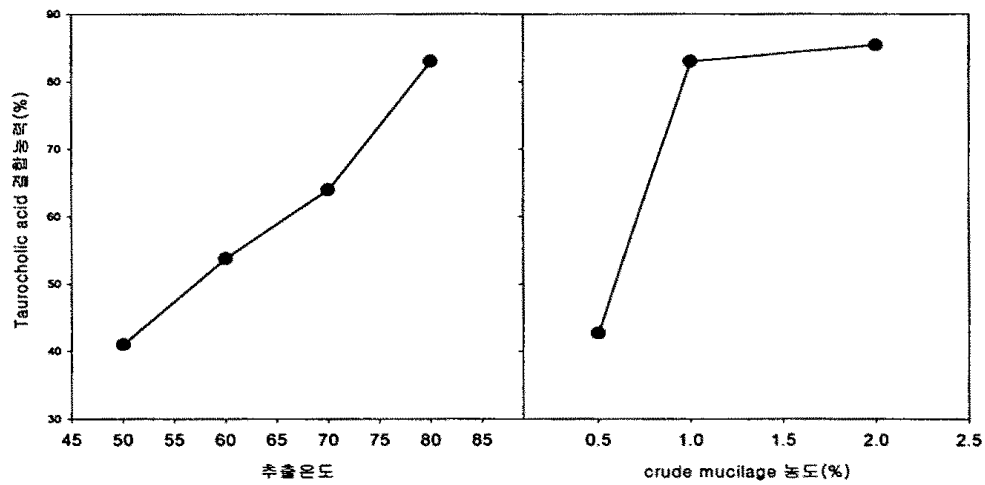


그림 9. Mucilage의 추출은도 및 농도에 따른 담즙산염 흡착능 변화

열수추출물과 mucilage의 담즙산염 흡착능을 비교하였을 때, 열수추출물에 비해 mucilage의 흡착능이 월등히 높았다. 이들의 점성을 비교해 보면 mucilage가 열수추출물에 비하여 월등히 점성이 높는데 이와 같은 결과는 mucilage를 추출할 때 사용한 ethanol과 aceton 등의 유기용매에 의하여 단백질 또는 다당류의 물리·화학적인 변화에 의한 점성의 변화가 담즙산염의 흡착능에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

표 12. 열수추출물과 이로부터 얻어진 mucilage의 담즙산염 흡착능 비교

시 료	담즙산염 흡착능(%)
열수추출물	32.8
Mucilage	79.9

나. Mucilage의 glucose 흡착능

Mucilage의 추출온도에 따른 glucose 흡착능의 변화는 담즙산염 흡착능과는 상반되는 결과를 보여주었다. 즉 80℃ 열수추출구에서 가장 낮은 6.9%의 흡착능을 보인 반면, 50℃에서는 가장 높은 21.5%의 glucose 흡착능을 보였다. mucilage의 점질성은 낮은 온도에서 약간 높은 경향을 보여주었는데 이러한 효과는 점질성에 기인한 것이라 생각되어지며 대부분의 glucose의 transporter는 membrane-bound proteins으로 glucose의 uptake를 도와주는 작용을 하는데 모로헤이아에서 추출한 mucilage는 직접적인 transporter에 작용하지 않고도 glucose를 점질성의 물질로 포접하여 흡수를 억제하거나 지연시키는 효과를 기대해 볼 수 있을 것으로 사료된다.

표 13. 추출온도별 mucilage의 glucose 흡착능

추출온도(℃)	glucose 흡착능(%)
50	21.5
60	10.7
70	9.3
80	6.9

2. in vivo계에서의 콜레스테롤 상승 억제효과

가. 체중증가량, 식이섭취량 및 간/체중 비

모로헤이아와 mucilage 분말을 10%로 섭취한 군에서는 유의적으로 섭취량이 줄었으며, 체중 증가량도 유의적으로 감소하였다. 따라서 이러한 결과는 수용성 식이섬유의 복부 포만감에 기인한 것으로 추정되어진다.

콜레스테롤의 투여가 간의 무게 및 지질 침착 형태에 미치는 영향을 조사

하기 위하여 간지 몸무게에 대해 차지하는 비율을 측정해본 결과, 정상군의 경우에는 2.86%인 반면 cellulose 첨가군은 4.01~4.31%로 간지 차지하는 비율이 증가하였다. Cellulose 첨가군에 비하여 모로헤이아 분말 섭취군에서는 3.74~3.84%, mucilage 첨가군에서는 3.4~3.45%로 낮았으며 이와 같은 결과는 모로헤이아의 섭취로 간의 지질 침착이 어느 정도 억제될 수 있다는 사실을 증명하고 있다.

표 14. 체중증가량, 식이섭취량 및 간/체중 비

처리구	체중 증가량(g)	식이섭취량(g)	간/체중 비
N	169.62 ± 29.41 ^b	470.63 ± 52.28 ^{ab}	2.86 ± 0.16 ^a
C ₅	182.37 ± 21.05 ^b	486.74 ± 24.43 ^b	4.31 ± 0.40 ^b
C ₁₀	188.78 ± 29.08 ^b	494.55 ± 25.61 ^b	4.01 ± 0.38 ^b
MO ₅	168.47 ± 15.45 ^b	456.35 ± 15.66 ^a	3.74 ± 0.16 ^c
MO ₁₀	151.13 ± 14.65 ^a	459.72 ± 12.08 ^a	3.84 ± 0.21 ^c
MU ₅	172.45 ± 9.77 ^b	438.66 ± 22.66 ^a	3.40 ± 0.32 ^c
MU ₁₀	155.52 ± 10.49 ^a	427.98 ± 25.93 ^a	3.45 ± 0.19 ^c

Values are ± means

Significantly different at p<0.05 by duncan's multiple-range test

N: Normal, C₅: Cellulose 5%, C₁₀: Cellulose 10%, MO₅: *Molokhia* 5%,

MO₁₀: *molokhia* 10%, MU₅: Mucilage 5% in *molokhia*, MU₁₀: Mucilage 10% in *molokhia*

나. 혈청의 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 중성지방

Cellulose와 같은 불용성 식이섬유는 콜레스테롤 농도에 영향을 미치지 않고 오히려 콜레스테롤 농도를 증가시키는 경향이 있다고 보고되어 있으며 본 실험에서도 이와 같은 보고와 일치함을 보였다. 한편 mucilage에 의한 콜

레스테롤 저하효과는 확인되지 않았으며 이것은 식이 중에 첨가된 모로헤이아와 mucilage의 당질 급원의 종류에 따른 차이가 아닌가 추정되어진다. 즉 섭취된 당질 중 triglyceride로 저장되기 위해 지방산으로 변화하는 과정이 증폭된 경우일 것이라 추정되어지며, 또한 일부 연구자들에 의한 수용성 식이섬유의 혈중 콜레스테롤 저하실험에서도 이와 같은 결과를 보이고 있다. 즉 혈장과 간에서 콜레스테롤 저하효과가 항상 동일하게 나타나는 것은 아니라고 사료된다. 그리고 중성 지질에서도 모로헤이아를 첨가한 군에서 유의적으로 증가하는 결과를 보여주고 있으나 “good 콜레스테롤인” HDL-콜레스테롤 또한 유의적으로 증가하였다.

표 15. 각 식이군에 대한 혈청의 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 중성지방

처리군	Total-cholesterol (mg/dL)	Triglyceride (mg/dL)	HDL-cholesterol (mg/dL)
N	61.28 ± 14.54 ^a	60.51 ± 16.84 ^a	8.5 ± 2.32 ^a
C ₅	97.14 ± 21.98 ^b	67.35 ± 11.34 ^a	7.89 ± 3.23 ^a
C ₁₀	90.41 ± 13.12 ^b	63.50 ± 20.06 ^a	5.87 ± 3.24 ^a
MO ₅	96.27 ± 14.09 ^b	90.09 ± 13.54 ^b	18.50 ± 4.32 ^b
MO ₁₀	91.82 ± 18.71 ^b	87.19 ± 22.04 ^b	17.13 ± 4.54 ^b
MU ₅	93.82 ± 9.65 ^b	77.34 ± 16.38 ^a	10.18 ± 2.32 ^b
MU ₁₀	95.00 ± 8.22 ^b	79.39 ± 14.66 ^a	10.76 ± 1.89 ^b

Values are ± means

Significantly different at p<0.05 by duncan's multiple-range test

N: Normal, C₅: Cellulose 5%, C₁₀: Cellulose 10%, MO₅: *Molokhia* 5%,

MO₁₀: *molokhia* 10%, MU₅: Mucilage 5% in *molokhia*, MU₁₀: Mucilage 10% in *molokhia*

다. 간의 총 지방과 콜레스테롤 및 중성지방

간의 중성지방과 콜레스테롤 함량을 분석한 결과는 표 16과 같다. 간의 단위 무게 당 지방의 농도는 cellulose 군의 19.58~19.96%에 비하여 모로헤이아 분말 군은 12.86~14.21%, mucilage 군은 12.95~9.17%로 현저하게 낮았다. 간의 중성지방을 분석한 결과 역시 동일한 식이섬유 함량임에도 불구하고 모로헤이아를 섭취한 군에서는 유의적으로 중성지방의 함량이 낮았고 식이섬유 함량 5%를 섭취한 군보다 10%를 섭취한 군에서의 감소량은 유의적인 차이를 보였다. 또한 간의 콜레스테롤 함량에 있어서도 중성지방에서와 같이 모로헤이아 섭취군이 cellulose 섭취군 보다 월등히 낮은 경향을 보였다.

식이섬유가 콜레스테롤 농도를 낮추는 또 다른 설명은 식이섬유가 콜레스테롤의 합성능을 저해한다는 것이다. 콜레스테롤의 합성속도 조절에 관여하는 가장 중요한 효소인 HMG-CoA(3-Hydroxy-3-Methyl glutaryl Coenzyme A) reductase는 mevalonate로 전환하는 기능을 가지고 있는데 식이섬유가 대장에서 발효할 때 생산되는 저급지방산, 즉 propionic acid, butyrate등이 이들 활성을 저해한다는 것이다.

표 16. 간의 총 지방과 콜레스테롤 함량

처리구	Lipid (%)	Total cholesterol (mg/g of liver)	Triglyceride (mg/g of liver)
N	6.51 ± 1.80 ^a	3.23 ± 0.57 ^a	10.57 ± 6.18 ^a
C ₅	19.58 ± 3.19 ^b	14.83 ± 3.16 ^b	37.50 ± 8.70 ^b
C ₁₀	19.96 ± 2.63 ^b	13.51 ± 1.51 ^b	34.49 ± 7.64 ^b
MO ₅	14.21 ± 3.49 ^c	13.85 ± 4.73 ^b	30.11 ± 9.95 ^b
MO ₁₀	12.86 ± 3.96 ^c	9.71 ± 1.57 ^c	26.78 ± 4.99 ^b
MU ₅	12.95 ± 3.22 ^c	12.41 ± 1.10 ^b	29.26 ± 8.09 ^b
MU ₁₀	9.17 ± 2.27 ^c	7.58 ± 1.61 ^c	14.62 ± 6.28 ^c

Values are ± means

Significantly different at p<0.05 by duncan's multiple-range test

N: Normal, C₅: Cellulose 5%, C₁₀: Cellulose 10%, MO₅: *Molokhia* 5%,

MO₁₀: *molokhia* 10%, MU₅: Mucilage 5% in *molokhia*, MU₁₀: Mucilage 10% in *molokhia*

그림 10은 실험동물의 희생직후 촬영한 간의 형태를 나타낸 것으로 진한 선홍색의 정상 식이군의 간과는 달리 cellulose 식이군의 간은 콜레스테롤의 섭취로 옅은 분홍색으로 변하고 황색의 지방들이 점점이 분산되어 침착되는 전형적인 지방간의 형태를 보였다.

반면 모로헤이아 식이군의 경우 동량의 콜레스테롤을 섭취하였으나 지질 침착이 미약하여 정상간과 유사한 형태를 유지하였으며 모로헤이아 섭취량이 많을 수록 이와 같은 현상이 더욱 뚜렷이 나타났다.

그림 11에 나타낸 바와 같이 특히 mucilage의 섭취가 간의 지질 침착을 예방하는데 더욱 효과적인 것으로 나타났다.

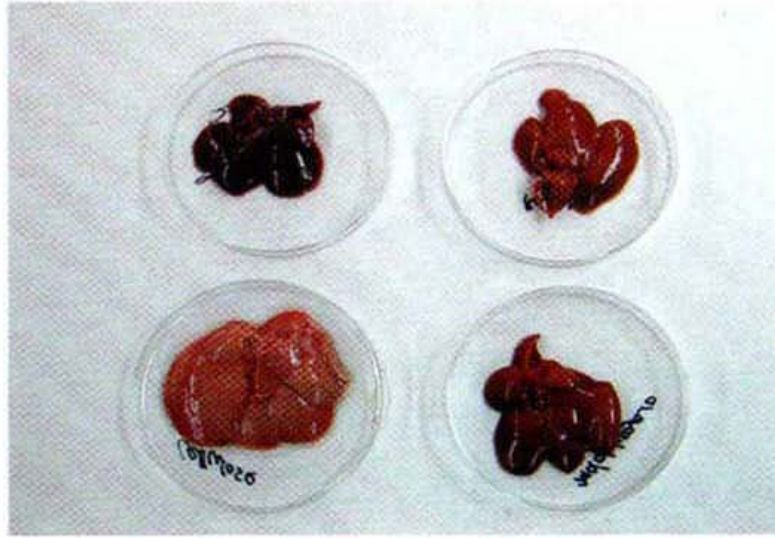


그림 10. 실험쥐로부터 적출한 간의 형태 ①: 윗줄 왼쪽부터 반시계 방향으로 정상식이균, cellulose 5%, mucilage 5%, 모로헤이아 분말 5%,

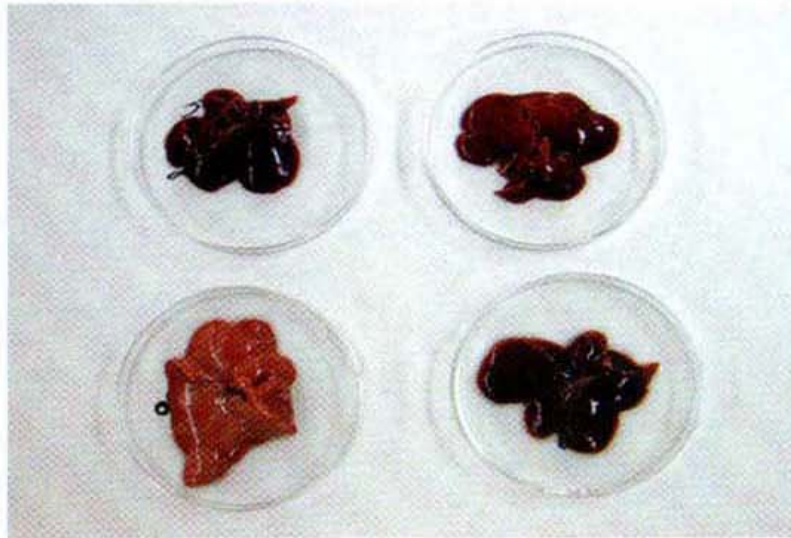


그림 11. 실험쥐로부터 적출한 간의 형태②: 윗줄 왼쪽부터 반시계 방향으로 정상 식이균, cellulose 10%, mucilage 10%, 모로헤이아 분말 10%,

라. 변으로의 총 콜레스테롤 및 중성지방의 배설

동물실험을 통하여 모로헤이아의 섭취가 콜레스테롤 흡수에 미치는 영향을 조사한 결과 전반적으로 모로헤이아의 식이섬유를 섭취함으로써 인하여 변 배설량이 증가하는 경향을 나타내었다(표 17).

정상 식이군과 대조군인 cellulose 5%와 10%의 경우에는 하루평균 7.22~11.33mg의 중성지방을 변으로 배설한 반면, 모로헤이아 분말을 식이함량 5%와 10%수준으로 섭취한 군에서는 8.63~13.14mg을 배설하였으며 모로헤이아의 mucilage를 섭취한 군에서는 10.48~11.81mg이 배설하였고 모로헤이아 10%와 mucilage 5%와 10%에서 유의적으로 증가하였으며 한편 cellulose 10%에서도 유의적으로 증가하였다. Vahouny 등은 콜레스테롤 저하효과가 없는 불용성 식이섬유인 cellulose도 분변으로의 담즙배설을 증가시킨다고 보고하고 있다. 콜레스테롤을 0.5% 함유한 식이를 섭취한 군에서의 변으로의 콜레스테롤 배설량은 cellulose 첨가군에 비하여 모로헤이아 첨가군이 월등히 높았다. 이와 같은 결과는 모로헤이아 식이가 콜레스테롤의 체내흡수를 저해한다고 할 수 있으며 그 배설효과는 모로헤이아 분말이 모로헤이아의 mucilage 보다 우수한 것으로 나타났다.

결론적으로 모로헤이아의 섭취로 인하여 변으로의 지방 특히 콜레스테롤의 배설이 증가한다는 결과를 얻었다. 즉 콜레스테롤의 투여가 간의 무게 및 지질 침착 형태에 미치는 영향을 조사하기 위하여 간이 몸무게에 대해 차지하는 비율을 측정해본 결과, 정상군의 경우에는 2.86%인 반면 cellulose 첨가군은 4.01~4.31%로 간이 차지하는 비율이 증가하였다. Cellulose 첨가군에 비하여 모로헤이아 분말 섭취군에서는 3.74~3.84%, mucilage 첨가군에서는 3.4~3.45%로 낮았으며 이와 같은 결과는 모로헤이아의 섭취로 간의 지질 침착이 어느 정도 억제될 수 있다는 사실을 증명하는 것이라 판단된다.

표 17. 변으로의 총 콜레스테롤 및 중성지방의 배설

처리구	Fecal weight(g) (g/day)	Total Cholesterol mg/day	Triglyceride mg/day
N	3.48 ± 1.32 ^a	1.12 ± 1.50	7.22 ± 2.51
C ₅	4.36 ± 0.80 ^a	4.70 ± 0.74 ^c	7.59 ± 3.39 ^a
C ₁₀	6.19 ± 0.57 ^b	7.47 ± 2.01 ^c	11.33 ± 1.49 ^b
MO ₅	4.25 ± 0.93 ^a	24.31 ± 2.66 ^a	8.63 ± 2.96 ^a
MO ₁₀	6.44 ± 0.72 ^c	28.72 ± 4.37 ^a	13.14 ± 3.49 ^b
MU ₅	4.49 ± 0.43 ^a	12.14 ± 1.56 ^b	10.48 ± 2.99 ^b
MU ₁₀	6.91 ± 0.87 ^c	18.84 ± 3.82 ^b	11.81 ± 1.97 ^b

Values are ± means

Significantly different at p<0.05 by duncan's multiple-range test

N: Normal, C₅: Cellulose 5%, C₁₀: Cellulose 10%, MO₅: *Molokhia* 5%,

MO₁₀: *molokhia* 10%, MU₅: Mucilage 5% in *molokhia*, MU₁₀: Mucilage 10% in *molokhia*

식이섬유를 직접 식이에 첨가하여 혈장 콜레스테롤 농도에 미치는 영향을 조사한 연구들을 살펴보면 총 식이섬유 함량과 에너지 수준이 동일하게 조정된 식이를 실험동물에 공급하여 그 결과를 얻고자 하지만 식이섬유의 조성이 명확하지 않고 식이에 함유된 기타 생리활성 물질의 효과를 배제할 수 없으므로 그 효과의 이유를 정확하게 구명하기는 힘들다. 그러나 인간은 혼합식을 섭취하므로 정제된 식이섬유의 형태가 아니라 식품의 형태로 섭취했을 때 이들 식이섬유 함유식품이 혈장이나 간 콜레스테롤 농도에 미치는 영향을 조사한 본 연구의 결과는 의미가 있는 것이라 사료된다.

제3절 모로헤이야를 이용한 기호성과 기능성이 우수한 가공제품개발

1. 모로헤이야 과립차 제조

과립차의 맛과 기호를 고려하여 과일분말을 첨가한 다음 기호도를 확인하였으며, 모로헤이야 첨가농도와 각 성분간의 비율을 고려하여 분산성과 점질성 등을 고려하였다. 특히 모로헤이야의 가장 문제점은 점질성이 강한 반면 분산성이 떨어지기 때문에 ball mill을 이용하여 미세한 분말로 만들고 이들과 열량이 없는 기능성 당인 팔라티니트(palatinit)를 일정량 첨가한 다음 혼합기를 사용하여 잘 저어준 후 이들 혼합물에 점질성을 일시적으로 떨어뜨리기 위해 55% 에탄올을 첨가하고 반죽기를 사용하여 반죽으로 만든 다음 20mesh seive를 거쳐 모로헤이야 과립차를 제조하였다. 각 과립차의 배합비는 표 18과 같다.

표 18. 각 성분 배합비에 따른 모로헤이야 과립차

성분 시료번호	모로헤이야	딸기 분말	팔라티니트	포도당	구연산
012	5	4	-	-	-
103	5	2	2	-	-
213	5	-	2	1	0.25
347	5	-	2	1	-

각 배합비에 따라 만들어진 모로헤이야 과립차의 관능평가를 실시하였으

며, 특히 중점적으로 확인한 것은 plastic shaker에 과립차와 증류수를 가하여 흔든 다음 컵에 부었을 경우 용기 안에서 시료간의 응집된 크기와 서로 분산이 잘되는지를 확인하였으며 또한 음용 하였을 때 짐질성이 기호도에 적합한지를 확인하였다.

표 19. 모로헤이아 과립차의 관능검사

시료번호 항 목	012	103	213	347
분 산 성	3.5 ^a	4.7 ^b	4.7 ^b	7.6 ^c
점 질 성	3.4 ^a	4.6 ^b	4.3 ^b	6.9 ^c
종합적기호도	3.7 ^a	4.9 ^b	4.6 ^b	7.5 ^c

같은 문자끼리는 유의성이 없음 ($p < 0.15$)

관능평점: 1점(아주 나쁘다)~5점(보통이다)~9점(아주 좋다)

표 19에 나타낸 바와 같이 시료번호 347번이 기호도에서 가장 우수한 결과를 보였으며 103과 313은 유의적인 차이를 보이지 않았고 012가 기호도에서 가장 낮은 결과를 보였다. 이상의 결과를 종합해 보면 시료 012인 경우 입에 달라붙거나 용기에 달라붙지는 않아 섭취하기에는 나쁘지는 않으나 입자가 크고 분산력이 떨어져 기호도면에서는 가장 낮은 결과를 보인 반면 팔라트니를 첨가해준 경우 분산성이 개선되는 결과를 보였으나 딸기분말을 첨가함으로써 입자가 몽글몽글해지는 결과를 보였다. 또한 과립차의 맛을 개선하기 위해 구연산을 첨가하고 딸기분말을 뺀 결과 분산성은 좋았으나 점성이 떨어지고 산에 의해 색상이 변하였다. 그러나 신맛이 강해 구연산의 첨가량을 고려해야 할 것으로 나타났다. 딸기분말과 구연산을 모두 뺀 과립차가 가장 우수한 결과를 보였는데 입자가 몽글몽글해지는 현상이 일어나지 않았

고 점성 역시 기호도 면에서 가장 높은 점수를 얻었다. 따라서 모로헤이아 5g과 팔라트니트2g을 첨가한 것이 적당한 분산성과 점질성을 나타내었다.

모로헤이아의 점질성을 더 부여하고 분산성도 우수한 과립차를 얻기 위해 표 20과 같이 농도를 달리하여 제조하였는데 다이어트 실험에도 사용하고자 열량을 최소화하기 위해 포도당은 첨가하지 않고 제조하였다.

표 20. 모로헤이아와 팔라트니트 비율에 따른 과립차 조성

성 분 시 료 번 호	모로헤이아	팔라트니트
457	5	2
657	6	2
759	7	2
803	8	2

각 배합비에 따라 만들어진 모로헤이아 과립차의 관능평가를 실시한 결과를 표 21에 나타내었다.

표 21. 모로헤이아 과립차의 관능검사

시료번호 항 목	457	657	759	803
분 산 성	6.5 ^a	6.7 ^a	6.7 ^a	5.6 ^b
점 질 성	6.4 ^a	6.6 ^a	6.3 ^a	5.9 ^b
종합적기호도	6.7 ^a	6.9 ^a	6.6 ^a	5.5 ^b

같은 문자끼리는 유의성이 없음 ($p < 0.15$)

관능평점: 1점(아주 나쁘다)~5점(보통이다)~9점(아주 좋다)

모로헤이아의 첨가량을 극대화시키기 위해 팔라트니트의 양을 고정하고 모로헤이아의 양을 증가시킨 결과 모로헤이아 7g의 것이 분산성이 좋고, 입자가 고른 한계치이었으며 그 이상을 첨가했을 경우 분산성이 떨어지고 입자가 커지는 결과를 보였다.

한편 다이어트 실험용으로 음용 하기 좋은 조건을 설정하기 위해서 우유와의 최적 혼합비율 결정시험을 실시하였다. 즉 표 22는 모로헤이아 7g과 팔라트니트 2g을 혼합하고 과립차 분말 1~4g을 우유 100ml에 혼합한 경우의 결과를 순위법으로 나타낸 것이다.

표 22. 과립차와 우유와의 최적 혼합 비율

	전박적인 기호도 (순위법)
15명의 패널	2g→3g→1g→4g

이상의 결과를 토대로 하여 최종적으로 모로헤이아 분말차의 최적 가공조건은 다음과 같이 선정하였다. 즉 모로헤이아 700g과 팔라트니트 200g을 혼합기로 1분간 섞어 준 후 55%에탄올을 첨가한 다음 20 mesh sieve를 통과시키고 나서 40℃ 열풍건조기에서 건조시킨 후 다시 20 mesh로 입자가 큰 것을 선별하여 과립차를 얻었다.

이와 같이 하여 얻어진 모로헤이아 과립차는 물에 대한 분산성이 우수하고 모로헤이아 분말의 덩어리짐을 최대한 방지할 수 있었으며 모로헤이아의 섭취 시 강한 점질성 때문에 치아에 달라붙는 현상도 최소화시킬 수 있었다. 또한 모로헤이아 과립차를 우유, 주스, 커피 등에 첨가하여 시음해 본 결과 모로헤이아의 독특한 향미와 점질성이 우유와 가장 조화로운 것으로 나타나 지원자를 중심으로 한 모로헤이아의 다이어트 효과를 조사하기 위한 시료로 사용하였다.

2. 모로헤이아 요쿠르트 개발

발효유의 원료인 유성분 효과, 젖산균의 작용에 의해 생성된 유효물질의 효과와 더불어 모로헤이아를 요쿠르트와 같은 발효유에 첨가하게 되면 특유의 점질성과 폴리페놀의 다량 함유로 인해 현대병인 변비, 대장암, 위암 등의 예방에 탁월한 효과를 기대해 볼 수 있을 것이라 사료된다. 이러한 기능성 요쿠르트를 개발하기 위해서는 소비자가 acceptable 할 수 있는 요쿠르트의 물성을 창출해야만 하는데 모로헤이아는 점성이 강하고 분산성이 떨어지는 문제점이 있어 우선 모로헤이아 분말의 첨가량을 각기 달리하여 요쿠르트를 조제한 후 관능검사를 실시하였다.(표 23).

표 23. 모로헤이아 요쿠르트의 관능검사

시료번호 항 목	012	103	313	347
향	5.5 ^a	4.7 ^b	4.3 ^b	3.6 ^c
맛	6.4 ^a	4.5 ^b	4.5 ^b	3.9 ^c
분 산 성	3.7 ^a	3.9 ^a	3.6 ^a	2.5 ^b
점 질 성	5.4 ^a	4.6 ^b	4.3 ^b	3.9 ^c
종합적기호도	4.7 ^a	4.9 ^a	4.4 ^a	3.5 ^b

같은 문자끼리는 유의성이 없습 ($p < 0.15$)

관능평점: 1점(아주 나쁘다)~5점(보통이다)~9점(아주 좋다)

시료번호: 012: 모로헤이아 분말 0.5%첨가

103: 모로헤이아 분말 1%첨가

313: 모로헤이아 분말 2%첨가

347: 모로헤이아 분말 5%첨가

모로헤이아 분말의 첨가량을 달리하여 요구르트를 제조한 결과 첨가량이

많아짐에 따라 점질성이 증가한 반면, 저장 시 층 분리가 일어났으며 모로헤이아 요쿠르트에 대한 관능 검사를 실시한 결과, 모로헤이아 첨가량이 증가하면서 입자가 크고 텁텁하면서 너무 끈적거림으로 인해 요쿠르트라는 느낌이 적다고 하였으며, 모로헤이아 특유의 풀 냄새가 강하다는 지적이 많았다. 그러나 모로헤이아를 0.5%로 첨가한 요쿠르트인 경우는 냉장 보관 시 급격한 층 분리는 일어나지 않았으나 서서히 층 분리가 일어났으며 기호도 면에서는 다른 시료와 큰 차이를 보이지 않고 있다.

이와 같이 모로헤이아를 첨가한 요쿠르트의 가장 큰 문제점은 분산성과 점질성에 대한 패널요원들의 거부감이 커서 이에 대한 대책으로 모로헤이아 분말 대신에 모로헤이아 과립차를 첨가하여 요쿠르트를 조제한 다음 관능적 평가를 실시하였다.

표 24. 모로헤이아 요쿠르트의 관능검사

시료번호 항 목	457	657	759	803
향	6.5 ^a	5.7 ^b	5.3 ^b	4.6 ^c
맛	6.4 ^a	5.5 ^b	5.5 ^b	5.9 ^b
분 산 성	6.7 ^a	6.9 ^a	6.6 ^a	6.5 ^a
점 질 성	6.4 ^a	6.6 ^a	5.3 ^b	5.9 ^b
종합적기호도	6.7 ^a	6.9 ^a	5.4 ^b	5.5 ^b

같은 문자끼리는 유의성이 없음 ($p < 0.15$)

관능평점: 1점(아주 나쁘다)~5점(보통이다)~9점(아주 좋다)

시료번호: 457: 모로헤이아 과립차 0.3%첨가

657: 모로헤이아 과립차 0.5%첨가

759: 모로헤이아 과립차 0.7%첨가

803: 모로헤이아 과립차 1.0%첨가

모로헤이아 과립차를 첨가하여 요구르트를 제조한 경우 모로헤이아 분말을 첨가한 경우에 문제점으로 나타났던 분산성의 문제는 상당히 개선되었으며 전반적으로도 양호한 결과를 나타내었다. 뿐만 아니라 냉장 보관 중에도 층 분리가 서서히 일어났으며 첨가량이 적을 수록 그 정도가 약하였으나 첨가량이 증가할 수록 향과 점질성에 있어 기호도가 다소 낮아지는 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과는 관능요원들이 모로헤이아 특유의 점질성에 적응하지 못한 결과로 여겨지며 향에 대한 문제는 기타 과일 향을 첨가할 경우 문제점을 보완할 수 있을 것이라 사료되었다.

결론적으로 요구르트의 향과 점질성이 패널들의 기호도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며 맛과 점질성은 패널들의 취향에 따라 다소의 차이는 있는 반면 향의 기호도는 모로헤이아 특유의 냄새를 거부하는 경향을 나타내었다.

따라서 모로헤이아의 강한 점질성 때문에 모로헤이아를 첨가한 요구르트는 떠먹는 type보다 tube에 충전하여 짜먹는 type으로 개발하는 것이 응용에 용이할 것으로 판단되어 그림 12와 같은 형태의 짜먹는 요구르트 제품을 시제하였다.

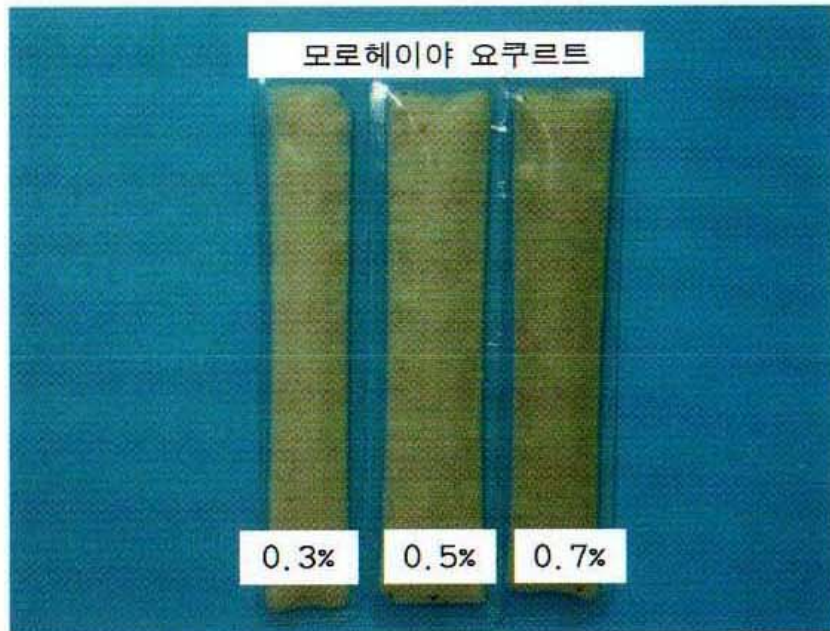


그림 12. 모로헤이아를 0.3, 0.5, 0.7% 첨가하여 만든 짜먹는 type의 요쿠르트

3. 모로헤이아 점질성 음료 제조

모로헤이아의 수용성 식이섬유를 보다 쉽게 이용할 수 있도록 모로헤이아에 함유된 점질성 다당을 이용한 기능성 음료를 제조하였다. 모로헤이아 분말과 과립차 그리고 냉침 추출한 점질성 물질을 이용하여 점질성음료를 제조한 다음 이에 대한 관능 검사를 실시하였다(표 25).

표 25. 모로헤이아 점질성 음료의 관능검사

시료번호 항 목	012	103	213
색 갈	3.5 ^a	5.7 ^b	5.5 ^b
향	4.4 ^a	5.5 ^b	5.5 ^b
맛	6.7 ^a	6.9 ^a	6.6 ^a
점 질 성	4.4 ^a	4.6 ^a	5.6 ^b
종합적기호도	4.7 ^a	5.4 ^a	6.4 ^b

같은 문자끼리는 유의성이 없음 ($p < 0.15$)

관능평점: 1점(아주 나쁘다)~5점(보통이다)~9점(아주 좋다)

시료번호: 012: 모로헤이아 분말 첨가

103: 모로헤이아 과립차 첨가

213: 모로헤이아 냉침 추출물

모로헤이아 점질성 음료에 대한 관능검사 결과 모로헤이아 냉침 추출물을 이용한 음료가 종합적 기호도에서 가장 우수한 결과를 보였고 상대적으로 점질성에 대해서 높은 점수를 얻었다. 한편 저장 중 침전물이 형성되는 속도는 모로헤이아 분말 > 과립차 > 냉침 추출물의 순서이었다.

4. 모로헤이아 분말을 이용한 국수 제조

물 100g에 알긴산을 2g 첨가하고 가온하면서 알긴산을 완전히 용해시킨 다음 모로헤이아 분말을 서서히 첨가하였다. 첨가 재료를 잘 교반시키되 공기를 가끔 뽑아내면서 교반이 완료되면 국수모양으로 사출시키고 바로 3% calcium chloride용액에 잠시 침적시켜 모로헤이아 국수를 성형하였다. 성형

된 국수를 물에 담근 다음 팩에 밀봉하여 10분간 살균하여 그림 13과 같이 모로헤이아 국수를 완성하였다.

5. 알긴산을 이용한 모로헤이아 가공제품

모로헤이아 분말과 다당류인 알긴산을 혼합한 후 이것을 적당한 형태로 사출시킨 다음 CaCl_2 용액에 침적하게 되면 알긴산과 칼슘이 chelating을 형성하면서 순간적으로 응고되는 현상을 이용하여 사각사각한 식감을 가진 모로헤이아 droplet을 제조하였다(그림 13).



그림 13. 알긴산을 이용한 모로헤이아 국수(좌) 및 droplet(우)

알긴산을 이용하여 제조한 모로헤이아 제품은 모로헤이아의 집질성은 느껴지지 않지만 모로헤이아 특유의 식이섬유, 단백질, 무기질, 각종 비타민 및 carotenoid 등의 성분이 그대로 함유되어 있어 알긴산을 이용한 독특한 형태의 모로헤이아 가공제품의 개발이 가능할 것으로 사료된다.

모로헤이아를 식품에 일정량 첨가할 경우 쌀에 부족되기 쉬운 섬유질이나 단백질, 무기질 등을 보강할 수 있을 뿐만 아니라 어느 정도 포만감을 부여하게 되어 식사량을 줄일 수 있는 효과도 얻을 목적으로 모로헤이아 droplet을 취반 시 쌀에 함께 첨가하였다(그림 14).

쌀과 함께 모로헤이아 droplet을 함께 취반한 경우, 마치 콩과도 같은 식감을 부여하였으며 모로헤이아가 주는 포만감으로 식사량도 일정량씩 줄일 수 있을 것으로 사료되었다.



그림 14. 알긴산을 이용한 모로헤이아 droplet의 이용

제4절 모로헤이아의 다이어트 효과에 대한 연구

1. 실험기간중의 다이어트 식이 섭취 및 실험자의 식사생활의 변화

매주 제공한 다이어트 일기를 통해 실험자의 식사습관과, 음주, 운동 등을 조사하였고, 한국영양학회에서 발간된 CAN (computer aided nutritional analysis) program으로 섭취 칼로리를 계산하였다. 실험을 시작하고 종료할 때까지의 각 실험자의 식사 및 건강상태의 이상징후는 확인되지 않았다.

표 26. 다이어트 실험 시작 전·후의 섭취량의 변동

Panel	0 week	4 weeks	8 weeks
15	100.0	95.1 ± 27.5	95.5 ± 28.2

2. 신체 계측치 및 체지방율의 변동

체중, BMI, 체지방율에 관해서 각 실험자의 초기치를 100으로 보고 8주 후의 변화를 상대치로 나타내었다(표 27). 체중은 초기치에서 8주 후의 변화는 1.0kg(- 1.8 ± 2.4%) 줄어들었고, 낮은 유의성을 보였다(초기치와의 유의차 $p < 0.05$). BMI는 초기치를 100으로 하였을 때 8주 후는 99.0(-1.0% ± 2.8%)로 약간 저하하는 경향을 보였지만 유의한 차를 보이지 않았다. 체지방율은 초기치와 비교했을 때 3.1%(-12.7 ± 8.7%)가 줄었다(초기치와의 유의차 $p < 0.001$).

표 27. 8주간의 모로헤이아 섭취로 인한 인체계수의 변화

	0 week	8 weeks
Weight(kg)	57.2 ± 2.5 (100)	56.2 ± 2.9 (98.2±2.4)*
Body mass index(kg/m ²)	22.3 ± 0.8 (100)	22.1 ± 1.1 (99.0±2.8)
Body fat ratio(%)	25.0 ± 2.4 (100)	21.9 ± 2.2 (88.3±8.7)***
Total fat area(kg)	14.3 ± 1.5 (100)	12.4 ± 1.7 (87.4±10.7)**

Values are means ± SD

Significantly different from the value at 0week, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3. 혈액생화학 검사치의 변동

8주 후 다이어트 식이를 섭취했을 때 triacylglycerol은 초기치와 비교했을 때 -94.5±29.6%로 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 총 콜레스테롤의 수치는 초기치와 8주 후의 변화량이 아주 적으며, HDL과 LDL-콜레스테롤의 수치도 큰 변화를 나타내지 않아 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 28. 8주간의 모로헤이아 섭취로 인한 생화학적 지표의 변화

	0 week	8 weeks
Triacylglycerol(mg/100ml)	69.8 ± 15.3 (100)	63.6 ± 17.6(94.5±29.6)
Total cholesterol(mg/100ml)	156.9 ± 16.8 (100)	155.6 ± 13.2(99.8± 6.9)
HDL-cholesterol(mg/100ml)	58.0 ± 8.3 (100)	57.4 ± 6.5(99.3± 9.8)
LDL-cholesterol(mg/100ml)	84.8 ± 14.8 (100)	85.5 ± 12.9(102.0±12.9)
Glucose(mg/100ml)	77.2 ± 9.4 (100)	78.8 ± 6.6(103.2± 8.1)

Values are means ± SD

Show not significantly difference from 0week

본 연구에서는 체중, BMI, 체지방율에 대해 사람을 대상으로 모로헤이아 점질성 다당의 항비만작용에 대해 확인하였고, 또 혈중 총 콜레스테롤, 혈당, triglycerides의 저하작용을 살펴보았다. 앞서의 실험을 통해 *in vitro*에서 모로헤이아의 점질성 다당이 담즙산 결합 능력과 glucose지연 능력을 확인하였으며, *in vivo*에서는 rats에 대해서 모로헤이아 분말과 mucilage를 경구 투여 시 간의 비대화를 막고, 지질의 양을 감소시켰으며, 사람에게 대해서 다소 다 이어트 효과와 체지방 축적억제 효과를 확인하였다. 이에 대한 기작은 모로헤이아 식이를 섭취할 경우 모로헤이아의 점질성 물질은 소장에서 담낭으로부터 분비되는 담즙산염과 결합하여 배출됨으로써 담즙산염과 triglyceride가 mixed micelles이 되어 재흡수되는 것을 막아준 결과 triglyceride 수치가 줄어든 것으로 추정되어지며, 또 하나는 대장에서 박테리아에 의해 분해되어 butyric, propionic, acetic acid 등의 단쇄지방산으로 변화되어 간으로 재흡수가 되면서 콜레스테롤 합성을 감소시키는 것으로 추정된다.

실험대상자들에게 모로헤이아 과립차(1회 2g씩)을 8주간 식사 30전에 복용시킨 결과 초기치와 비교하였을 때 식사량의 변화는 보이지 않았으며 뚜렷한 건강 이상 징후를 보이지 않았지만, 초기 일부 실험대상자들에서 포만감과 장내에 가스가 차는 증상을 간혹 나타내곤 하였는데, 이것은 점질성 다당이 장내의 점막에 달라붙어 주위로부터 수분을 흡수함으로써 팽윤이 되어 장내 포만감을 주었고, 장내 세균에 의해 분해가 되면서 가스가 생성되어진 때문인 것으로 생각되어진다. 또한 수분섭취가 적을 시에는 변비 증상도 생기는 것을 확인할 수 있었지만 실험대상자들의 생활에는 그다지 큰 영향을 주지 않았으며, 일정 시기 이후부터 점차 증상이 호전되는 경향을 나타내었다.

실험대상자들에게서 나타난 체중의 감소는 아주 낮은 유의성을 보였지만 체지방율의 경우에는 현저히 줄어들었고 따라서 모로헤이아는 정상 체중인

내장형 비만자 들에게서 체지방율을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다. 특히 운동량이 부족한 현대의 여성들이 고민하는 정상 체중이면서 본인이 비만이라 생각하는 대상들에 있어서 약간의 체중감량과 체지방의 감소효과를 나타낼 수 있을 것으로 생각된다.

또한 실험대상자들의 혈액 내 생화학적 수치는 정상인 수치로서 초기치와 8주 후의 변화는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 결과는 모로헤이약을 복용하더라도 혈액내의 콜레스테롤, triglyceride등이 안정적인 수치를 보여주어 위험성을 내재하지 않는다고 보여진다. 또한 모로헤이약에 다량 함유되어 있는 폴리페놀, β -카로틴이 혈액내의 이동으로 혈중의 유해 활성산소의 생성을 억제함으로써 부가적인 효과를 나타낼 수 있을 것으로 사료된다.

모로헤이약의 비만억제 작용은 점질성 다당이 체내에서 지질의 대사과정에 직, 간접으로 관여를 하는 것으로 추정되어진다. 한편 모로헤이약의 섭취에 따른 복부 포만감에 의해 식사 섭취량의 경우 다소 감소경향을 나타내었고 현대인이 부족한 dietary fiber의 섭취를 증대시키므로 내장형 비만자들의 각종 생활습관 질병, 특히 장내 질병에 대해 예방 및 개선의 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각되어진다.

제5절 모로헤이아 복용에 의한 변비개선 효과

1. 모로헤이아 복용에 의한 배변 증가율

변비라 함은 3일 동안 1회 이상 변이 배설되지 못하는 경우를 말하며 변비는 각종 불쾌감과 장내 질병 등의 원인이 될 수 있다. 특히 현대여성들의 식생활 변화는 식이섬유소의 부족으로 배설물이 장내에 꼭 찬 듯한 경험을 하고 있는 경우가 많다. 현재 국내 식이섬유 권장량은 한국영양학회(1995)에 의하면 총 식이섬유소 기준으로 1일 20~25g으로 되어있다.

본 실험에서는 모로헤이아의 점질성 다당을 사용하여 변비를 호소하는 20대 여성을 대상으로 아침 식사전과 취침 전에 복용했을 경우 장내 변량의 배출횟수와 통증의 변화를 살펴보았다.

본 시험의 경우 모로헤이아 다이어트 실험에 사용된 과립차를 복용했을 경우 단기간에 뚜렷한 효과를 보였다. 즉 모로헤이아를 아침 식사전과 취침 전에 복용했을 경우 배변 횟수가 2배 이상 증가하였는데 복용1주 째에 2배 이상 증가하다가 복용 2주 째에는 다소 감소하는 경향을 보여주고 있지만 단기간 내에 변비에 상당한 효과를 보이고 있다(그림 15).

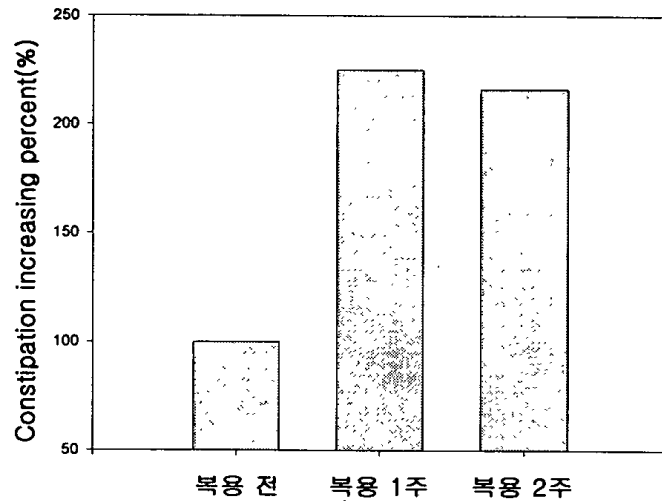


그림 15. 14명의 변비 환자에 대한 배변 증가율

모로헤이아를 복용한 경우 일부 패널들에게서 장내 가스가 찬다는 느낌 및 약간의 복통을 호소하는 경우가 있는데 이는 장내 미생물에 의해 수용성식이섬유가 분해되면서 가스를 생성함에 따라 더부룩함을 느끼게되는 현상이므로 시간이 경과함에 따라 이와 같은 증상은 감소하는 경향을 보였다. 한편 오히려 배변 횟수가 감소되는 경향을 보이는 패널들의 경우에는 하루에 섭취하는 물의 양이 다른 패널에 비해 상당히 적었는데 그 결과로 수용성식이섬유가 장막에 달라붙어 연동작용 또는 물질이동을 오히려 방해하여 배변 횟수를 줄인 것이라 판단되었다. 따라서 수분의 섭취량을 증가시킨 결과 이러한 증상도 차츰 사라졌으며 결론적으로 모로헤이아의 섭취는 전반적으로 배변 횟수를 증가시키는데 효과적인 것으로 나타났다.

2. 모로헤이아 복용시 배변 통증 감소율

변비환자들의 경우 배변시 통증을 호소하는 경우가 많은데 모로헤이아의 점질성 식이섬유가 이러한 증상을 효과적으로 줄일 수 있는지 확인하였다. 모로헤이아를 복용하기 전.후를 비교했을 때 배변시 “아프다”가 55%이었던 것이 복용 1주일만에 14%(-31%)로 감소하였고, 2주일 후에는 다소 증가하는 경향을 보였지만 복용 전에 비해 -26%가 감소하였다. 그리고 “아프지 않다”가 꾸준히 증가하는 경향을 보여주었다(그림 16).

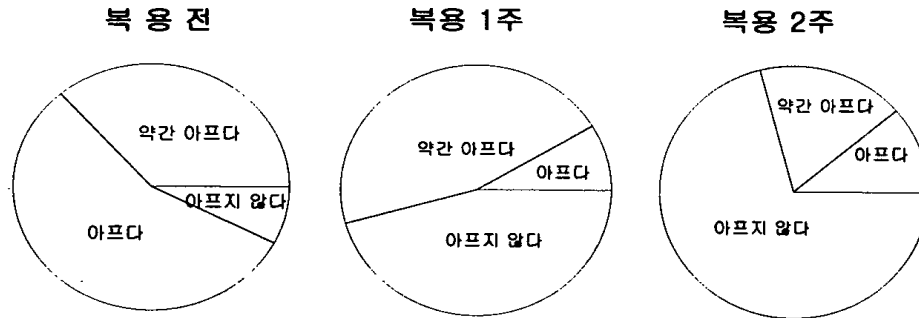


그림 16. 변비 환자들이 모로헤이아 복용 전과 후를 비교하였을 때 느끼는 배변시 통증 정도

참 고 문 헌

1. Ahmed Rafik El-Mahdy, Laila A. El-Sebaity: Preliminary studies on the mucilage extracted from okara fruits, taro tubers, jew's mellow leaves and fenugreek seeds. *Food Chemistr.*, 14, 237-249 (1984)
2. 강희정, 송영선: 식이섬유와 콜레스테롤 대사. 한국식품영양과학회지, 26(2), 358-369 (1997)
3. Hwang Jae-Kwan, Park Chang-Ho: *In vitro* study on chitosan and guar galactomannan mixtures as bile acid sorbents. *Food Sci. Biotechnol.*, 8(4), 213-216 (1999)
4. Wright R. Scott, James W. Anderson, and Susan R. Bridges: Propionate inhibits hepatocyte lipid synthesis. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 195, 26-29 (1990)
5. Illman RJ, Topping DJ, Melntosh GH, Trimble RP, Storer GB, Taylor MN, Cheng BQ: Hypocholesterolemic effects of dietary propionate: studies in whole animals and perfused rat liver, *Ann. Nutr. Metab.*, 32, 97-107 (1988)
6. Satoshi innami, Kahoru Nakamura, Kimiko Tabata, Masahiro wada, and Toshichika Takita: Water-soluble viscous substance of jew's mellow leaves lower serum and liver cholesterol concentrations and increased

fecal steroid excretion in rats fed a high cholesterol diet. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 41, 465-475 (1995)

7. Satoshi Inami, Kimiko Tabata, Jun Shimizu, Kikue Kusunoki, Hiroshi Ishida, Miki Matsuguma, Masahiro Wada, Noriko Sugiyama and Mika Kondo: Dried green leaf powders of Jew's mallow (*Corchorus*), persimmon (*Disophyros kaki*) and sweet potato (*Ipomoea batatas*) lower hepatic cholesterol concentration and increase fecal bile acid excretion in rats fed a cholesterol-free diet. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52, 55-65 (1998)

8. Laskar S., Majumdar S.G., and Basak B. : Extraction and chemical investigation of jute (*Corchorus olitorius*, Linn.) seed protein. *Applied Biochem. and Biotechnol.*, 14, 254-257 (1987)

9. Labib A., Abd E., and Omran H. : Quality indices of Jew's mallow and spinach during frozen storage. *Plant Foods for Human Nutr.* 50(4) 333-347 (1995)

10. Farag R., El K., and Mohamed M. : Distribution of carotenoids in some fresh and boiled foods. *Advances in Food Sci.*, 20(1/2) 1-6 (1995)

11. Latunde D. : Effect of processing on iron levels in and availability from some Nigerian vegetables. *J. of the Sci. of Food and Agric.*, 53(3) 355-361 (1990)

12. Akoroda M. : *Corchorus olitorius* L. for edible leaf in Nigeria. *Tropical Agric.* 65(4) 297-299 (1988)
13. Tadashi H., Yumiko K., Shinichi M., Yoko T., Hidekazu T., Yiji M., Setsujiro I., Yoshihisa K., Ichiro T., Hiroyuki S., and Hiroshige I.: Anti-obesity effects of tea catechin in humans. *J. Oleo Sci.*, 50(7), 569-605 (2001)
14. 차복경: 채식인과 비채식인의 식습관, 식품군별 섭취빈도와 심혈관 질환 관련인자와의 관련성에 관한 비교 연구. *한국식품영양과학회지*, 30(1), 183-192 (2001)
15. Adiotomre, J., Eastwood, M. A., Edwards, C. A. and Brydon, W. G.: Dietary fiber: *in vitro* methods that anticipate nutrition and metabolic in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 52, 128 (1990)
16. Story, J. A. and White, A. and West, L. G.: Adsorption of bile acids by component of alfalfa and wheat bran *in vitro*. *J. Food Sci.*, 47, 1276 (1982)
17. 이삼빈, 하영득, 김혁일: 마 첨가에 의한 유산균 생육에 미치는 효과. *한국식품영양과학회지*, 28(4), 805-809 (1999)
18. Manabu Tsukui, Toshio Nagashima, Hiroaki Sato, Tsuneo T. Kozima and Wahachiro Tanimura: Characterization of yam(*Dioscorea opposita*

Thumb.) mucilage and polysaccharide with different varieties. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 46(9), 575~580 (1999)

19. 장수정, 박양자: 식이섬유의 종류와 섭취수준이 고지방식을 섭취한 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향. *한국영양학회지*, 28, 107 (1995)

20. 강희정, 서명자, 송영선: Sodium alginate와 cellulose가 공복 혈장 lipoprotein 조성과 콜레스테롤 대사에 미치는 영향(I). *한국영양식량학회지*, 23, 879 (1994)

21. Vahouny. G. V., Khalafi, R., Satchithanandam, S., Watkins, D. W., Story, J. A., Cassidy, M. M. and Kritchevsky, D.: Dietary fiber supplementation and fecal bile acids, neutral steroids and divalent cations in rats. *J. Nutr.*, 117, 2009 (1987)

22. Richard J. Illman, David L. Topping, Graeme H. McIntosh, Rodney P. Trimble, Gerald B. Stover, Murray N. Taylor, Bing-Qin Cheng: Hypocholesterolaemic effects of dietary propionate: Studies in whole animals and perfused rat liver. *Ann. Nutr. Metab.*, 32, 97~107 (1988)