

## 알로에 베라 점질물의 무기물 응집활성

†이 신 영 · 민 병 주<sup>1</sup> · 강 태 수<sup>2</sup>

강원대학교 환경·생물공학부 및 연세대학교 생물소재연구소센터

<sup>1</sup>(주) 한국야쿠르트, <sup>2</sup>강원도 농촌진흥원

(접수 : 1998. 5. 20., 게재승인 : 1998. 8. 18.)

## Flocculating Activity of the Mucilage Extracted from *Aloe vera* Linne

Shin-Young Lee†, Byung-Joo Min<sup>1</sup>, and Tae-Su Kang<sup>2</sup>

Division of Environmental and Biological Engineering, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

Bioproducts Research Center of Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

<sup>1</sup>Hankook Yakurt Co., Ltd. Cheonan 330-880, Korea

<sup>2</sup>Kangwon Provincial RDA, Chunchon 200-150, Korea

(Received : 1998. 5. 20., Accepted : 1998. 8. 18.)

For the purpose of screening the functionality in aloe, the mucilage from *Aloe vera* Linne was prepared by extraction of mucilaginous parenchyma with ethanol followed homogenation, filtration and centrifugation. Flocculability of this mucilage from *Aloe vera* L was investigated and the identification for flocculating active materials were carried out. The mucilage exhibited an excellent flocculability for 1% bentonite and 5,000 ppm kaolin suspensions. The good correlations between mucilage volume(concentration) and flocculability for 1% bentonite suspension were obtained. The flocculated volume or flocculation rate was affected depending upon the degrees of processing such as a heat treatment and purification. A major component showing the flocculating activity was considered as a highly polymerized polysaccharide consisting of mannose and glucose(molar ratio=26:1) with  $\beta$ -(1,4) linkages. The molecular weight of polysaccharide having flocculating activity was about 1,000,000 daltons.

Key Words: *Aloe vera* Linne, mucilage, flocculating activity

### 서 론

알로에는 백합과의 다년생 식물로서, 주로 열대 및 아열대 지방을 중심으로 서식하고 있고, 그 수는 약 500종에 달한다(1-5). 수천년 동안 민간약으로 사용되어 왔는데(2-7), 알로에의 주성분인 다당체 성분은 보습, 피부세포 활성화 등의 효과, 그리고 minor 성분인 anthraquinone 유도체 등에서는 모발유인 작용, 자외선 차단, 비듬, 가려움증 제거 등의 효과가 있음이 보고되고 있다(8). 또, 알로에는 건위효과, 완하효과, 항균 및 항진균 작용, 항종양 작용 등의 약리작용도 가짐이 널리 알려졌으며(9), 최근에는 이의 광범위한 약리작용을 규명하는 연구(2-3,5-7,10-14)도 활발히 진행되고 있다.

현재 *Aloe vera*를 중심으로 산업적인 생산체제도 광범위하게 이루어져서 알로에의 이들 효과는 건강식품, 화장품 및 의약품에 적용하여 전세계적으로 1,500여종의 제품이 생산되고 있는

실정이다.

이와같이 알로에를 응용한 상품은 다양하지만 이에 대한 정제 표준품 및 그 효능을 시험하는 분석방법은 아직 분명하게 확립되어 있지 않다(10,15,16), 특히, 생잎의 fresh gel은 실온 환경에서 매우 불안정하여 겔의 점성은 쉽게 소실되며, 이에 따라 고유의 품질특성 및 효능도 잃어버리게 된다(10,17)

따라서 생잎으로 사용할 때와 마찬가지로 알로에의 효능을 충분히 갖춘 제품을 개발하기 위하여는 무엇보다도 알로에에 대한 보다 과학적인 기능성 탐색과, 그 기능성에 근거한 활성 성분의 동정 및 이의 효능을 평가하는 방법의 확립이 매우 시급한 선행 과제라 할 수 있다.

그동안 저자 등은 알로에의 생물활성을 포함한 각종의 기능성 탐색 연구를 수행하여 왔었으며, 이 과정에서 알로에 점질물의 새로운 기능성으로 이제까지 보고된 바 없는 무기물에 대한 우수한 응집능을 나타냄을 관찰하게 되었다. 이러한 알로에의 무기물 응집능은 알로에 가격이 고가이므로 응집제로서의 사용은 비경제적이지만 알로에의 응집능은 특히, 알로에 점질물 농도와 정광직 관계를 나타내고, 가열처리(신선도)나 침제정도에 따라 응집부피나 속도의 차이를 보여 알로에의 겔 성분이나 품질 특성을 평가하는 값싸고, 간편한 수단으로 이용될 수 있을 것으로 기대되었다.

† Corresponding Author : Division of Environmental and Biological Engineering, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea  
Tel : (0361) 250-6273, Fax : (0361) 243-6350  
e-mail: sylee@cc.kangwon.ac.kr

따라서 본 연구에서는 이러한 알로에 점질물의 무기물 응집능이, 가열처리나 알로에 겔 농도 및 겔 분획에 따라 미치는 영향을 조사하여 응집능이 이들과 상관관계가 있음을 확인하였고, 아울러 이의 활성 성분을 탐색, 규명하였다.

**재료 및 방법**

**재료**

본 연구에 사용한 재료는 (주)김정문 알로에의 김제농장에서 재배한 알로에 베라(*Aloe vera* Linne)이며, 회사로부터 직접 제공받아 4℃의 저온실에서 보존하면서 실험에 사용하였다.

**시료의 분리, 농축 및 정제**

알로에 베라의 점질물(mucilage) 시료는 Figure 1과 같이 분리, 농축 및 정제하였다. 즉 알로에 베라의 외피를 제거하고 유연 겔조직을 분리하여 ethanol에 침적한 후, 여지가 없는 입구 면적이 넓은 Buchner funnel에서 여과하였다 여과액을 8000xg에서 30분 동안 원심분리하고 상등액을 취하였으며, 그대로 또는 0.05torr에서 24시간 동결건조하여 점질물 시료로 하였다. 점질물 시료의 농축은 베제 분자량(molecular weight cut off)이 10,000, 20,000 및 100,000인 한외여과막을 사용하여 ultrafiltration system(Satorius Satocon Mini)으로 실시하였고, 농축액과 투과액을 모두 시료로 하였다. 또 이들 시료의 투석은 cellulose tube(Sigma Co)를 사용하여 증류수로 24시간 동안 행하였고, 이 투석 내액 및 외액을 동결건조 후 시료로 하였으며, 실험할 때에는 30 mg/mL의 용액을 사용하였다. 한편, 시료의 정제는 Sepharose CL-4B를 column(2.5×86cm)에 충전하고, 여기에 증류수 또는 0.4M NaCl로 녹인 시료를 충전시켰다. 증류수 또는 0.4M NaCl로서 45mL/hr의 속도로 용출하여 fraction

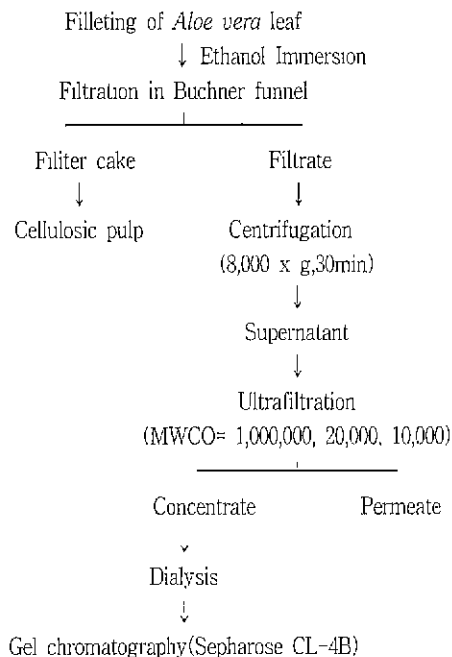


Figure 1. Preparation, concentration and purification of mucilage from *Aloe vera* Linne.

collector(ISCO model Petriever III)로 4mL씩 분획하였고, 각 분획에 대한 응집활성을 측정하였다. 이때 당의 측정은 phenol-sulfuric acid 법(18)으로, 그리고 단백질은 Lowry 법(19)으로 측정하였고, void volume은 blue dextran(M.W. 2,000,000, Sigma Co.)으로 결정하였다.

**응집능 및 응집활성(Flocculating activity)**

Bentonite 및 kaolin에 의한 침강 실험법(20-22)을 사용하여 다음과 같이 실시하였다. 즉 bentonite 10g을 증류수 1000mL에 현탁하고, 이 액 90-98mL를 취하여 내경 28mm의 mess cylinder 중에 넣었다. 여기에 시료 원액 또는 2g/L 수용액 2-10mL를 넣어 혼합하고 5회 진도 또는 일정시간 혼합시킨 후 실온에 일정시간(5분 또는 60분) 방치하여 침강정도를 육안 또는 사진 촬영하여 측정하였다. Kaolin의 경우는 농도를 5000ppm으로 하여 역시 같은 방법으로 측정하였다. 한편, 응집활성(23)은 다음과 같이 측정하였다. 시험관(18×180mm)에 active carbon(Junsei Chemical Co.) 현탁액 (5,000ppm) 10mL를 넣고 1.0% CaCl<sub>2</sub>용액 100μl를 가한 후 여러 농도(0.05-0.3%)로 희석한 시료 100μl를 첨가하였다. 이를 10초간 혼합하여 상온에서 3분 및 30분간 정치한 다음, 상등액 1mL를 취하여 550nm에서 흡광도를 측정하였다. 응집활성은 각 농도별로 희석한 것 중, 상법에 따라 가장 낮은 흡광도를 나타낸 농도의 시료를 대상으로 흡광도 값과 희석배수를 다음 식에 대입하여 계산하였다.

$$\text{Activity(F.U.)} = (A-B)/A \times 100 \times F$$

여기서 F.U.는 Flocculating Unit, A와 B는 각각 대조구 및 시료의 흡광도이고, F는 희석계수이다.

한편, 응집능 이외에도 유화안정성, 필름형성능, 중금속 포집능, 흡수를 및 ACE 저해능 등의 기능성을 조사하였으며, 각각 상법에 따라 측정하였다(28-32).

**구성 성분의 분석 및 확인**

정색 반응 : 시료를 그대로 또는 분말인 경우는 0.1%(W/V) 농도로 하여 Ninhydrin 반응, Biuret 반응, Anthrone 반응, Fehling 반응, Elson-Morgan 반응, Bontrager 반응 등의 각종 정색반응을 상법 (18, 24)에 따라 조사하였고, 표준물질과 비교하여 육안으로 관찰하였다.

Gas liquid chromatography(GLC) : 각 시료의 산가수분해물 10mg에 pyridine 1mL을 가하여 용해한 후, 0.2mL의 hexamethyldisilazane과 0.1mL의 trimethylchlorosilane을 가하고 80℃에서 30 분간 반응시켰다(25). 이를 gas liquid chromatography(Varian Star 3400 CX)를 이용하여 분석하였으며, 분석 조건은 column: 3% OV-101(packed column). column temperature : 150-175℃ gradient, detector: FID. temperature: 200℃, flow rate: He-30mL/min, H<sub>2</sub>-50mL/min. air-50 mL/min이었다

**구조 분석**

과요오드 산화(18) : 시료 50mg에 50mM sodium metaperiodate 50mL를 가하고 4℃ 암실에서 7일간 산화시키면서 경시적으로 채취하여 IO<sub>4</sub><sup>-</sup> 소비량을 분광광도법(26)으로, 그리고

HCOOH 생성량은 methyl red 지시약을 사용하여 1mM NaOH 로 직정한 후 구하였다(27).

Smith 분해(18) : 각 시료 50mg을 50mM sodium meta-periodate 50mL를 가하여 4°C 암실에서 7일간 산화시킨 후, sodium borohydride 500mg을 가하여 4°C에서 16시간 환원하였다. 과잉의 sodium borohydride에 0.1M HCl을 가하여 분해한 후, 24시간 동안 증류수로 투석하여 이를 동결건조하였다. 동결건조 시료는 산가수분해하고 gas liquid chromatography로 분석 하였다. 이때 gas liquid chromatography 분석은 다음과 같이 TMS화하여 행하였다. 즉 산가수분해 시료 10mg에 pyridine 1mL를 가하여 용해한 후, 0.2mL의 hexamethyl disilazane과 0.1mL의 trimethylchlorosilane을 가하고 80°C에서 30분간 반응시켰다.

Con A-Sepharose에 의한 affinity chromatography : Con A-Sepharose 4B를 0.1M sodium phosphate buffer (pH7.0)로 평형시킨 column(1x25cm)에 각 시료를 충전한 후, 0.1M sodium phosphate buffer(pH7.0)를 사용하여 20mL/hr의 속도로 용출하여 α-form의 당을 흡착시켰으며, 이를 다시 0.1M glucose-1M sodium chloride(pH 7.0)으로 α-form과 같은 속도로서 당을 용출시켰다. 각 분획 4mL를 취하였으며, 이때 당의 측정법은 phenol-sulfuric acid 법(18)으로 실시하였다

**분자량의 측정**

분자량은 Cooper 등의 방법(28)에 준하여 Sepharose CL-4B 를 column(2.5×86cm)에 충전하고 0.4M NaCl용액으로 평형시켰다. 여기에 0.4M NaCl용액으로 녹인 정제시료 및 표준당 (blue dextran 외 2종)을 각각 충전한 후 40mL/hr의 속도로 용출하여 4mL씩 분획하였다. Phenol-sulfuric acid 법(18)으로 당을 정량하였고, 용출부피(Ve)와 void volume(Vo) 및 gel bed volume(Vx)를 구한 후, 다음 식을 이용하여 분배계수를 계산하였다.

$$Kav = (Ve - Vo)/Vx, Vx = Vt - Vo$$

여기서 Kav= 분배계수, Ve= 용출부피, Vx= 겔부피이고, Vt= 전체부피이다

분자량은 분배계수와 표준당 분자량의 대수값을 도시하여 얻은 표준곡선으로부터 결정하였다

**결과 및 고찰**

**알로에 점질물의 기능특성**

알로에 점질물 및 섬유질의 몇가지 기능특성을 탐색, 조사하여, 그 결과를 Table 1에 나타내었다

알로에 베라 점질물은 유화 안정능이나 필름 형성능을 나타내지 않았고, 중금속 흡착능도 극히 미미하였다. 그러나 알로에 점질물은 물 및 인공노에 대하여 비교적 높은 흡수성을 보였으며, 섬유질은 더욱 높은 흡수성을 보여 점질물의 4-5배에 이르는 흡수능을 나타내었다. 또 섬유질의 식이섬유(dietary fiber)함량을 Prosky-AOAC법(29)에 따라 측정된 결과, 그 함량은 약 90%로 식이섬유로서의 용도적성을 나타내었다. 또 가열 산화 등의 처리에 의하여 bradykininase 활성의 억작용이라 할 수 있

Table 1 Functional properties of fractions of *Aloe vera* mucilage.

Measuring Items	Fractions	Results
Emulsion stability	Mucilage	No action
Film formation	Mucilage	No action
Water absorption(%)	Mucilage	825
	Cellulosic pulp	3,302
Artificial urine absorption(%)	Mucilage	576
	Cellulosic pulp	4,013
Adsorption of heavy metals(O.D.)	Mucilage	0.10-0.14*
		0.02-0.05**
	Cellulosic pulp	0.04-0.05*
		0.01-0.03**
Floc formation	Mucilage	Excellent (below 3 min)
Inhibition of ACE	Mucilage	Detected

\* Cr(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(mM)

\*\* CoCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O(mM)

는 ACE(angiotensin converting enzyme)에 대한 저해활성을 보여 혈압 강하제로서의 용도적성도 예측되었다 특히, 알로에 점질물은 다른 생물고분자 다당체에서는 보기 드문 무기물(1% bentonite 또는 5000 ppm kaolin suspension)에 대한 매우 우수한 응집활성을 나타내는 특성을 보였다. 예비실험 결과 응집 속도 및澄清화 정도는 알로에 점질물의 신선도와 밀접한 상관관계를 보여 차후 검토의 필요성이 높은 것으로 판단하였다.

일반적으로 응집제는 다른 물질을 응집시켜 침전시키는 성능을 갖는 물질로, 그동안 널리 사용되어 온 것은 응집능력 및 경제성이 우수한 합성 고분자계나 무기계 응집제이었다 그러나 이들 합성 및 무기계 응집제는 안전성 및 환경 측면에서의 문제점을 갖는다. 따라서 최근 신규 응집제로서 생분해성을 지니며 안전하고 2차 공해를 일으키지 않는 생물 유래의 생물계 응집제가 연구개발되고 있는데, 현재 일부 미생물 생산 응집제(bioflocculant)가 알려지고 있는 뿐이다(30,31)

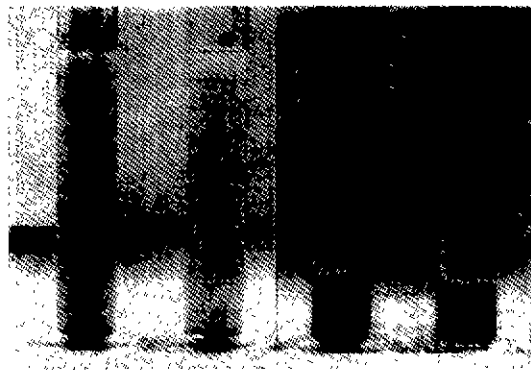
이와 같이 알로에의 응집특성은 매우 특이적인 성질이라 생각되므로 이하에서는 응집활성피 신선도와의 관계를 보다 더 정량적으로 조사하였고, 아울러 이 응집활성 물질을 규명하는 실험을 실시하였다.

**알로에 점질물의 무기물 응집능 및 영향인자**

무기물 응집능 : 알로에 점질물의 bentonite 현탁액(1%, w/v)에 대한 3분 정치후의 응집실험 결과는 Figure 2와 같다.

그림에서 보는 바와 같이, 무침가구의 경우는 안정한 분산상태를 보였으나 알로에 점질물의 첨가구에서는 응집현상이 관찰되었다. 자료로서 나타내지는 않았지만 kaolin의 현탁액 (5000 ppm, w/v)에 대해서도 마찬가지로의 경향을 보여서 알로에 추출물은 bentonite나 kaolin 현탁액에 대한 응집능이 매우 우수함을 알 수 있었다.

알로에 점질물 첨가량의 영향 : Figure 3은 알로에 점질물의 첨가량에 따른 영향을 조사하기 위하여 생잎 알로에 점질물의 첨가 농도를 달리하여 bentonite 현탁액에 대한 응집실험을 실



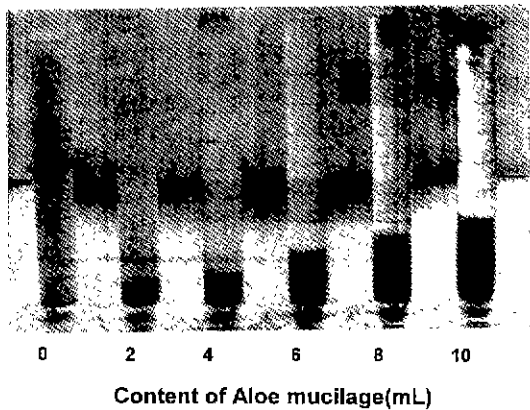
S1 S2

Figure 2. Flocculability of Aloe mucilage on 1% bentonite suspension (Setting time = 3 min).

S1 : Control(1% bentonite suspension 100mL)

S2 : Aloe mucilage added

(Aloe 5mL + 1% bentonite suspension 95mL)



Content of Aloe mucilage(mL)

Figure 3. Effect of Aloe mucilage content on flocculation capacity after setting of 5min.

시한 결과로, 각각 5분 및 60분 정치후의 사진이다.

일로에 점질물의 첨가 농도가 높아질수록 응집부피도 비례하여 증가하는 경향을 나타내었고, 정치시간이 길어질수록 자유침강에 기인하여 응집부피는 다소 낮아졌다. 그러나 응집양상은 정치시간에 무관하게 비슷한 경향을 보였다. 따라서 알로에 추출액의 bentonite 응집은 알로에 추출액의 농도와 점량적임을 알 수 있었고, 이들 사이에는 높은 상관관계가 성립하였다 ( $R^2=0.995$ ). 그러나 알로에의 첨가량이 높은 경우(8-10mL)는 상부층에도 응집물이 부유되는 층분리 현상을 관찰할 수 있었다. 일반적으로 응집(flocculation)이란 거칠고 큰 분산입자의 접촉에 의한 flocc의 생성을 의미하며, 고분자 응집제는 현탁입자에 흡착한 고분자 상호의 흡착작용에 의해서도 응집을 일으키지만 응집은 주로 흡착에 기초한 접촉 및 가교에 의한다(31). 즉 문어발과 같이 무수한 극성기에 의해서 수많은 입자를 가교결합시키는 것이다. 응집제가 과잉으로 존재하면 현탁입자 표면에 있는 흡착 활성점은 대부분 응집제 분자에 의해 점유되므로 응집제 본래의 가교작용은 일어나지 않는다. 하지만 응집제 자체는 주로 고분자 전해질이고 친수성이 강해서 보호 콜로이드의 기능을 나타내므로 현탁입자를 둘러싸게 되고 결국 이들을 안정화시켜

Table 2. Results of flocculation test of Aloe mucilages treated with various conditions.

Settling	Settling time(mm)	
	3	5
Fresh	+++	+++
Boiled*	-	+
Freeze dried	++	++
Stored**	+	+

\* Boiled at 95°C for 10 min.

\*\* Stored at room temperature for 4 days

+++ : Strong action      ++ : Medium action

+ : Weak action      - : No action

서 현탁입자는 분산상태로 존재하게 된다. 반면, 응집제가 소량인 경우는 상호인접한 현탁입자의 흡착 활성점이 결함해서 가교하고 응집작용을 나타낸다(31). 따라서 관찰된 층분리 현상은 알로에 추출액의 농도 증가로 응집분자의 농도가 높아져서 나타나는 현상이라고 생각되었다.

가공처리의 영향 : 알로에 점질물의 응집활성은 Table 2에서 보는 바와 같이, 가열, 건조, 저장 등의 처리에 따라서도 차이를 보였으며, 특히, 신선도에 큰 영향을 미치는 인자인 가열에 의한 응집능의 변화는 매우 커서 알로에 신선도 관정의 한 지표로 응용될 수 있음을 보였다.

응집활성 물질의 탐색

응집능 물질의 분획 : 알로에 추출액의 응집능을 나타내는 주요인 성분을 탐색하기 위하여 배제 분자량이 10,000, 20,000 및 100,000인 한외여과막을 사용하여 한외여과하고, 그 농축액과 투과액의 응집능을 조사하였으며, 대표적으로 배제 분자량 100,000에서의 결과를 Figure 4에 나타내었다.

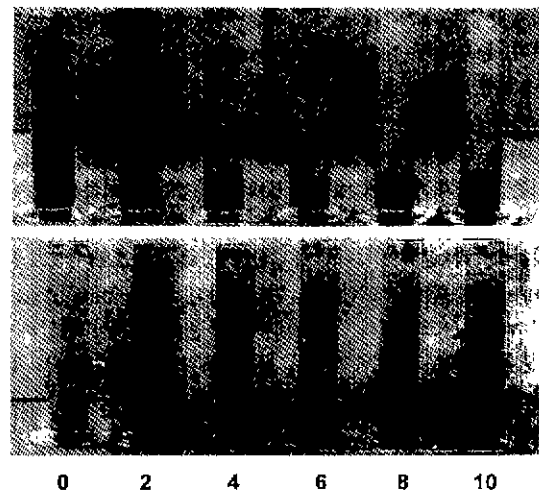


Figure 4. Flocculation capacities of Aloe concentrate(top) and permeate(bottom) by ultrafiltration using ultrafilter with MWCO of 100,000 after settling of 5min.

Each 5ml of Aloe concentrate and permeate was added to 1% bentonite suspension of 95mL, respectively.

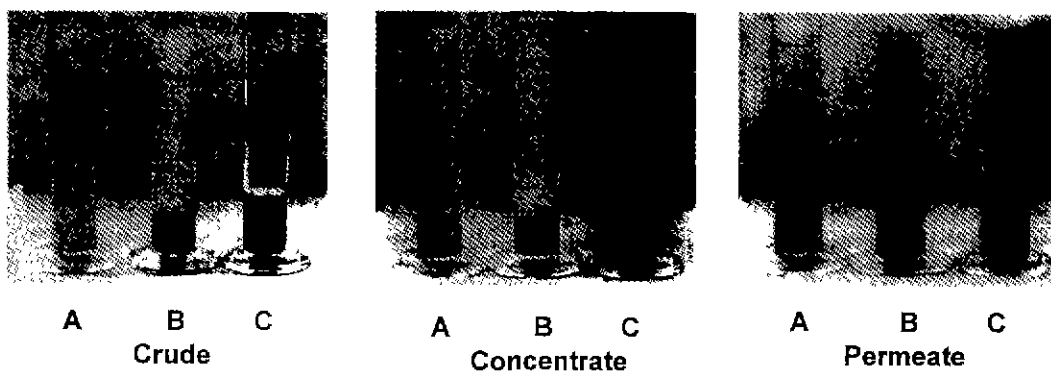


Figure 5. Effect of heating of flocculability of crude, concentrate and permeate of Aloe mucilage using ultrafiltration (MWCO=20,000)(settling time=5mm)

A : Control(no Aloe mucilage added), B . Heated(for 10min, at 90°C), C . No heated

한외여과막의 배제 분자량에 상관없이 모두 투과액에서는 응집을 일으키지 않은 반면, 농축액은 응집현상을 일으켰다. 따라서 알로에 추출액의 bentonite 현탁액에 대한 응집능은 분자량 100,000 이상의 고분자 물질에 기인하는 것으로 추정되었다. 또 자료로서 나타내지는 않았으나 신선한 점질물을 한외여과(배제 분자량 100,000)하여 얻은 농축액 및 투과액에 대한 각종 정색반응을 조사한 결과, 농축액은 당반응 및 우론산의 양성반응을 보이며, 환원당 반응에서 음성을 나타내므로 응집활성을 갖는 분자량 100,000이상의 고분자는 산성 다당체인 것으로 생각되었다.

한편, 가열에 따른 생잎 알로에 점질물과, 이를 한외여과(배제 분자량 20,000)한 농축액 및 투과액의 bentonite 현탁액에 대한 응집능을 무침기구(control)와 비교 실험(정지시간=5분)한 결과는 Figure 5와 같다.

생잎의 점질물 및 한외여과 농축액의 가열 처리구는 비가열 처리구에 비해 응집능의 저하를 보였으며, 투과액의 경우는 가열 여부에 관계없이 무처리구와 마찬가지로 응집능을 나타내지 않았다.

응집활성 : bentonite 응집능을 나타낸 생잎의 점질물 및 한외여과 농축물에 대하여 active carbon을 이용한 응집활성(23)을 측정된 결과는 Figure 6에서와 같이, 배제 분자량 100,000의 한외여과 농축물의 응집활성이 750 F.U.로 생잎의 점질물에 비해 2배에 가까운 높은 응집활성을 보였다

이는 고분자 물질이 응집활성에 관여함은 의미하므로, 한외여과 농축물을 Sepharose CL-4B에 의한 gel chromatography로 분획하고, 각 분획에 대해 응집활성을 측정하였으며, 그 결과는 Figure 7과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 blue dextran의 void volume(그림중의 ↓위치)과 가까운 위치에서 단일의 peak로 분획되어 분자량 측면에서 균일하였으며, 당반응에서 양성이었다. 따라서 응집활성을 갖는 물질은 고분자 다당체로 추정되었으며, 이를 보다 정량적인 탐색을 위하여 이에 대한 산 가수분해를 실시하고, 산 가수분해물을 비가수분해물과 함께 정색반응을 실시하였다. 그 결과, 자료화하지는 않았으나 가수분해 여부에 상관 없이 시료 모두 Anthrone과 Fehling 반응에서 양성이었다. 그러나 Biuret, Ninhydrin, Seliwanoff, Elson-Morgan 및 Bontráger 반응에서는 모두 음성으로, 단백질, 아미노당 및 aloin, 그리고 fructose와 같은 ketose 당은 없는 것으로 판단하였다. 따라서 응집활성의 주 요인 성분은 다당체로 생각되었다

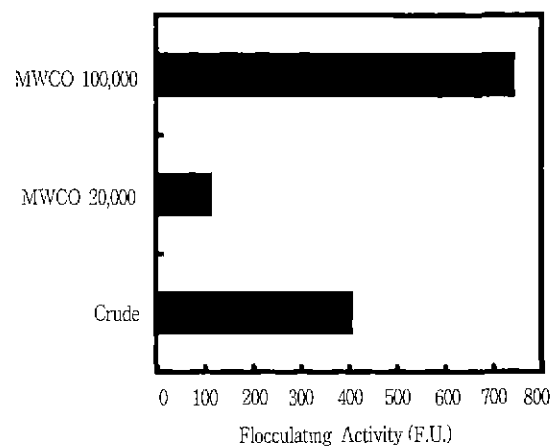


Figure 6. Flocculating activity of Aloe mucilage fractions after setting of 3min. at room temperature.

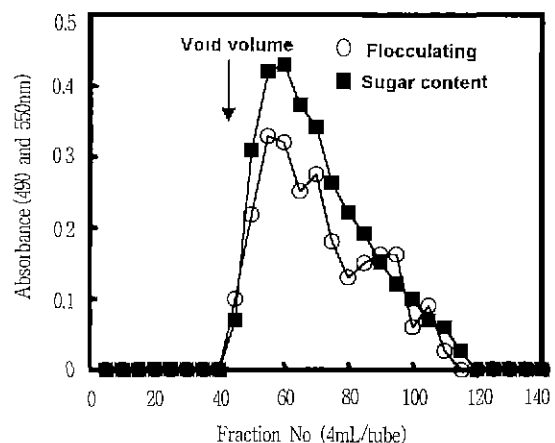


Figure 7. Elution profile of Aloe mucilage concentrate fraction(MWCO=100,000) on Sepharose CL-4B gel chromatography.

응집 활성 분획의 구조분석 및 분자량 : 한외여과 농축물 응집활성 분획의 산 가수분해물을 TMS화하고 GLC로 분석한 결과, 다량의 mannose와 미량의 glucose가 검출되었으며, 두 성분의 물비는 26:1이었다. 또 이 물질의 당결합 양상을 알아보

기 위한 과요오드 산화의 실험에서는  $IO_4^-$ 를 소비함과 동시에  $HCOOH$ 를 생성하였으며, 반응 2일 이후에 일정값에 도달하였다. 이때  $IO_4^-$  소비량과  $HCOOH$  생성량을 몰비로 환산한 결과는 약 16:1이었다.

일반적으로 1,4결합의 경우 비환원 말단에서 2M의  $IO_4^-$ 를 소비하고 1M의  $HCOOH$ 를 생성한다. 그리고 환원 말단에서는 3M의  $IO_4^-$ 를 소비하고 2M의  $HCOOH$ 를 생성하며, 1,4결합 가지수 만큼의  $IO_4^-$ 를 소비하고  $HCOOH$ 는 생성하지 않으며, 또 1,6장기를 보유한 1,4 glucan의 경우도 산화되어  $IO_4^-$ 를 소비하지만  $HCOOH$ 는 생성되지 않는다(32). 따라서 잔기가 없는 1,4결합의 경우  $IO_4^-$  소비량이 많은 반면,  $HCOOH$ 의 생성량은 적어 이들의 비는 매우 높게 된다.

본 실험의 결과도 이와 잘 일치하여 1,4-결합 양상을 갖는 것으로 추정하였고, 또 Smith 분해산물의 GLC 분석 결과에서도 glycerol과 erythritol이 검출되어 1,4-결합 형태를 가지고 있는 것으로 추정되었다. 일반적으로 Smith 분해 산화환원물의 경우 비환원 말단과 환원말단에서 glycerol이 생기고, 1,4결합의 경우 erythritol이 함께 생성된다(32).

한편, Con-A sepharose 4B에 의한 affinity chromatography의 결과는 Figure 8과 같다. Concanavalin A는  $\alpha$ -형의 mann-

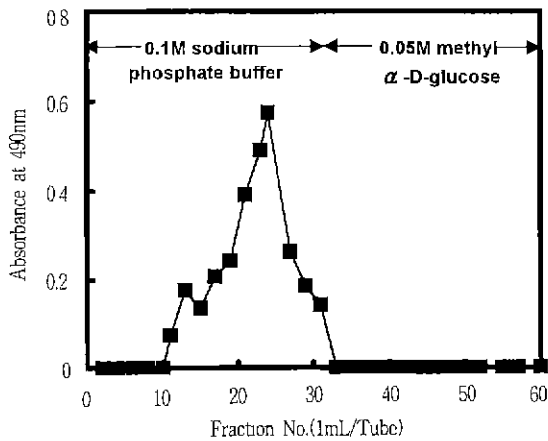


Figure 8. Affinity chromatogram of Aloe mucilage concentrate fraction(MWCO=100,000) on Con A-Sepharose 4B.

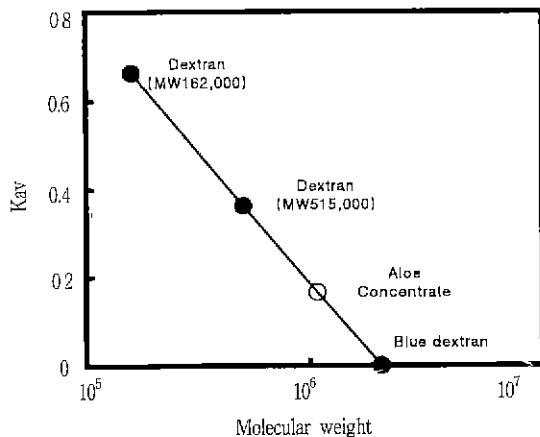


Figure 9. Molecular weight determination of Aloe mucilage concentrate fraction (MWCO=100,000)

opyranosyl)이나 glucopyranosyl 잔기들과 결합하므로 흡착구에서는  $\alpha$ -분획을, 그리고 비흡착구에서는 분획을 얻을 수 있다(33). 본 시료의 경우는 흡착구에서는 당성분이 검출되지 않았으나 비흡착구에서는 당성분이 검출되어서  $\beta$ -결합으로 판단하였다.

따라서 알로에 점질물의 응집활성을 갖는 물질은 Man와 Glc가 26:1의 몰비로 구성된  $\beta$ -(1,4)결합의 다당체임을 알 수 있었으며, 이 다당체의 분자량은 Figure 9에서 보는 바와 같이, 약 1,000,000이었다. Suga 등(34)은 각종 알로에 종의 다당체의 분자량은 대략 10,000-1,000,000으로 보고하였고, 또 Macanally (35)는 알로에 베라로부터  $\beta$ -(1,4) 결합형태에 부분적으로 acetylation된 acemannan을 분리하였으며, 그의 분자량은 100,000 이상이라고 보고하였다. 따라서 본 시료의 분자량은 이들 보고 사실의 가장 높은 값의 범위이었다.

결론

일로에 베라의 기능성 탐색 연구의 일환으로, Aloe vera Linne로 부터 점질물을 추출·분리하고, 응집능을 조사하였으며, 응집 활성 기능을 갖는 활성 성분을 동정하였다.

일로에 베라의 점질물은 무기물(1% bentonite 및 5000 ppm kaolin 현탁액)에 대한 매우 우수한 응집활성을 나타내었다. 알로에의 무기물에 대한 응집활성은 알로에 점질물 농도와 정의 상관 관계( $R^2=0.995$ )를 나타내었고, 가열, 냉각 등의 처리 및 정제 정도에 따라 응집부피나 응집속도의 차이를 보여 알로에의 가공도나 정제도와 밀접한 관계를 가짐을 나타내었다. 무기물의 응집에 대한 알로에 점질물의 주 요인 성분은 Man와 Glc가 26:1의 몰비로 구성된  $\beta$ -(1,4)결합의 다당체이었으며, gel chromatography로 구한 분자량은 약 1,000,000이었다.

참고 문헌

1. Dr. Madis Lab. Inc (1983), *Aloe vera* Linne and Its Products Applications and Nomenclature, *Cosmetics & Toiletries*, 98, 99-103
2. Hennessee, O.M. and Cook, B.R.(1989). *Aloe Myth-Magic Medicine*. Universal Graphics, London
3. Gage, D.(1988), *Aloe vera*. Healing Arts Press, Rochester, Vermont
4. Dr. Madis Lab. Inc.(1978), *Aloe Vera Gel: Review of its History. Pharmacognosy, Chemistry, Pharmacology and Application*. Dr. Madis Lab.Inc. Bulletin No.3M 78-1501 & 1504, NJ
5. Denius, H.R. and Homann, P.H.(1972), The Relationship between Photosynthesis, Respiration and Crassulacean Acid Plant Physiology, 49, 873-880
6. Skousen, M.B (1982), *The Aloe vera Handbook*. Aloe Vera Research Institute, California
7. Coats, B.C.(1979), *The Silent Healer: A Modern Study of Aloe vera*, 2nd Ed., Bill C. Coats,P.O. Box 40266, Garland,Texas
8. 井端泰夫(1983), アロエエキストラクトの化粧品への利用, フレグランス ジャーナル, 11(3), 118

9. 鈴木義隆(1983), アロエの薬理作用と 醫薬品への應用, フレグ  
ラソス ジャーナル, **11**(3), 115-117
10. Bowles, W.B.(1991), *Art of the Report on the Current  
Status of Aloe Vera and the Outlook for the Future.*  
Terry Lab., Florida
11. CH-Basel, R.S.(1991), Aloe vera. *Parfumerie und Kosmetik*,  
**72**, 146-149
12. Grindlay, D. and Reynolds, T.(1986), The Aloe vera  
Phenomena; A Review of the Properties and Modern  
Uses of the Leaf Parenchyma Gel *J. Ethnopharmac-*  
*ology*, **16**, 117-151
13. 井端泰夫(1984), 健康食品素材としての アロエ 抽出物. *New  
Food Industry*, **26**(4), 30-36
14. 井端泰夫(1983), アロエ 葉抽出液と化粧品. フレグ<sup>®</sup>ラソス ジャ  
ーナル, **11**(3), 107-114
15. Leung, A.Y.(1985), Aloe vera Uptodate: A New Form  
Questions Integrity of Old. *D. & CI.*, **42**, 44-46
16. Leung, A.Y.(1983), Aloe vera Standards Should be Mean-  
ingful. *D. & CI.*, **39**, 80-85
17. Cobble, H.H.(1975), Stable Aloe vera Gel and Preparation.  
*U.S. Patent* #3,892,853
18. Chaplin, M.F. and Kennedy, J.F (1994), *Carbohydrate Anal-*  
*ysis*, 2nd ed., IRL Press, Oxford
19. Bollag, D.M. and Edelstein, S.j.(1991), *Protein Methods*,  
New York, WileyLiss, Inc., pp 56-57
20. Osada, Y., and Takase, M. Preparation of Polymer Gels  
by the Plasma-initiated Polymerization and Their Prop-  
erties of Adsorbing Water and Metal-ions. *Chemical  
Bulletin of Japan*, **3**, 439-444
21. 倉根隆 一郎(1990), 微生物産生凝集剤の 機能と利用 醗酵工  
學會誌, **68**, 309-312
22. Eckenfelder, W.W and Ford, D.L (1970), *Water Pollution  
Control: Experimental Procedures for Process Design.*  
Jenkins Pub. Co.
23. Nagahamura, J., Miyashiro, S., and Hirose, Y.(1976),  
Screening, Isolation and Properties of Microbial Cell F  
loculants. *Japanese J. Agric.Chem.* **40**(2), 377-383
24. Belcher, R. Nutten, A.J., and Sambrook, C.M.(1954),  
*Analyst.* **79**, 201
25. Trevelyan, W. E., Procter, D. P. and Harrison. J. S.(1950),  
*Nature* **166**, 444
26. 日本生化学會編(1976), 生化学験講座, 4, 糖質の化学(下), 東  
京, (株)東京化学 同人, pp. 367-381
27. Whistler, R.L.(1960), *Methods in Carbohydrate Chemistry*,  
Vol.v, New York, Academic press, pp. 357-360
28. Cooper, T. G.(1991), *The Tools of Biochemistry*, New  
York, John Wiley and Sons, pp. 171-172
29. 倉根隆一郎(1990), 微生物産生凝集剤と その利用. *Bio In-*  
*dustry*, **1**, 13-21
30. 倉根隆一郎(1991). 機能性高分子の 微生物生産. *Bio Sci &  
Industry*, **49**, 133-137
31. 大森 英三(1986), 高分子 凝集剤 新高分子文庫/4. (株)高分子刊  
行會, 京都
32. Takashi, M.(1971), 圖解糖質化学便覧, 東京, 共立出版, pp.  
287-372
33. Usui, T., Iwasaki, Y., and Mizuno, T.(1981): Isolation  
and Charaterization of Two Kinds of Hetrogalactan from  
the Fruit Bodies of *Ganoderma applantam* by Employing  
a Column of Concanavalin A Sepharose 4B. *Carbohydrate  
Research*, **92**, 103-105.
34. Suga, T., Hirata, T.(1983), The Efficacy of Aloe Plants  
Chemical Constituents and Biological Activities. *Cosmetics  
& Toiletries*, **98**, 105-108
35. Mcanalley, B. H.(1988), Process for Preparation of Aloe  
Products, Produced Thereby and Compositions Thereof.  
*U.S. Patent* 4,735,935