

연구속보

몰로키아(*Corchorus olitorius*) 잎에서 추출한 mucilage의
이화학적 및 기능적 특성

(석호문 · 정창화 / 일반작물이용팀) 45

물로키아(*Corchorus olitorius*) 잎에서 추출한 mucilage의 이화학적 및 기능적 특성

석호문 · 정창희
일반작물이용팀

본 연구에서는 국내산 물로키아 잎에서 추출한 mucilage의 이화학적 특성, 동물실험을 통한 콜레스테롤 대사에 미치는 영향과 임상실험에서의 비만 및 체지방대사에 미치는 영향을 검토하였다. 물로키아 잎은 식이섬유의 함량이 37.4%, 단백질의 함량은 24.4%를 차지하고 있으며, 칼슘의 함량이 2,000 mg% 이상으로 대단히 높았다. 물로키아 잎에서 추출된 mucilage의 경우 단백질의 총당에 대한 비율이 50°C에서 57.6%를 차지하였으며, 구성다당류의 분자량은 약 500,000 dalton의 크기를 나타내었고 40,000 dalton 이하의 것도 일부 존재하는 것으로 나타났다. 동물실험에서는 혈장의 총 콜레스테롤 함량은 대조구인 셀룰로오스 첨가군과 유의적인 차이가 나타나지 않았지만, 간에서의 지방 농도는 물로키아 분말과 mucilage 첨가군이 유의적으로 감소되었고 변으로의 콜레스테롤 배설량도 물로키아 분말 첨가군과 mucilage 첨가군 순으로 높았다. 물로키아의 섭취가 다이어트와 변비개선에 미치는 효과를 검토한 결과, 체중의 감소는 아주 낮은 유의성을 보였고, 혈액 내 생화학적 수치에서 초기치와 8주 후의 값에는 유의한 차이를 보이지 않았지만, 체지방율의 경우에는 현저히 줄어들었다. 또한 물로키아의 섭취로 배변이 2배 이상 증가하였으며, 배변시의 통증도 상당히 완화시키는 것으로 나타났다.

1. 서론

물로키아(학명 *Corchorus alitorius L.*)는 jew's mellow라 부르는 피나무과(Tiliaceae)의 1년초 녹색 황색 채소로서, 원산지는 이집트의 지중해 연안에서 자생하는 식물이며 열매는 4월 상순(밭아래온, 28°C)에 열리고, 꽃이 달려있지 않은 잎줄기 끝 10cm 정도에서 잘라 수확하는데 일본에서는 모로헤이아(*morabeiya*)라 부르고 있다(1). 이집트에서는 "그 옛날 어느 왕이 병들어 고생하고 있을 때 의사가 이 물로키아를 스프로 만들어 복용하도록 하였더니 병

택으로 왕은 완쾌되었다"고 알려져 그 후 물로키아를 이용하여 만든 스프가 "왕의 스프" 또는 "궁전 스프"로 불리게 될 정도로 물로키아는 예로부터 중동지역에서 각종 효능이 뛰어난 채소로 널리 인식되고 보급되어 있다(2).

물로키아는 36.7%의 단백질(N×6.25), 29.7%의 조섬유, 22.8%의 mucilage, 11.1%의 회분을 포함하고 있으며, 주요 당류로서 rhamnose가 10.2%, uronic acid인 galacturonic과 glucuronic acid가 각각 16.6%와 35.8%를 차지하고 있다(3). 이외에 비타민 B₁, B₂, C, E와 칼륨, 칼슘, 인, 철

등의 미네랄을 균형 있게 함유하고 있으며(4), 카로테노이드 중 β -carotene과 lutein은 100°C에서 30분간을 가열하였을 때 당근, 시금치 등의 다른 채소 보다 훨씬 많은 양이 잔존하기 때문에(5) 활성 산소를 억제하는 항산화작용이 기대된다. 또한 물로키아에서 분리한 caffeoylquinic acid와 quercetin 등의 페놀성물질이 항산화작용이 있다고 보고되어지고 있으며(6), 특히 다당류인 점질성 mucilage가 풍부하게 함유되어 있어 콜레스테롤 저하에도 효과가 있다고 보고(7) 된 바가 있다. 뿐만 아니라 물로키아에는 mucilage라 불리는 점질성 다당류가 풍부하게 함유되어 있어 장운동을 촉진시켜 변비개선에 효과적이며, 고콜레스테롤혈증에 중대한 영향을 주는 담즙산염의 체내 재흡수를 억제하고 식이 콜레스테롤의 흡수를 저해하여 고혈압, 동맥경화 등 심혈관질환의 예방에 효과적일 것으로 기대된다.

국내에서도 1995년부터 농촌진흥청, 경기도 여주(여주 참빛 천마작목반) 등지에서 물로키아가 소규모로 재배되고 있으며, 특히 여름철 고온기의 병해충에도 강하여 농약사용이 거의 필요치 않고, 수확량도 많아 한 여름철 온도가 높고 장마 기간에 재배가 가능한 채소작물은 그리 많지 않은 실정으므로 물로키아의 생산 및 보급은 국민 건강 뿐 아니라 농가소득 증대에도 큰 보탬이 될 것으로 전망된다.

그러나 물로키아의 국내생산 기반확대를 위해서는 물로키아의 기능성과 특성에 대한 연구가 선행되어지고 이들 연구결과를 활용한 다양한 가공식품의 개발이 이루어져야 할 것으로 생각되지만, 국내산 물로키아의 식품학적, 기능적 특성에 관한 연구는 아직까지 이루어진 바 없다.

따라서 본 연구에서는 국내산 물로키아 잎에서 추출한 mucilage의 이화학적 특성을 검토함과 동시에 국내산 물로키아의 생리기능적 우수성을 입증하기 위해 동물실험을 통하여 혈액과 간의 지방함량과 콜레스테롤 저하효과를 분석하고 배설되는 변에서의 지방함량 및 콜레스테롤 함량을 측정하여 물로키아의 콜레스테롤 저하효과를 검토하였다. 또한 한국영양학회에서 권고하는 BMI의 정상수치(20~25)에 해당되지만 체지방율이 약간은 내장지방형인 표준비

만형 실험자들을 대상으로 물로키아의 장기섭취가 비만 및 체지방대사에 미치는 영향을 검토하였으며, 또한 변비를 호소하는 20대 여성을 대상으로 아침 식사전과 취침 전에 물로키아를 복용했을 경우 변량의 배출횟수와 통증의 변화를 조사함으로써 물로키아의 변비개선 효과를 조사하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 이화학적 특성

2.1.1 재 료

여주 참빛 천마작목반에서 재배한 물로키아 잎(2000년도 산)을 냉풍 건조하고 100 mesh 이하로 분쇄시킨 분말을 실험에 사용하였다.

2.1.2 일반성분

물로키아 분말의 수분, 단백질, 조지방, 조회분, 조섬유는 AOAC 방법(8)에 따라 정량하였으며, nitrogen free extract는 100에서 수분, 조단백, 조지방, 조회분, 조섬유의 함량을 제한 값으로 하였다.

2.1.3 무기질

AOAC 방법(8)에 따라 시료 일정량을 회화용도가니에 취하여 500°C에서 2시간 회화시켜 얻은 회분에 염산용액(HCl:H₂O=1:1 희석액)으로 50 mL가 되게 정용한 후 발광플라즈마 분석기(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer, Jovin Yvon JY38 Plus, France)를 사용하여 Ca과 Fe 함량을 측정하였다.

2.1.4 비타민 A 및 C 정량

비타민 A와 C의 정량은 AOAC 방법(8)에 따라 측정하였다. 즉 물로키아 분말 일정량에 몰과 메탄올 및 chloroform을 첨가하여 비타민 A를 추출한 다음, 분액깔때기에서 chloroform층을 분리하고 감압농축 시켰다. 여기에 2N KOH-EtOH를 가하여 가수분해시킨 다음, diethyl ether를 가하여 얻어진 상정액을 감압농축시킨 후 메탄올을 가하고 여과한 후 HPLC에 주입하여 비타민 A를 정량하였다. 비

탄린 C의 함량은 2,4-dinitrophenyl hydrazine 비색법을 이용하여 정량하였다.

2.1.5 점질성물질(mucilage)의 추출

물로키아 분말에 20배 량의 증류수를 가하여 50, 60, 70, 80°C에서 각각 2시간 열수추출 후 여과포로 착즙하였다. 각 착즙액에 최종농도가 55%가 되게 에탄올을 첨가하고 서서히 저어준 후 방치하여 침전물을 얻은 다음 혼입된 클로로필 등의 색소성분을 제거하기 위해 acetone으로 씻고 나서 40°C에서 2시간 건조시켜 mucilage를 얻었다.

2.1.6 점질성 측정

Mucilage 수용액의 겔보기 점도(apparent viscosity)는 다음과 같이 측정하였다. 즉 mucilage의 농도를 1%로 하고 원통형 점도계(Haake RV20, U.K)를 사용하여 25°C에서 전단속도($\dot{\gamma}$)를 1분 동안에 0 s⁻¹ 에서 2000 s⁻¹ 까지 증가시키면서 전단 응력(σ)의 변화를 측정하였다.

2.1.7 Mucilage의 gel filtration chromatography

0.1% mucilage 수용액 4 mL를 Sepharose CL

-2B column(950×32 mm)에 주입시키고 0.1 M NaCl를 43 mL/hr 속도로 용출시켰다. 용출액은 fraction collector를 이용하여 5 mL씩 분취한 후 페놀-황산법으로 각획분의 총당량을 측정하였다. 한편 void volume은 blue dextran(Sigma Co. 분자량: 2,000,000)을 이용하여 위와 동일한 조건으로 용출시켜 조사하였으며, total volume은 glucose를 주입시킨 후 용출되어 나올 때까지의 용출액으로 정하였다.

2.2 콜레스테롤 대사에 미치는 영향

2.2.1 실험 동물의 사육 및 식이

실험동물은 4주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐 70마리를 대한실험동물센터로부터 구입하였다. 실험식이 제조용 casein, cellulose, mineral mixture, vitamin mixture, DL-methionine, choline bitartrate 및 corn starch는 Harlen Teklad사(U.S.A), 대두유는 (주)제일제당으로부터 구입하여 사용하였다. 4주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 처음 1주일간 고형사료로 예비 사육하고 적응시켰다. 적응기간 후 체중 100 g±10 g의 쥐를 난괴법에 따라 cage당 2마리씩 짝어넣고 각 군 10

Table 1. Composition(%) of experimental diets

Diet formula	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	16
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	1	1	1	1	1	1
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sodium cholate	-	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cholesterol	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cellulose	5	5	10	-	-	-	-
Molokhia	-	-	-	13.5	27	-	-
Mucilage	-	-	-	-	-	10	20

¹⁾N: Normal(cholesterol-free), ²⁾C₅: Cellulose 5%, ³⁾C₁₀: Cellulose 10%, ⁴⁾MO₅: 5% fiber of molokhia, ⁵⁾MO₁₀: 10% fiber of molokhia, ⁶⁾MU₅: 5% fiber of mucilage from molokhia, ⁷⁾MU₁₀: 10% fiber of mucilage from molokhia

마리취 7개의 실험 군으로 나누었다. 즉 정상식이군(cholesterol-free), 5% 셀룰로오스 대조군(C₅), 10% 셀룰로오스 대조군(C₁₀), 5% 물로키아군(MO₅), 10% 물로키아군(MO₁₀), 5% mucilage군(MU₅), 10% mucilage군(MU₁₀)으로 나누었다.

각 실험별 식이는 AIN-76의 조성을 이용하여 Table 1과 같이 7종류를 조제하였는데, 식이 중 탄수화물은 65%, 단백질은 20%, 지방 5%와 콜레스테롤 0.5%, 비타민 mix 1%, 무기질 mix 3.5%, 섬유질은 각각 5% 및 10%가 되도록 첨가하였다. 식이와 물은 자유로이 섭취케 하여 4주간 사육하였으며 일주일 간격으로 체중과 식이 섭취량을 측정하였다.

2.2.2 혈액, 간, 분변시료의 채취

실험 식이가 끝난 후 동물을 ether로 마취시킨 뒤 개복하여 복부 대동맥으로부터 혈액을 채취하고, 간을 적출하였다. 혈액은 heparin이 첨가된 주사기로 채취한 뒤 3,000 rpm으로 원심분리하여 혈장을 얻었고, 간 조직은 중량을 측정된 뒤 -70°C에 보관하였다. 콜레스테롤과 중성지방을 측정하기 위한 분변은 마지막 4일 동안의 것을 수거하였다.

2.2.3 지질 및 콜레스테롤 함량분석

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

변과 간의 콜레스테롤과 중성지방은 Folch 등(9)의 방법에 따라 추출하였다. 즉 변은 동결건조 후 분쇄하여 분말화 시켰고 간 조직은 세절한 다음 티서기로 마쇄하였다. 시료에 10배 량의 용매(chloroform : methanol = 2 : 1, v/v)를 첨가하여 지질을 반복추출한 후 여과한 액을 함량을 구할 수기에 넣고 감압농축하여 지질을 얻었다. 총 지질함량은 중량법으로 구하였고, 콜레스테롤과 중성지방은 메탄올을 가하여 잘 용해시킨 후 효소법을 이용한 kit(Eiken, Japan)로 정량하였다.

2.3 다이어트 및 변비개선 효과

2.3.1 재료

물로키아 잎을 냉풍 건조하여 분쇄시킨 분말에 기능성 당인 팔라티니트(palatinit)를 일정한 첨가하고 잘 혼합한 다음 물로키아의 점질성을 일시적으로 멀어뜨리기 위해 55% 에탄올을 소량 첨가하고 20 mesh sieve를 통과시켜 물로키아 과립차를 제조하였으며 이를 다이어트 및 변비개선 효과 시험용으로 사용하였다.

2.3.2 실험계획

20-30대 여성을 중심으로 다이어트와 변비개선 효과에 관한 실험을 다음과 같이 실시하였다. 즉 다이어트 효과 시험의 경우 실험대상자는 본인이 비만이라고 느끼는 대상 중 body mass index(BMI)와 체지방이 보통~과체중에 속하는 26.6 ± 2.4 세인 여성을 대상으로 하였는데 plastic shaker에 물로키아 과립차(2g)를 붓고 우유 약 100 mL를 첨가하여 약 10초간 흔들어준 다음, 마시는 방식으로 식사 30분전에 하루에 3번씩 음용하도록 하였고 물로키아를 식사 전에 섭취하는 것 외에는 식이를 제한하지 않았으며, 평상시 먹는 습관을 유지하면서 실험에 임할 것을 권장하였다. 한편 변비 대상자인 경우는 사전 설문조사를 통해 일주일에 2회 이상 변을 배출하지 못하고, 배변시 통증을 느끼는 20대 여성 14명을 대상으로 하였으며 위와 동일한 방법으로 아침식사전과 취침 전, 2회복용하도록 하였다.

다이어트 대상자는 실험실시 전에 신체 대사 및 혈액 생화학 검사를 실시하였으며, 섭취시각 전과 8주 후의 혈액 및 체지방 측정은 의사에 의해 직접 채혈하고 분석하였다. 또한 대상자는 사전에 설문조사를 통해 식생활이 안정한 자를 선택하였고, 다이어트 식이 이외에는 본 실험 개시전과 동일한 식사 및 생활을 하도록 지도하고, 매주 대상자에 대해서 식사 및 건강상태, 운동량, 약물복용 등에 관한 설문조사를 실시하였으며 한국영양학회의 CAN (computer aided nutritional analysis) program으로 섭취 칼로리를 계산하였다.

Table 2. Characteristics of subjects

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
Triglyceride(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

2.3.3 체질, 신체대사 및 체지방율의 측정

체질전날에는 금주하고, 18시까지 저녁식사를 마치도록 하였고 그 이후 체질까지에는 물 이외의 식사를 금지하였다. 채취한 혈액에서의 혈청 및 혈장은 각종 생화학검사에 사용하였다. 신체대사에서는 신장과 체중을 측정하였고 체지방율은 체지방계로 생체 전기저항을 이용하여 측정하였다. 몰로키아의 다이어트효과 실험을 위해 지원자들의 다이어트 시작 전의 생체체수 및 혈액의 생화학적 지표의 변화들 Table 2에 나타내었다.

2.3.4 혈청 및 혈장 시료의 분석

분석은 성남시의 새한가정의원에 의탁하여 총 콜레스테롤, HDL-cholesterol, triglyceride, LDL-cholesterol, plasma glucose를 측정하였다.

2.4 통계적 검사방법

Data는 평균±SD으로 표기하였다. 각 군의 비교는 SAS 통계처리 프로그램을 이용한 ANOVA와 Duncan Multiple range test로 각 군간의 평균치의 차이검정을 사용하여 유의성을 판정하였다. 또한 p<0.05를 유의차로 하였다.

Table 3. Composition of dried molokhia leaf

Ingredients	Unit: per 100 g, dry basis
Moisture	11.3 g
Fat	4.1 g
Ash	10.8 g
Protein	24.4 g
Nitrogen free extract	12.0 g
Total dietary fiber	37.4 g
Vitamin C	39.96 mg
Vitamin A	78.95 mg
Ca	2026.06 mg
Fe	10.45 mg

3. 결과 및 고찰

3.1 이화학적 특성

3.1.1 몰로키아 잎의 성분조사

몰로키아 잎을 냉풍 건조시켜 얻은 분말의 영양성분을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 식이섬유의 함량이 건물량의 37.4%를 차지하였으며, 단백질의

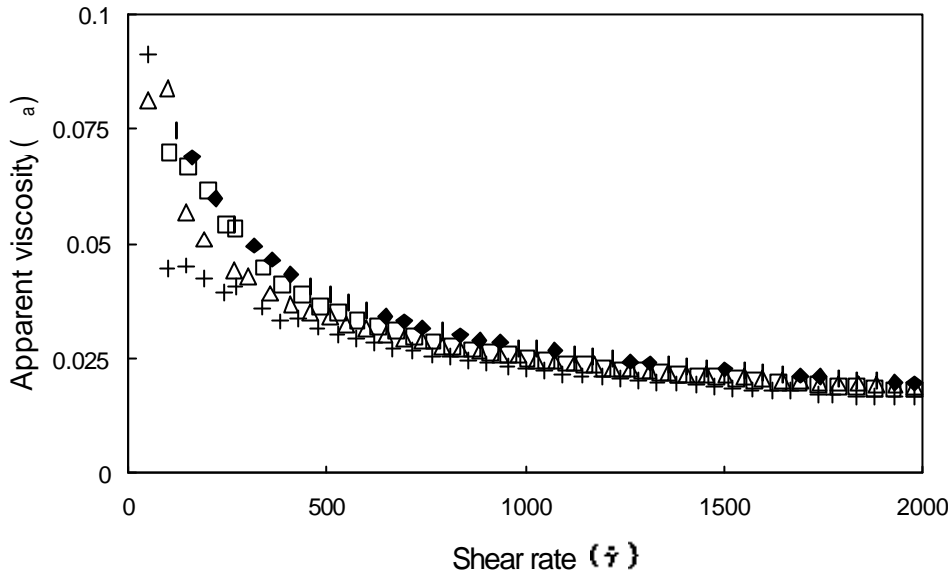


Fig. 1. Viscosity of extracted mucilage under various temperature
 ◆: 50°C □: 60°C △: 70°C +: 80°C

함량도 매우 높아 건물량의 24.4%에 달하였는데 이와 같은 결과는 물로키아가 점질성을 나타내는 다른 식물에 비해 단백질 함량이 월등히 높았다는 보고 (3)와 일치하였다. 그 밖의 영양성분으로서 특기할 만한 것은 무기물 중 칼슘의 함량이 2,000 mg% 이상으로 대단히 높았는데, 이는 일반적으로 칼슘의 함량이 높은 식품으로 알려진 밀치의 900~1,900 mg% 보다 더 높은 값이었다. 뿐만 아니라 비타민 A의 함량도 79 mg% 정도로 높았는데, 이와 같은 결과를 통하여 물로키아 잎은 단백질과 미네랄, 그리고 비타민 등이 풍부하기 때문에 건강식으로서의 효과도 기대해 볼 수 있을 것으로 사료된다.

3.1.2 추출 온도별 물로키아의 점질성

Fig. 1은 Haake viscometer(RV 20, U.K)를 이용하여 각각의 온도에서 추출된 mucilage의 점성을 비교한 것으로서 추출온도가 높아질수록 mucilage의 점도가 약간씩 낮아지는 경향을 보였는데, 이는 탄수화물의 경우 온도가 상승하면 점성이 낮아진다는 일반적인 사실로 미루어 볼 때 물로키아 잎

Table 4. Composition of extracted mucilage under various temperature
 (% dry basis)

Treatment (°C)	Protein	Total Carbohydrate	Ash
50	26.8	46.5	13.9
60	24.8	47.8	14.3
70	20.6	42.5	14.2
80	20.2	51.9	14.2

으로부터 얻어진 mucilage는 주로 다당으로 구성되어 있음을 시사하는 것이라 생각된다.

3.1.3 추출 온도별 mucilage의 조성 변화

Table 4는 추출온도별로 얻은 mucilage의 단백질, 총당 및 회분 함량을 측정된 결과이다. 회분함량의 경우 13.9~14.3% 사이로서 추출온도에 따른 차이는 크지 않았으나 물로키아 잎의 10.8% 보다

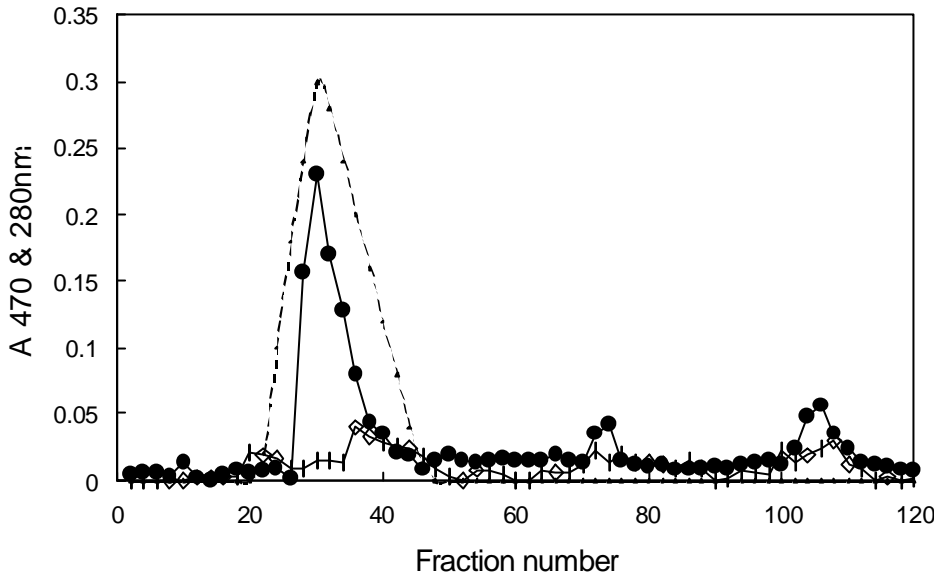


Fig. 2. Gel chromatography of mucilage on Sepharose CL-2B. The dotted line shows the elution profile of molecular markers(MW 500,000). ●: Poly saccharide (470nm), ◇: Protein (280nm)

더욱 높은 값을 나타낸 것은 mucilage의 점질성을 나타내는 물질은 무기성분과 강하게 결합되어 있기 때문이거나 또는 착색액으로부터 mucilage를 조제할 때 사용된 에탄올이나 아세톤에 용해되는 성분이 감소됨에 따라 상대적으로 회분함량이 높아진 때문인 것으로 추정된다.

반면 단백질과 총당의 경우에 있어서는 추출온도가 높아짐에 따라 단백질은 50°C의 26.8%에서 80°C의 20.2%로 감소한 반면 총당은 46.5%에서 51.9%로 증가경향을 나타내어 총당에 비해 단백질의 감소 경향이 더욱 큰 것으로 나타났으며, 또한 단백질의 총당에 대한 비율이 50°C의 57.6%에서 80°C의 38.9%로 점차 낮아지는 경향이였다. 따라서 이와 같은 결과들이 mucilage의 점성변화에 영향을 미친 것으로 사료된다. 한편 물로키아 mucilage를 구성하는 당류는 rhamnose와 glucuronic acid인 것으로 보고되어 있어(3, 10) 국내산 물로키아의 경우에도 mucilage의 구조 및 구성당의 조성 등에 대한 면밀한 연구가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

3.1.4 Mucilage의 gel filtration chromatography

Mucilage를 구성하는 다당류 및 단백질의 분자량 분포를 측정하기 위하여 Sepharose CL-2B column (3.2×95 cm)을 사용하여 겔 여과를 실시한 결과 (Fig. 2) mucilage를 구성하는 다당류는 대부분 분자량 약 40,000 ~ 500,000 dalton 정도의 크기를 나타내었으나, 40,000 dalton 이하의 것도 일부 존재하는 것으로 나타났는데, 이와 같은 결과는 물로키아 다당의 분자량이 약 500,000 dalton 정도라는 연구결과(10)와 유사하였다. 향후 국내산 물로키아의 점질물을 구성하는 다당의 본체를 설명하기 위해서는 구성당의 조성, 적외선흡수스펙트럼, 과요오드산 산화법 및 메틸화 분석법에 의한 단위쇄장 등 다당의 결합양식 등에 대한 더욱 면밀한 검토가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 한편 단백질의 겔 여과 pattern을 살펴 볼 때, mucilage의 단백질 또한 분자량 40,000 ~ 500,000 dalton 사이에서 나타나는 점으로 미루어보아 물로키아 점질물을 구

Table 5. Effect of malakbia and its mucilage as a fiber source on weight gain, feed intake and liver/body weight ratio in rats

Treatment	Weight gain(g)	Total feed intake(g)	L.W/B.W ¹⁾ (%)
N	169.62±29.41 ^a	470.63±52.28 ^{ac}	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

¹⁾ L.W/B.W: Liver and final body weight ratio

Values are means ± SD

Mean values within a column that followed by same letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple-range test

성하는 단백질은 다당류와 결합된 상태로 존재하는 것으로 추측되지만 물로키아 첨질물을 구성하는 단백질의 분자량이 78,000, 137,000, 150,000 이상이었다는 보고(3) 보다는 높은 것으로 나타났다.

3.2 콜레스테롤 대사에 미치는 영향

3.2.1 체중증가량, 식이섭취량 및 간/체중 비

Table 5는 물로키아 분말과 mucilage의 식이섬유 섭취효과를 살펴보기 위해 콜레스테롤을 섭취하지 않은 정상군(N)과 콜레스테롤이 첨가된 각 실험군에서의 체중 증가량과 식이섭취량, 간/체중 비를 나타낸 결과이다. 셀룰로오스를 첨가한 대조군에 비해 물로키아 분말과 mucilage를 첨가한 모든 군에서 유의적으로 식이 섭취량이 줄었으며, 특히 MO₁₀군과 MU₁₀군에서는 유의적으로 체중이 감소하였는데 이와 같은 결과는 첨가된 물로키아의 식이섬유 성분이 복부 포만감을 부여한 때문인 것으로 추정되어진다.

한편 콜레스테롤의 투여가 간의 몸무게에 대해 차지하는 비율의 경우 콜레스테롤을 첨가하지 않은 정상군(N군)은 2.86%를 나타낸 반면 셀룰로오스 첨가군인 C₅와 C₁₀군은 4.01~4.31%로서 간이 차지하는 비율이 크게 증가하였으나, 물로키아 분말첨가

구인 MO₅와 MO₁₀군은 각각 3.74% 및 3.84%를, mucilage 첨가구인 MU₅와 MU₁₀군에서는 3.40, 3.45%로서 이 보다 낮은 값을 나타내었다. 그러나 첨가량을 달리한 5%와 10% 첨가군 사이에는 유의적인 차이는 보이지 않았다.

3.2.2 혈장의 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 중성지방

콜레스테롤 첨가식이를 섭취한 원쥐에서 물로키아의 식이섬유 투여가 혈장의 콜레스테롤 대사에 미치는 영향을 살펴보기 위해 혈장 콜레스테롤 및 중성지방 함량을 측정된 결과는 Table 6과 같다.

정상군의 총 콜레스테롤 함량은 61.28 mg/dL이었고 그 밖의 처리구는 90.41~97.14 mg/dL 범위로서 N군에 비해서 상대적으로 높은 콜레스테롤 수치를 나타내었으나, 콜레스테롤을 첨가한 처리구들 사이에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 수용성 식이섬유는 간 콜레스테롤 농도에는 원저한 영향을 미치지지만 혈장 콜레스테롤에는 큰 영향을 미치지 않는다는 보고(11-13)와 같은 경향이었다. 따라서 수용성 식이섬유의 섭취는 혈장과 간 모두에서 콜레스테롤 저하효과가 동일하게 나타나는 것이 아님을 시사하는 것으로 생각된다. 그러나 HDL-콜레스테롤 함량은 셀룰로오스 첨가군인

Table 6 Effect of *mucilagin* and its mucilage as a fiber source on plasma cholesterol and triglyceride in rats

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

Values are means ± SD
 Mean values within a column that followed by same letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple-range test

Table 7. Effect of *mucilagin* and its mucilage as a fiber source on liver lipid, cholesterol and triglyceride in rats

Treatment	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 ± SD
 Mean values within a column that followed by same letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple-range test

C군에 비해 물로키아 분말 및 mucilage 첨가군인 MO와 MU군들에서 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 또한 HDL-콜레스테롤 증가 효과는 MO₅, MO₁₀군이 MU₅, MU₁₀군보다 높았으나 MO군과 MU군 사이에 유의차는 없었고 첨가량을 달리한 5%군과 10%군 사이에도 차이를 나타내지 않았다. 한편 중성지방의 함량은 물로키아 분말인 MO첨가군에서 유의적으로 높은 수치를 나타낸 반면 정상군인 N군, 대조군인 C군 및 mucilage첨가군인 MU군 사이에는 차이를 나타내지 않았다.

3.2.3 간의 총 지방과 콜레스테롤 및 중성지방 간의 총 지방과 콜레스테롤 및 중성지방 함량을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 간의 단위 무게 당 총 지방의 함량은 C₅와 C₁₀군이 각각 19.5% 및 19.96%, MO₅와 MO₁₀군이 각각 12.86% 및 14.21%, MU₅와 MU₁₀군은 9.17% 및 12.95%인 것으로 나타났다. 즉 간의 지방 함량은 셀룰로오스 첨가군인 C군에 비해 MO 및 MU군이 유의적으로 낮았으나 첨가량에 따른 차이는 없었다. 한편 총 콜레스테롤에 있어서는 5% 첨가군에서는 차이가 나타나지 않았으

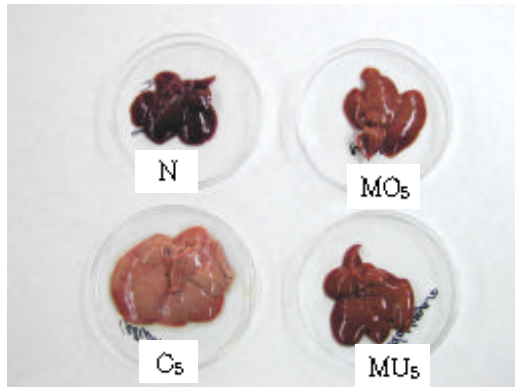


Fig. 3. Effect of malokhia intake on liver morphology in rats.

N: free of cholesterol, C₅: 5% cellulose with 0.5% cholesterol, MU₅: 5% fiber of mucilage from malokhia with 0.5% cholesterol, MO₅: 5% fiber of malokhia powder with 0.5% cholesterol

나 10% 첨가군(MO₁₀ 및 MU₁₀)에서는 유의적으로 콜레스테롤 함량이 감소하였다. 또한 간의 중성지방 함량은 셀룰로오스 첨가군에 비해 물로키아 분말과 mucilage 첨가군의 경우 다소 감소경향을 보였으나 유의차는 MU₁₀군에서만 나타났다. 이와 같은 결과는 물로키아 분말의 경우 수용성 및 불용성 식이섬유를 모두 함유하고 있으나 mucilage의 경우 주로 수용성 식이섬유로 구성되어 있는 점을 고려할 때

mucilage가 물로키아 분말에 비해 더 효과적인 것은 당연한 결과로 생각된다. 또한 물로키아의 수용성 식이섬유는 간의 콜레스테롤을 효과적으로 저하시킨 반면 불용성 식이섬유는 효과를 나타내지 않았으며 중성지방의 경우에는 수용성과 불용성 식이섬유 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다는 보고(14)와 다소 유사한 경향이였다.

3.2.4 간의 외관상 형상

Fig. 3은 실험동물의 희생직후 촬영한 간의 형태를 나타낸 것으로 진한 선홍색의 N군과는 달리 셀룰로오스 첨가군인 C₅군은 콜레스테롤의 섭취로 인한 분홍색으로 변하고 황색의 지방물이 점점이 분산되고 침착된 전형적인 지방간의 형상을 나타내었다. 반면 물로키아 첨가군인 MO₅군과 MU₅군의 경우 지질 침착이 미약하여 정상간과 유사한 형상을 유지하였으며, 본 결과에 나타내지 않았으나 물로키아의 첨가량이 높아짐에 따라 이와 같은 효과는 더욱 뚜렷이 나타났다.

3.2.5 변으로의 총 콜레스테롤 및 중성지방의 배설

물로키아의 섭취가 변으로의 콜레스테롤 배설에 미치는 영향을 조사한 결과(Table 8), 변의 양은 셀

Table 8. Effect of malokhia and its mucilage as a fiber source on fecal weight, lipid concentration in feces of rat

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

Values are means ± SD

Mean values within a column that followed by same letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple-range test

폴로오스, 플로키아 첨가군 모두 5% 첨가군에 비해 10% 첨가군에서 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었으나, 변의 총 콜레스테롤 함량은 전반적으로 MO군과 MU군에서 높은 것으로 나타나 플로키아의 섭취는 변으로의 콜레스테롤 배설에 효과가 있는 것으로 나타났다. 한편 동일 첨가량에서는 MO, MU, C군의 순으로 증가하였는데, 특히 주로 수용성 식이섬유로 구성된 mucilage보다 수용성과 불용성 식이섬유가 모두 함유된 플로키아 분말 첨가군에서 더 뛰어난 효과를 보였다.

한편 N군, C₅ 및 C₁₀군의 경우에는 하루 평균 7.22~11.33 mg의 중성지방을 변으로 배설한 반면, 플로키아 분말을 5%와 10%수준으로 섭취한 MO₅, MO₁₀군에서는 각각 8.63 mg 및 13.14 mg의 중성지방, mucilage첨가군인 MU₅군과 MU₁₀군은 각각 10.48 mg 및 11.81 mg의 중성지방을 배설하여, 플로키아 분말의 경우에는 10% 첨가군이, mucilage의 경우에는 5% 및 10% 첨가군 모두가 C군과 유의적인 차이를 나타냈다. 한편 일반적으로 콜레스테롤 저하효과가 없는 것으로 알려진 불용성 식이섬유인 셀룰로오스 첨가군인 C₁₀군에서도 변의 중성지방 함량은 크게 증가하였는데, 최근 불용성 식

이섬유인 셀룰로오스 역시 분변으로의 담즙배설을 증가시킨다는 보고(15)도 있어 이에 대해서는 향후 보다 면밀한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

3.3 다이어트 및 변비개선 효과

3.3.1 실험기간중의 다이어트 식이 섭취 및 지원자의 식사생활의 변화

매주 제공한 다이어트 일기를 통해 지원자의 식사 습관과, 음주, 운동 등을 조사하였고, 한국영양학회에서 발간된 CAN (computer aided nutritional analysis) program으로 섭취 칼로리를 계산하였다. 실험을 시작하고 종료할 때까지의 각 지원자의 식사 및 건강상태의 이상징후는 확인되지 않았다 (Table 9).

초기에는 일부 실험대상자들에서 포만감과 장내에 가스가 차는 증상을 간혹 나타내곤 하였는데, 이것은 점질성의 다당이 장내의 점막에 달라붙어 주위로부터 수분을 흡수함으로써 팽윤이 되어 장내 포만감을 주었고, 장내 세균에 의해 분해가 되면서 가스가 생성되어진 때문인 것으로 생각되어진다. 또한 수분 섭취가 적을 시에는 변비 증상도 생기는 것을 확인할 수 있었지만, 실험대상자들의 생활에는 그다지 큰 영향을 주지 않았으며, 일정 시기 이후부터 점차 증상이 호전되는 경향을 나타내었다.

3.3.2 신체 체중치 및 체지방율의 변동

체중, BMI, 체지방율에 관해서 각 실험자의 초기치를 100으로 하여 8주 후의 변화를 상대치로 나타내었다(Table 10). 체중의 경우 초기치에서 8주

Table 9. Changes in rate of variation in food consumption

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

Values are means±SD

Show not significantly difference from 0week

Table 10. Changes of body composition of the subjects

	0 week	8 weeks	P-value
Weight(kg)	57.2±2.5 (100)	56.2±2.9 (98.2±2.4)	P<0.05
Body mass index(kg/m ²)	22.3±0.8 (100)	22.1±1.1 (99.0±2.8)	N.S ¹⁾
Body fat ratio(%)	25.0±2.4 (100)	21.9±2.2 (88.3±8.7)	P<0.001
Total fat area(kg)	14.3±1.5 (100)	12.4±1.7 (87.4±10.7)	P<0.01

Values are means±SD

¹⁾N.S: Non significant at P<0.05

Table 11. Changes in rate of variation in serum metabolic indexes(mg/dL)

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

Values are means ± SD
Show not significantly difference from 0 week

후의 변화는 1.0 kg(-1.8±2.4%) 줄어든 낮은 유의성을 보였다(초기치와의 유의자 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%) 감소하였다(초기치와의 유의자 p<0.001).

3.3.3 혈액생화학 검사치의 변동

Table 11에 물로키아 과립자를 8주 동안 복용했을 때의 각 실험 지원자의 혈액 생화학적 수치 및 초기치를 100으로 하여 8주 후의 검사치를 상대치로서 나타내었다. Triglyceride는 초기치 69.8± 15.3 mg/dL에서 8주 후 63.6±17.6 mg/dL로 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 총 콜레스테롤은 156.9±16.8 mg/dL에서 8주 후 155.6±13.2 mg/dL로, HDL-콜레스테롤은 58.0±8.3 mg/dL에서 57.4±6.5로, LDL-콜레스테롤은 84.8±14.8 mg/dL에서 85.5±12.9 mg/dL로, 혈당은 77.2± 9.4 mg/dL에서 78.8±6.6 mg/dL로 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

3.3.4 물로키아 복용에 의한 배변 증가율

변비증상을 나타내는 실험지원자들에게 물로키아 과립자를 복용시켰을 경우 변비 개선 효과에 대해서 조사하였다. Fig. 4는 물로키아 복용시 주단위로 초기 배변횟수를 100으로 하였을 때의 배변 증가량을

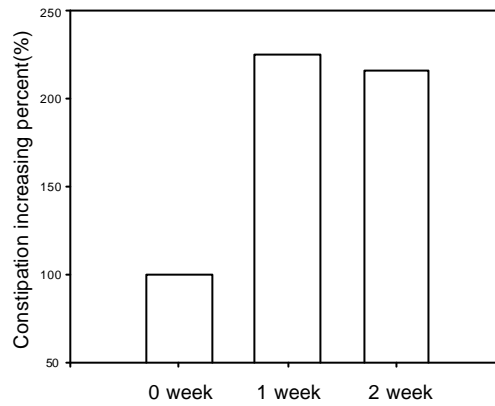


Fig. 4. Effect of intaking malakbia on constipation

나타낸 것이다. 물로키아를 아침 식사전과 취침 전에 복용했을 경우 배변 횟수가 2배 이상 증가하였는데 복용1주 째에 2배 이상 증가하였고, 복용 2주 째에는 다소 감소하는 경향을 보여주고 있지만 변비 개선 효과가 지속되고 있는 것으로 나타났다.

3.3.5 물로키아 복용시 배변 통증 감소율

변비환자들의 경우 배변시 통증을 호소하는 경우가 많은데 물로키아의 점질성 식이섬유가 이러한 증상을 효과적으로 줄일 수 있는지 확인하였다. 물로키아를 복용하기 전·후를 비교했을 때 배변시 "아프다"가 55%이었던 것이 복용 1주일만에 14%로 감소하였고, 2주일 후에도 복용 전에 비해 꾸준히



Fig. 5 Effect of malakbia granules on pain reduction during defecation

감소하였으며, "아프지 않다"가 꾸준히 증가하는 경향을 보여주었다(Fig. 5).

4. 참고문헌

1. Yoshikawa M., Shimada H., Saka M., Yoshizumi S., Yamahara J. and Matsuda H.: Medical foodstuffs V. Moroheiya. (1): Absolute stereostructures of corchorionosides A, B, and C, histamine release inhibitors from the leaves of vietnamese *Corchorus olitorius* L. (Tiliaceae). Chem. Pharm. Bull., 45(3): 464-469 (1997)
2. Chopra R.N., Nayar S.L. and Chopra I.C. Glossary of indian Medicinal plants. (Publication and information directorate, CSIR, New Delhi), 77 (1956)
3. El-Mahdy A.R. and El-sebaiby L.A.: Preliminary studies on the mucilage extracted from okara fruits, taro tubers, jew's mellow leaves and fenugreek seeds. Food Chemistry, 14: 237-249 (1984)
4. Oshodi A.A.: Comparison of protein, minerals and vitamin C contents of some dried leafy vegetables. Pak. J. Sci. Ind. Res., 35: 267-269 (1992)
5. Farag R.S., El-khwas H.A.M. and Mohamed M.S.: Distribution of carotenoids in some fresh and boiled foods. Adv. Food Sci., 20: 1-6 (1998)
6. Azuma K., Nakayama M., Koshioka M., Ippoushi K., Yamaguchi Y., Kohata K., Yamauchi Y., Ito H. and Higashio H.: Phenolic antioxidant from the leaves of *Corchorus olitorius* L. J. Agric. Food Chem., 47: 3963-3966 (1999)
7. Innami S., Tabata K., Shimizu J., Kosunoki K., Ishida H., Matsuguma M., Wada M., Sugiyama N. and Kondo M.: Dried green leaf powders of jew's mellow (*Corchorus*), persimmon(*Diospyros kaki*) and sweet potato(*Ipomoea batatas*) lower hepatic cholesterol concentration and increase fecal bile acid excretion in rats fed a cholesterol-free diet. Pant Foods for Human Nutrition, 52: 55-65 (1998)
8. AOAC: Official Methods of Analysis. 16th ed., AOAC International, Washington D.C. (1995)
9. Folch J., Lee M. and Sloane Stanley G.H.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 223, 448 (1956)

