

식물의 렉틴 성분 스크리닝

정시련* · 정수민 · 이승호 · 전경희*

영남대학교 약학대학, *영남대학교 이과대학

(Received March , 1996)

Screening of Plants for Lectins Constituents

See Ryun Chung[‡], Su Min Chung, Seung Ho Lee and Kyung Hee Jeune^{*}

College of Pharmacy, Yeungnam University, Gyongsan 712-749, Korea

^{*}College of Science, Yeungnam University, Gyongsan, 712-749, Korea

Abstract—The erythrocytes agglutination test was applied to the common korean plants for lectin activity screening by using human blood. During the four years, 108 species from 46 families of floras were collected, identified and subjected to the test after dividing into several different parts. Only 13 species demonstrated strong lectin activities. Meanwhile 66 species did not shown any agglutination. All others were observed as low activity or as having hemolytic constituents.

Keywords □ Lectins, blood cell, erythrocyte agglutination, lectin activity.

천연물에서 분리 정제되는 대표적 혈구응집성 물질인 렉틴(lectin)은 당과 결합하는 단백질 또는 당단백질이나 면역학적 경로에 의해서 생성되는 물질이 아닌 것으로 적혈구 등 여러 세포를 응집시키고, 당화합물을 침전시키며, 한 분자 내에 당과 결합 부위를 두 개 이상 가진다¹⁻⁵. 이 렉틴 성분들은 생물화학적 및 면역학적 성질이 매우 다양하여 질병의 치료, 진단 및 생명과학 연구 도구 등으로 많이 사용되고 있는 물질이다⁶⁻⁸.

렉틴은 식물계 뿐 아니라 미생물계, 무척추동물류, 어패류 등에서도 분리되고 있으며^{6,7}, 현재까지 지속적으로 연구 개발되어 상당수는 상품화되어 이용되고 있는 바⁹, Concanavalin A (Con A)나 *Phaseolus vulgaris* agglutinin (PHA), ricin, abrin 등은 면역학적 연구에 흔히 사용되어지는 대표적인 렉틴이다^{7,8,10}.

렉틴이 갖는 다양한 생리 활성 가운데 인체내 면역 반응에 관계되는 몇 가지 내용을 보면 우선 림프구에 대한 마이트젠으로서의 역할이다. 렉틴은 그 종류에 따라 T

또는 B 세포를 자극 분열시키며, 그 기전은 T 세포의 경우 렉틴이 대식세포를 자극하므로써 분비되는 IL-1(interleukin-1)이 보조 T 세포를 활성화시키고, 이에 따라 IL-2가 작용하여 T 세포가 증식되며, B 세포의 경우 렉틴이 직접 작용하여 증식되거나, 혹은 보조 T 세포에 의해 유리되는 IFN- γ (γ -interferon), IL-4, IL-5, IL-6 등의 영향으로 증식되어지는 것으로 알려져 있다^{6,11,12,13}.

다음으로는 항 종양 작용을 들 수 있다. 종양 세포 항원으로 조제한 단세포군 항체에 렉틴을 적용하였을 때 종양 세포의 단백질 합성이 저해되어 성장이 저해되는 직접적인 작용에 대한 보고¹⁴⁻¹⁶가 있고, 이외에 대식세포나 다형핵 백혈구가 렉틴 존재하에서 종양 세포를 용해시켜 항 종양 효과를 나타내는 등의 보고가 있다¹⁷⁻²⁴.

최근에는 렉틴과 사이토카인과의 관계를 실험한 보고들이 출현되기 시작하여 렉틴의 면역기능 조절제로서의 효능을 입증하고있다^{13,24}. 이와같이 생명과학 연구와 질병치료수단으로 활용가능성이 높은 렉틴 성분을 얻을 수 있는 자원을 천연물중 특히 우리나라의 각종 식물 자원으로부터 찾아 궁극적으로 신약개발에 기여

[‡] 본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로

(전화) 053-810-2815 (팩스) 053-811-3871

하고자 함이 이 연구의 목적이다.

실험방법

실험재료 - 식물자원은 1992년-1995년사이 우리나라에서 쉽게 채집할 수 있는 것들을 영남대학교 캠퍼스 부근과 약초원에서 수시로 채집하여 확인 동정한 후 가능한 각 부위별로 선별해 실험재료로 하였다. 혈액은 사람의 A, B, O, AB형으로 하였다.

시약 - Sialidase (neuraminidase, EC 3.2.1.18), Trypsin 등은 Sigma Chemical Co. (St. Louis, Mo., USA)에서, 기타 일반 시약은 시중에서 구입한 특급품을 사용하였다.

기기 - 실험에 사용한 주요 기기는 High speed centrifuge: Hitachi (Hitachi koki Co. Ltd.), Japan; Spectrophotometer : Pharmacia LKB, Ultrospec III, Sweden 등이었다.

스크리닝 시험 - 사람 적혈구 응집력 시험은 해양천연물의 렉틴 검색시험을 보고한 Chung등의 전보²⁵⁾의 방법을 주로 응용하였는바, 식물의 부위별 시료를 생리

식염수로 (1 g당 2 ml) 추출조작한 후 원심분리하여 상층액을 취해 실험에 사용하였다. 혈액은 생리식염수로 충분히 세척하고 원심분리하여 적혈구를 분리한 다음 이를 생리식염수로 3%혈구용액을 조제하여 사용하였다. U모양의 홈으로된 마이크로다이어 판 위에 식물시료 추출물을 2배수 희석하여 적혈구와 반응시켜 육안 또는 현미경으로 관찰하여 렉틴 활성의 유무와 효과의 정도를 판정하였다. 효과 판정이 애매한 경우는 효소 sialidase 또는 trypsin을 처리하는 방법⁶⁾으로 실험의 정밀도를 보완하였다.

결과 및 고찰

본 연구진에서는 과거 십수년간 렉틴 성분을 연구하면서 그동안 주로 해양 천연물에 중점을 두고 상당한 연구결과를 얻었으나^{7,8,26)}, 최근 한반도 연안 바다의 심각한 오염으로 생태계가 급변하면서 해양 천연물 수집이 어려워 졌다. 미국과 같은 선진국의 대학에서는 해양자원 수집에 로봇까지 사용하고있는 형편이지만 아직 후진을 면치못한 우리 실정에서는 현재로는 해양자원

Table I— Blood cell specificities of plants extracts tested with human erythrocytes

Family Name	Scientific Name	Korean Name (本草名)	Parts used(*)	Human Erythrocytes ^a			
				A	B	AB	O
Amaranthaceae	<i>Achyranthes japonica</i>	쇠무릎(牛膝)	LF	-	-	-	-
			RT	8H	8H	8H	8H
Araceae	<i>Amaranthus viridis</i> <i>Pinellia ternata</i>	참비름 끼무릇(半夏)	LF	-	-	-	-
			RT	2	2	2	2
			LF	128H	4H	1H	4H
Balsaminaceae	<i>Impatiens balsamina</i>	봉선화	RT	4H	2H	2H	2H
			LF	-	-	-	-
Brassicaceae (=Cruciferae)	<i>Lapidium apetalum</i> <i>Raphanus sativa</i> <i>Rorippa indica</i>	다닥냉이(정력자) 무우(내복자) 개갓냉이(한채)	LF	-	-	-	-
			SN	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
Buxaceae	<i>Buxus microphylla</i>	회양목	LF	32H	16H	16H	
Campanulaceae	<i>Platycodon grandiflorum</i>	도라지(桔梗)	RT	64	64	64	
Celastraceae	<i>Euonymus japonica</i>	사철나무	FT	-	-	-	
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> <i>var.centrorubrum</i> <i>Kochia scoparia</i>	명아주 땃싸리	LF				
			FT	256H	256H	256H	
			LF	-	-	-	-
Compositae	<i>Arctium lappa</i> <i>Artemisia capillaris</i> <i>Artemisia asiatica</i> <i>Aster hispidus</i> <i>Atractylodes capillaris</i> <i>Coreopsis tinctoria</i> <i>Circium japonicum</i> <i>Erigeron annuus</i>	우엉(牛蒡子) 사철쑥(茵陳蒿) 약쑥(艾葉) 갯쑥부쟁이 삼주(蒼朮) 기생초 영경귀(대계) 개망초	SN	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
			RT	-	-	-	-
			FL	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-

Table I— Continued.

Family Name	Scientific Name	Korean Name (本草名)	Parts used(*)	Human Erythrocytes ^a			
				A	B	AB	O
	<i>Ixeris dentata</i>	썬바귀(산고매)	LF	-	-	-	-
	<i>Lactuca sativa</i>	상치	LF	-	-	-	-
	<i>Matricaria chamomilla</i>	카모밀레	FL	-	-	-	-
	<i>Rudbeckia lacinata</i>	삼잎 국화	FL	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
	<i>Saussurea lappa</i>	목향(木香)	FL	-	-	-	-
			RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
	<i>Taraxacum coreanum</i>	민들레(蒲公英)	LF	-	-	-	-
Convolvulaceae	<i>Calystegia hederacea</i>	애기메꽃	RT	64	64	64	32
Cornaceae	<i>Cornus officinalis</i>	산수유(山茱萸)	SN	128	128	128	128
Crassulaceae	<i>Sedum sarmentosum</i>	돌나물	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i>	호박(南瓜)	FT	-	-	-	-
			FL	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
	<i>Lagenaria leucantha</i>	박	FT	-	-	-	-
	<i>Lufa cylindrica</i>	수세미(오이)	FT	-	-	-	-
	<i>Melothria japonica</i>	새박	FT	-	-	-	-
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea batatas</i>	마(山藥)	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
Epilobiaceae	<i>Oenothera odorata</i>	달맞이꽃	FL	64	64	64	64
			SN	64	64	64	64
			LF	16	16	16	16
			RT	32	32	32	32
Eucommiaceae	<i>Eucommia ulmoides</i>	두충(杜冲)	LF	8	8	8	8
			SN	-	-	-	-
Gramineae	<i>Agropyron tsukushiense</i> <i>var.transiens</i>	개밀	SN	-	-	-	-
	<i>Coix lachryma-jobi</i> <i>var.mayuen</i>	율무(薏苡仁)	SN	-	-	-	-
	<i>Setaria viridis</i>	강아지풀	LF	-	-	-	-
	<i>Zea mays</i>	옥수수	LF	-	-	-	-
Hypericaceae	<i>Hypericum ascyron</i>	물레나물(홍한련)	LF	16	16	16	16
Juglandaceae	<i>Juglans sibiricus</i>	추자(胡桃)	FT	64	64	64	64
			SN	8	8	8	8
			LF	16	16	16	16
labiatae	<i>Elsholtzia ciliata</i>	향유	FL	-	-	-	-
	<i>Leonurus sibiricus</i>	익모초(益母草)	LF	-	-	-	-
	<i>Mentha arvensis</i>	박하(薄荷)	LF	-	-	-	-
	<i>Perilla frutescens</i>	소엽(紫蘇葉)	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
	<i>Scutellaria baicalensis</i>	속씨은풀(黃芩)	LF	4	4	4	4
			RT	-	-	-	-
			FL	4	4	4	4
	<i>Stachys baicalensis</i>	개석삼풀(초석잠)	LF	-	-	-	-
Lauraceae	<i>Machilus thunbergii</i>	후박(厚朴)	FT	4	4	4	4
Leguminosae	<i>Cassia angustifolia</i>	센나	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	감초(甘草)	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	흰강남콩	SN	128	128	128	128
	<i>Pisum sativum</i>	완두콩	SN	64	64	64	64
	<i>Robinia pseudo-acasia</i>	아카시아	LF	32	32	32	32
	<i>Trifolium repens</i>	토끼풀	LF	-	-	-	-
	<i>Vicia amoena</i>	갈퀴나물(산완두)	SN	16	16	16	16
Liliaceae	<i>Allium fistulosum</i>	파(蔥白)	RT	1H	1H	4H	1H
			SN	-	-	-	-

Table I— Continued.

Family Name	Scientific Name	Korean Name (本草名)	Parts used(*)	Human Erythrocytes ^a			
				A	B	AB	O
	<i>A. tuberosum</i>	부추	SN	-	-	-	-
	<i>Aloe ferox</i>	알로에(蘆薈)	LF	-	-	-	-
	<i>Anemarrhena asphodeloides</i>	지모(知母)	RT	8H	8H	8H	8H
			LF	-	-	-	-
	<i>Liriope platyphylla</i>	맥문동(麥門冬)	RT	128H	128H	128H	128H
			LF	8H	4H	4H	128H
	<i>Polygonatum sibiricum</i>	황정(黃精)	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
			FT	-	-	-	-
Lycopodiaceae	<i>Equisetum arvense</i>	쇠뜨기(門荊)	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	배롱나무	FL	256	256	256	256
Malvaceae	<i>Abutilon avicennae</i>	어저귀(백마신)	RT	-	-	-	-
	<i>Althaea rosea</i>	접시꽃(蜀葵)	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
Moraceae	<i>Cannabis sativa</i>	삼(印度大麻)	RT	-	-	-	-
			LF	8H	8H	8H	8H
	<i>Ficus carica</i>	무화과(無花果)	LF	-	-	-	-
	<i>Humulus lupulus</i>	홉	LF	2	2	2	2
	<i>Morus alba</i>	뽕나무(桑葉)	FL	8	8	8	8
Nyctaginaceae	<i>Milabilis jalapa</i>	분꽃	RT	-	-	-	-
Nymphaeaceae	<i>Nelumbo nucifera</i>	연꽃	LF	8	8	8	8
Oleaceae	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	쥐똥나무	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
Opuntiaceae	<i>Echinopsis multiplex</i>	선인구	LF	-	-	-	-
Orchidaceae	<i>Spiranthes sinensis</i>	타래난초(용포)	LF	-	-	-	-
Paeoniaceae	<i>Paeonia moutan</i>	목단(牡丹)	SN	64	64	64	64
	(= <i>P. suffruticosa</i>)		RT	16	16	16	16
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca esculenta</i>	상륙(商陸)	RT	4	4	4	4
			LF	128H	128H	128H	128H
			SN	128H	128H	128H	128H
Plantaginaceae	<i>Plantago asiatica</i>	질경이(車前子)	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
Plantanaceae	<i>Plantanus acerifolia</i>	플라타너스	RT	-	-	-	-
Polygonaceae	<i>Persicaria fauriei</i>	가시여뀌	LF	-	-	-	-
	<i>Polygonum hydropiper</i>	여뀌(水蓼)	LF	-	-	-	-
	<i>Polygonum multiflorum</i>	하수오(적하수오)	RT	16	16	16	16
	<i>Rumex coreanus</i>	소리쟁이	RT	-	-	-	-
			SN	64	64	64	64
			LF	16H	16H	16H	16H
Primulaceae	<i>Lysimachia barystachys</i>	까치수염	SN	256	256	256	256
			LF	256	256	256	256
			ST	32	64	32	32
			RT	128	128	128	128
Ranunculaceae	<i>Paeonia albiflora</i>	적작약	LF	64	64	64	64
			RT	64	64	64	64
	<i>Chaenomeles sinensis</i>	모과나무(木瓜)	LF	128	128	128	128
			FT	256	256	256	256
Rosaceae	<i>Malus sieboldii</i>	아그배나무	LF	4H	4H	4H	4H
			FT	4	4	4	4
	<i>Sanguisorba officinalis</i>	오이풀(地榆)	LF	8	8	8	8
			RT	16	16	16	16
Rutaceae	<i>Phellodendron amurense</i>	황백(黃柏)	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
	<i>Poncirus trifoliata</i>	랭자(枳實)	FT	-	-	-	-
Scrophulariaceae	<i>Rehmannia glutinosa</i>	지황(地黃)	RT	2H	2H	2H	2H
			LF	-	-	-	-

Table I—Continued.

Family Name	Scientific Name	Korean Name (本草名)	Parts used(*)	Human Erythrocytes [#]			
				A	B	AB	O
Solanaceae	<i>Capsicum annum</i>	고추	FT	-	-	-	-
			LF	8	8	8	8
	<i>Datura tatula</i>	만타라엽	LF	-	-	-	-
			FT	8	8	8	8
	<i>Lycium chinense</i>	구기자(枸杞子)	SN	-	-	-	-
	<i>Physalis alkekengi</i>	파리(酸漿根)	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
			SN	-	-	-	-
			FT	64H	64H	64H	64H
			FT	-	-	-	-
Umbelliferae	<i>Solanum melongena</i>	가지	FT	-	-	-	-
	<i>Solanum nigrum</i>	까마중(용규)	LF	2	2	2	2
	<i>Angelica dahurica</i>	백지(白芷)	SN	-	-	-	-
	<i>Angelica gigas</i>	토당귀(土當歸)	RT	-	128	-	128
			LF	-	128	-	128
	<i>A. (Ligusticum) acutilobum</i>	일당귀(日當歸)	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
			FL	-	-	-	-
	<i>Bupleurum falcatum</i>	시호(柴胡)	RT	8H	8H	8H	8H
			LF	-	-	-	-
			SN	2	-	2	-
	<i>Cnidium officinale</i>	궁궁이(川芎)	RT	-	-	-	-
			LF	-	-	-	-
	<i>Foeniculum vulgare</i>	회향(茴香)	RT	2H	2H	2H	2H
			LF	-	-	-	-
		SN	-	-	-	-	
<i>Glehnia littoralis</i>	식방풍	LF	-	-	-	-	
		FL	-	-	-	-	
<i>Ostericum koreanum</i>	강활(羌活)	RT	-	-	-	-	
		LF	-	-	-	-	
		FL	-	-	-	-	
Vitaceae	<i>Torilis japonica</i>	사상자(蛇床子)	SN	-	16	-	16
	<i>Parthenocissus thunbergii</i>	담쟁이	SN	256	256	256	256
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i>	생강(生薑)	RT	2H	1H	1H	2H
			LF	-	-	-	-

*) FL, flowers; FT, fruits; LF, leaves; RT, roots; SN, seeds; ST, stems.

#) numbers indicate the agglutination activities by serial two fold dilution method.

-) no activity. H following the number means hemolysis. Agglutination is defined as the reciprocal of the dilution end point (HU: hemagglutinating unit).

을 대상으로하는 연구는 많은 제약을 받지 않을 수 없게 되었다. 우리나라에도 많은 종의 식물이 자생하므로 이 들로부터 새로운 생리활성물질들을 찾고자 지난 4년동안 새로 한국의 식물들을 대상으로 렉틴 자원을 찾는 시도를 수행하여왔다.

그 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 46과 108종의 식물들을 대상으로 검색시험 하였는데, 어떤 부위에서도 전혀 활성성분이 검색되지 않은것이 66종이나되어 이 성분은 흔하지 않은 것임을 재확인 할 수 있었고, 적혈 구 용혈현상을 유발하는 성분이 함유된것 16종, 식물의 어느부위에서 미약한 효과를 나타낸것 수종, 그리고 비교적 유의한 효과(8-32HU)를 나타낸것 10종, 마지막

으로 강력한 렉틴 활성(64HU이상)을 함유한것 13종등 으로 밝혀졌다.

한편 과별 특징으로는 국화과(Compositae) 식물 13종, 십자화과(Brassicaceae = Cruciferae) 3종, 박 과(Curcubitaceae) 4종, 벼과(Gramineae) 4종의 실험대상 식물에서는 모두가 전혀 활성반응을 나타내지 않았다. 이는 렉틴이 독성 단백질이므로 우리가 흔히 식용 으로 이용하는 식물로 구성된 과의 성분화학적 증명을 뒷받침 할 수 있는 결과이다. 또한 정유성분이 많이 함유된 미나리과(Umbelliferae) 식물들은 거의 활성이 없거나 용혈현상이 약하게 나타남도 특징이었다.

본 연구에서는 사람의 적혈구를 이용해 렉틴 활성을

검색 하였다. 그러나 림프구나 기타 세포에 대한 응집 특이성 력틴도 있다. 예를들면 과거 본연구진이 이미 발표한바 있는 *Phaseolus vulgaris*에서 분리한 대표적인 2종 력틴 PHA-E 와 PHA-L 중 에서 PHA-L 력틴과, mung bean *Phaseolus radiatus* 력틴은 림프구 응집성 력틴이다^{27,28)}. 앞으로 생리활성이 독특하고 따라서 어떤 특정 질병의 치료에 쓰일 효과적인 신의약품의 개발을 위해서는 검색방법의 개선과 더불어 현재로는 육안 판별이 어려운 림프구 세포를 이용한 새롭고 간편한 방법으로 수행할 수 있는 력틴 검색방법의 개발도 요구된다.

감사의 말씀

본 연구는 1995년도 영남대학교 학술연구조성비에 의해 수행된 것입니다.

문 헌

- 1) Sharon, N. and Lis, H. : Lectins : Cell-agglutinating and sugar-specific proteins. *Science* **177**, 949 (1972).
- 2) Sharon, N. and Lis, H. : A century of lectin research (1888-1988). *Trend Biochem. Sci.* **12**, 488 (1987).
- 3) Goldstein, I. J., Hughes, R. C., Monsigny, M., Osawa, T. and Sharon, N. : What should be called a lectin ?. *Nature* **285**, 66 (1980).
- 4) Dixon, H. B. F. : Defining a lectin. *Nature* **292**, 192 (1981).
- 5) Kocourek, J. and Horejisi, V. : Defining a lectin. *Nature* **290**, 188 (1981).
- 6) Liener, I. E., Sharon, N. and Goldstein, I. J. : *The Lectins*. Properties, function and application in biology and medicine. Academic Press, New York, p. 293 (1986).
- 7) Chung, S. R., Kim, J. H. and Jeune, K. H. : Immunostimulating Lectins from Marine Natural Products: Characteristics of the MLA-I, MLA-II and MLA-III. *Yakhak Hoeji* **39**, 243 (1995).
- 8) Chung, S. R., Lee, Y. C. and Jeune, K. H. : Immunomodulating Lectins from Marine Natural Products. *Proceedings of International Symposium on Pharmaceutical Sciences, Commemorating the 80th Anniversary of Modern Pharmaceutical Education in Korea. The Pharmaceutical Society of Korea*, 403 (1995).
- 9) Sigma Catalog. : Biochemicals, organic compounds and diagnostic reagents. Sigma Chemical Co., USA *Lectins*. 1898 (1996).
- 10) Nowell, P. C. : Phytohemagglutinin: An initiator of mitosis in culture of normal human leukocytes. *Cancer Res.* **20**, 462 (1960).
- 11) Campbell, P. Hartman, A. L. and Abel, C. A. : Stimulation of B cell but not T cell or thymocytes, by a sialic acid-specific lectin. *Immunology* **45**, 155 (1982).
- 12) Robb, R. J. : Interleukin 2 : The molecule and its function. *Immunol. Today* **5**, 203 (1984).
- 13) Lee, I. K., Kim, H. S., Jeune, K. H., Kim, S. K. and Chung, S. R. : Effect of *Lentinus edodes* Lectin on Cytokine Gene Expression from Human Peripheral Blood Mononuclear Cells. *J. Kor. Soc. Microbiol.* **30**, 473 (1995)
- 14) Blakey, D. C., Wawrzynszak, E. J., Wallace, P. M. and Trope, P. E. : Antibody toxin conjugates: A perspective. in *Monoclonal Antibody Therapy*. Progress in Allergy. Waldmann, H. (eds), Basel publications, **45**, 50 (1988).
- 15) Vitetta, E. S., Krolick, K. A., Miyama-Inaha, M., Cushley, W. and Uhr, J. W. : Immunotoxin : A new approach to cancer therapy. *Science* **219**, 644 (1983).
- 16) Olsnes, S., Refsnes, K. and Pihl, A. : Mechanism of action of the toxic lectin abrin and ricin. *Nature* **249**, 627 (1974).
- 17) Jacobs, D. B. and Poretz, R. D. : Lectin induction of lymphokines in cultured murine leukocytes. *Cell. Immunol.* **51**, 424 (1980).
- 18) Nakajima, H., Kamano, H., Esumi-Kurisu, M., Abe, S., Yamazaki, M., Natori, S. and Mizuno, D. : Induction of macrophage-mediated tumor lysis by an animal lectin, *Sacophaga peregrina* agglutinin. *Gann.* **73**, 627 (1982).
- 19) Yamazaki, M., Ikenami, M., Komano, H., Tsunawaki, S. Kamiya, H., Natori, S. and Mizuno, D. : Polymorphonuclear leukocyte-mediated cytotoxicity induced by animal lectin. *Gann.* **74**, 576 (1983).

- 20) Itoh, A., Iizuka, K. and Natori, S. : Induction of TNF-like factor by murine macrophage-like cell line J 774.1 on treatment with *Sarcophaga* lectin. *FEBS Lett.* **175**, 59 (1984).
- 21) Itoh, A., Iizuka, K. and Natori, S. : Antitumor effects of *Sarcophaga* lectin on murine transplanted tumors. *Jpn. J. Cancer Res.* **76**, 1027 (1985).
- 22) Tamura, M. and Natori, S. : Induction of human γ -interferon by *Sarcophaga peregrina* lectin. *FEBS Lett.* **175**, 325 (1984).
- 23) Ohkuma, Y., Komano, H. and Natori, S. : Comparison of binding Proteins on the surface of murine tumor cells for two lectins active in the lectin-dependent macrophage-mediated cytotoxic reaction. *Cancer Res.* **45**, 4397 (1985).
- 24) Aggarwal, B. B., Traquina, P. R. and Eessalu, T. E. : Modulation of receptor and cytotoxic response of tumor necrosis factor- α by various lectins. *J. Biol. Chem.* **261**, 13652 (1986).
- 25) Chung, S. R., Kim, J. H., Suh, Y. A. and Jeune-Chung, K. H. : Lectins from Marine Shells, III. Screening of lectin-like agglutinins. *Arch. Pharm. Res.* **9**, 201 (1986).
- 26) Jeune, K. H., Kim, J. H. and Chung, S. R. : Lymphocytes Mitogenic and Immunochemical Characteristics of the Immunomodulating Lectins, MLA, from Marine Natural Products. *Yakhak hoeji* **39**, 252 (1995).
- 27) Chung, S. R., Suh, Y. A., So, M. S. and Jeune, K. H. : Purification and Immunochemical Studies on L-PHA Lectin. *Yakhak Hoeji* **28**, 139 (1984).
- 28) Chung, S. R., Hong, S. S. and Jeune, K. H. : Isolation and Purification of Lectins from *Phaseolus radiatus*. *Yakhak Hoeji* **27**, 221 (1983).