

식물생장조절물질 처리에 따른 시호의 생육특성

이호* · 김길웅* · 손태권** · 이지언* · 이상철*†

* 경북대학교 농업생명과학대학, ** 경북대학교 농업과학기술연구소

Effect of Application of Plant Growth Regulator on Growth Characteristics in *Bupleurum falcatum* L.

Ho Lee*, Kil Ung Kim*, Tae Kwon Son**, Ji Ean Lee*, and Sang Chul Lee*†

* Dept. of Agronomy, College of Agriculture & Life-Sciences, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea.

** Institute of Agricultural Science & Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea.

ABSTRACT : This study was conducted to determine the optimum planting dates and density of one year old *Bupleurum falcatum* L. to improve its quality. Furthermore, the effect of cultural methods and plant growth regulators(GA₃, IAA, Kinetin) on the quality of *B. falcatum* were also investigated. In this study, Jeongseon cultivar collected in Korea and Mishima cultivar introduced from Japan were used. Some of the results obtained are as follows. Jeongseon cultivar showed less stem branches and shoot weight compared to Mishima. However, Jeongseon cultivar showed tall plant height, high root fresh and dry weight, and high levels of SSa and TSS, but low SSc content than that of Mishima. Although fresh and dried root weight of both cultivars were not affected by plant growth regulators treatment compared with the untreated one, increasement of TSS content were made by GA₃ 100 ppm, IAA 50 ppm or 10 ppm and kinetin 10 ppm treatment in Jeongseon cultivar, and by GA₃ 10 ppm and IAA 100 ppm or 10ppm treatment in Mishima cultivar applied on June 1.

Key words ; *Bupleurum falcatum*L. , GA₃, IAA, Kinetin, Saikosaponin

서 언

시호(*Bupleurum falcatum* L.)는 다년생 초본식물로 뿌리를 생약재로 이용하는 주요 약용식물중로서 시호속에는 약 150여종이 존재한다(Kimata et al., 1979). 시호 근의 주요 약용성분인 saikosaponin은 triterpene계 saponin으로 oleanane group에 속하고 주요성분은 saikosaponin a, b1, b2, c, d, e, f, g 등이며(Agarwal & Rastogi, 1974; Aimi et al., 1968; Basu & Rastogi, 1980; Kubota & Hinoh, 1966a, 1966b, 1968; Kubota et al., 1966, 1967), 약리작용은 주로 saikosaponin a(SSa)와

saikosaponin d(SSd)에 의한 것으로 진정, 진통, 해열작용, 강장, 간기능증진효과, 항염, 세포면역제 작용, 방사선 장해효과, 혈청 corticosterone 증가 등이 보고되고 있다(Agarwal & Rastogi, 1974; Basu & Rastogi, 1980; Nagoshi et al., 1970; 이 등, 1993a, 1993b).

시호에 함유된 saikosaponin의 생합성 및 축적과정은 종이나 식물체 생육상태 및 특성, 기상 및 토양 등의 재배환경, 시비 등의 재배방법에 따라 성분함량의 차이가 나고(Park et al., 1994; Hosoda et al., 1995; Hosoda & Noguchi, 1990), 연작시에는 토양선충과 뿌리썩음병의 발생이 심하므로 연작은 피해야 한다(Nagoshi et al.,

† Corresponding author (Phone) : 702-701, 대구광역시 북구 산격동 1370번지 경북대학교 농업생명과학대학 농학과, E-mail : leesc@knu.ac.kr

Received 14 September 2002 / Accepted 28 November 2002

1970; 이 등, 1998). 한편 재래식 노지재배의 번식방법에 의한 증식은 재배기간이 길고, 재배지역 및 계절적 영향으로 인한 변이가 많으며, 2년근은 뿌리 내부가 목질화 되어 saikosaponin 함량이 떨어진다(김 등, 2000). 따라서 시호 품질 향상과 saikosaponin 함량을 높이기 위한 품종 육종과 아울러 최근 벼, 담배 등에서 건묘육성, 도복감소, 등숙 촉진, 뿌리생장 촉진, 개화지연, 피근비대를 통하여 작물수량 증수, 안정화, 품질향상, 생력화, 저장 및 후숙조절을 위해 개발, 이용되어 다방면으로 이용되고 있는 실정이다(이 등, 1998).

시호에서의 성장조절제의 이용은 C-MH(maleic hydrazide)의 처리에 의해 생장과 근수량이 증가되었다는 보고가 있으나(김, 1997) 기타 식물생장조절제의 처리가 시호의 생육 및 saikosaponin 함량에 미치는 영향에 관한 연구는 미비하다. 본 연구는 시호의 품질을 향상시키기 위해 식물생장조절제인 GA₃, IAA, kinetin의 처리에 따른 시호의 생육특성 및 saikosaponin 함량에 기여하는 요인들을 구명하고 수량과 saikosaponin 함량이 높은 시호를 생산하고자 실시되었다.

재료 및 방법

본 시험은 농촌진흥청 작물시험장으로부터 분양받은 일본 도입종인 삼도시호와 국내 자생종인 정선시호를 공시재료로 하여 경북대학교 농업생명과학대학 부속농장 유리온실에서 jiffy pot에 파종하여 3월 하순에 1/2000a pot에 1개씩 이식한 후 식물생장조절제를 지상부에 처리를 하였다. 시비량은 기비로 N-P₂O₅-K₂O-퇴비를 10a당 10-11-7-3000 kg을 사용하였으며 기타 재배법은 농촌진흥청 표준재배법에 따랐다.

시험구는 세세구배치 3반복으로 하여 주구는 재배종, 세구는 식물생장조절제 처리시기, 세세구는 식물생장조절제 종류 및 농도로, GA₃, IAA, kinetin 각각 10, 50 및 100 ppm을 6월 1일과 7월 1일 2회 처리하여 11월 20일에 수확하였다. 시호 재배종별 지상부(초장, 경태, 분지수, 경수, 지상부중), 지하부 생육(주근장, 근경, 생근중, 건근중, 지근수)을 조사하였다. 시호근의 건물중은 근을 수세후 60±5℃에서 48시간 건조시켜 측정하였으며 saikosaponin 함량분석방법은 다음과 같다.

수확 후 깨끗이 씻은 후 60±5℃에서 48시간 건조 후 마쇄(40mesh)하여 그 중 500 mg을 분석시료로 이용하였다. 김 등(1997)의 방법에 따라 MeOH 30 ml로 초음파추출 3회, 추출시간은 30min으로 하였다. 그리고 추출액을 5℃, 3000 rpm에서 원심분리하고 감압하여서 MeOH을 증발시켰다. 잔여물을 10 ml MeOH에 녹여서

membrane filter(0.45 μm)와 Sepak C₁₈ Cartridge를 차례로 통과하여 여과액을 HPLC로 표 1과 같은 분석조건으로 분석하였다. SSa, SSs 및 SSd 표준물질은 Wako(주)에서 구입하였으며, 표준물질 각각 5 mg를 10 ml MeOH로 표준액을 만들고 표준액을 각각 2, 4, 5, 10배를 MeOH로 희석하여 20 μl를 HPLC에 주입하여 아래와 같은 peak 면적 (Y) 및 SSa, SSs 및 SSd 농도(X)간의 회귀방정식을 얻었다.

$$SSa : Y = 10127X - 23346 \quad (r^2=0.9998^{**})$$

$$SSs : Y = 8187X + 36274 \quad (r^2=0.9991^{**})$$

$$SSd : Y = 10188X + 33310 \quad (r^2=0.9995^{**})$$

Table 1. Analytical conditions of HPLC

Items	Conditions
HPLC	Shimadzu(LC-10AD)
UV detector	Shimadzu(SPD-10A)
Column Oven	Shimadzu(CTO-10A)
Column	CLC-ODS(M)
Mobile phase	Acetonitrile : Water(4 : 6,v/v)
Flow rate	1 ml/min.
Wavelength	203 nm
Column temp.	40℃

결과 및 고찰

식물생장조절제 처리와 지상부 생육

식물생장조절제 GA₃, IAA 및 kinetin 처리가 시호 지상부 생육에 미치는 영향은 표 2와 같다. 분지수와 경수에서는 계통에 따라 차이가 인정되었으며 정선시호는 삼도시호보다 분지수는 적었지만 경수는 많았다. 한편 식물생장조절제 처리시기에 따른 지상부 생육 중 경수에서만 유의적인 차이가 인정되었으며 7월보다는 6월에 처리한 것이 경수가 많았다. 식물생장조절제 처리시기 간의 상호작용에서는 초장, 경태, 분지수, 경수, 지상부중 등의 모든 생육형질에서 차이는 나타나지 않았다.

GA₃, IAA, kinetin을 각각 10, 50, 100 ppm 농도별 처리한 구에서는 경태를 제외한 초장, 분지수, 경수 및 지상부중에서 식물생장조절제 농도에 따라 차이가 인정되었다. 초장에 있어서는 GA₃ 100 ppm 처리한 것이 무처리구보다 길었고, 분지수에 있어서는 모든 처리구가 무처리에 비하여 증가되었으나 그 중 GA₃ 10, 50, 100 ppm, IAA 10, 100 ppm, kinetin 50 ppm 처리한 것이 더욱 많았다. 경수는 무처리구에 비해 GA₃ 10 및 100

ppm, IAA 100 ppm 처리한 구에서 개체 당 각각 2.3, 1.8, 1.8로 나타났고, 지상부 건물중은 무처리구에 비해 GA₃ 100 ppm, IAA 100 ppm, kinetin 50 ppm에서 더

욱 높게 나타났다. 이상의 결과를 보면 GA₃ 100 ppm 처리한 것이 초장, 분지수, 지상부중을 증가시켰고 경수는 GA₃ 10 ppm 처리한 것에서 가장 많았다. 그러나 두

Table 2. Effect of GA₃, IAA and kinetin treated at different dates and concentrations on agronomic characteristics of *B. falcatum* L.

Treatment date	PGR [‡] (ppm)	Plant height (cm)		Stem diameter (mm)		Branches (no./plant)		Stems (no./plant)		Shoot fresh weight (g/plant)	
		JS [†]	MS [†]	JS	MS	JS	MS	JS	MS	JS	MS
June 1	GA ₃ 10	88.5	69.0	4.8	5.5	15.0	26.0	5.7	0.3	48.4	57.5
	GA ₃ 50	88.0	77.3	4.4	5.1	14.7	30.3	2.7	1.7	58.4	49.6
	GA ₃ 100	78.0	73.3	4.8	4.7	14.7	26.7	3.3	0.7	69.1	41.5
	IAA 10	78.7	51.7	4.2	4.1	11.5	23.3	4.7	0.0	49.9	28.8
	IAA 50	63.0	56.7	3.8	4.5	10.0	22.3	1.7	0.0	67.1	36.1
	IAA 100	66.2	64.0	4.0	5.8	13.0	27.3	2.7	1.0	49.8	62.7
	Kinetin 10	64.0	56.3	4.2	3.8	15.0	18.0	2.0	0.3	61.8	31.9
	Kinetin 50	86.0	72.3	5.7	3.9	15.3	20.3	2.0	0.0	57.3	36.5
	Kinetin 100	61.0	63.7	3.3	3.9	10.7	21.7	2.3	0.0	40.0	51.1
	Untreated	65.1	64.1	3.8	4.4	10.2	18.6	1.6	0.1	36.4	30.9
Mean		73.8	64.8	4.3	4.6	13.0	23.5	2.9	0.4	53.8	42.6
July 1	GA ₃ 10	64.7	69.3	3.6	5.6	11.3	27.3	3.0	0.0	32.3	50.0
	GA ₃ 50	79.0	52.3	5.1	3.8	14.0	23.0	1.0	0.0	42.4	36.1
	GA ₃ 100	73.3	92.8	4.6	6.6	13.7	29.7	2.7	0.3	52.6	82.7
	IAA 10	72.7	69.3	3.6	5.6	11.0	25.7	0.0	0.0	44.8	39.5
	IAA 50	80.3	55.4	3.7	5.1	13.0	21.3	1.0	0.0	44.5	35.6
	IAA 100	80.3	52.3	3.9	5.4	13.3	22.3	3.3	0.0	59.2	26.1
	Kinetin 10	70.7	55.3	4.1	4.3	10.3	20.3	0.7	0.0	41.2	22.2
	Kinetin 50	82.7	61.0	6.2	5.4	16.0	21.7	0.7	0.7	51.8	47.0
	Kinetin 100	83.0	52.0	4.7	4.5	12.7	24.7	0.7	0.3	53.5	42.0
	Untreated	65.1	64.1	3.8	4.4	10.2	18.6	1.6	0.1	36.4	30.9
Mean		75.2	62.4	4.3	5.1	12.5	23.5	1.5	0.1	45.9	41.2
Total	Mean	74.5	63.6	4.3	4.8	12.8	23.5	2.2	0.3	49.8	41.9
Mean	GA ₃ 10		72.9		4.9		19.9		2.3		47.1
	GA ₃ 50		74.2		4.6		20.5		1.3		46.6
	GA ₃ 100		79.4		5.2		21.2		1.8		61.5
	IAA 10		68.1		4.3		17.9		1.2		40.8
	IAA 50		63.9		4.3		16.7		0.7		45.8
	IAA 100		65.7		4.8		19.0		1.8		49.4
	Kinetin 10		61.6		4.1		15.9		0.8		39.3
	Kinetin 50		75.5		5.3		18.3		0.8		48.2
	Kinetin 100		64.9		4.1		17.4		0.8		46.7
	Untreated		64.6		4.1		14.4		0.8		33.6
LSD.05											
Cultivar(C)		ns		ns		5.2		1.6		ns	
Treatment dates(T)		ns		ns		ns		0.8		ns	
PGR treatment(P)		11.0		ns		3.1		0.8		13.8	
C × T		ns		ns		ns		ns		ns	
C × T × P		ns		ns		ns		ns		ns	

[†] JS, Jeongseon; [‡] MS, Mishima; [‡] PGR, Plant Growth Regulators.

식물생장조절물질 처리에 따른 시호의 생육특성

재배종별 식물생장조절제의 처리시기 및 농도 간의 상호 작용에서는 차이가 없었다. 식물생장조절제 처리와 지하부 생육 식물생장조절제

(GA₃, IAA, kinetin)처리가 지하부 생육에 미치는 영향은 표 3과 같다. 재배종간 생육 특성에 있어서는 주근장을 제외한 근경, 생근중, 건근중, 지근수에서 차이가 있

Table 3. Effect of GA₃, IAA and kinetin treated at different dates and concentrations on growth characteristics of root of *B. falcatum* L.

Treatment date	PGR [§] Treatment (ppm)	Main root				Root wt.				Secondary roots		
		Length (cm)		Diameter (mm)		Fresh root (g/plant)		Dried root (g/plant)		roots (no./plant)		
		JS [†]	MS [‡]	JS	MS	JS	MS	JS	MS	JS	MS	
June.1	GA ₃ 10	5.1	4.5	7.5	6.1	8.2	2.5	4.0	1.7	12.3	6.3	
	GA ₃ 50	4.2	4.1	6.5	6.4	4.5	1.9	1.8	1.1	8.3	6.7	
	GA ₃ 100	3.7	2.6	10.6	5.5	12.0	1.1	4.2	0.7	9.7	4.3	
	IAA 10	5.8	4.9	9.8	5.3	8.3	1.2	3.9	0.7	13.3	4.0	
	IAA 50	4.6	2.9	7.5	6.2	10.3	2.1	5.0	1.2	6.0	4.0	
	IAA 100	4.5	3.7	8.1	5.6	9.9	1.8	2.6	1.1	6.0	7.3	
	Kinetin 10	5.2	5.3	6.1	5.4	10.1	1.8	4.8	1.1	5.7	3.0	
	Kinetin 50	5.8	4.1	9.5	6.2	19.0	1.5	8.8	0.9	15.0	5.0	
	Kinetin 100	4.9	3.9	6.1	6.8	10.0	1.6	4.7	0.9	13.3	6.7	
	Untreated	4.7	3.6	7.6	4.9	7.5	2.7	3.8	1.2	11.0	5.0	
Mean	4.9	4.0	7.9	5.8	10.0	1.8	4.4	1.1	10.1	5.2		
July.1	GA ₃ 10	4.6	3.9	7.3	6.5	8.3	1.6	3.7	1.3	8.0	6.3	
	GA ₃ 50	4.6	3.3	7.4	5.5	5.3	1.3	2.6	0.6	7.7	4.0	
	GA ₃ 100	4.3	3.9	8.1	7.7	9.9	2.5	4.6	1.3	7.3	6.7	
	IAA 10	4.4	3.7	8.2	6.2	11.5	2.7	4.4	1.6	10.3	7.3	
	IAA 50	4.2	3.7	7.9	6.4	10.8	3.0	4.2	1.7	7.0	7.3	
	IAA 100	4.1	3.7	7.0	6.5	7.7	2.1	3.7	1.3	8.0	7.0	
	Kinetin 10	5.3	5.1	8.2	6.9	11.0	2.8	5.9	1.6	9.7	6.7	
	Kinetin 50	6.1	4.8	8.9	6.8	8.6	2.4	4.1	1.3	11.0	6.0	
	Kinetin 100	3.9	2.6	8.4	6.0	8.3	1.8	3.9	1.0	8.7	7.7	
	Untreated	4.7	3.6	7.6	4.9	7.5	2.7	3.8	1.2	11.0	5.0	
Mean	4.6	3.8	7.9	6.3	8.9	2.3	4.1	1.3	8.9	6.4		
Total	Mean	4.7	3.9	7.9	6.1	9.4	2.1	4.2	1.2	9.5	5.8	
Mean	GA ₃ 10	4.5		6.9		5.2		2.7		8.3		
	GA ₃ 50	4.1		6.4		3.3		1.5		6.7		
	GA ₃ 100	3.6		8.0		6.4		2.7		7.0		
	IAA 10	4.7		7.4		5.9		2.7		8.8		
	IAA 50	3.9		7.0		6.6		3.1		6.1		
	IAA 100	4.0		6.8		5.4		2.2		7.1		
	Kinetin 10	5.2		6.6		6.4		3.4		6.3		
	Kinetin 50	5.2		7.8		7.9		3.8		9.3		
	Kinetin 100	3.8		6.8		5.4		2.6		9.1		
	Untreated	4.2		6.3		5.1		2.5		8.0		
LSD.05	Cultivar(C)		ns		1.2		1.2		0.8		2.1	
	Treatment dates(T)		ns		ns		ns		ns		ns	
	PGR treatment(P)		0.8		ns		2.3		1.1		1.5	
	C × T		ns		ns		ns		ns		1.2	
	C × T × P		ns		ns		ns		ns		3.0	

[†] JS, Jeongseon; [‡] MS, Mishima; [§] PGR, Plant Growth Regulators.

었으나 정선시호는 근경, 생근중, 건근중, 지근수가 삼도시호보다 높게 나타났다. 한편 식물생장조절제 처리시기에서는 차이가 없었던 반면, 지근수에서 재배종과 식물생장조절제 처리시간에 상호작용이 인정되었다. 정선시호는 6월에 식물생장조절제를 처리한 것이 7월에 처리한 것보다 지근수가 많았으나 삼도시호는 6월에 식물생장조절제 처리한 것이 7월에 처리한 것보다 지근수가 적어 상이한 반응을 보였다(Table 3).

GA₃, IAA, kinetin을 각각 10, 50, 100 ppm 농도별 처리에서는 근경을 제외한 주근장, 생근중, 건근중, 지근수에서 차이가 있었다. 주근장은 무처리에 비하여 kinetin 10 및 50 ppm 처리구에서 가장 신장되었으며, 생근중과 건근중은 무처리에 비하여 kinetin 50 ppm 처리구에서 높은 증가를 보였다. 지근수에서는 kinetin 50 ppm 처리한 것이 무처리구와 비교할 때 가장 많았고 그 다음으로 kinetin 100 ppm, IAA 10 ppm, GA₃ 10 ppm 순이며, GA₃ 50 ppm, IAA 50 ppm 및 kinetin 10 ppm 처리농도에서는 무처리에 비하여 감소되었다(Table 3). 김 등(1997)은 C-MH를 생육중인 시호에 처리할 경우 초장은 감소되고 주당 분지수 및 뿌리 생장이 촉진되기 때문에 건근 수량은 증가된다고 보고한 바 있는데 본 시험에서도 시호에 식물생장조절제를 처리하면 생육 및 근 수량이 변화됨을 알 수 있었다.

재배종별 식물생장조절제(GA₃, IAA, kinetin)처리시기 및 처리농도에 따른 상호작용은 지하부 생육의 지근수에서만 차이가 인정되었으며, 시호 지하부의 생근중이나 건근중을 증가시키기 위해서는 kinetin 50 ppm을 처리하는 것이 가장 효과적인 것으로 나타났다.

식물생장조절제 처리와 saikosaponin 함량

식물생장조절제(GA₃, IAA, kinetin)처리가 시호 재배종간의 saikosaponin 함량에 미치는 영향은 표 4와 같다. SSa와 TSS 함량은 정선시호보다 삼도시호에서 높았으며 SSc 함량은 오히려 반대의 경향을 보였던 반면, SSd 함량에서는 차이가 없었다. 한편 정선시호의 경우 SSd 함량은 6월에 식물생장조절제 처리한 것이 0.37%로 7월에 처리한 것의 0.30%보다 높게 나타나 식물생장조절제 처리시기에 따른 saikosaponin 함량은 SSd 함량에서만 차이가 인정되었고, SSa, SSc, TSS 함량에서는 차이가 없었다.

GA₃, IAA, kinetin을 각각 10, 50, 100 ppm 농도로 처리한 구에서 SSa, SSc, SSd 및 TSS 함량 모두가 없었다. 무처리에 비하여 SSa 함량은 GA₃ 10, 50 및 100 ppm, IAA 10 및 50 ppm, kinetin 100 ppm 처리구에서 증가되었으며, SSd 함량은 GA₃ 10 ppm 및

IAA 10 ppm의 저농도 처리구에서 증가되었다. 한편 무처리에 비하여 SSc 함량은 GA₃ 50 및 100 ppm, kinetin 10 및 50 ppm 처리구에서 오히려 감소되었고, TSS 함량은 GA₃ 10, 50 및 100 ppm, IAA 10 ppm, kinetin 100 ppm 처리구에서 높게 나타났다. 시호 두 재배종별 식물생장조절제 처리시기 간의 상호작용에서는 SSd 함량에서만 차이가 인정되었으며, 정선시호는 6월에 식물생장조절제 처리한 것이 7월에 처리한 것보다 SSd 함량이 높게 나타났고 삼도시호는 6월과 7월 식물생장조절제 처리시기 간에 SSd 함량에는 차이가 없었다(Table 4).

두 재배종간 식물생장조절제의 처리시기 및 처리농도에 따라 SSa, SSd, SSc 및 TSS 함량의 차이를 보였다.

이상의 결과 시호 두 재배종별 식물생장조절제의 처리시기 및 처리농도에 따른 지상·지하부 생육과 saikosaponin의 함량을 종합적으로 비교하여 보면 정선시호는 6월에 식물생장조절제 kinetin 50 ppm 처리를 한 것이 생근중과 건근중은 증가되었으나 지근수가 많고 TSS 함량은 감소되어 고품질 시호생산에 불리한 것으로 판단되었으며, 정선시호의 GA₃ 100 ppm, IAA 10 및 50 ppm, kinetin 10 ppm 처리구와 삼도시호의 GA₃ 10 ppm, IAA 10 및 100 ppm 처리구에서 비록 생근중과 건근중은 증가되지 않았을지라도 TSS 함량이 증가되어 고 saikosaponin 함유 시호생산에 가장 유리한 것으로 판단되었다.

Tanaka 등(1988)은 일본과 중국의 야생 시호를 이용하여 생육 특성을 비교하였는데 중국 시호가 일본 시호보다 생장이 늦고 뿌리가 작은 반면에 saikosaponin 함량은 높아 saikosaponin 함량 측면에서 본다면 일본 시호보다는 중국 시호를 육종에 이용하는 것이 유리할 것으로 생각되어진다. 본 실험에서는 일본 시호와 한국 시호를 비교하여 일본 시호보다 한국 시호에서의 saikosaponin 함량이 높게 나타나 일본 시호보다 한국 시호를 육종하는 것이 고 saikosaponin 계통선발에 유리한 것으로 판단되어지며 중국 시호와 한국 시호를 같은 조건에서 재배하여 고 saikosaponin 함유 계통의 선발 연구도 필요로 되어진다.

GA₃, IAA 및 kinetin 처리에 따른 생육특성간의 상관

GA₃, IAA 및 kinetin처리에 따른 정선시호의 지상부, 지하부 생육형질과 건근중, saikosaponin 함량과의 상관관계는 표 5와 같다. 건근중은 GA₃ 처리구에서의 경태($r=0.64^{**}$), 주근장($r=0.75^{**}$), 근경($r=0.75^{**}$), 생근중($r=0.95^{**}$), 지하부중($r=0.54^{*}$)과, IAA 처리구의 생근중($r=0.96^{**}$), 지근수($r=0.61^{*}$)와, kinetin 처리구의 경수($r=0.50^{*}$), 근경($r=0.79^{**}$), 생근중($r=0.98^{**}$)에서 정의 상관이 있었다. SSa 함량은 GA₃ 처리구와는 상관이 없었

Table 4. Effect of GA₃, IAA and kinetin treated at different dates and concentrations on saikosaponin contents in dry root of *B. falcatum* L.

Treatment date	PGR [‡] treatments (ppm)	SSa ¹⁾ (%)		SSd (%)		SSc (%)		TSS (%)	
		JS [†]	MS [†]	JS	MS	JS	MS	JS	MS
June 1	GA ₃ 10	0.52	0.30	0.36	0.49	0.05	0.10	0.94	0.89
	GA ₃ 50	0.61	0.29	0.34	0.36	0.08	0.12	1.03	0.76
	GA ₃ 100	0.71	0.27	0.43	0.33	0.07	0.10	1.21	0.69
	IAA 10	0.60	0.37	0.43	0.53	0.10	0.16	1.13	1.06
	IAA 50	0.68	0.24	0.45	0.29	0.08	0.08	1.21	0.61
	IAA 100	0.57	0.32	0.32	0.40	0.08	0.13	0.98	0.85
	Kinetin 10	0.59	0.39	0.43	0.31	0.09	0.09	1.11	0.78
	Kinetin 50	0.36	0.35	0.26	0.24	0.08	0.08	0.69	0.67
	Kinetin 100	0.56	0.36	0.35	0.22	0.10	0.09	1.01	0.66
	Untreated	0.47	0.26	0.35	0.33	0.14	0.08	0.96	0.67
Mean	0.57	0.31	0.37	0.35	0.09	0.10	1.03	0.77	
July 1	GA ₃ 10	0.70	0.23	0.46	0.27	0.14	0.10	1.30	0.60
	GA ₃ 50	0.76	0.50	0.30	0.47	0.05	0.09	1.12	1.05
	GA ₃ 100	0.72	0.35	0.39	0.35	0.11	0.09	1.22	0.79
	IAA 10	0.50	0.33	0.23	0.35	0.07	0.13	0.80	0.80
	IAA 50	0.47	0.27	0.28	0.36	0.10	0.15	0.86	0.78
	IAA 100	0.36	0.23	0.25	0.24	0.09	0.12	0.70	0.59
	Kinetin 10	0.37	0.27	0.20	0.31	0.07	0.10	0.64	0.68
	Kinetin 50	0.37	0.35	0.27	0.41	0.10	0.09	0.73	0.85
	Kinetin 100	0.52	0.37	0.30	0.48	0.08	0.16	0.90	1.02
	Untreated	0.47	0.26	0.35	0.33	0.14	0.08	0.96	0.67
Mean	0.52	0.31	0.30	0.36	0.09	0.11	0.92	0.78	
Total	Mean	0.55	0.31	0.34	0.35	0.09	0.11	0.97	0.77
Mean	GA ₃ 10	0.44		0.40		0.10		0.93	
	GA ₃ 50	0.54		0.37		0.08		0.99	
	GA ₃ 100	0.51		0.37		0.09		0.98	
	IAA 10	0.45		0.38		0.11		0.95	
	IAA 50	0.41		0.35		0.10		0.87	
	IAA 100	0.37		0.30		0.11		0.78	
	Kinetin 10	0.40		0.31		0.09		0.80	
	Kinetin 50	0.36		0.29		0.09		0.73	
	Kinetin 100	0.45		0.34		0.11		0.90	
	Untreated	0.36		0.34		0.11		0.82	
LSD.05								0.05	
Cultivar(C)		0.03		ns		0.01		ns	
Treatments dates(T)		ns		0.03		ns		0.07	
PGR treatments(P)		0.05		0.04		0.02		ns	
C × T		ns		0.04		ns		ns	
C × T × P		0.09		0.09		0.04		0.14	

[†] JS, Jeongseon; [‡] MS, Mishima; [‡] PGR, Plant Growth Regulators. ¹⁾ SSa, Saikosapoin-a; SSd, Saikosaponin-d; SSc, Saikosaponin-c; TSS, Total-saikosaponin.

나 IAA 및 kinetin 처리구 모두에서 생근중과 건근중 사이에 부의 상관을 나타내었다. SSd 함량은 GA₃ 와 IAA 처리구의 SSa 함량과 상관을 보였으며, SSc 함량은 GA₃ 및 IAA 처리구와는 상관이 없었으나 kinetin 처리구의 초장(r=0.65**), 주근장(r=0.61**)과 부의 상관이

있었다. TSS 함량은 GA₃ 처리구의 SSa 함량(r=0.86**), SSd 함량(r=0.86**)과, IAA 처리구의 SSa 함량(r=0.88*), SSd 함량(r=0.95**), SSc 함량(r=0.52*) 및 kinetin 처리구의 SSd 함량(r=0.92**), SSc 함량(r=0.48*)과 정의 상관을 보였다.

Table 5. Correlation coefficients among the growth characteristics of shoot, root and saikosaponin contents of Jeongseon cultivar (*B. falcatum* L.) as affected by GA₃, IAA and kinetin treatments

Variable	Plant height (cm)	Stem diam. (mm)	Branches (no./plant)	Stems (no./plant)	Main root		Fresh wt.		Secondary roots (no./plant)	DRW (g/plant)	SSa (%)	SSd (%)	SSc (%)	TSS (%)
					Length (cm)	Diam (mm)	Shoot (g/plant)	Root (g/plant)						
DRW ¹⁾	-0.32 [†]	0.05	-0.41	0.47*	0.33	0.57*	-0.19	0.91**	0.12	-	-	-	-	-
	-0.15 [†]	-0.39	-0.49*	-0.42	0.03	0.46	0.02	0.72**	0.39	-	-	-	-	-
	0.37 [‡]	0.39	0.43	0.29	0.45	0.40	0.59*	0.95**	0.53*	-	-	-	-	-
SSa	-0.22	0.03	0.11	-0.60**	-0.52*	0.17	0.23	-0.22	-0.32	-0.28	-	-	-	-
	-0.21	0.16	-0.16	0.16	0.28	0.03	0.09	-0.23	-0.15	-0.20	-	-	-	-
	-0.43	-0.53*	-0.31	0.00	-0.40	-0.52*	-0.19	-0.47*	-0.46	-0.55*	-	-	-	-
SSd	-0.07	-0.09	0.16	0.07	-0.44	0.21	0.25	0.10	0.07	-0.09	0.37	-	-	-
	-0.22	0.14	-0.24	0.36	0.36	0.21	0.00	-0.21	0.01	0.03	0.80**	-	-	-
	-0.32	-0.25	-0.08	0.12	-0.21	-0.47	0.02	-0.27	-0.42	-0.35	0.86**	-	-	-
SSc	-0.28	-0.18	-0.21	0.16	0.23	-0.13	-0.06	0.30	-0.40	0.28	0.15	0.40	-	-
	-0.17	-0.49*	-0.41	0.07	0.26	0.25	-0.29	0.15	0.29	0.33	-0.23	0.01	-	-
	-0.07	0.04	0.21	0.35	0.00	-0.30	0.28	0.12	0.08	0.07	-0.05	0.16	-	-
TSS	-0.24	-0.06	0.09	-0.33	-0.49*	0.18	0.25	-0.04	-0.26	-0.16	0.85**	0.77**	0.49*	-
	-0.25	0.10	-0.26	0.28	0.37	0.15	0.02	-0.22	-0.05	-0.06	0.94**	0.95**	-0.01	-
	-0.40	-0.41	-0.19	0.10	-0.33	-0.55*	-0.07	-0.38	-0.44	-0.47	0.95**	0.96**	0.17	-

¹⁾ DRW, Dried root wt; SSa, Saikosapoin - a; SSd, Saikosaponin - d; SSc, Saikosaponin - c; TSS, Total - Saikosaponin.

[†] upper number, GA₃ treatment; ^{*} middle number, IAA treatment; [‡] lower number, Kinetin treatment.

^{*}, ^{**} Means significance at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

한편, 성장조절제 처리에 따른 삼도시호의 지상부, 지하부 생육형질과 건근중, saikosaponin 함량과의 상관관계는 표 6과 같다. 건근중은 GA₃ 처리구의 경수(r=0.47*), 근경(r=0.57*), 생근중(r=0.91**)과, IAA 처리구의 생근중(r=0.72**)과, kinetin 처리구의 지상부중(r=0.59*), 생근중(r=0.95**), 지근수(r=0.53*)와는 정의 상관이 있었으며, IAA 처리구의 분지수(r=0.49*)와 부의 상관이 있었다. SSa 함량은 GA₃ 처리구의 경수(r=0.60*), 주근장(r=0.52*)과, kinetin 처리구의 경태(r=0.53*), 근경(r=0.52*), 생근중(r=0.47*), 건근중(r=0.55*)과는 부의 상관이 있었다. SSd 함량은 IAA 처리구의 SSa 함량(r=0.80**)과, kinetin 처리구의 SSa 함량(r=0.86**)과는 정의 상관을 보였으며, SSc 함량은 GA₃ 처

리구 및 kinetin 처리구와는 상관이 없었으나 IAA 처리구의 경태(r=0.49*)와는 부의 상관을 보였다. TSS 함량은 GA₃ 처리구의 SSa 함량(r=0.85**), SSd 함량(r=0.77*), SSc 함량(r=0.49*)과는 정의 상관이 있었으나, 주근장(r=0.49*)과는 부의 상관을 보였고 IAA 처리구는 SSa (r=0.94**) 및 SSd 함량(r=0.95**)과는 정의 상관이 있었다. kinetin 처리구는 SSa (r=0.95**) 및 SSd 함량(r=0.96**)과는 정의 상관이 있었으나 근경(r=0.55*)과는 부의 상관이 있었다.

Tani 등(1987)은 추대형 시호의 뿌리와 추대하지 않은 시호의 뿌리에서 사부 비율이 목부 비율보다 높게 나타났고 saikosaponin 함량도 높았다고 하였는데 이것은 대부분의 saikosaponin이 목부보다는 사부에 존재하고 있기

Table 6. Correlation coefficients among the growth characteristics of shoot, root and saikosaponin contents of Mishima cultivar (*B. falcatum* L.) as affected by GA₃, IAA and kinetin treatments

Variable	Plant height (cm)	Stem diam. (mm)	Branches (no./plant)	Stems (no./plant)	Main root		Fresh wt.		Seco- nary roots (no./plant)	DRW (g/plant)	SSa (%)	SSd (%)	SSc (%)	TSS (%)
					Length (cm)	Diam (mm)	Shoot (g/plant)	Root (g/plant)						
DRW ¹⁾	0.47 [†]	0.64**	0.08	0.33	0.75**	0.75**	0.54*	0.95**	0.46	-	-	-	-	-
	0.34 [†]	0.46	-0.06	-0.16	0.03	0.34	0.18	0.96**	0.61**	-	-	-	-	-
	-0.42 [†]	-0.20	0.09	0.50*	0.06	0.79**	-0.28	0.98**	0.36	-	-	-	-	-
SSa	-0.31	-0.36	-0.25	-0.30	-0.22	-0.20	-0.14	-0.10	-0.40	-0.30	-	-	-	-
	-0.15	-0.25	0.30	0.23	0.41	-0.42	0.05	-0.50*	-0.35	-0.55*	-	-	-	-
	0.43	0.24	-0.26	0.08	0.02	-0.43	0.37	-0.58*	-0.27	-0.63**	-	-	-	-
SSd	-0.31	-0.09	-0.13	-0.13	0.23	-0.15	-0.07	0.12	-0.21	0.07	0.50*	-	-	-
	-0.05	-0.15	0.38	0.28	0.40	-0.42	0.25	-0.45	-0.24	-0.44	0.75**	-	-	-
	-0.14	0.20	0.45	0.44	-0.22	0.03	0.02	0.23	0.24	0.21	0.01	-	-	-
SSc	0.19	-0.13	-0.24	0.10	0.20	0.07	-0.02	0.09	0.06	0.16	-0.37	-0.30	-	-
	0.16	-0.08	-0.17	-0.10	0.46	0.06	-0.04	0.13	0.26	0.22	0.24	0.41	-	-
	-0.65**	-0.10	0.35	-0.08	-0.61**	0.11	-0.16	0.35	0.28	0.38	-0.42	0.47	-	-
TSS	-0.35	-0.29	-0.26	-0.25	0.03	-0.20	-0.13	0.02	-0.35	-0.12	0.86**	0.86**	-0.29	-
	-0.06	-0.21	0.31	0.24	0.48*	-0.40	0.16	-0.44	-0.23	-0.43	0.88**	0.95**	0.52*	-
	-0.11	0.24	0.34	0.35	-0.34	-0.14	0.13	0.03	0.15	-0.01	0.33	0.92**	0.48*	-

¹⁾ DRW, Dried root wt; SSa, Saikosapoin - a; SSd, Saikosaponin - d; SSc, Saikosaponin - c; TSS, Total - Saikosaponin.

[†] upper number, GA₃ treatment; [‡] middle number, IAA treatment; [‡] lower number, Kinetin treatment.

*. ** Means significance at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

때문이다. 따라서 saikosaponin 함량이 많은 시호를 생산하기 위해서는 추대현상이 일어나지 않도록 하는 것이 saikosaponin 생산을 위해서 유리한데 이것은 환경요인과 밀접한 관계를 가질 것으로 생각되며 추후 이 부분에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

또한 시호의 건물 생산 향상을 위해서는 광합성을 증대시켜야 하나 이는 시호의 초형과도 밀접한 관계를 가지는데 Sohn(1998) 등에 의하면 재배년수에 있어서는 1년생보다는 2년생 시호가 건물 생산이 높게 나타났지만 건물생산 비율에 따른 saikosaponin의 생산은 1년생이 높았고 재배종간에도 차이를 나타내었는데, 고 saikosaponin 생산을 위해서는 본 실험에서와 같이 식물생장조절제의 처리 혹은 saikosaponin 생산에 유리한 계통의 시호를 선발 유지하는 것이 고품질 시호 생산에 유리할 것으로 판단되어진다. 건물생산과 saikosaponin의 생산 증가를 위하여 여러 방면에서 연구가 진행되고 있지만 본 연구에서와 같이 식물생장조절제를 이용한 유효성분의 증가는 농업 경영비 측면 등에서 풀어야할 과제가 산적해 있어 조금 더 세심한 연구가 필요하다고 생각된다.

적 요

본 시험은 국내 재래종 정선시호와 일본에서 도입된 삼도시호를 공시하여 시호의 품질 향상을 위해 식물생장조절제 처리가 시호의 생육 및 saikosaponin 함량에 미치는 요인들을 구명하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 정선시호는 삼도시호보다 분지수는 적었지만 경수는 많았고, 근경이 굵으며 생근중과 건근중은 무거웠고 지근수도 많은 경향이였다. SSa 및 TSS 함량에서 정선시호가 삼도시호보다 높았고, SSc 함량에서는 정선시호가 삼도시호보다 적었다.

2. 식물생장조절제 처리시기 간에서는 6월에 처리한 것이 7월에 처리한 것보다 경수가 많았고 건근중에서는 유의적인 차이가 없었으나, 6월에 처리한 것이 7월에 처리한 것보다 SSd 함량이 높았다.

3. 식물생장조절제 처리에서 GA₃ 10, 50, 100 ppm, IAA 10, 50 ppm, kinetin 50 ppm 지상부 처리에서 지상부 생육을 촉진하였고, kinetin 50 ppm 처리구의 생근

중과 건근중은 무처리구보다 무거웠으나 TSS 함량은 무처리구보다 낮았다. GA₃ 10 ppm, IAA 10 ppm처리에서 SSa, SSd 및 TSS 함량이 증가되었으며 TSS 함량은 GA₃ 50 및 100 ppm에서 높았다.

4. 무처리에 비하여 정선시호는 6월의 GA₃ 100 ppm, IAA 10 및 50 ppm, kinetin 10 ppm 처리구에서, 삼도시호는 6월의 GA₃ 10 ppm, IAA 10 및 100 ppm 처리구에서 생근중이나 근중은 차이가 없었지만 TSS 함량이 높아 시호생산에 가장 유리한 처리로 판단되었다.

사 사

본 연구는 한국과학재단 지원으로 수행되었음.

LITERATURE CITED

- Agarwal SK, Rastogi RP (1974) Triterpenoid saponins and their genins. *Phytochemistry* 13(12) : 2623-2645.
- Aimi N, Fujimoto H, Shibata S (1968) The chemical studies on oriental plant drugs XYI II. The constituents of *Bupleurum* spp. (3). Saikogenins E and G. *Chem. Pharm. Bull.* 16(3) : 641-646.
- Basu N, Rastogi RP (1980) Triterpenoid saponins and sapogenins. *Phytochemistry* 6(9) : 1249-1270.
- Chandel RS, Rastogi RP (1980) Triterpenoid saponins and sapogenins : 1973-1978. *Phytochemistry* 19(9) : 1889-1908.
- Hosoda K, Noguchi M, Ikenaga T, Hisata Y, Noro Y (1995) Studies on the cultivation of *Bupleurum falcatum* L. (IV) Variation in lignification index of *Bupleurum falcatum* of different geographical origins. *Natural Medicines* 49(1) : 11.
- Hosoda K, Noguchi M (1990) Studies on the cultivation of *Bupleurum falcatum* L. (1) Effects of cultivation condition on the root growth and saponin contents. *Chem. Pharm. Bull.* 38(2) : 436.
- Jeong HJ, Kim KU, Lee SC, Kim GW, Chung GY (1998) Comparison on morphology and saikosaponin contents of *Bupleurum falcatum* produced in Korea and China. *Korean J. Plant Res.* 11(3) : 283-289.
- Kim KS, Chae YA, Lee BH (2000) Comparison of saikosaponin content in *Bupleurum falcatum* L. cultivars, 'Jeongsun' and 'Mishima'. *Korean J. Breeding* 32(3) : 233-238.
- Kim MS, Park GC, Chung BJ, Park TD, Kim CC, Shim JH (1997) Effect of growth regulator C-MH application on growth and root yield in *Bupleurum falcatum* L.. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 5(1) : 62-67.
- Kimata H, Hiyama C, Yaharam S, Tanaka O, Ishikawa O, Aiura M (1979) Application of HPLC to the analysis of drugs : Separatory determination of saponins of *Bupleuri radix*. *Chem. Pharm. Bull.* 27(8) : 1836.
- Kubota T, Tonami F, Hinoh H (1966) The structure of saikogenins A, B, C and D, triterpenoid alcohols of *Bupleurum falcatum* L.. *Tetrahedron Letters* 7(7) : 701-710.
- Kubota T, Hinoh H (1966) Isolation of saikogenin E, a new triterpene from *Bupleurum falcatum* L. *Tetrahedron Letters* 7(39) : 4725-4728.
- Kubota T, Hinoh H (1966) Isolation of saikogenin F, another genuine sapogenin from *Bupleurum falcatum* L. *Tetrahedron Letters* 7 (41) : 5045-5048.
- Kubota T, Tonami F, Hinoh H (1967) Triterpenoids from *Bupleurum falcatum* L. (I) The structure of saikogenins A, C and D. *Tetrahedron Letters* 23(8) : 3333-3351.
- Kubota T, Hinoh H (1968) Triterpenoids from *Bupleurum falcatum* L. (III) : Isolation of genuine sapogenins, saikogenins E, F and G. *Tetrahedron Letters* 24(2) : 675-686.
- Nagoshi K, Odani T, Higashi J (1970) Pharmacognostical studies on *Bupleuri radix* "Saiko" localization and histochemical detection of saponin components. *Shoyakugaku Zasshi* 24(2) : 93-96.
- Park YJ, Seong JD, Kim HY, Suh HS, Shim JW (1994) Root yield and saikosaponin content in local strains of *Bupleurum falcatum* L. *Korean J. Crop Sci.* 39(5) : 453.
- Shon TK, Totok ADH, Yoshida T (1998) Studies on dry matter production and efficiency for solar energy utilization in *Bupleurum falcatum* L. at different plant ages. *Plant Production Science* 1(2) : 113-118.
- Tanaka T, Sakai E, Mizuno M, Kawamura T, Hisata Y, Okuda K, Noro Y, Zheng XZ, Ding F (1988) Cultivation and saikosaponin contents of Guangxi *Bupleurum*. *Shoyakugaku Zasshi* 42 : 236-239.
- Tani T, Katsuki T, Kubo M, Okazaki Y, Arichi S (1987) Histochemistry. IV. Histochemical and chemical characteristics of bolting and non-bolting roots of cultivated *Bupleurum falcatum* L. *Chem. Pharm. Bull.* 35 : 4530-4536.