

Aloe vera 중의 렉틴의 분리 및 특성

박원봉 · 박정윤

서울여자대학교 자연과학대학 자연과학부

Isolation and Characterization of Lectin from *Aloe vera*

Won-Bong Park and Jeong-Yun Park

College of Natural Science, Seoul Women's University

Abstract

The lectins from mucilaginous jelly and green epidermis of *Aloe vera* were isolated by gel and affinity chromatography. The molecular weights of the lectins were determined by SDS-PAGE. The molecular weights of the lectins from mucilaginous jelly isolated by Sephadex G-100 were 58.7 kD and 33.3 kD, and that isolated by acid-treated Sepharose 4B was 176.4 kD. The molecular weights of the lectins from epidermis isolated by Sephadex G-100 were 221.1, 54.0 and 32.5 kD respectively. And that isolated by acid-treated Sepharose 4B was 222.0 and 158.0 kD. The agglutinating activity of lectin from jelly was inhibited by D-galactose, lactose and D-galactosamine, but that from epidermis was not inhibited by lactose. The activity was stable at the pH range of 7.0-9.0 and at the temperature 0-60°C.

Key words: *Aloe vera*, lectin, molecular weight, chromatography

서 론

지난 수세기 동안 암, 종양, 화상, 피부병 등의 민간 약으로 사용되어 온 알로에는 백합과(Liliaceae)에 속하는 식물로 밝은 햇빛과 높은 온도를 좋아하는 식물이다. 이 식물의 잎은 99% 이상의 많은 수분을 함유하고 있으며, 표면에 상처를 입으면 스스로 아물게 하는 특수한 생화학적 기능을 가지고 있는 것으로 보아 식물의 면역기능과 관련된 렉틴류의 물질이 존재하는 것으로 알려져 있다. 생체내에서 영양물질의 수송 및 저장기능을 담당하는 당단백질인 렉틴은 자연계에 널리 분포되어 있다⁽¹⁻³⁾. 특히 식물은 동물과는 달리 면역체계를 가지고 있지 않기 때문에 렉틴이 표면에 붙어서 항체와 유사한 작용을 하는 생체 방어수단의 물질로 추측되고 있다⁽⁴⁻⁷⁾. 렉틴은 다른 종류의 동물세포의 세포표면 위의 특성의 당의 잔기에 결합하는데, 2-6개의 당결합부위를 갖고있는 렉틴은 2개(MW, 60 kD) 혹은 4개(MW, 120 kD)의 subunit로 이루어져 있다⁽⁸⁾. 이들은 A-chain인 active chain과 B-chain인 binding chain

이 disulfide 결합으로 연결되어 있으며⁽⁹⁾, B-chain이 세포 표면의 수용체에 결합하면 A-chain이 세포 내부로 침투하여 진행세포의 ribosome을 불활성화시켜서 단백질 합성을 저해시키는 것으로 알려져 있다⁽⁹⁾. 그리고 B-chain의 세포막 표면의 특정 당과의 결합력은 항원과 항체의 친화력과 비슷하거나 더 크다고 알려져 있다. 또한 A-chain을 단일클론성항체에 붙여서 immunotoxin을 만들어 그 항체의 목적 세포에만 특이적으로 작용하게 하여 악성세포를 죽이는데 이용하는 등 많은 종류의 immunotoxin들이 암의 화학적 치료법에 이용되고 있다. 또한 겨우살이로부터 분리된 렉틴은 강력한 항암효과 및 면역활성화효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 현재 항암제로 개발되어 임상적으로 사용되고 있는 중이다⁽¹⁰⁻¹³⁾. 알로에로부터 렉틴의 분리는, *Aloe arborescens*로부터 aloctin A에 관한 연구가 주로 보고되고 있다⁽¹⁴⁾. Aloctin A는 사람 α_2 macroglobulin에 결합된 림프구 자극분열 효과, 항염증효과⁽¹⁵⁾, 항괴양성⁽¹⁶⁾, 항종양성⁽¹⁷⁾ 등 다양한 생물학적 활성이 밝혀졌다. 그밖에 이 식물로부터 분리하여 얻은 렉틴이 단백질의 운반체로서 T-림프구 세포에 특이적으로 활성을 나타낸다는 보고도 있다^(18,19). 그러나 점도가 높은 젤리질을 갖고 있는 *Aloe vera*는 *Aloe arborescens*에 비

Corresponding author: Won-Bong Park, College of Natural Science, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea

하여 락틴의 분리가 어려운 편이기 때문에 락틴의 분리에 관한 연구는 드문 편이다. 본 연구에서는 *Aloe vera*로부터 락틴활성물질을 분리하여 몇가지 특성을 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 알로에 베라(*Aloe vera*)는 전라북도 김제에서 재배한 것으로서 K알로에에서 제공받아 4°C에서 보관하여 사용하였다. Sephadex G-100과 Sepharose 4B는 Pharmacia Fine Chemicals(Uppsala, Sweden)에서, BCA(bicinchoninic acid, Pierce) protein assay 시약은 Pierce사에서 구입하였고, 단백질 표준분자량 marker와 D-mannose, D-galactose, N-acetyl D-galacto-samine, bovine serum albumin은 Sigma Chemical Co.에서 구입하여 사용하였다.

적혈구 응집반응에 의한 락틴 활성 측정

사람 B형 혈액 5 mL를 1 mL Alsever's 용액이 들어 있는 vial에 넣고, 10배량의 0.15 M NaCl 용액으로 세척 후 회석하여 3% 적혈구 부유액을 만들었다. 96 well plate에 0.15 M NaCl 50 μ L를 넣고 시료 50 μ L를 첨가하여 2배수로 단계적으로 회석한 후, 3% 적혈구 부유액 50 μ L를 가하고, 37°C에서 1시간 배양시킨 후, 대조구와 비교하여 응집유무를 확인하였다. Hemagglutination unit(HU)는 락틴용액을 2배수로 단계적으로 회석하였을때 적혈구 응집반응을 나타내는 회석배수를 말한다.

락틴의 추출 및 Sephadex G-100에 의한 정제

시료를 borax 완충용액(pH 8.0)과 함께 분쇄하고 원심분리하여 상등액을 취하여 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 로 단백질을 침전시키고 침전물을 완충용액으로 투석한 후 동결건조한 조추출물을 Sephadex G-100 column(2.5 \times 60 cm)에 주입하여 겔 여과를 실시하고, 락틴활성을 확인하였다. 락틴활성을 나타내는 분획을 모아 한외여과막(Amicon YM10 = 10,000, molecular weight cut off)을 사용하여 농축시키고 BCA 시약으로 단백질을 확인하였다. 시료 중의 단백질은 bovine serum albumin(BSA) 용액을 표준용액으로 하여 BCA로 562 nm에서 흡광도를 측정하였다.

친화크로마토그래피(산 처리한 Sepharose 4B)에 의한 락틴의 분리

Sepharose 4B를 증류수로 충분히 세척한 후, 0.2 M HCl에 현탁시켜 50°C에서 3시간 반응시켜 비환원 말단인 galactose 잔기수를 증가시켜 놓음으로써 galactose에 특이성을 갖는 락틴에 대한 흡착용량을 증가시켰다. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 로 단백질을 침전시키고 borax 완충용액(pH 8.0)으로 투석한 시료를 산처리한 Sepharose 4B column(2.6 \times 16 cm)에 주입하고, 비흡착물질이 용출되지 않을 때까지 borax 완충용액(pH 8.0)으로 세척 후 동일한 완충용액으로 만든 0.1 M lactose 용액으로 흡착된 락틴을 용출(15 mL/hr)시켰다. 단백질 분획을 모아 농축시키고 BCA 시약으로 단백질을 확인하였다.

SDS-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)에 의한 분자량 측정

시료 및 표준분자량 단백질 50 μ L에 시료 완충용액 50 μ L(0.2% BPB 함유)를 가하고 98~100°C에서 1분 30초간 반응시켰다. 미리 만들어 굳혀놓은 겔에 시료를 50 μ L씩 주입하고 stacking gel에서 15 mA, 80 V로 약 1시간 전개시킨 다음, separating gel에서 30 mA, 200 V로 2~3시간 전개시켰다. Silver-staining 방법으로 염색하여 image analysis system(Vilber Lourmat)에 의하여 각 band의 분자량을 구하였다.

락틴의 당 특이성

200 mM의 D-glucose, L(+)-arabinose, β -D(-)-fructose, D-galactosamine, N-acetyl-D-galactosamine, maltose, D-galactose, sucrose, lactose를 96 well plate에 50 μ L를 취해 2배수로 단계적으로 회석하고 각 well에 2 HU의 활성을 나타내는 락틴 용액 50 μ L를 가하여 4°C에서 1시간 반응시킨 후, 3% 적혈구 부유액 50 μ L를 가하였다. 37°C 배양기에서 1시간 배양시켜 대조표준과 비교하여 적혈구 응집력의 저해효과를 조사하였다. 이 때 당에 의한 저해효과는 적혈구 응집력을 완전히 저해할 수 있는 최소의 당 농도로 표시하였다.

락틴 활성에 미치는 pH, 온도의 영향

4 HU의 활성을 갖는 락틴용액을 pH 2~10 사이의 여러가지 완충용액과 4°C에서 2시간 동안 반응시키고 락틴활성의 변화를 조사하였다. 이 때 완충용액은 25 mM KCl-HCl(pH 2.1), 25 mM glycine-HCl(pH 3.1), 25 mM citrate(pH 4.1), 25 mM citrate(pH 5.0), 25 mM citrate(pH 6.0), 25 mM tris-HCl(pH 7.0), 25 mM tris-HCl(pH 8.0), 25 mM carbonate(pH 9.0), 25 mM carbonate(pH 10.0), 25 mM carbonate(pH 11.0)을 0.15 M NaCl용액으로 만들어서 사용하였다. 아울러 완충용

액의 pH에 의한 혈구 자체의 영향이 있는지를 알아보기 위해서 대조구로 렉틴용액이 없는 완충용액과 혈구만을 반응시켜 비교하였다. 4 HU의 활성을 갖는 렉틴 용액을 0-80°C 사이의 온도에서 30분간 정지 항온시킨 후, 즉시 얼음물에 냉각시킨 다음 활성의 변화를 조사하였다.

결과 및 고찰

Sephadex G-100 에 의한 렉틴의 분리

알로에 젤리(1 kg) 및 녹색의 표피(500 g)로부터 얻은 조추출물을 동결건조한 시료를 Sephadex G-100 column(pH 8.0)으로 겔여과한 결과는 각각 Fig. 1 및 2 와 같다. 흡광도를 나타내는 부분은 각 분획마다 모두 적혈구 응집반응을 실시했으며 분획번호 20-40 사이에서 활성이 나타났다. 렉틴활성을 나타내는 부분을 모아 한외여과막(Amicon, YM10 = 10,000 m.w.c.o)으로 농축하여 활성을 측정하였다. 젤리 1 kg으로부터 0.75 HU/mg의 활성을 갖는 53.67 mg의 렉틴을 얻었으며, 표피 1 kg으로부터 0.21 HU/mg의 활성을 갖는 378.97 mg의 렉틴을 얻을 수 있었다.

친화크로마토그래피에 의한 렉틴의 분리

Galactose 특이성을 갖는 렉틴은 1,3-결합인 β-D-galactopyranose와 1,4-결합인 3,6-anhydro-α-L-galactopyranose

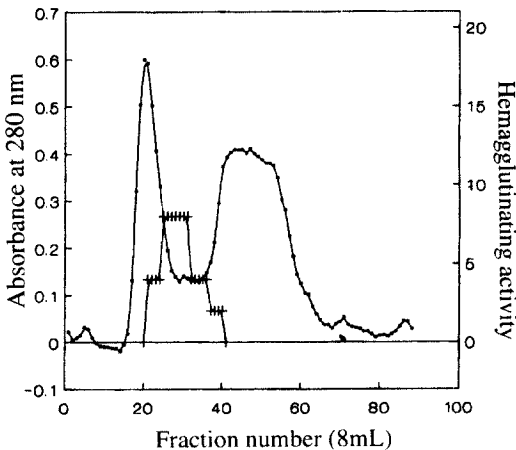


Fig. 1. Gel filtration of Aloe vera mucilaginous jelly on Sephadex G-100. Crude extract was lyophilized and dissolved in 50 mM borax buffer at pH 8.0 and applied to a column and fractions (8 mL) were collected at a flow rate of 30 mL/hr at 4°C. The absorbance were measured at λ_{max}=280 nm (●-●) and hemagglutinating activities (++) for each fraction were also measured.

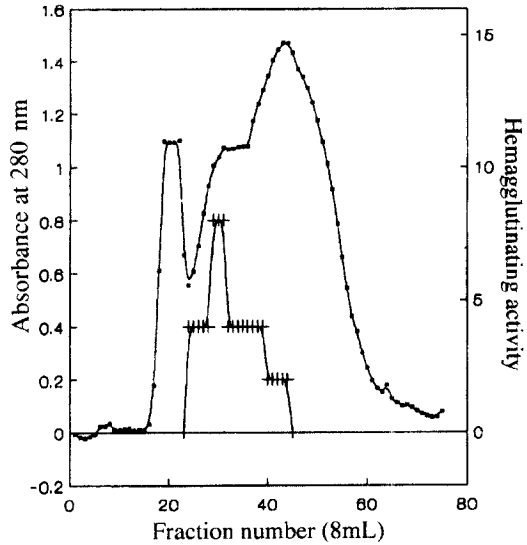


Fig. 2. Gel filtration of Aloe vera green epidermis on Sephadex G-100. Crude extract was lyophilized and dissolved in 50 mM borax buffer at pH 8.0 and applied to a column and fractions (8 mL) were collected at a flow rate of 30 mL/hr at 4°C. The absorbance were measured at λ_{max}=280 nm (●-●) and hemagglutinating activities (++) for each fraction were also measured.

잔기가 서로 번갈아 배열한 직쇄상의 고분자 다당인 Sepharose 4B에 친화성이 있으며 Sepharose 4B를 미리 산으로 처리하여 비환원말단 galactose 잔기수를 증가시켜 놓음으로써 흡착용량을 증가시키고자 하였다. 알로에 젤리(1 kg) 및 표피(500 g)로부터 얻은 조추출물을 각각 column을 통과시켰으며, 흡착된 렉틴을 0.1 M lactose로 용출시킨 결과는 Fig. 3, 4와 같다. 흡광도에서 peak를 나타내는 부분을 모아서 한외여과막(Amicon, YM10 = 10,000 m.w.c.o)으로 농축한 후 활성을 측정하였다. 젤리 1 kg으로부터 4.18 HU/mg의 활성을 갖는 4.79 mg의 렉틴을 얻었으며, 표피 1 kg으로부터 3.38 HU/mg의 활성을 갖는 13.89 mg의 렉틴을 얻을 수 있었다.

SDS-PAGE 에 의한 분자량 측정

시료를 표준 분자량 단백질과 함께 전기영동하여 그 분자량과 농도를 image analysis system으로 분석하였다. Myosin(m.w. = 200 kD), β-galactosidase(m.w.=116.3 kD), phosphorylase B(m.w.=97.4 kD), bovine serum albumin (m.w.=66.3 kD), glutamic dehydrogenase(m.w.=55.4 kD), lactate dehydrogenase(m.w.=36.5 kD), carbonic anhydrase (m.w.=31 kD)의 5개의 표준 분자량 단백질과 렉틴분획을 전기영동하여 분자량을 측정하였다.

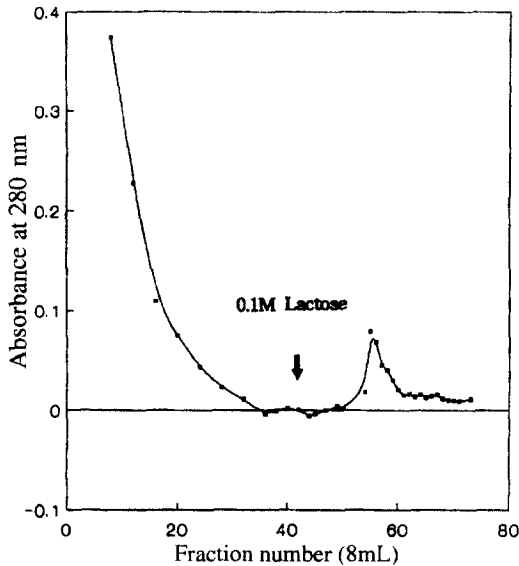


Fig. 3. Affinity chromatogram of *Aloe vera* jelly on acid-treated Sepharose 4B. Crude extract was dialyzed against 50 mM borax buffer at pH 8.0 and applied to a column of acid-treated Sepharose 4B. After washing, the column was eluted with 0.1 M lactose in the same buffer and fractions (4 mL) were collected at a flow rate of 15 mL/hr at room temperature.

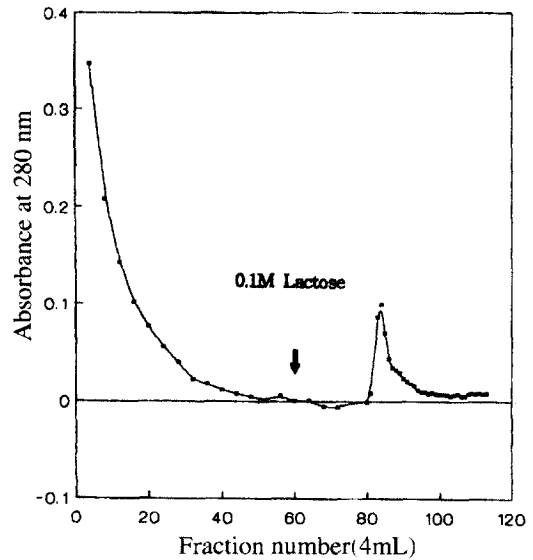


Fig. 4. Affinity chromatogram of *Aloe vera* epidermis on acid-treated Sepharose 4B. Crude extract was dialyzed against 50 mM borax buffer at pH 8.0 and applied to a column of acid-treated Sepharose 4B. After washing, the column was eluted with 0.1 M lactose in the same buffer and fractions (4 mL) were collected at a flow rate of 15 mL/hr at room temperature.

Fig. 5. A: SDS-PAGE patterns of lectins purified from jelly (A) and epidermis (B) of *Aloe vera*. Samples were visualized with silver staining. lane 1: standard marker proteins, lane 2: crude extract, lane 3: purified lectin on Sephadex G-100, lane 4: purified lectin on acid-treated Sepharose 4B.

분리된 물질을 전기영동한 결과를 Fig. 5에 나타냈다. 젤리로부터 얻은 조추출물의 경우, 3개의 진하고 넓은 band가 나타났으며, 정제되지 않은 다양한 단백질이 존재함을 알 수 있었다. Sephadex G-100으로 정

제한 경우, 58.7 kD와 33.3 kD에서 진한 band가 나타났고, 기타 여러개의 band가 나타난 것으로 보아 조추출물이 정제된 것으로 추측된다. 산처리한 Sepharose 4B column으로 정제한 렉틴의 경우에는 176.4 kD의

약한 band가 나타났다. 이것은 전 단계에서의 200 kD 이상의 단백질이 정제된 것으로 추측되며 알로에에 존재하는 렉틴 중 galactose에 특이성이 있는 렉틴인 것으로 추측된다. 표피로부터 얻은 조추출물의 경우, 젤리의 경우와 마찬가지로 여러개의 정제되지 않은 넓은 band가 나타났다. Sephadex G-100으로 정제한 경우, 221.1 kD, 54.0 kD, 32.5 kD에서 넓은 band가 나타났으며, 약간 정제된 모습을 보였으며, 산처리한 Sepharose 4B column으로 정제한 경우에는 222.0 kD 및 158.0 kD의 더욱 정제된 고분자의 band가 나타났다. 이와같은 결과는 *Aloe arborescences*로부터 분리된 렉틴이 18.0 kD와 24.0 kD의 분자량인 것과 비교해보면⁽¹⁴⁾ 본 실험에서 정제된 렉틴은 *Aloe arborescence*로부터 분리된 렉틴보다 분자량이 훨씬 더 큰 것으로 추측된다.

렉틴의 당 특이성

친화크로마토그래피로부터 분리된 렉틴에 대한 당의 적혈구 응집력 억제효과를 10종류의 당용액으로 측정하였다. 젤리의 경우, D-galactose, lactose, D-galactosamine 과 특이성이 있는 것으로 나타났으며, 그 중 lactose와 가장 큰 특이성이 있는 것으로 나타났다. 그러나, 표피의 경우에는 D-galactose, D-galactosamine에 만 특이성이 있는 것으로 나타났으며, 젤리질과는 달리 lactose와는 특이성이 없는 것으로 나타났다. *Aloe vera*의 당은 대부분 glucomannan으로 구성되어 있는 것으로 미루어 보아 glucose나 mannose에도 특이성이 있을 것으로 추측되었지만 본 실험에서는 특이성이 없는 것으로 나타났다(Table 1).

Lectin의 활성에 미치는 pH와 온도의 영향

Table 1. Inhibition of hemagglutinating activity of lectin of *Aloe vera* by sugars. The lectin was purified by affinity chromatography on acid-treated Sepharose 4B

Sugar	Minimum concentration (mM) of sugars completely inhibiting 2HU doses	
	Jelly	Epidermis
N-Acetyl-D-galactosamine	-	-
L-Arabinose	-	-
β-D-Fructose	-	-
D-Galactosamine	100	25
D-Galactose	50	12.5
D-Glucose	-	-
Lactose	25	-
Maltose	-	-
D-Mannose	-	-
Sucrose	-	-

친화크로마토그래피로부터 분리된 렉틴에 대한 pH의 영향을 측정한 결과는 Fig. 6과 같다. pH 6.0 이하에서는 50% 감소된 활성을 나타냈으며 pH 7.0~9.0에서는 100%의 활성을 나타냈고, pH 10.0에서는 50%로 활성이 감소하였으며, pH 11.0에서는 활성이 전혀 없었다. 따라서 pH 7.0~9.0의 pH 범위가 가장 안정한 것으로 추정된다. 젤리와 표피로부터 얻은 시료 모두 동

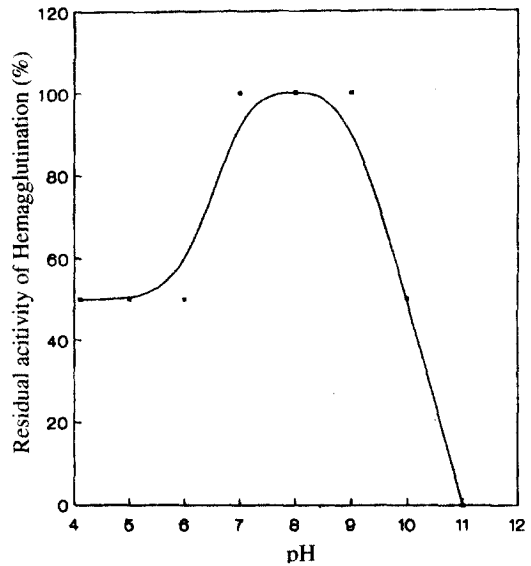


Fig. 6. Effect of pH on hemagglutinating activity of lectin purified from *Aloe vera*.

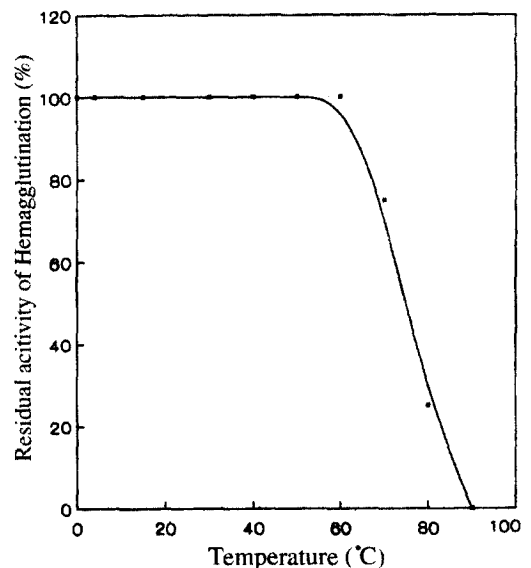


Fig. 7. Effect of temperature on hemagglutinating activity of lectin purified from *Aloe vera*.

일한 결과를 나타냈으며, pH 4.0 이하에서는 적혈구 부유액이 불안정하여 활성을 측정할 수 없었다. 산처리한 Sepharose 4B로부터 분리된 렉틴에 대한 온도의 영향을 측정한 결과는 Fig. 7과 같다. 0~60°C까지 100% 활성을 나타냈고 70°C 이상에서는 활성이 떨어지는 것으로 나타났다. 일반적으로 40°C 이상에서 불안정한 다른 렉틴들⁽¹¹⁾과는 달리 본 시료에서 분리된 렉틴은 60°C의 비교적 높은 온도에서도 안정한 것으로 나타났다. 이는 알로에가 뜨거운 사막에서 자라기 때문에 높은 온도에서도 안정성을 보이는 것으로 생각된다. 젤리질과 껍질로부터 얻은 시료 모두 동일한 결과를 나타냈다.

이상의 결과를 살펴볼 때, *Aloe vera*로부터 생리활성 가능성이 있는 순수한 렉틴의 분리는 시료의 높은 점도로 인한 문제점만 해결된다면 친화크로마토그래피를 이용하는 것이 이상적이며, 넓은 범위의 온도 및 pH에 안정한 렉틴을 좀 더 높은 수율로 얻을 수 있리라 생각된다. 또한 표피에도 특수한 렉틴성분이 존재하는 것으로 보아, 현재 주로 폐기되고 있는 알로에 표피의 이용 가능성도 있으리라 생각된다.

요 약

*Aloe vera*의 점액성의 젤리 및 녹색의 표피로부터 gel chromatography 및 친화크로마토그래피를 이용하여 렉틴을 분리하여 SDS-PAGE에 의하여 분자량을 확인하였다. 젤리로부터 분리된 물질을 전기영동한 결과, Sephadex G-100으로 정제한 경우, 58.7 kD와 33.3 kD의 분자량에서 band가 나타났고, 산처리한 Sepharose 4B column으로 정제한 렉틴의 경우에는 176.4 kD의 band가 나타났다. 표피로부터 분리된 물질을 전기영동한 결과, Sephadex G-100으로 정제한 경우, 221.1 kD, 54.0 kD, 32.5 kD에서 넓은 band가 나타났으며, 산처리한 Sepharose 4B column으로 정제한 경우에는 222.0 kD 및 158.0 kD의 band가 나타났다. 산처리한 Sepharose 4B로부터 분리된 렉틴에 대한 당의 적혈구 응집력 억제효과를 측정한 결과, 젤리의 경우, D-galactose, lactose, D-galactosamine과 특이성이 있는 것으로 나타났으며, 그 중 lactose와 가장 큰 특이성이 있는 것으로 나타났다. 그러나, 표피의 경우에는 D-galactose, D-galactosamine에만 특이성이 있는 것으로 나타났으며, 젤리와는 달리 lactose와는 특이성이 없는 것으로 나타났다. 친화크로마토그래피로부터 분리된 렉틴에 대한 pH의 영향을 측정한 결과, 젤리와 표피로부터 얻은 시료 모두 pH 7.0~9.0의 pH 범위에서 안정하였다. 또한, 온도의

영향을 측정한 결과, 0~60°C까지 100% 활성을 나타냈고 70°C 이상에서는 활성이 떨어지는 것으로 나타났다.

문 헌

1. Sharon, N. and Lis, H.A Century of lectin research. (1888-1988) Trends in Biochem. Sci. 12: 488-491 (1987)
2. Chung, S.R., Kim, J.H., So, M.S., Kim, M.K., Hyun, T.G. and Jeune, K.H. Biochemical studies on lectins from *Misgurnus* spp. Yakhak Hoeji 35: 444-455 (1991)
3. Barthel, T. and Maria, K. Rapid purification of Pro(2)-Val15-Leu17-aprotinin from the culture broth of a recombinant *Saccharomyces cerevisiae*. Biotech. Bioeng. 42: 1331-1336 (1993)
4. Liener, I.E., Sharon, N. and Goldstein, I.J. Properties and functions and applications in biology and medicine, pp. 1-600. In: The Lectins. Academic Press, New York, USA (1986)
5. Vasta, G.R. and Marchalonis, J.J. Humoral recognition factors in the arthropoda. Amer. Zool. 23: 157-171 (1989)
6. Chung, S.R., Jeune, K.H. and Suh, Y.A. Lectins from the ocean proceedings of the 2nd symposium on the biochemical methodology for the research and development of the bioactive substances. The Biochemical Society of Korea 349-371 (1991)
7. Chung, S.R., So, M.S. and Jeune, K.H. Bioactive marine natural substance, lectins. Proceedings of the international congress of new drug development. The Pharmaceutical Society of Korea 349-371 (1991)
8. Lis, H. and Sharon, N. Lectins as molecules and as tools. Ann. Rev. Biochem. 55: 35-67 (1986)
9. Olsnes, S. and Phil, A. Molecular action of toxins and viruses. pp. 51-105 Cohen and Von Heyningen (eds.). Elsevier Biomedical Press, New York, USA (1982)
10. Pfüller, U., Kopp, J., Kömer I.-J., Zwanzig, M., Gockeritz, W. and Franz, H. Immunotoxins with mistletoe lectin I A-chain directed against interleukin-2 receptor of human lymphocytes comparison of efficiency and specificity, Vol. 8, pp. 34-40. In: Lectins: Biology, Biochemistry, Clinical Biochemistry. Driessche, E., Franz, H., Beckmans, S., Pfüller, U., Kallikorm, A. and Bög-Hansen, T.C. (eds.). Textop. Hellerup, Denmark (1993)
11. Park, W.B., Han S.K. and Han, K.H. Isolation and characterization of lectins from stem and leaves of Korean mistletoe (*Viscum album coloratum*) by affinity chromatography. Arch. Pharm. Res. 20: 306-312 (1997)
12. Olsnes, S., Stirpe, F., Sandvig, K. and Phil, A. Isolation and characterization of viscumin, a toxic lectin from *Viscum album* L (Mistletoe). J. Biol. Chem. 257: 13263-13270 (1982)
13. Wagner, H., Jordan, E. and Feil, B. Studies on the standardization of mistletoe preparations. Oncology 43: 16-22 (1986)

14. Suzuki, I., Saito, H., Inoue, S., Migita, S. and Takahashi, T. Purification and characterization of two lectins from *Aloe arborescences* Mill. J. Biochem. 85: 163-171 (1979)
 15. Saito, H., Ishiguro, T., Imanishi, K. and Suzuki, S. Pharmacological studies on a plant lectin, Aloctin A II. Inhibitory effect of Aloctin A on experimental models of inflammation in rats. Jpn. J Pharmacol. 32: 139-142 (1982)
 16. Saito, H., Imanishi, K. and Okabe, S. Effect of aloe extracts, Aloctin A, on gastric secretion and on experimental gastric lesions in rats. J. Pharm. Soc. Jpn. 109: 335-339 (1989)
 17. Imanishi, K., Ishiguro, T., Saito, H. and Suzuki, I. Pharmacological studies on a plant lectin, Aloctin A. Growth inhibition of mouse methicholanthrene-induced fibrosarcoma (Meth A) in ascites from by Aloctin A. Experimentia 37: 1186-1187 (1981)
 18. Yoshimoto, R., Kondoh, N., Isawa, M. and Hamuro, T. Plant lectin, ATF 1011, on the tumor cell surface augments tumor-specific immunity through activation of T cells specific for the lectin. J. Cancer Immunol. Immunother. 25: 25-30 (1987)
 19. Yagi, A., Machii, K., Nishimura, H., Shida, T. and Nishioka, I. Effect of aloe lectin on deoxyribonucleic acid synthesis in baby hamster kidney cells. Experimentia 41: 669-671 (1985)
-
- (1999년 2월 8일 접수)