

柴胡의 藥理成分 特性

김관수* · 이승택* · 채영암**

Medicinal Components in *Bupleurum* Species

Kwan Su Kim*, Seung Tack Lee* and Young Am Chae**

目 次

- | | |
|---------------------------------------|---------|
| 1. 시호 약리성분의 종류와 기능 | 3. 맺는 말 |
| 2. 시호 사이코사포닌의 식물체내 분포 및 재배환경에 따른 함량변화 | 참고문헌 |

ABSTRACT: This review deals briefly with the various medicinal components (mainly saikosaponins), their biological activities and the variation of their contents by different cultivation environment and plant parts in *Bupleurum* species. *Bupleuri radix*, a crude drug, is the root of *Bupleurum falcatum* L. (Korea, Japan), *B. chinense* (China), and their related species (Umbelliferae). There are over 120 species in *Bupleurum* genus throughout world, mainly Asian area, and over 5 species in Korea, investigated up to now.

These plants contain many physiological active compounds and the principal components are saikosaponins. Major activities of this crude drug and saikosaponins are the anti-inflammatory and antihepatotoxic activities. Saikosaponins and their derivatives in *Bupleurum* spp. have been chemically studied, isolated and identified over 70 compounds in over 50 species. Other components, physiologically active ones, also have been investigated, which are the groups of lignan, flavonoid, essential oil, polyacetylene, polysaccharide, etc. Saikosaponins belong to the group of triterpenoid saponin chemotaxonomically and occur the accumulation and turnover in plant tissues through secondary metabolism, mevalonic acid pathway. The contents and kinds of saikosaponins and other components in *Bupleurum* spp. plants are various due to different species and growing environments, as the plant growth characters and yield are various.

Most of medicinal plants as well as *Bupleurum* species are very useful as agricultural products and traditional medicines, and also are very valuable as genetic resources and natural products. So we need to collect, evaluate, preserve, and utilize various medicinal plants, and also to understand secondary metabolism and improve the breeding and cultivation techniques for the safe production of crude drugs with high quality and yielding.

* 作物試驗場 (National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea)

** 서울대 농생대 농학과 (Dept. of Agronomy, College of Agric. & Life Sci., SNU, Suwon 441-100, Korea)

〈'96. 1. 15 接受〉

Key words : *Bupleurum*, Medicinal component, Saikosaponin, Variation, Secondary metabolism, Medicinal plant

주요 약용식물 중의 하나인 시호(*Bupleurum* spp.)는 미나리과(Umbelliferae)에 속하는 다년생 초본식물이며, 화기구조는 복합산형화서로 수술 5개, 암술 2개이며, 종자는 지방하위이고 쌍현과로서 실생번식을 한다⁴⁸⁾. 시호 개화특성은 응예선속으로 타화수정을 하며^{18,48)} 따라서 시호모집단은 개체변이가 매우 심하다⁵⁶⁾.

시호는 그 뿌리를 생약재로 이용하는데 한국, 중국, 일본에서 주로 이용되고 있다^{33,51,88,104,140)}. 시호의 명칭을 보면 시호속으로 *Bupleurum* spp.인데 한국에서 시호(柴胡, Shiho), 일본 柴胡(さいこ, Saiko), 중국 柴胡(Chaihu), 영명으로 Sickie hare's ear이다¹⁰⁾. 생약명으로 *Bupleuri radix*로 기재하고 있는데 대한약전상 정의는 시호(*Bupleurum falcatum*)와 그 변종의 뿌리이다.

국내에서 자생하는 시호는 5종 이상으로 알려져 있는데 시호(*Bupleurum falcatum*), 참시호(*B. scorzoniaefolium*), 개시호(*B. longiradiatum*), 섬시호(*B. latissimum*), 등대시호(*B. euphorbioides*) 등이 있다^{60,72)}. 한중일 약전상 비교를 하면, 대한약전(KP) 시호 *Bupleurum falcatum*, 중국약전(CP) 柴胡 *B. chinense*(北柴胡)와 狭葉柴胡 *B. scorzoniaefolium*(南柴胡), 일본약전(JP) 柴胡 *B. falcatum* 미시마시호로 나타나는데, 동양 삼국에서 공정화된 시호의 기원은 비록 그 기록에 차이가 있으나 동일하거나 극히 유사한 것으로 간주된다고 보고되기도 한다³⁵⁾. 우리나라에서 재배하여 약재로 이용하는 시호종은 주로 시호(*B. falcatum*)이고 국내산 재래종과 일본도입종 삼도시호 두가지가 있으며 중국에서는 北柴胡(*B. chinense*), 일본에서는 三島柴胡(*B. falcatum*)를 주로 재배하여 생약재로 이용하고 있다. 우량한 시호품종을 개발하기 위한 노력으로 우리나라에서 국내 재래시호를 이용하여 밀양 1호(장수시호)를 개발하였으며¹²⁰⁾ 중국(대만)에서는 일본 삼도시호를 이용하여 육성한 臺農 1號가 보고되었다⁷³⁾. 그러나 성분개발을 위한 적극적인 연구는 미흡한 실정이며, 현재 국내에서 우량 시호품종을 개발하기 위해서 순계분리 및 교배육

종을 통한 육종사업이 진행되고 있다. 또한 시호는 생약재로서 많은 약리효과를 가지고 있는데 주로 항염(anti-inflammatory activity), 간 장애 억제(antihepatotoxic activity), 진통, 진정, 해열작용 등이며 주 약리성분은 saikosaponin으로 밝혀져 있다.

1. 시호 약리성분의 종류와 기능

1) 시호 사포닌의 종류

시호 주성분인 사이코사포닌은 사포닌(saponin) 계열의 한 성분이며 사포닌의 공통적인 화학적 특성을 가진다. 사포닌은 약용식물의 중요한 약리성분으로서 그 화학적 특성은 대표적으로 용혈작용(hemolytic activity)과 거품생성능(foaming ability; surface activity)을 가지고 있다.

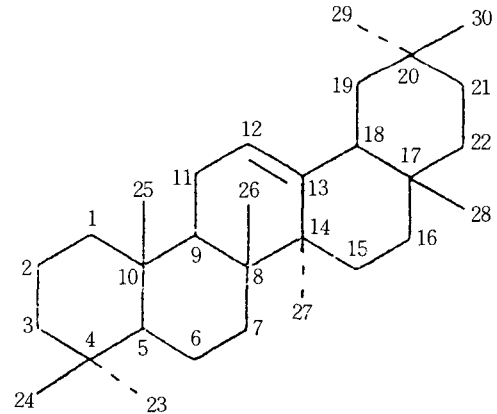
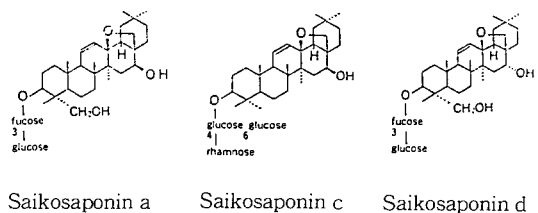


Fig. 1. Chemical structure of oleanane skeleton.



Saikosaponin a Saikosaponin c Saikosaponin d

Fig. 2. Chemical structures of three major saponins in *Bupleurum falcatum*.

사포닌의 종류는 steroid saponin, triterpenoid saponin과 basic steroid saponin(solanium alkaloid)으로 구분되고 있다. 시호에 함유하고 있는 사이코사포닌은 oleanane type의 aglycone을 갖는(그림 1) triterpenoid saponin으로 분류되며 감초 함유성분 glycyrrhizin과 같은 형의 화학적 구조를 가지고 있다. 사포닌의 기본구조는 non-sugar position인 aglycone과 sugar moiety인 3~7개의 monosaccharide unit와 1~2개의 oligosaccharide chain으로 이루어진 glycoside

로 구성된다.

국내에서 재배되는 재래시호(*Bupleurum falcatum*)와 삼도시호의 주성분은 saikosaponin a, saikosaponin c, saikosaponin d이고 화학구조식은 그림 2와 같으며 산처리에 의해서 diene화 된 saikosaponin a(b1), d(b2), c로 변형된다.⁸⁵⁾

지금까지(1996년) 밝혀진 시호에 함유된 사포닌 성분(triterpenoid saponin)의 종류 및 식물기원은 표 1과 같다.^{5,9,12,19,79,80)} 주로 saikosaponin 류이며 종류는 약 50여종으로 saikosaponin, papy-

Table 1. The kinds of triterpenoid saponins containing in *Bupleurum* species

Saponin	Source	Structure (Saikogenin)	Year Ref. reported	Ref.
Crude saponin*	<i>B. falcatum</i>	—	1943	
Saikoside* Ia, Ib, II	<i>B. falcatum</i>	—	1965~1967	110
Saikogenin*A, C, D,	<i>B. falcatum</i>	—	1965~1967	64, 65, 111, 112
Saikogenin* B, E, F, G	<i>B. falcatum</i>	—	1966~1968	6, 66, 67, 68
Longispergenin*	<i>B. falcatum</i>	—	1967	
Saikosaponin a	<i>B. falcatum</i>	Saikogenin F	1968	69
Saikosaponin c	<i>B. falcatum</i>	Saikogenin E	1968	
Saikosaponin d	<i>B. falcatum</i>	Saikogenin G	1968	
Saikosaponin b ₁	<i>B. falcatum</i>	Saikogenin A	1975	114
Saikosaponin b ₂	<i>B. falcatum</i>	Saikogenin D	1975	
Saikosaponin b ₃	<i>B. falcatum</i>	—	1975	
Saikosaponin b ₄	<i>B. falcatum</i>	—	1975	
Saikosaponin f	<i>B. falcatum</i>	Longispinogenin	1976	135, 136
Papyrioside L- II a	<i>B. rotundifolium</i>	Aglycone(7)*	1979	
Papyrioside L- II c	<i>B. rotundifolium</i>	Propapyriogenin A ₂	1979	
Saikosaponin e	<i>B. falcatum</i>	—	1980	
α-Spinasteryl -β-D-glucoside	<i>B. falcatum</i>	—	1980	
Rotundioside E	<i>B. rotundifolium</i>	Saikogenin C	1981	
Rotundioside F	<i>B. rotundifolium</i>	Rotundiogenin A	1981	
Chikusaikoside I	<i>B. longiradiatum</i>	Saikogenin F	1982	
Chikusaikoside II	<i>B. longiradiatum</i>	Saikogenin E	1982	
Prosaikosaponin A	<i>B. falcatum</i>	Saikogenin A	1985	
Prosaikosaponin H	<i>B. falcatum</i>	Saikogenin H	1985	
Prosaikosaponin D	<i>B. falcatum</i>	Saikogenin D	1985	
Rotundioside A	<i>B. rotundifolium</i>	Aglycone(38)	1985	
Rotundioside B	<i>B. rotundifolium</i>	Aglycone(52)	1985	
Rotundioside C	<i>B. rotundifolium</i>	Aglycone(52)	1985	
Rotundioside D	<i>B. rotundifolium</i>	Primulagenin A	1985	
Rotundioside G	<i>B. rotundifolium</i>	Rotundiogenin A	1985	
Saikosaponin h	<i>B. falcatum</i>	—	1985	

Table 1. (Continued)

Saponin	Source	Structure (Saikogenin)	Year reported	Ref.
Saikosaponin g	<i>B. falcatum</i>	Saikogenin H	1985	
Saikosaponin i	<i>B. falcatum</i>	Saikogenin B	1985	
Glycoside S1	<i>B. chinense</i>	Oleanolic acid	1986	
Glycoside S3 (16-epichikusaikosaide I)	<i>B. kunmingense</i>	epi-Saikogenin F	1986	
Saikosaponin BK1	<i>B. kunmingense</i>	16-epi-Saikogenin C	1987	
Saikosaponin BK2	<i>B. kunmingense</i>	30-OH-16-epi-Saikogenin C	1987	
Saikosaponin BK3	<i>B. kunmingense</i>	16-epi-Saikogenin C	1987	
Malonylsaikosaponin a	<i>B. falcatum</i>	—	1990	20
Malonylsaikosaponin d	<i>B. falcatum</i>	—	1990	
Saponin 1	<i>B. fruticosum</i>	—	1993	100
Saponin 2	<i>B. fruticosum</i>	—	1993	
Saponin 3	<i>B. fruticosum</i>	—	1993	
Buddlejasaponin IV	<i>B. fruticosum</i>	Saikogenin F	1993	32
Malonylbuddlejasaponin IV	<i>B. fruticosum</i>	Saikogenin F	1993	
Saikosaponin k (VIb)	<i>B. smithii</i>	—	1993	15
Saikosaponin l (VIII)	<i>B. smithii</i>	—	1993	
Saikosaponin M	<i>B. smithii</i>	—	1994	146
Saikosaponin N	<i>B. smithii</i>	—	1994	
4-O-acetylsaikosaponin d	<i>B. falcatum</i>	—	1996	21
Hydroxysaikosaponin a	<i>B. falcatum</i>	—	1996	
Hydroxysaikosaponin c	<i>B. falcatum</i>	—	1996	

* : saponin fraction or saikogenin, not saikosaponin

* Aglycone(7) : 3,21-OXO, 11- α -OMe, 28-COOH, Aglycone(38) : 3 β -SO₃, 16- α -OH, 28-COOH, Aglycone(52) : 3 β -SO₃, 28-COOH

rioside, rotundioside, prosaikosaponin, malonylsaikosaponin, hydroxysaikosaponin, buddlejasaponin, chikusaikoside 등의 성분들이 분리 동정되어 화학구조와 기능이 밝혀져 있다.

시호속은 세계적으로 120여종이 분포하는 것으로 알려져 있으며 1960년대 이후 시호속 약 50여종이 화학적으로 연구되었고 약 70여종의 triterpenoid saponin(주로 사이코사포닌)과 유도체가 시호속 식물에서 분리동정되었다 (표 2, 그림 3) (49,90,113,114).

재배되어 생약재로 이용되는 시호의 주성분은 saikosaponin a, c, d이며 그 유도체가 다양하게 존재한다. 또한 다른 함유성분으로 lignan, 정유, 다당류, flavonoid, polyacetylene 등의 성분이

밝혀졌고(표 2) 이 성분들에 대한 항염, 간 장애 억제, 항궤양, 항미생물 등 약리효과에 대한 연구가 수행되어 왔다.

2) 시호 사포닌의 생리적 기능

본래 사포닌은 천연세제, 어독성물질로 알려져 있고 초기의 사포닌에 대한 연구는 saponin-rich extract나 crude saponin mixture, 즉 조사포닌을 대상으로 진행되었다. 물질에 대한 분리동정기술이 발달하여 순수한 사포닌에 대한 연구, 특히 인삼(*Panax*) ginsenosides, 시호(*Bupleurum*) saikosaponins과 감초(*Glycyrrhiza*) glycyrrhizin의 생리적 기능에 대해 초기에 주로 연구되었다.

Table 2. The kinds of triterpenoid saponins and their derivatives containing in *Bupleurum* species

Species	Saponin	(Type)*	Ref.		
<i>B. kunmingense</i>	Saikosaponin a, d	(I)	75, 76, 108		
	2"-O-Acetylsaikosaponin a, d	(I)			
	3", 4"-O-Diacetylsaikosaponin a, d	(I)			
	3", 6"-O-Diacetylsaikosaponin a, d	(I)			
	16-Epichikusaikoside I	(I)			
	4", 6"-O-Diacetylsaikosaponin d	(I)			
	4"-O-Acetylsaikosaponin a	(I)			
	6"-O-Acetylsaikosaponin a, d	(I)			
	Chikusaikoside I	(I)			
	3"-O-Acetylsaikosaponin a, d, e	(I)			
	2", 3"-O-Diacetylsaikosaponin a, d	(I)			
	3", 4"-Diacetylsaikosaponin b4	(III)			
	<i>B. polyclonum</i>	3"-O-Acetylsaikosaponin a, d		(I)	107
		2"-O-Acetylsaikosaponin a, d		(I)	
		Saikosaponin a, c, d, e		(I)	
6"-O-Acetylsaikosaponin a, d		(I)			
Chikusaikoside I, II		(I)			
16-Epichikusaikoside I		(I)			
4"-O-Acetylsaikosaponin a		(I)			
Saikosaponin b2		(II)			
2"-O-Acetylsaikosaponin b2		(II)			
3"-O-Acetylsaikosaponin b2		(II)			
30-O- β -D-Glucopyranosylsaikosaponin b2		(II)			
<i>B. fruticosum</i>		Saponin 1, 2, 3		-	
	Buddlejasaponin IV				
	Malonylbuddlejasaponin IV				
<i>B. smithii</i>	Saikosaponin k, l		-		
	Saikosaponin M, N				
<i>B. rockii</i>	Saikosaponin a, c, d, e	(I)	-		
	2"-O-Acetylsaikosaponin a	(I)			
	6"-O-Acetylsaikosaponin d	(I)			
	3"-O-Acetylsaikosaponin a, d	(I)			
	6"-O-Acetylsaikosaponin b2	(II)			
	2"-O-Acetylsaikosaponin b2	(II)			
	Saikosaponin b2	(II)			
	3"-O-Acetylsaikosaponin b2	(II)			
	3"-O-Acetylsaikosaponin b3	(III)			
	11- α -Methoxysaikosaponin f	(III)			
	6"-O-Acetylsaikosaponin b3	(III)			
2"-O-Acetylsaikosaponin b3	(III)				
<i>B. marginatum</i> var. <i>stenophyllum</i>	Saikosaponin a, c, d	(I)	-		
	3"-O-Acetylsaikosaponin a, d	(I)			
	6"-O-Acetylsaikosaponin a, d	(I)			
	Chikusaikoside I, II	(I)			
	Saponin 15, 16	(III)			

Table 2. (Continued)

Species	Saponin	(Type)*	Ref.		
<i>B. marginatum</i>	Saikosaponin b3, b4	(Ⅲ)	—		
	3 ^o -O-Acetylsaikosaponin b4	(Ⅲ)			
	11- α -Methoxysaikosaponin f	(Ⅲ)			
	6 ^o -O-Acetylsaikosaponin a	(Ⅰ)			
	Saikosaponin a, c, e	(Ⅰ)			
	Prosaikogenin F	(Ⅰ)			
	Chikusaikoside II	(Ⅰ)			
	11- α -Methoxysaikosaponin f	(Ⅲ)			
<i>B. wenchuanese</i>	6 ^o -O-Acetylsaikosaponin b3	(Ⅲ)	78		
	2 ^o -O- β -D-Xylopyranosylsaikosaponin b2				
	3 ^o , 6 ^o -O,O-Diacetylsaikosaponin b2				
	2 ^o -O- β -D-Glucopyranosylsaikosaponin b2				
	Saikosaponin b2, d, a				
	6 ^o -O-Acetylsaikosaponin d, b2				
	2 ^o -O-Acetylsaikosaponin a, d				
	3 ^o -O-Acetylsaikosaponin a, d				
	16-Epichikusaikosaide				
	Prosaikogenin G				
	<i>B. falcatum</i>	Saikosaponin a, c, d, e		(Ⅰ)	46, 47, 143
		3 ^o -O-Acetylsaikosaponin d		(Ⅰ)	
23-O-Acetylsaikosaponin a		(Ⅰ)			
6 ^o -O-Acetylsaikosaponin a, d		(Ⅰ)			
Saikosaponin b1, b2		(Ⅱ)			
6 ^o -O-Acetylsaikosaponin b4		(Ⅲ)			
Saikosaponin b3, b4, f		(Ⅲ)			
Malonylsaikosaponin a, d					
4-O-acetylsaikosaponin d					
Hydroxysaikosaponin a, c					
<i>B. yinchowense</i>	Saikosaponin a	(Ⅰ)	—		
	2 ^o -O-Acetylsaikosaponin b2	(Ⅱ)			
	3 ^o -O-Acetylsaikosaponin b2	(Ⅱ)			
	Saikosaponin b2	(Ⅱ)			
	2 ^o -O- β -D-Glucopyranosylsaikosaponin b2				
<i>B. rotundifolium</i>	Rotundioside F, G	(Ⅰ)	7, 8, 62, 63		
	Rotundioside E	(Ⅱ)			
	Rotundioside D	(Ⅲ)			
	Rotundioside A, B, C	(Ⅴ)			
<i>B. longiradiatum</i>	Chikusaikoside I, II	(Ⅰ)	55		
	Saikosaponin a, c, d	(Ⅰ)			
<i>B. kaoi</i>	Saikosaponin a, d, f		109		
<i>B. chinense</i>	Saikosaponin a, c, d	(Ⅰ)			
	S1	(Ⅴ)			
<i>B. longiradiatum</i>	Chikusaikoside I	(Ⅰ)	—		
var. <i>breviradiatum</i>	Saikosaponin a, c, d	(Ⅰ)			
Other species	Prosaikogenin A, G	(Ⅰ)	—		

Table 2. (Continued)

Species	Saponin	(Type)*	Ref.
	Prosaikogenin D	(II)	
	Saikosaponin h	(II)	
	Prosaikogenin H	(IV)	
	Saikosaponin g, i	(IV)	

* (Type): I=13 β , 28-Epoxy-11-oleanene, II=11, 13-Olean-diene, III=12-Oleanene, IV=9, 12-Olean-diene, V=12-Oleanene

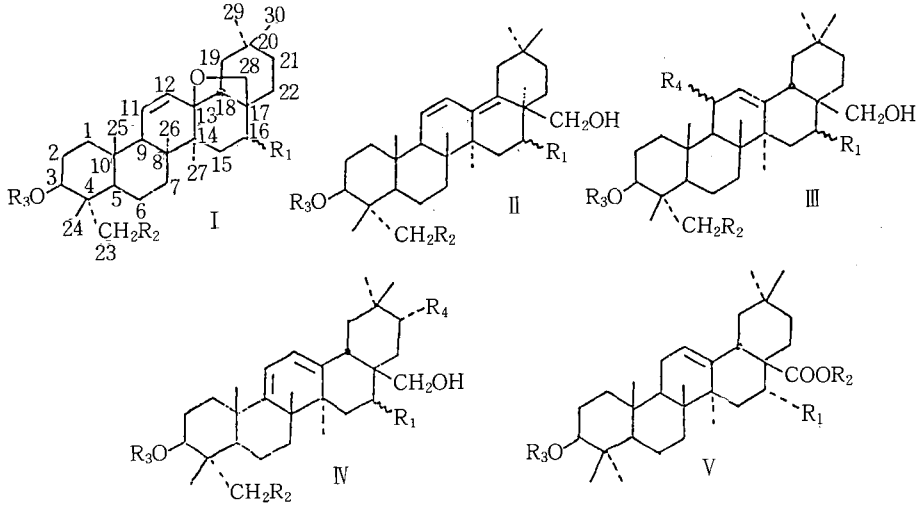


Fig. 3. The chemical types of triterpenoid saikosaponins (Types in Table 2).

생리적 기능은 크게 구분하여 대사관련효과(콜레스테롤 저하), 항미생물, 항암 및 항백혈병, 항염작용, 심장혈관계 관련효과, 항유사분열, 용혈 및 세포독성작용이며 기타 효과로 진통, 해열, 살정자, 진경작용 등이다. 어떤 생물의 유효성분을 검색할 때는 우선 그 추출물을 가지고 동물실험을 거쳐 그 효과를 확인하고 순수물질의 분리 및 동정하여 최종적 순수물질에 대한 생리기능을 검정하게 되는데, 시호에 있어서 시호 추출물(엑스, extract)과 조사포닌의 기능을 조사한 결과를 살펴보면 용혈작용, 진정, 진통, 해열, 진해, 국소자극, 항염, 항궤양, 강장, 간기능효과, 중추신경억제, 자율신경계조절, 돌연변이성 상승효과, 황달, 감기, 세포면역계 작용, 방사선 장애효과, 혈청 corticosterone 증가 등이다^{5,9,12,79)}.

시호의 주성분이 사이코사포닌(saikosaponin)으로 밝혀지고 순수물질이 분리되면서 이 성분에 대한 생리적 기능에 대한 효과도 매우 많이 연구

되었는데, 그 기능들을 열거하면 항염, 간장애 억제, 신장장애 억제, 용혈작용, 세포막 흡수성 및 안정화, 진통, 중추신경억제, 콜레스테롤 저하, 자율신경계 조절, 항알라지, corticosterone 분비, 항미생물, microsomal enzyme activity 등이다. 이러한 사이코사포닌에 대한 기능은 각 성분간 차이가 있는데 표 3과 같다. 주성분 saikosaponin a(Sa), saikosaponin c(Sc), saikosaponin d(Sd) 중에 saikosaponin d의 약리효과가 가장 큰 것으로 보고되고 있고 주작용은 항염, 간장애억제, 콜레스테롤 저하 등의 약리작용이다. 시호 약리성분에 대한 주 연구는 항염작용, 간 기능, 면역 기능에 대해 수행되고 있다.

3) 기타 시호 약리성분

주성분인 시호 사포닌 이외에 시호 함유성분으로 정유나 다당류의 약리효과도 밝혀져 있는데 정유성분은 해열, 항염, 항궤양 등에 효과가 있으며

Table 3. Physiological activities and their difference of saikosaponins

Activity	Difference in its effects	Ref.
Haemolytic activity	d>a>b1>b2>c	3, 92
Decreasing membrane fluidity	a, b1>d, b2, c	4, 70
Corticosterone secretion-inducing activity	d>a : c, b1, b2, g, h, i = 0 prosaikogenin G > prosaikogenin F, E2 : prosaikogenin A,H,D, saikogenin A,H,F=0	91
Inactivation of measles virus and herpes simplex virus	d	139
Plasma cholesterol lowering action	a, d : c = 0	59
Increasing activity of UDP-glucuronyltransferase	d > a	70
Decreasing lipid peroxydation and UDP-glucose dehydrogenase	d > a	71
Decreasing microsomal enzyme activity (D-galactosamine induced hepatic injury)	d > a ; b1, b2, c = 0	2
Macrophage function	d, b2	137, 138
Immunoregulatory action	d	17, 50, 52
Antiinflammatory activity	d > a ; c = 0	12, 79
Inducing mutagenicity	a : d, c = 0	89
Antinephrotic effect	d	1
Inhibition of platelet activation	a	14

Table 4. The other compounds in *Bupleurum* species

Species	Group	Compounds
<i>B. falcatum</i>	Polysaccharide	PG-1, 2, 3(Bupuleuran 2 II c)
		Bupuleuran 2 II b, 2 II c(BR-2), BR-1 (pectin-like polysaccharide)
		Rhamnogalcturona II-like region Aldonitol
	Steroid	α -Spinasterol, stigmasterol
	Polyacetylene	Saikodiyne A, B, C, 2Z-9Z-Pentadecadiene-4,6-diyne-1-ol
	Flavonoid	Rutin
Essential oil	–	
<i>B. logiradiatum</i>	Polyacetylene	Bupleurotoxin, Bupleuronol, Enanthotoxin
		Acetyl-bupleurotoxin, Bupleuynol
	Quinone	Emodin-8-O- β -D-glucoside
	Flavonoid	Narcissin
	Carbohydrate	Sucrose
Steroid	α -Spinasterol	
<i>B. salicifolium</i>	Lignan	Methylchasnarolide, Chanarolide, Benchequiol, Guamarol, Isoguamarol, Guamarolin, Kaerophyllin, Isokaerophyllin, Matairesinol, Salicifoliol, Guayadequiol, Guayadequiol acetate, Guayadequiene, Methylpluviatolide, Dimethylmatairosinol, Chinensin, Busaliol,

Table 4. (Continued)

Species	Group	Compounds
		Busalicifol, Bursehernin, Syringaresinol, Buplerol, Guayarol, Nortrachelogenin, Pinoresinol, Medioresinol
	Steroid	Stigmasterol
	Polyacetylene	8S-Heptadeca- 2(Z),9(Z)-diene-1,8-diol
	Enzyme	Caffeate peroxidase (catalysing the formation of lignan-type compound)
<i>B. aureum</i>	Enzyme	N-Phenyl-2-naphthylamine (flavonol-splitting)
	Flavonoid	—
<i>B. lanceolatum</i>	Lignan	Kaerophyllin
<i>B. wenchuanense</i>	Lignan	Wenchuanesin, Phillyrin
	Flavonoid	—
<i>B. chinense</i>	Flavonoid	Kaempferol 7-rhamnoside, Kaempferitrin
	Polysccharide	Alonitol
	Steroid	α -Spinasterol
	Essential oil	hexanoic, 2-nonenic, γ -undecalactone, eugenol, p -methoxyacetophenone, pentanoic, heptanoic, 2-heptanoic, octanoic, 2-octenoic, nonanoic, phenol, cresol, ethylphenol, vanillin acetate, valeric
<i>B. fruticosum</i>	Phenylpropanoid	—
	Essential oil	Bupleurol, Sabinene, α -Phellandrene, β -Terpinene, Terpinen-4-ol, Cinnamyl isovalerate, γ -Terpinene, α -Pinene, β -Pinene, Thymol, Carvacrol
<i>B. gibraltarium</i>	Essential oil	α -Pinene, γ -Carene
	Polyacetylene	6,8,12,14-Hexadecatetraen-10-yn-1-ol
<i>B. frutescens</i>	Essential oil	α -Pinene, β -Caryophyllene, Chinensinaphthol
<i>B. tenue</i>	Essential oil	—
<i>B. linearifolium</i>	Essential oil	Bupleurol
<i>B. stewartianum</i>	Essential oil	—
<i>B. gibraltarium</i>	Essential oil	—
<i>B. longicaule</i>	Flavonoid	Rutin, Narcissin, Quercetin, Isohamnetin
var. <i>giraldii</i>		
<i>B. falcatum</i>	Flavonoid	Rutin, Avicularin, Gguajaverin
var. <i>cernuum</i>		
<i>B. rotundifolium</i>	Flavonoid	Rutin, Isoquercetin, Cacticin
<i>B. multinerve</i>	Flavonoid	—
<i>B. texnue</i>	Flavonoid	—
<i>B. exaltatum</i>	Flavonoid	Quercetin, Isorhamnetin, Rutin, Isorhamnetin 3-rutinoside
<i>B. ranunculoides</i>	Flavonoid	Quercetin, Isorhamnetin, Rutin, Isorhamnetin 3-rutinoside
	Polyacetylene	2, 9-Heptadecadiene-4, 6-diyn-1-ol 2, 9-Pentadecadiene-4, 6-diyn-1-ol 2, 9-Pentadecadiene-4, 6-diyn-1-ol

Table 4. (Continued)

Species	Group	Compounds
<i>B. thianschanicum</i>	Flavonoid	2, 8, 10-Pentadecatriene-4, 6-diyn-1-al
		2, 8, 10-Pentadecatriene-4, 6-diyn-1-ol
<i>B. martjanovii</i>	Flavonoid	Quercetin, Isorhamnetin, Rutin,
		Isorhamnetin 3-rutinoside
<i>B. kunmingense</i>	Flavonoid	Quercetin, Isorhamnetin
	Polysccharide	—
<i>B. scorzoneroifolium</i>	Flavonoid	Kaempferol 7-rhamnoside, Kaempferitrin
<i>B. polyclonum</i>	Flavonoid	Quercetin, Isorhamnetin
<i>B. longicaule</i> var. <i>franchetii</i>	Flavonoid	Quercetin, Isorhamnetin
		Quercetin, Isorhamnetin
<i>B. rockii</i>	Flavonoid	Quercetin, Isorhamnetin
<i>B. chaishouii</i>	Flavonoid	Quercetin, Isorhamnetin

74,81,82) 다당류성분은 면역계조절, 항궤양작용 등이 알려져 있다¹⁴²⁾. 그리고 lignan, flavonoid계 성분과 기능도 밝혀지고 있다(표 4)^{11,16,22,23,25,27,28,29,37,45,61,77,84,87,93,99,134,144,147)}

4) Triterpenoid saponin의 생합성 과정(Mevalonic acid pathway)

이차대사물질은 생합성과정을 거쳐 식물체내 축적하게 되는데 품종, 식물체 부위나 조직내 부위, 가공과정, 생육시기나 연령, 기상, 토양 등 재배환경 등이 변화됨으로서 식물체내 합성 및 분해, 전이 등에 양적, 질적으로 영향을 미칠 것이다. 시호에는 여러가지 유효성분을 함유하여 약리작용을 나타내는데 주로 이용부위인 뿌리에 함유하며 주성분은 saikosaponin으로 밝혀져 있다¹²³⁾. 사이코사포닌은 triterpenoid saponin계이며 그림 1과 같은 pentacyclic form을 갖는 oleanane type이다. Triterpenoid saponin은 mevalonic acid pathway 생합성과정을 거쳐 isoprenoid (C5)의 기본구조를 갖는 다양한 사이코사포닌 성분이 축적되고 식물체내 함유하여 그 기능을 갖게 된다^{24,30,34,36,44,141)}. 시호사포닌을 포함한 triterpenoid saponin의 생합성과정을 그림 4와 같이 나타내었다.

그림 4와 같은 생합성 경로를 거쳐 시호의 사이코사포닌이 식물체내에 합성되는데 그 구체적인

식물체내 합성 및 분해, 이동기작이 밝혀져 있지 않으며 관여효소의 동정이 되어 있지 않다. 일반적으로 식물대사 분화는 일차대사와 이차대사로 구분하여 그림 5와 같은 식물대사과정의 carbon flow를 나타낼 수 있다³¹⁾.

시호는 약용식물로서 약효성분이 매우 중요하며 이차대사의 연구대상으로서 또한 성분육종상 선발기술개발 및 의약품 개발을 위한 목적을 가질 수 있어 생합성에 대한 기작구명이 매우 요구되는 연구분야이다. 시호 식물체의 부위별 saikosap-

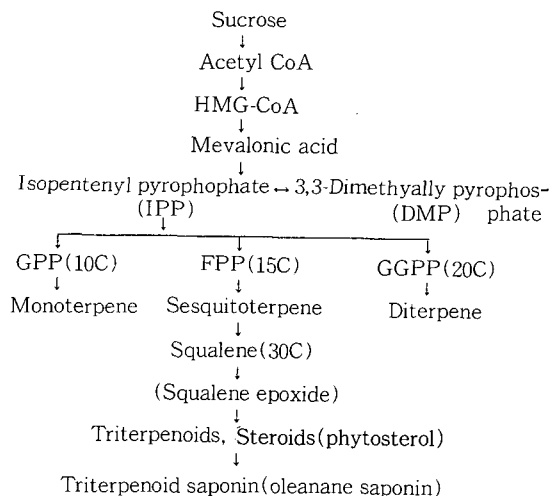


Fig. 4. Diagram of mevalonic acid pathway.

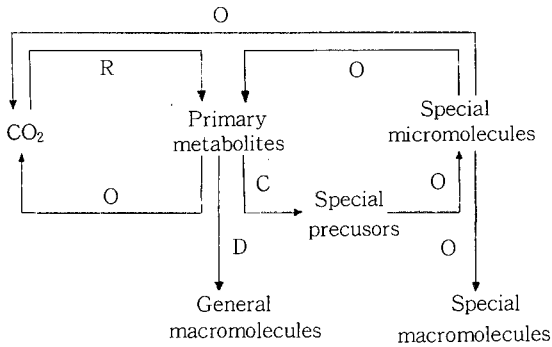


Fig. 5. Schematic representation of carbon flow through metabolic pools in plants. Major reaction types: R, reduction, C, condensation, D, dehydration, O, oxidation.

onin 분포 상황을 볼 때 지상부의 잎에서 생성된 saikosaponin은 잎, 2차 지경, 1차 지경, 주경을 통하여 이동하며 뿌리의 목부에서 피부로 이동되는 물질이동경로가 제시되기도 한다⁵⁷⁾.

2. 시호 사이코사포닌의 식물체내 분포 및 재배환경에 따른 함량변화

1) 사이코사포닌의 시호 식물체내 분포

시호는 여러가지 유효성분을 함유하여 약리작용을 나타내는데 지금까지 밝혀진 시호의 식물체 부위별 함유성분은 표 5와 같다. 주로 지하부에 함유하는 성분은 사포닌(triterpenoid saponin)과 다당류이며 지상부에는 flavonoid, lignan, 정유, steroid 성분들이다.

시호의 사이코사포닌은 주로 약재이용부위인 뿌리에 함유하는데 줄기나 잎에도 성분이 함유되는 것으로 알려져 있다. 식물체 부위별 시호의 조사포닌과 saikosaponin함량은 표 6과 같다^{26,57)}. 그리고 부위별 성분조성은 삼도시호의 경우 뿌리는 $S_d > S_a > S_c$, 잎은 $S_d > S_c > S_a$, 줄기는 $S_c > S_a \approx S_d$ 로 조사되었으며, 또한 시호는 rutin을 함유하는데 잎에 4.218%, 줄기 0.905%이었다⁵⁷⁾.

시호 뿌리조직을 구분하면 최외층인 근표피와 피질부, 목질부로 무게조성은 생육년생별로 다르다. 성분 함량을 평가할 때 두가지 방법, 즉 상대함량(%)과 절대함량을 비교하게 되는데 상대함량인 퍼센트(%)는 절대무게에 대한 함량이기 때문에 무게나 크기가 작을때 함량비는 높다. 그러나 식물의 개체당 절대함량 즉 성분수율면에서는 함유율과는 차이가 날 것이다. 그리고 시호 뿌리의 부분들, 상부, 하부, 주근, 지근, 조직부위, 그리고 개체 무게나 크기, 개체유전특성에 따라서 성분함량 및 분포는 다르다. 시호 뿌리조직 부위별 성분함량은 표 7과 같은데, pericycle을 포함

Table 5. Various components containing in each parts of *Bupleurum* plants

Plant part	Component
Root	1. Essential oil 2. Fatty acid: palmitic, stearic, linoleic, linolenic, lignoceric acid 3. Carbohydrate: adonitol, sucrose, polysaccharide(lipopolysaccharide, bupleuran 2 II c) 4. Steroid: α -spinasterol, β -sitosterol, stigmasterol 5. Triterpenoid saponin: saikosaponin a, b, c, d 6. Polyacetylene: 2,9-pentadecadiene-4,6-diyn-1-ol, saikodiyne A,B,C 7. Lignan 8. Phenolic compound 9. Coumarin: anomalin
Stem & leaf	Flavonoid(rutin), Steroid(α -spinasterol, β -sitosterol, campesterol), Lignan(kaerophyllin), Saponin
Flower & seed	Essential oil(α -pinene, β -caryophyllene), Flavonoid

Table 6. Average crude saponin and saikosaponin contents in different plant parts of *Bupleurum falcatum*

Plant part	Saponin	Saikosaponin
Leaf	4.95 %	0.550 %
Stem and branch	1.28	0.037
Compound umbel(flower)	5.11	-
Root	2.79	0.921

Table 7. Weight ratio and saikosaponin contents with different parts of tissues in *Bupleurum* root

Tissue part	Weight ratio	Saikosaponin Content
Periderm	22.6 %	1.67 %
Phloem	65.3	0.16
Xylem	12.1	0.02

한 주피(periderm)에 사이코사포닌이 가장 많이 함유되어 있으며 피질부(phloem), 목질부(xylem) 순이며 무게비는 피질부가 가장 많고 목질부, 주피 순이다¹³¹⁾.

또한 사이코사포닌 함량은 뿌리가 굵을수록 적었으며 잔뿌리에 가장 많이 함유하는 것으로 조사되었다¹⁴⁵⁾. 즉 목질부에 대한 피질부의 비율이 작은 굵은 뿌리가 함량이 적은 것처럼 주근, 지근, 세근의 순으로 성분함유율이 다르게 나타난다. 피질부의 부피비는 2년생근보다 1년생근이 더 높아 성분 함유율이 1년생이 더 높게 나타난

다. 피질부의 외층에는 Sa가, 내층에는 Sd가 주 성분으로 밝혀졌다¹³¹⁾. 즉 시호에서 성분육종상 선발지표는 피질부율이 높고 목질부가 작은 뿌리의 유연성이 큰 형질로 생각된다. 다른 식물의 경우를 살펴본 결과는 표 8과 같다.

2) 재배환경에 따른 시호 사이코사포닌의 함량 변화

식물 이차 대사산물의 생합성 및 축적은 식물의 종이나 기상 및 토양 등 재배환경, 그리고 재배방법에 따라 영향을 받아 성분함량의 변이가 나타나는데¹⁰⁶⁾ 같은 시호종의 지리적 성분변이가 대표적인 예이다. 지리적인 변이는 재배지역의 기온, 토양, 위도, 강수량 등 여러가지 복합적인 요인에 의해 나타나는 것으로 생각된다^{38,86,98,118,121)}. 그리고 식물체 생육상태, 생육년수, 개체생육특성, 시비방법 등 재배법에 따른 성분함량의 변화가 보고되고 있다^{11,94,95,96)}.

시비방법에서 비료 3요소, 질소, 인산, 칼륨을 증시하면 saikosaponin a(Sa), saikosaponin c(Sc), saikosaponin d(Sd)의 함량이 감소하며 지상부의 생육에는 거의 영향을 미치지 않았다. 단비로 사용하였을 때 질소 증시에 지상, 지하부 건물중이 증가하나 사이코사포닌 함량은 감소되고, 인산 증시에 지상, 지하부 건물중과 사이코사포닌 함량이 증가, 칼륨 증시에는 지상, 지하부 생육에 영향을 미치지 않으나 사이코사포닌 함량은 증가하는 경향을 나타냈다. 전반적으로 시비수준을 증가시키면 뿌리 건물중은 증가하나 사이코사

Table 8. Distribution of major compounds in some plants

Plant species	Plant part	Major compound	Major distribution in tissue	Ref.
<i>Chenopodium quinoa</i>	Seed	Saponin	Outer layer(seed coat)	101, 102
<i>Pueraria thunbergiana</i>	Root	Isoflavone	Pericycle or almost equal	130
<i>Glycine max</i>	Seed	Soyasaponin Tocopherol	Hypocotyl Cotyledon	127, 128, 132
<i>Panax ginseng</i>	Root	Ginsenoside	Cortex and periderm	123, 124
<i>Paeonia moutan</i>	Root	Monoterpene glycoside	Periderm	125, 126
<i>Scutellariae baicalensis</i>	Root	Flavone	Ccortex and xlem	129

포닌 함량은 감소하는 경향을 보였다^{13,85)}. 시호 생육온도에 따른 근수량과 성분함량은 저온구에서 추대율이, 중온구에서 개화, 결실율이 높았으며, 근생육은 저온구에서 가장 높았지만 사이코사포닌 함량은 거의 차이가 없었다¹¹⁶⁾. 또한 밀식재배를 할수록 건근중은 감소하는 경향이거나 사이코사포닌 함량은 증가하는 경향을 나타냈다¹¹⁵⁾. 주근, 지근, 세근의 Sa, Sc, Sd 성분비율은 시비수준이나 뿌리형태에 따라 다르게 나타났다. 생육년생별 조사포닌과 사이코사포닌 함량은 2년생보다는 1년생에서 높게 나타났다¹¹⁷⁾. 또한 뿌리 부위중 상부의 굵은 부위일수록 사이코사포닌 함량은 낮게 나타났다. 근굵기와 근무게와 성분함량관은 대체적으로 부의 상관을 보였다. 재배방법중 시호의 목적수확부위는 뿌리이므로 지상부를 예취하는데 이의 효과는 근수량을 증가를 가져오나 사이코사포닌 함량은 감소하였다^{43,119)}. 시호 재배시 예취는 뿌리의 물질축적을 위한 목적과 도복방지에 의한 수량감소의 역할을 한다. 토성별 사양토, 양토, 식양토 재배시험결과 근수량은 사양토가 가장 높으나 엑스나 사이코사포닌 함량은 생육이 저조한 식양토 시험구에서 가장 높았다¹⁰⁵⁾. 토양통기와 川沙, 山土에서 사이코사포닌 함량이 증대하였으며^{39,40,42)} 추대한 개체가 추대하지 않은 개체보다 성분함량이 더 높았다⁸⁴⁾. 즉 추대후 뿌리내 성분축적이 이루어지는 것으로 생각된다. 수분스트레스로 뿌리 생육은 저하되나 성분함량은 증대하였으며 각 성분별로는 Sa는 감소하는 경향이며 Sc, Sd는 증가하는 경향을 보였다⁸³⁾. 또한 시호 모집단의 개체변이를 조사한 결과 장간다분지형과 단

간다분지형이 개체근중이 높았으며⁵⁶⁾ saikosaponin 함량은 단간소분지형과 단간다분지형이 높았으며 개화기가 빠른 개체들이 함량이 높았다⁵⁷⁾. 국내에서 재배되고 있는 재래시호와 삼도시호에 대한 성분비교결과 삼도시호보다 재래시호에서 엑스 및 saikosaponin 함량이 높았으며, 조성으로는 재래시호는 Sa가, 삼도시호는 Sd가 많았고 Sc는 둘다 가장 적었다(표 9)^{57,97)}.

사이코사포닌 성분정량법은 체계화되어 있으며 시호의 화학적 품질평가에 있어서 매우 중요한 항목이 된다. 시호 사이코사포닌의 추출방법과 정량 분석법은 다양하나 일반적으로 상온침지 또는 가온추출방법과 역상컬럼을 사용한 HPLC법을 이용하는데, saikosaponin a, d에 대하여 UV 205 nm에서, 산처리된 diene-saikosaponin b1, b2에 대하여 UV 254nm에서 검출하여 정량을 하는 두 가지 방법이 주로 이용되고 있다^{54,58,103,133)}.

3. 맺는 말

주요 약용식물의 하나인 시호는 미나리과에 속하는 다년생 초본으로서 세계적으로 120여종, 국내에서 5종 이상이 자생 또는 재배되고 있다. 생약재로 이용하는 부위는 뿌리이며 함유하는 주 약리성분은 saikosaponin a, d로서 항염, 간장애 억제, 해열, 진통 등의 약리효과를 가지고 있다. 사이코사포닌은 triterpenoid saponin계로서 oleanane형의 구조를 가지며 mevalonic acid 생합성 경로를 거쳐 다양한 사이코사포닌과 유도체를

Table 9. Comparison of saikosaponin compositions in different strains (Jaerae and Samdo) of *B. falcatum* (Unit:%)

Group	Jaeraeshiho			Samdoshiho			
	Xylem	Phloem	Whole	Xylem	Phloem	Whole	
Weight ratio	33.0	67.0	100.0	25.7	74.3	100.0	
Extract	16.0	32.5	26.9	19.4	27.6	25.3	
Saiko-saponis	c	0.050	0.185	0.141	0.033	0.166	0.132
	d	0.139	0.451	0.348	0.044	0.347	0.269
	a	0.200	0.674	0.518	0.049	0.342	0.267
	total	0.390	1.310	1.006	0.125	0.855	0.667

생성하는 과정을 갖는다. 사이코사포닌 및 기타 시호 약리성분은 식물체내에서 합성, 전이, 분해 등의 과정을 거쳐 뿌리, 경엽 등에 축적하게 된다. 약용식물은 수량뿐만 아니라 생약으로 이용을 하는 면에서 약리성분에 대한 평가가 매우 중요하며, 화학적 품질평가를 위한 약리성분의 정성 및 정량분석이 필수적이다. 시호 약리성분은 재배환경이나 자생지역, 재배지역에 따라 함유성분의 종류, 조성 및 함량에 변이가 있으며 시호속(*Bupleurum*)의 종(species)간에도 차이가 있다. 따라서 양질의 생약재 공급을 위한 양질의 시호종과 적절한 재배환경이 매우 중요하며 식물육종상 수량증대와 아울러 성분개량기술의 개발이 필요하다. 특히 약용식물은 농업 및 의학의 측면에서 중요성을 가지며 또한 유전자원으로서 매우 가치가 있으므로 언제든지 필요한 용도에 맞는 새로운 유전자원을 개발하고 이용할 수 있도록 유전자원의 수집, 평가, 보존, 이용에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

참고문헌

1. Abe, H., M. Orita, H. Konishi, S. Arichi and S. Odashima. 1986. Effects of saikosaponin-d on aminonucleoside nephrosis in rats. *Eur. J. Pharmacol.* 120(2):171.
2. _____, M. Sakaguchi, M. Yamada, S. Arichi and S. Odashima. 1980. Pharmacological actions of saikosaponins isolated from *Bupleurum falcatum*. 1. Effects of saikosaponins on liver function. *Planta Medica*. 40:366.
3. _____, _____, T. Tani and S. Arichi. 1978. The effects of saikosaponins on biological membranes. 1. The relationship between the structures of saikosaponins and haemolytic activity. *Planta Medica*. 34:160.
4. _____, S. Odashima and S. Arichi. 1978. The effects of saikosaponins on biological membranes. 2. Changes in electron spin resonance spectra from spin-labelled erythrocyte ghost membranes. *Planta Medica*. 34:287.
5. Agarwal, S. K. and R. P. Rastogi. 1974. Triterpenoid saponins and their genins; 1966-1972. *Phytochemistry* 13:2623.
6. Aimi, N., H. Fujimoto and S. Shibata. 1968. The chemical studies on oriental plant drugs. XVIII. The constituents of *Bupleurum* spp. (3). Saikogenin E and F. *Chem. Pharm. Bull.* 16(4):641.
7. Akai, E., T. Takeda, Y. Kobayashi, Y. Chen and Y. Ogihara. 1985. Minor triperpenoid saponins from the leaves of *Bupleurum rotundifolium* L. *Chem. Pharm. Bull.* 33(11):4685.
8. _____, _____, _____ and Y. Ogihara. 1985. Sulfated triterpenoid saponins from the leaves of *Bupleurum rotundifolium* L. *Chem. Pharm. Bull.* 33(9):3715.
9. Basu, N. and R. P. Rastogi. 1967. Triterpenoid saponins and sapogenins. *Phytochemistry* 6:1249.
10. Bremness, L. 1994. *Herb., Stoddart.* p 155.
11. 채영복, 김완주, 지옥표, 안미자. 1988. 한국 유용식물자원연구총람. 한국화학연구소. pp 64-76.
12. Chandel, R. S. and R. P. Rastogi. 1980. Triterpenoid saponins and sapogenins; 1973-1978. *Phytochemistry* 19:1889.
13. Chang, S. M., B. Y. Park and J. Choi. 1990. Effects of the soil fertility and the inorganic nutrients in the root on the contents of saikosaponin a, c in the root of *Bupleurum falcatum* L. *J. Kor. Soc. Soil Sci. & Fert.* 23(1):49.
14. Chang, W. C. and F. C. Hsu. 1991. Inhibition of platelet activation and endothelial cell injury by flavan-3-ol and saik-

- osaponin compounds, *Essent. Fatty Acids*. 44(1):51.
15. Chen, X. K., R. Y. Zhang, Z. L. Zhang, T. Y. Jiang and B. Wang. 1993. Isolation and identification of two new saponins from *Bupleurum smithii*. *Acta Pharmaceutica Sinica* 28(5):352.
 16. Choi, J. S. and W. S. Woo. 1989. Phenolic compounds of the roots of *Bupleurum longiradiatum*. *Arch. Pharm. Res.* 12(3):226.
 17. Cho, J. G. and J. M. Kim. 1994. Effect of *Bupleurum falcatum* on the immune system. *Korean J. Vet. Res.* 34(4):769.
 18. 中國醫學科學院藥用植物資源開發研究所. 1991. 中國藥用植物栽培學. 農林出版社. pp68-4-686.
 19. Connolly, J. D., R. A. Hill, and B. T. Ngadjui. 1994. Triterpenoids. *Natural Product Reports* 11:467.
 20. Ebata, N., K. Nakajima, H. Taguchi and H. Mitsuhashi. 1990. Isolation of new saponins from the root of *Bupleurum falcatum* L. *Chem. Pharm. Bull.* 38(5):1432.
 21. _____, _____, K. Hayashi, M. Okada and M. Maruno, 1996. Saponins from the root of *Bupleurum falcatum*. *Phytochemistry* 41(3):895.
 22. Estevez-Reyes, R., A. Estevez-Braun and A. G. Gonzalez. 1992. Lignanoides from *Bupleurum salicifolium*. *Phytochemistry* 31(8):2841.
 23. _____, _____ and _____. 1993. New lignan butenolides from *Bupleurum salicifolium*. *J. Nat. Prod.* 56(7):1177.
 24. Fenwick, G. R., K. R. Price, C. Tsukamoto and K. Okabo. 1991. In *Toxic Substances in Crop Plants*(edited by Felix D'Mello J. P., C. M. Duffus and J. H. Duffus), Chapt. 12. Saponins. pp285-327.
 25. Frias, I., J. M. Siverio, C. Gonzalez, J. M. Trujillo and J. A. Perez. 1991. Purification of a new peroxidase catalysing the formation of lignan-type compounds. *J. Biochem.* 273:109.
 26. Gan, H. S. and S. W. Chen. 1982. Qualitative and quantitative comparison between root and stem and leaves of *Bupleurum chinense*. *Bull. Chin. Mat. Med.* 7:7.
 27. Gonzalez, A. G., R. Estevez-Reyes, C. Mato and A. M. Estevez-Braun. 1990. Isokaerophyllin, a butyrolactone from *Bupleurum salicifolium*. *Phytochemistry* 29(2):675.
 28. _____, _____, _____ and _____. 1990. Three lignans from *Bupleurum salicifolium*. *Phytochemistry* 29(6):1981.
 29. _____, _____ and _____. 1989. Salicifolol, a new furo lactone-type lignan from *Bupleurum salicifolium*. *J. Nat. Prod.* 52(5):1139.
 30. Goodin, T. W. and E. I. Mercer. 1983. In *Introduction of Plant Biochemistry*, 2nd, Chapt. 11. Terpenes and terpenoids. Pergamon press. pp400-464.
 31. Gottlieb, O. R. 1990. Phytochemicals: Differentiation and function. *Phytochemistry* 29(6):1715.
 32. Guinea, M. C., J. Parellada, M. A. Lacaille Dubois and H. Wagner. 1994. Biologically active triterpene saponins from *Bupleurum fruticosom*. *Planta Medica* 60(2):163.
 33. 堀田 滿. 1989. 世界有用植物辭典. 平凡社. pp 180-181.
 34. 한대석. 1988. 생약학. 동명사. pp213-214.
 35. 한덕룡, 유승조, 한대석. 1993. 한국, 중국, 일본의 생약조사 비교연구. 한국의약품수출입협회. p26, 54.

36. Harrison, D. M. 1990. The biosynthesis of triterpenoids, steroids, and carotenoids. Nat. Prod. Rep. 5:459.
37. Hirano, M, H. Kiyohara, T. Matsumoto and H. Yamada. 1994. Structural studies of endopolygalacturonase-resistant fragments of an antiulcer pectin from the roots of *Bupleurum falcatum* L. Carbohydrate Research. 251:145.
38. Hosoda, K., M. Noguchi, T. Ikenaga, Y. Hisata and Y. Noro. 1995. Studies on the cultivation of *Bupleurum falcatum* L. (VI), Variation in lignification index of *B. falcatum* of different geographical origins. Natural Medicines 49(1):11.
39. _____, _____, Y. Hisata and Y. Noro. 1993. Studies on the cultivation of *Bupleurum falcatum* L. (III), Effects of soil ventilation on the root morphology. Jap. J. Pharmacogn. 47(1):17.
40. _____, _____, _____ and _____. 1995. Studies on the cultivation of *Bupleurum falcatum* L. (VII), Effect of physical properties of soil on the flowering and lignification of root. Natural Medicines 49(1):14.
41. _____ and _____. 1990. Studies on the cultivation of *Bupleurum falcatum* L. (I), Effects of cultivation condition on the root growth and saponin contents. Chem. Pharm. Bull. 38(2):436.
42. _____ and _____. 1990. Studies on the cultivation of *Bupleurum falcatum* L. (II), Effects of soil ventilation on the root growth and saponin content. Jap. J. Pharm. Soc. 110(11):828.
43. _____ and _____. 1993. Studies on the cultivation of *Bupleurum falcatum* L. (IV), Effects of disbudding and picking flower on the root growth and root morphology. Jap. J. Pharmacogn. 47(1):39.
44. Hostettmann, K., M. Hostettmann and A. Marston. 1991. In Methods in Plant Biochemistry, Vol. 7. Terpenoids (edited by Charlwood B. V. and D. V. Banthorpe). Chapt. 12. Saponins. pp435-471.
45. Inoue, O. and Y. Ogihara. 1978. Studies on the constituents of *Bupleurum rotundifolium* L. (1). Jap. J. Pharm. Soc. 32(2):100.
46. Ishi, H., M. Nakamura, S. Seo, K. Tori, T. Tozyo and Y. Yoshimura. 1980. Isolation, characterization, and nuclear magnetic resonance spectra of new saponins from the roots of *Bupleurum falcatum* L. Chem. Pharm. Bull. 28(8):2367.
47. _____, S. Seo, K. Tori, T. Tozyo and Y. Yoshimura. 1977. The structures of saikosaponin-e and acetylsaikosaponins, minor components isolated from *Bupleurum falcatum* L., determined by C-13 NMR spectroscopy. Tetrahedron Letters. 14:1227.
48. 작물시험장. 1995. 1994년도 시험연구보고서 (특, 약작편). pp399-402.
49. Jia, Q. and R. Y. Zhang. 1989. Advances in research on the chemistry of saponins in *Bupleurum*. Acta Pharmaceutica Sinica. 24(12):961.
50. Jung, Y. M., J. M. Kim, H. J. Song and J. G. Cho. 1993. Effect of *Bupleurum falcatum* extract on cellular immune responses. Kor. J. Vet. Res. 33(3):407.
51. 朱有昌. 1989. 東北藥用植物, 黑龍江科學技術出版社. pp811-814.
52. Kato, M., Y. Pu, K. I. Isobe, T. Iwamoto, F. Nagase, T. Lwin, Y. H. Zhang, T. Hattori, N. Yanagita, and I. Nakashima. 1994. Characterization of the immunoregulatory action of saikosaponin-d. Cellular Immunology 159(1):15.
53. Khetwal, K. S. and S. Harbola. 1993.

- X-ray crystal structure and absolute configuration of kaerophyllin(caerophyllin). *J. Nat. Prod.* 56(3):318.
54. Kimata, H., C. Hiyama, S. Yahara, O. Tanaka, O. Ishikawa and M. Aiura. 1979. Application of HPLC to the analysis of crude drugs: Separatory determination of saponins of *Bupleuri radix*. *Chem. Pharm. Bull.* 27(8):1836.
 55. _____, R. Kasai and O. Tanaka. 1982. Saponins of *Juk-Siho* and roots of *Bupleurum longiradiatum*. *Chem. Pharm. Bull.* 30(12):4373.
 56. Kim, K. S., N. S. Seong, Y. H. Chae, S. T. Lee, J. I. Lee, H. C. Oak and Y. A. Chae. 1995. Variation of plant characters and their correlation in *Bupleurum falcatum* L. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 3(1):71.
 57. _____, S., S. N. Ryu, N. S. Seong, S. T. Lee and Y. A. Chae. 1996. Distribution of saikosaponins and their variation due to plant growth characters in *Bupleurum falcatum*. Abstract in The Korean Society of Medicinal Crop Science: p38.
 58. _____, S. T. Lee, N. S. Seong, J. I. Lee and Y. A. Chae. 1995. Comparison of analytical methods for saikosaponins in *Bupleurum falcatum* L. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 3(3):226.
 59. Kimura, Y., H. Ohminami, H. Okuda, T. Tani, S. Arich and T. Hayashi. 1980. Effects of saikosaponins on metabolic actions of adrenaline, ACTH and insulin on fat cells. *Chem. Pharm. Bull.* 28(6):1788.
 60. Kim, Y. S and C. Y. Yoon. 1990. A taxonomic study on the genus *Bupleurum* in Korea. *Kor. J. Plant Tax.* 20(4):209.
 61. Kiro, N. and T. Tomimatsu. 1969. Studies on the constituent of *Bupleurum* plants. *Jap. J. Pharmacogn.* 23(2):96.
 62. Kobayashi, Y., T. Takeda and Y. Ogihara. 1981. New triperpenoid glycosides from the leaves of *Bupleurum rotundifolium* L. *Chem. Pharm. Bull.* 29(8):2222.
 63. _____ and Y. Ogihara. 1981. New triperpenoids from the leaves of *Bupleurum rotundifolium* L. *Chem. Pharm. Bull.* 29(8):2230.
 64. Kubota, T., F. Tonami and H. Hinoh. 1966. The structure of saikogenins A, C and D, triterpenoid alcohol of *Bupleurum falcatum* L. *Tetrahedron Letters* 7:701.
 65. _____, _____ and _____. 1967. Triterpenoid from *Bupleurum falcatum* L., - I. The structure of saikogenins A, C and D. *Tetrahedron* 23:3333.
 66. _____ and _____. 1967. Triterpenoid from *Bupleurum falcatum* L. - II. Isolated of saikogenin B and longispinogenin. *Tetrahedron* 23:3353.
 67. _____ and H. Hinoh. 1966. Isolation of saikogenin E, a new triterpene from *Bupleurum falcatum* L. *Tetrahedron Letters* 39:4725.
 68. _____ and _____. 1966. Isolation of saikogenin F, another genuine saikogenin from *Bupleurum falcatum* L. *Tetrahedron Letters* 41:5045.
 69. _____ and _____. 1968. The constitution of saponins isolated from *Bupleurum falcatum* L. *Tetrahedron Letters* 3:303.
 70. Lee, J. S., C. K. Lee and J. W. Choi. 1993. Pharmacologic activities of saikosaponins(I), -Effects of saikosaponin on metabolizing enzymes modification and liver toxicities due to acetaminophen-, *Kor. J. Pharmacog.* 24(1):69.
 71. _____, _____ and _____. 1993. Pharm-

- cologic activities of saikosaponins(II), -Effects on drug metabolizing enzymes and lipid peroxide contents in liver-. Kor. J. Pharmacog. 24(2):153.
72. 이창복. 1989. 대한식물도감. 향문사. pp 557-578.
 73. Liu, S. Y., J. Y. Wang, J. C. Lee and T. Y. Lee. 1991. Studies on adaptability of *Bupleurum falcatum* L. cv. Tainung No. 1 and its official value of varous plant parts. China J. Agri. Res. 40(1):28.
 74. Lorente, I., M. A. Ocete, A. Zarzuelo, M. M. Cabo and J. Jimenez. 1989. Bioactivity of essential oil of *Bupleurum fruticosum*. J. Nat. Prod. 52(2):267.
 75. Luo, S. Q., H. F. Jin, H. Kawai, H. Seto and N. Otake. 1987. Isolation of new saponins from the areial part of *Bupleurum kunmingense*. Agric. Biol. Chem. 51(6):1515.
 76. _____, H. Kawai, N. Otake, S. Q. Luo, F. G. Qian and S. L. Pan. 1986. Structure of new saponins isolated from *Bupleurum kunmingense*. Agric. Biol. Chem. 50(6):1613.
 77. _____, L. Z. Lin and G. A. Cordell. 1993. Lignan glucosides from *Bupleurum wenchuanense*. Phytochemistry 33(1):193.
 78. _____, _____ and _____. 1993. Saikosaponin derivatives from *Bupleurum wenchuanense*. Phytochemistry 33(5):1197.
 79. Mahato S. B., S. K. Sarkar, and G. Poddar. 1988. Triterpenoid saponins: 1979-1986. Phytochemistry 27(10):3037.
 80. _____ and A. K. Nandy. 1991. Triterpenoid saponins discovered between 1987 and 1989. Phytochemistry 30(5):1357.
 81. Martin, S., E. Padilla, M. A. Ocete, J. Galvez, J. Jimenez and A. Zarzuelo. 1993. Anti-inflammatory activity of the essential oil of *Bupleurum fruticosens*. Plant. Med. 59(6):533.
 82. _____, _____, _____, _____ and A. Zarzuelo, 1993. Anti-inflammatory activity of the essential oil of *Bupleurum fruticosens*. Planta Med. 59:533.
 83. Minami, M., M. Sugino, K. Hata, C. Hasegawa, K. Ashida and K. Ogaki. 1995. Physiological response and improvement of tolerance to environmental stress in *Bupleurum falcatum* L. (I), Effects of dry stress on growth and saikosaponin content of one-year-old, rosette plant. Natural Medicines 49(2):148.
 84. _____, _____, M. Sadaoka, C. Hasegawa, C. Ohe, K. Ashida and K. Ogaki. 1995. Physiological response and improvement of tolerance to environmental stress in *Bupleurum falcatum* L. (II), Comparison of sensitivities to dry stress between rosette and bolting plants. Natural Medicines 49(4):401.
 85. _____ and _____. 1995. Effects of mineral fertilizers on growth and saikosaponins contents of *Bupleurum falcatum* L. (I), Effects of different levels of nitrogen, phosphoric acid and potassium on growth and saikosaponins contents of one-year-old plant. Natural Medicines 49(3):230.
 86. Mizukami, H., K. Matsunaga, H. Ohashi, A. Amano, T. Maekawa and K. Fujimoto. 1991. Variation of saikosaponin content of *Bupleurum falcatum* L. of different geographical Origins. Jap. J. Pharmacogn. 45(4):342.
 87. Morita, M., K. Nakajima, Y. Ikeya and H. Mitsuhashi. 1991. Polyacetylenes from roots of *Bupleurum falcatum*. Phytochemistry. 30(5):1543.

88. 문관심. 1984. 약초의 성분과 리용, 과학. 백과사전출판사. pp435-439.
89. Niikawa, M., Y. Sakai, Y. Ose, T. Sato, H. Nagase, H. Kito, M. Sato and M. Mizuno. 1990. Enhancement of the mutagenicity of Trp-P-1, Trp-P-2 and benzo[α]pyrene by Bupeuri radix extract. Chem. Pharm. Bull. 38(7):2035.
90. Nose, M., S. Amagaya, T. Takeda and Y. Ogiara. 1989. New derivatives of saikosaponin c. Chem. Pharm. Bull. 37(5):1293.
91. _____, _____ and Y. Ogiara. 1989. Corticosterone secretion-inducing activity of saikosaponin metabolites formed in the alimentary tract. Chem. Pharm. Bull. 37(10):2736.
92. _____, _____ and _____. 1989. Effects of saikosaponin metabolites on the hemolysis of red blood cells and their adsorbability on the cell membrane. Chem. Pharm. Bull. 37(12):306.
93. Ogihara, Y. and M. Nose. 1986. Novel cleavage of the glycosidic bond of saponins in alcoholic alkali metal solution containing a trace of water. J. Chem. Soc. Chem. Commun. p1417.
94. Ohashi, H. and T. Kuribayashi. 1967. On the comparative cultivation of *Bupleurum falcatum* L. from Miyazaki. Jap. J. Pharmacogn. 21(1):70.
95. _____ and _____. 1973. On the trial selection of annual crop in *Bupleurum falcatum* (Preliminary report). Jap. J. Pharmacogn. 27(1):41.
96. Ostuka, H., S. Kobayashi and S. Shibata. 1977. Studies on the cultivation of *Bupleurum falcatum* L. Jap. J. Pharmacogn. 31(2):195.
97. Park, Y. J., H. S. Suh, S. K. Lee and J. W. Shim. 1992. Comparative saikosaponin determination due to cultivars and root ages in *Bupleurum falcatum* L. Res. Rept. RDA. Korea. 34(1):121.
98. Park, Y. J., J. D. Seong, H. Y. Kim, H. S. Suh and J. W. Shim. 1994. Root yield and saikosaponin content in local strains of *Bupleurum falcatum* L. Korean J. Crop Sci. 39(5):453.
99. Pistelli, L., A. Cammilli, A. Manunta, A. Marsili and I. Morelli. 1993. Triterpenoid saponins and flavonoid glycosides from *Bupleurum falcatum* supsp. *cernuum*. Phytochemistry 33(6):1537.
100. _____, A. R. Bilia and A. Marsili. 1993. Triterpenoid saponins from *Bupleurum fruticosom*. J. Nat. Prod. 56(2):240.
101. Reichert, R. D., J. T. Tatarynovich and R. T. Tyler. 1986. Abrasive dehulling of Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Effect on saponin content as determined by an adapted hemolytic assay. Cereal Chemistry 63(6):471.
102. Ridout, C. L., K. R. Price, M. S. DuPont, M. L. Parker and G.R Fenwick. 1991. Quinoa saponins-Analysis and preliminary investigations into the effects of reduction by processing. J. Sci. Food Agri. 54:165.
103. Sakuma, S. and H. Motomura. 1987. Purification of saikosaponins a, c and d; Application of large-scaled reversed-phase HPLC. J. Chromatography 400:293.
104. 謝風勛, 胡廷松. 1994. 中藥原色圖譜及栽培技術. 金盾出版社. pp192-193.
105. Seong, N. S., K. S. Kim, E. H. Soh and Y. A. Chae. 1994. Effects of soil textures on growth and saikosaponins content in *Bupleurum falcatum* L. Kor. J. Med. Crop. Sci. 2(3):193.

106. 西孝三郎. 1995. 第5回 薬用植物栽培技術フォーラム 講演要旨集.
107. Seto, H., N. Otake, H. Kawai, S. Q. Luo, F. G. Qian and S. L. Pan. 1986. Isolation of triterpenoid glycosides (saikosaponins) from *Bupleurum polyclonum* and their chemical structures. *Agric. Biol. Chem.* 50(6):1607.
108. _____, _____, S. Q. Luo and F. G. Qian, G. Y. Xu and S. L. Pan. 1986. Isolation of triterpenoid glycosides (saikosaponins) from *Bupleurum kunmingense* and their chemical structures. *Agric. Biol. Chem.* 50(4):943.
109. _____, _____, _____ and H. F. Jin. 1986. A new triterpenoid glycoside from *Bupleurum chinense*. *Agric. Biol. Chem.* 50(4):939.
110. Shibata, S., I. Kitagawa, R. Takahashi and H. Fujimoto. 1966. The chemical studies on oriental plant drugs. XIV. The constituents of *Bupleurum* spp. (1). *Jap. J. Pharm. Soc.* 86(12):1132.
111. _____, _____ and H. Fujimoto. 1965. The structure of saikogenin A, a saikogenin of *Bupleurum* species. *Tetrahedron Letters* 42:3782.
112. _____, _____ and _____. 1966. The chemical studies on oriental plant drugs. XV. On the constituents of *Bupleurum* spp. (2). The structure of saikogenin A, a saikogenin of *Bupleurum falcatum* L. *Chem. Pharm. Bull.* 14(9):1023.
113. Shimaoka, A., S. Seo and H. Minato. 1975. Saponins isolated from *Bupleurum falcatum* L.; Components of saikosaponin b. *J. Chem. Soc. Perkin Transactions I*:2043.
114. Shimizu, K. S. Amagaya and Y. Ogihara. 1985. New derivatives of saikosaponins. *Chem. Pharm. Bull.* 33(8):3349.
115. Shimokawa, Y., I. Okuda, M. Kuwano, N. Ushio, N. Uno and H. Ohashi. 1980. Cultivation and breeding of *Bupleurum falcatum* L. (VI), Effect of planting density on the growth. *Jap. J. Pharmacogn.* 34(3):215.
116. _____, N. Ushio, N. Uno and H. Ohashi. 1980. Cultivation and breeding of *Bupleurum falcatum* L. (I), Effect of temperature on growth, development and saikosaponin content of one-year-old plants. *Jap. J. Pharmacogn.* 34(3):209.
117. _____ and H. Ohashi. 1980. Cultivation and breeding of *Bupleurum falcatum* L. (V), Relating among cultivation years, root growth and saikosaponin content. *Jap. J. Pharmacogn.* 34(3):235.
118. _____, I. Okuda, M. Kuwano and H. Ohashi. 1980. Cultivation and breeding of *Bupleurum falcatum* L. (VI), Geographical variation of *B. falcatum*. *Jap. J. Pharmacogn.* 34(3):239.
119. _____, N. Uno, N. Ushio and H. Ohashi. 1980. Cultivation and breeding of *Bupleurum falcatum* L. (VI), Effect of pinching on root yield and saikosaponin content of two-year-old plants. *Jap. J. Pharmacogn.* 34(3):221.
120. Suh, H. S., J. D. Seong, Y. J. Park, H. T. Kim and H. Y. Kim. 1995. A new good quality and high yielding Shiho variety. "Jangsushiho". *RDA. J. Agri. Sci.* 37(2):1.
121. Tanaka, T., E. Sakai, M. Mizuno, T. Kawamura, Y. Hista, K. Okuda, Y. Noro, Z. X. Z. Zheng and D. Fang. 1988. Cultivation and saponin contents of Guangxi *Bupleurum*. *Jap. J. Pharmacogn.* 42(3):236.
122. Tang, W. and G. E. Brand. 1992. Chin-

- ese drugs of plant origin, Chapt. 30, *Bupleurum* spp. Springer-Verlag, pp223-232.
123. Tani, T., M. Kubo, T. Katsuki, K. Ishizaki and S. Arichi. 1980. Histochemistry, I. Ginsenosides in Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer, Root). J. Nat. Prod. 43(2):278.
 124. _____, _____, _____, M. Higashino, T. Hayashi and S. Arichi. 1981. Histochemistry, II. Ginsenosides in Ginseng (*Panax ginseng*, Root). J. Nat. Prod. 44(4):401.
 125. _____, T. Katsuki, H. Matsuda, M. Kubo, S. Arichi, M. Yoshikawa and I. Kitagawa. 1980. Studies on Moutan cortex (V), Distribution of monoterpene glucosides in the root of *Paeonia moutan* from Nara Prefecture. Jap. J. Pharmacogn. 34(4):299.
 126. _____, _____, M. Kubo, S. Arichi and I. Kitagawa. 1980. Studies on Moutan cortex (IV), Distribution of paeonol in the root of *Paeonia moutan* from Nara Prefecture. Jap. J. Pharmacogn. 34(4):292.
 127. _____, _____, _____, _____ and _____. 1985. Histochemistry, V. Soyasaponins in soybeans (*Glycine max* Merrill, Seed). Chem. Pharm. Bull. 33(9):3829.
 128. _____, _____, _____, _____ and _____. 1985. Histochemistry, VI. Tocopherols and isoflavones in soybeans (*Glycine max* Merrill, Seed). Chem. Pharm. Bull. 33(9):3834.
 129. _____, _____, _____, _____. 1985. Histochemistry, VII. Flavones in Scutellariae radix. Chem. Pharm. Bull. 33(1):4894.
 130. Tani T., T. Katsuki, M. Kubo and S. Arichi, 1986, Histochemistry, VIII. Distribution of starch and isoflavones in Puerariae radix. Jap. J. Pharmacogn. 40(3):247.
 131. _____, _____, _____ and _____. 1986. Histochemistry, IX. Distribution of saikosaponins in *Bupleurum falcatum* root. J. Chromatography 360:407.
 132. Taniyama, T., M. Yoshikawa, and I. Kitagawa. 1988. Saponin and sapogenol. XLIV. Soyasaponin composition in soybeans of various origins and soyasaponin content in various organs of soybean. Structure of soyasaponin V from soybean hypocotyl. Jap. J. Pharm. Soc. 108(6):562.
 133. Terauchi, M., H. Kanamori, I. Sakamoto, A. Mochiike, M. Katoh and H. Kohda. 1993. Simultaneous analysis of saikosaponin -a, -c, -d in *Bupleurum* root by HPLC. Jap. J. Pharmacogn. 47(2):213.
 134. Tomitastu, T. 1969. Isolation of sucrose and α -spinasterol from *Bupleurum longiradiatum*. Jap. J. Pharm. Soc. 89:589.
 135. Tori, K., S. Seo, Y. Yoshimura, M. Nakamura, Y. Tomita and H. Ishi. 1976. Carbon-13 NMR spectra of saikosaponins a, c, d and f isolated from *Bupleurum falcatum* L. Tetrahedron Letters 46:4167.
 136. _____, Y. Yoshimura, S. Seo, K. Sakurawi, Y. Tomita and H. Ishi. 1976. Carbon-13 NMR spectra of saikogenins, Stereochemical dependence in hydroxylation effects upon carbon-13 chemical shift of oleanene-type triterpenoids. Tetrahedron Letters 46:4163.
 137. Ushino, Y. and H. Abe. 1991. Effects of saikosaponin d on the functions and morphology of macrophages. Int. J. Immunopharmacol. 13(5):493.

138. _____ and _____. 1991. The effects of saikosaponin on macrophage functions and lymphocyte proliferation. *Plant. Med.* 57(6):511.
139. _____ and _____. 1992. Inactivation of measles virus and herpes simplex virus by saikosaponin d. *Plant. Med.* 58(2):171.
140. Wang, Y. Z. and Y. Y. Zhang. 1994. Determination of species of medicinal *Bupleurum*. *Chinese Pharmaceutical J.* 29(1):16.
141. Wolfgang, B. and K. Johannes. 1981. In *The Biochemistry of Plants, A comprehensive treatise* (edited by Stumpf P. K. and E. E. Conn), Chapt. 3. Turnover and degradation of secondary(natural) products. pp35-84.
142. Yamada, H. 1994. Pectic polysaccharides from chinese herbs; structure and biological activity. *Carbohydr. Polym.* 25(4):269.
143. Yamasaki, K., R. Kasai, Y. Masaki, M. Okihara and O. Tanaka. 1977. Application of C-13 NMR to structural elucidation of acylated plant glycosides. *Tetrahedron Letters* 14:1234.
144. Yamata, H., X. B. Sun, T. Matsumoto, K. S. Ra, M. Hirano and H. Kiyohara. 1991. Purification of anti-ulcer polysaccharides from the roots of *Bupleurum falcatum*. *Panta Med.* 57:555.
145. Zhang, J. 1985. Comparison on saikosaponin content in the root of *Bupleurum chinense* of different sizes. *Bull. Chin. Mat. Med.* 10:157.
146. Zhang, R. Y., Chen X. K., X. B. Yang, X. Y. He and L. Tan. 1994. The structures of saikosaponin M and N from *Bupleurum smithii*. *Acta Pharmaceutica Sinica* 29(9):684.
147. Zhao, J. F., Y. Z. Guo and X. S. Meng. 1987. The toxic principles of *Bupleurum logiaradiatum*. *Acta Pharmaceutica Sinica* 22(7):507.