

작약 축성재배 시기가 절화와 뿌리품질 및 수량에 미치는 영향

배수곤*† · 김주환** · 박상조* · 김재철***

*경상북도농업기술원 신물질연구소, **경상북도농업기술원 상주감시시험장, ***경상북도농업기술원

Influence of Forcing Cultivation Time on Cut Flower, Root Quality, and Yield in Peony (*Paeonia lactiflora* Pall. cv. Taebaek)

Su Gon Bae*†, Jwoo Hwan Kim**, Sang Jo Park*, and Jae Cheol Kim***

*Institute for Natural Products Research Gyeongbuk Agricultural Technology Administration, Uiseong 769-803, Korea.

**Sangju Persimmon Experiment Station, Gyeongbuk Agricultural Technology Administration, Sangju 742-842, Korea.

***Gyeongbuk Agricultural Technology Administration, Daegu 702-708, Korea.

ABSTRACT : Three year-old peony (*Paeonia. lactiflora* Pall. cv. Taebaek) was cultivated in green-house at Jan. 15, Feb. 15, or Mar. 15, respectively. The mean of temperature during the forcing cultivation was higher (air; 1.0~11.1 °C, soil; 1.1~7.4 °C) than that of open-field condition. From sprouting to flowering in peony cultivated at Jan. 15 was about 54 days, which is shorted the cut flower periods (ca. 26 days) compared with the open-field cultivation. However, earlier forcing cultivars were very susceptible to pathogens such as powdery mildew or gray mold. The yield in green house was also lower than in the open-field cultivation. The content of bioactive compounds such as paeoniflorin and albiflorin in green-house cultivars was similar that of open-field cultivars. These results showed the forcing cultivation time of peony at Feb. 15 in green-house was most desirable for commercialization.

Key Words : Cut flower, Forcing cultivation time, *Paeonia lactiflora* Pallas, Yield

서 언

작약은 미나리아제비과 (Ranunculaceae)에 속하는 다년생 속 근성 초본식물로서 우리나라를 비롯한 중국, 일본 등 동양에서는 주로 뿌리를 약재로 이용하고 있으나 미국과 유럽 등 서양에서는 다양한 색깔과 아름다운 꽃 때문에 화훼로 더 많이 재배되고 있다 (Choi, 1994; Kim *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 1998b). 그러나 꽃으로 이용하기 위해 육성된 많은 교잡종과 자연교잡에 의해 나온 변이종들은 절화용, 정원용, 화분용 등 용도별로 구분되어 있지는 않으며 최근에는 *Paeonia*속 내의 종간잡종에 의해서 품종이 나오고 있다 (Choi, 1994). 식물분류상 재배작약은 *Paeonia lactiflora* Pall. (= *P. albiflora* Pall.)에 속하며, 한방에서 작약 근의 약리작용으로 활혈, 진경, 진통, 해열, 혈압강하 등에 효능이 있으며 약효성분으로는 paeoniflorin, albiflorin, oxypaeoniflorin, benzoylpaeoniflorin, benzoic acid와 tannin 등이 알려져 있다 (Choung *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 2007; Park *et al.*, 1988; Park *et al.*, 1993).

우리나라 작약 재배는 수입 자유화 이후 값싼 중국산 작약의 수입증가에 따른 가격하락으로 2003년도 재배면적 170 ha에 생산량은 690M/T에 이르고 있다 (Ministry of Agr. & For., 2004). 지금까지 작약은 주로 약재용으로 국한되어 재배되어 왔으나 국민 생활수준의 향상으로 종교행사와 웨딩장식 등으로 절화 작약의 수요가 많아 앞으로 기대할 수 있는 꽃이다 (Rural Dev. Adm., 1992). 절화 작약은 수명이 10~11일로 짧은 결점이 있고 (Sim *et al.*, 1994) 종묘 구입비가 많이 들지만 한번 구입하여 정식하면 다년간 채화를 계속할 수 있다. 국내 꽃 작약 재배는 '80년도 말경에 일본에서 도입하여 경북 상주에 재배되었으나 인식부족과 재배기술 그리고 판로 등의 어려움으로 상업적 재배가 중단되었으나 (Rural Dev. Adm., 1997), 2002년부터 동절기 절화 작약이 고가로 수입되기 시작하면서 절화재배 농가를 중심으로 재배되기 시작하였다.

근래에는 기존 약재용 작약 재배농가에서 화형이 곱꽃인 검용종 (약재 · 하훼)을 재배하여 뿌리생산 뿐만 아니라 절화를 생산하고 있으며 전국적으로 면적이 확대 재배되면서 성출하

†Corresponding author: (Phone) +82-54-832-9669 (E-mail) bsg1004@gba.go.kr
Received July 10, 2008 / Revised August 19, 2008 / Accepted September 1, 2008

기에 가격하락이 불가피한 실정이다. 작약재배 농가들이 개화 시기를 다르게 하기 위해 조생종 품종재배 (Rural Dev. Adm., 1992) 뿐만 아니라 절화의 안정적 공급과 출하기간을 연장하기 위해 남부지방을 중심으로 하우스 축성재배면적이 증가하고 있으며 또한 조기수확을 위해 축성재배시기가 점차 빨라지고 있으나 이에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 검용종 작약의 하우스 축성재배시기에 따른 지상부 절화의 생육특성과 뿌리의 품질 및 수량 등에 미치는 영향을 구명코자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 축성재배 방법

본 시험은 연구소에서 2006년 10월부터 2년간에 걸쳐 수행되었으며, 공시 품종은 화형이 겹꽃인 3년생 태백작약 (*P. lactiflora* Pall.)을 이용하였다. 재식거리는 60×80 cm로 하여 이랑마다 두둑에는 점적 관수호스를 설치하였고 고랑에는 흑색 부직포를 피복하였다. 작약 축성재배를 위한 비닐하우스 (폭 5.5 m, 높이 2.2 m, 길이 25 m)의 골주는 2006년 10월 하순 기존의 노지 작약재배 포장에 남북방향으로 3동을 설치하였다. 하우스의 비닐 (투명 PE필름, 두께 0.1 mm) 피복은 뿌리의 휴면이 끝난 작약에 2007년 1월 15일, 2월 15일, 3월 15일에 각각 실시하여 6월 1일에 하우스비닐을 모두 제거하였으며, 이 기간 동안 온도관리를 위해 비닐하우스 천정에 Ø50 cm 자동개폐용 환기통을 5 m 간격으로 설치하였고 비닐하우스 양쪽 측면에 지면으로 1.0 m 지점에 권취식 환기시설을 설치하여 조석으로 교체하였다.

2. 기상 및 생육조사

비닐하우스 내 기온과 상대습도는 자동 온·습도 측정계

(TR-72U, T & D, Japan)를 사용하여 비닐하우스 중앙에 지면으로부터 1.5m 높이 지점에 감지센스를 설치하였고, 지온은 자동온도 측정계 (TR-71U, T & D, Japan)의 감지센스를 지하 10 cm 지점에 매설하였으며, 외 기온은 비닐하우스로부터 2.0 m 떨어져서 지면으로부터 1.5 m 높이에 감지센스를 설치하여 매 시간 마다 측정하였다. 출현기는 맹아가 40% 정도 지상부로 출현한 시기로 하였고, 첫 꽃봉오리가 맺히는 시기를 화퇴 형성기로 하였으며 그 꽃봉오리의 크기가 34 mm 정도 일 때 절화시기 (Sim *et al.*, 1994)로 하였고 포기당 전체 경수의 50%를 채화 경수로 하였다. 꽃은 만개 시 크기와 무게를 조사하였고, 기타 생육 및 뿌리수량 조사는 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 의거 실시하였으며, 통계 처리는 SAS package (Version 6.12)를 이용하였다.

3. 뿌리 성분함량 조사

뿌리는 10월 중순에 축성재배 시기별로 각 5포기를 손상되지 않도록 굴취하여 깨끗이 씻고 박피기로 거피한 후, 농업용 열풍건조기를 50℃로 하여 수분함량이 14% 이하까지 건조시킨 후 시료로 이용하였다. 뿌리 유효성분인 paeoniflorin, albiflorin의 정량 및 추출은 건조된 분쇄시료 50 mg에 증류수 50 ml를 첨가하여 초음파 추출법으로 30분간 추출한 다음 상층 액을 0.45 µm membrane filter로 여과하였고 이 여액을 HPLC (Waters 510, Waters, U.S.A)로 분석하였다. HPLC의 분석은 µ-Bondapak C₁₈ (3.9×300 mm, 10 µm) 역상칼럼을 이용하였으며 이동상은 Acetonitrile과 초순수를 2:8로 혼합하여 1 ml/min의 유속으로 UV 234 nm에서 검출하였다.

결과 및 고찰

작약재배 기간 중 순별 기상 변화는 Fig. 1과 같이, 평균

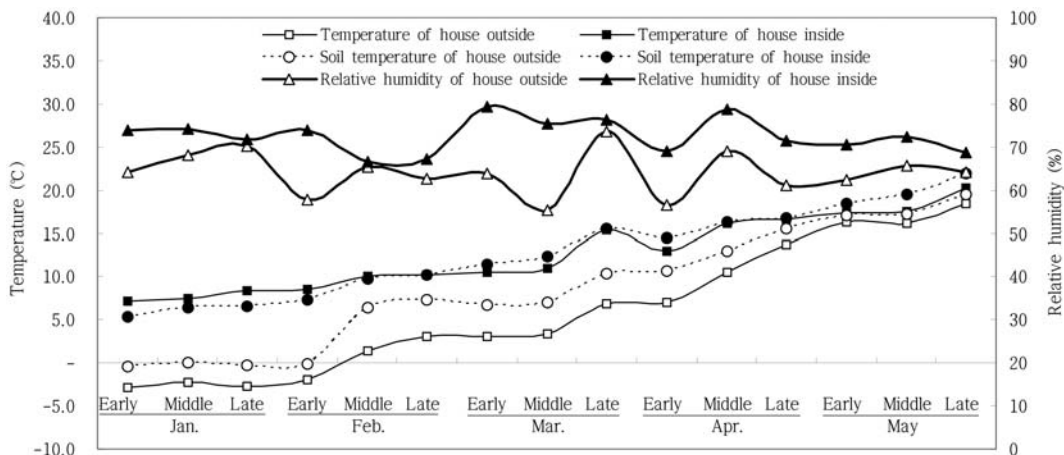


Fig. 1. Fluctuations of mean air temperature and relative humidity on the inside and the outside of green-house during the peony cultivation. Air temperature and relative humidity was plotted as an average of ten days.

작약 축성재배 시기가 절화 및 뿌리특성에 미치는 영향

기온과 지온은 조사 기간이 경과 될수록 점차 상승하였고 축성재배하우스 내의 평균 기온과 지온은 외부보다 모두 높았으며 기온과 지온의 차는 하우스 내부보다 외부가 심하였고, 평균 상대습도는 축성재배하우스의 내부가 높았으나 변화폭은 외부가 심하게 나타났다. 이와 같이 동절기 축성재배 하우스 설치로 평균 기온은 1.0~11.1°C, 지온은 1.1~7.4°C 노지재배보다 높일 수 있어 온도상승 효과가 높은 것으로 나타났다. 그러나 축성재배 작약은 휴면타파 후 자연일장에서 온도가 10~25°C로 유지되어야 줄기신장과 출퇴 및 개화를 촉진시키며 야간온도가 5°C 높아질수록 10일정도 개화가 촉진되었다 (Rural Dev. Adm., 2002)고 하여, 2월 중순 이전까지는 축성재배 하우스의 적정온도 확보가 어려운 것으로 나타나 생육과 개화에 불리한 것으로 사료된다.

축성재배시기에 따른 맹아 출현일은 1월 15일 하우스 축성재배가 2월 23일로 가장 빨랐고 다음으로 2월 15일과 3월 15일 하우스 축성재배 그리고 노지 (대조) 재배 순으로 나타났다 화퇴 형성일도 비슷한 경향을 보였다. 채화는 1월 15일 하우스 축성재배가 4월 18일로 노지재배보다 26일 촉진되었고, 채화 소요일수와 적산온도는 1월 15일 하우스 축성재배에서 각각 54일, 748.8°C로 가장 많았으며 축성재배 시기가 늦어질수록 감소되어 노지재배는 채화 소요일수 43일 적산온도 709.1°C로 가장 적었다 (Table 1). 이와 같이 노지재배보다 하우스 축성재배에서 시기가 빠를수록 맹아 출현과 화퇴 형성이 촉진된 것은 하우스 설치에 따른 저온기의 조기 온도상승 (Fig. 1)에 기인되며, Kim et al. (1998a)은 6월 초순까지의 온도가 지상부 생육촉진에 큰 영향을 미친다고 하였다. 채화일수가 축성재배 한 일수만큼 빨라지지 않는 것은 축성재배 시기가 빠를수록 온도가 낮아 적산온도에 도달하는 기간이 늘

어났기 때문이며, Kim et al. (1996)은 개화기가 여름에 가까울수록 생육이 촉진되었다고 하여 본 연구결과를 뒷받침하였다.

축성재배시기에 따른 개화시의 지상부 생육은 Table 2와 같다. 포기당 생 체중은 노지재배가 406 g로 1월 15일과 2월 15일 하우스 축성재배보다 각각 69 g, 53 g 무거웠다. 경장은 노지재배가 83.3 cm로 1월 15일과 2월 15일의 하우스 축성재배보다 각각 4.6 cm, 4.9 cm 길었고, 경 직경은 시기별 하우스 축성재배보다 노지재배가 유의하게 높은 경향을 보였다. 포기당 경수와 개화 경수는 노지재배가 시기별 하우스 축성재배와 높은 유의성을 나타내었고 개화율은 노지재배가 68.3%로 가장 높았다. 이와 같이 생 체중, 경장, 경 직경이 노지재배에서 높은 것은 개화시기가 늦어질수록 영양생장 기간이 길어져 지상부의 생육촉진으로 이어졌고 이것이 경수와 개화 경수의 증가에 기인한 것이기 때문이다. 따라서 하우스 축성재배는 생육환경이 노지재배보다 불리하여 기본영양생장이 충실하지 못하여 재배시기가 빠를수록 생육이 떨어진 것으로 생각된다. Kim et al. 1996)은 생육이 가장 왕성한 개화기 전후에 생육환경이 불량하면 양·수분의 흡수가 낮아 작약의 지상부 생육이 떨어졌다고 하였고, 맹아 출현 후 온도가 낮으면 줄기가 짧고 가늘어지며 개화율이 낮아졌다 (Rural Dev. Adm., 2002)고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. 절화작약은 줄기가 굵어야 개화 시 도복에 강하고 길어야 품질이 우수하다 (Kim et al., 1999)고 하여 하우스 축성재배 시 지나친 조기재배는 절화의 상품성을 떨어지게 하는 것으로 나타났다.

축성재배시기에 따른 만개 시 꽃의 생육특성을 조사한 결과 Fig. 2와 같이, 화폭은 1월 15일과 2월 15일 그리고 3월 15일 하우스 축성재배가 각각 11.2 cm, 11.6 cm, 12.4 cm로 노지재배의 14.8 cm와 높은 유의성을 보였고, 화고도 비슷한 경향

Table 1. Effect of forcing cultivation time on sprouting and flower of the peony.

Forcing cultivation time	Date			Days from sprouting to cut flower	Cumulative temperature [†] (°C)
	Sprouting	Flower bud formation	Cut flower		
Jan. 15	Feb. 23	Mar. 25	Apr. 18	54	748.8
Feb. 15	Mar. 10	Apr. 2	Apr. 30	51	746.7
Mar. 5	Mar. 25	Apr. 10	May 9	45	736.5
Open field	Apr. 1	Apr. 22	May 14	43	709.1

[†]Cumulative temperature : sprouting to cut flower.

Table 2. Growth characteristics of above ground part according to the forcing cultivation time of the peony.

Forcing cultivation time	Top fresh weight (g/plant)	Stem		No. of stem (ea./plant)			Ratios of flower stem (%)
		Length (cm)	Diameter (mm)	Total	Flower	Cut flower	
Jan. 15	337 b [†]	78.7 b	6.1 b	14.9 b	7.5 c	7.5 b	50.3
Feb. 15	353 b	78.4 b	6.1 b	15.3 b	9.2 b	7.6 b	60.1
Mar. 5	368 ab	80.9 ab	6.4 b	15.1 b	9.2 b	7.6 b	60.9
Open field	406 a	83.3 a	8.4 a	16.4 a	11.2 a	8.2 a	68.3

[†]Mean separation within columns by DMRT at the 5% level.

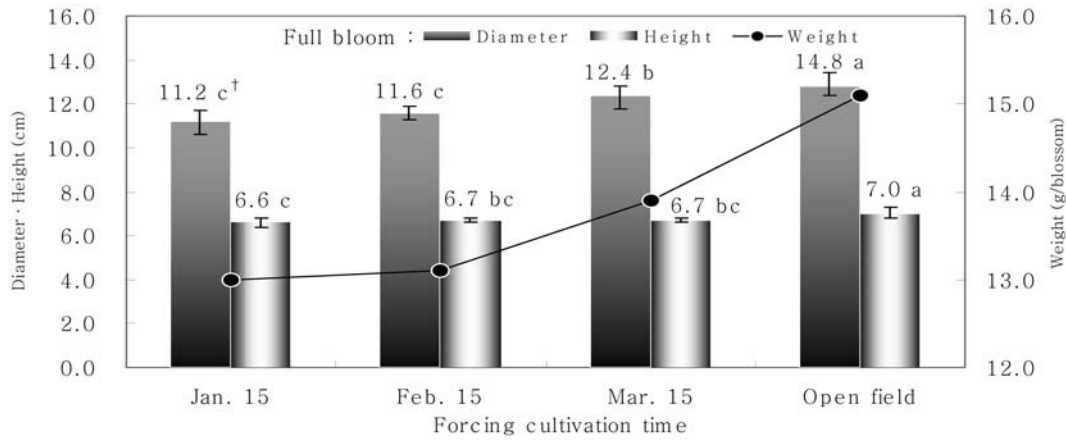


Fig. 2. Growth characteristics of flower according to the forcing cultivation time of the peony.
[†]Mean separation within columns by DMRT at the 5% level.

Table 3. Occurrence degrees of disease according to the forcing cultivation time of the peony.

Forcing cultivation time	Occurrence degrees of disease (0~9) [†]				
	Powdery mildew	Gray mold	Anthraco-nose	Leaf spot	Rust
Jan. 15	7	5	1	3	1
Feb. 15	7	5	1	3	1
Mar. 5	7	5	1	3	1
Open field	3	1	1	3	1

[†]0 : no infection or resistant, 1 : 1~5%, 3 : 6~15%, 5 : 16~30%, 7 : 31~50%, 9 : more than 51% or susceptible.

Table 4. Root quality and yield according to the forcing cultivation time of the peony.

Forcing cultivation time	Top root		No. of root (ea./plant)	Root yield (kg · 10a ⁻¹)		Yield index
	Length (cm)	Diameter (mm)		Fresh weight	Dry weight	
Jan. 15	34.6 b [†]	19.4 b	34.8 a	1,628 c	718 c	84
Feb. 15	35.1 b	19.8 b	35.4 a	1,643 c	729 c	85
Mar. 5	35.4 b	19.8 b	35.0 a	1,707 b	795 b	93
Open field	41.5 a	21.5 a	33.7 a	1,771 a	857 a	100

[†]Mean separation within columns by DMRT at the 5% level.

을 보였으며, 화중은 노지재배가 15.1 g로 시기별 하우스 축성재배보다 1.2~2.1 g 무거워서 만개 시 꽃의 생육이 더 좋았다. 이와 같이 노지재배의 꽃이 크고 무거운 것은 축성재배시기가 늦어질수록 지상부의 줄기생육이 좋아 (Table 2) 이것이 만개 시 꽃의 생육촉진으로 이어졌기 때문이다. 만개 시 작약 꽃의 화폭은 10.0 cm 이상 되고 화고는 높아야 절화용으로 적합하다 (Rural Dev. Adm., 1997; 2002)고 보고하여, 하우스 축성재배 시 고품질의 절화생산을 위한 장간 대륜형 신품종 육성이 요구되는 것으로 나타났다.

축성재배시기에 따른 병 발생은 Table 3과 같다. 시기별 하우스 축성재배에서 흰가루병과 잿빛곰팡이병의 발생 정도는 각각 7과 5로 노지재배보다 모두 높았으며, 탄저병과 점무늬병 그리고 녹병의 발생은 축성재배로 인한 증가 현상은 없었으며 발생 정도는 점무늬병은 3이었으나 탄저병과 녹병은 모

두 1로 매우 낮았다. 이와 같이 시기별 하우스 축성재배에서 흰가루병과 잿빛곰팡이병의 발생 정도가 노지재배보다 높은 것은 조기채화 (Table 1)에 따른 식물체의 노화촉진과 온도를 높이기 위하여 시설 내 지나친 밀폐에 따른 환기불량과 저온 다습 등에 기인하는 것으로 추정된다. 잿빛곰팡이병은 생육 초·중기의 저온 시 발생이 심하고 흰가루병은 경엽이 무성하면 통풍이 불량하여 발병과 증식이 조장되었다 (Park et al., 1996)고 하여 본 연구 결과를 뒷받침 하였다. 따라서 시기별 하우스 축성재배에서 흰가루병과 잿빛곰팡이병의 발생이 탄저병과 녹병 보다 높게 나타나 온·습도 등의 기상환경에 더 민감한 것으로 생각되며 지상부 생육 저하의 주 요인으로 여겨진다.

축성재배시기에 따른 뿌리 특성과 수량은 Table 4와 같다. 주 근장과 주 근경은 노지재배가 시기별 하우스 축성재배보다

작약 축성재배 시기가 절화 및 뿌리특성에 미치는 영향

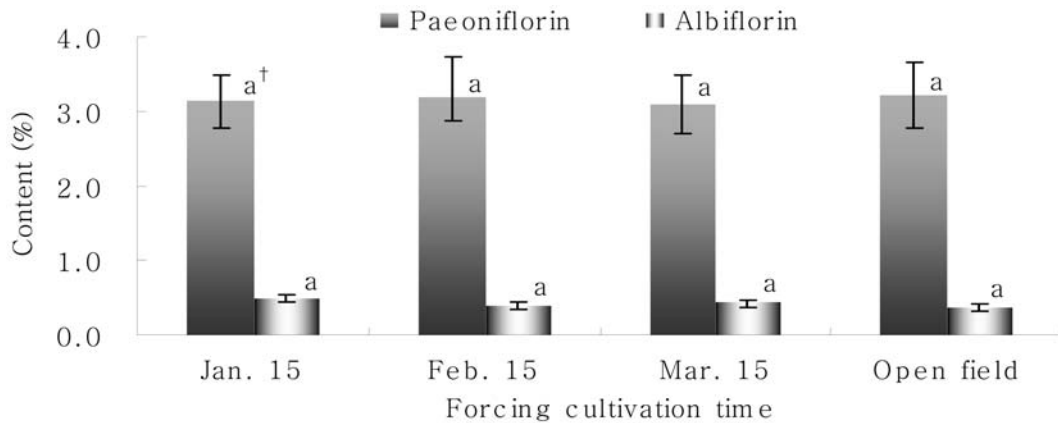


Fig. 3. Paeoniflorin and albiflorin content (% of dry root) of root according to the forcing cultivation time of the peony.
 † Mean separation within columns by DMRT at the 5% level.

Table 5. Production cost and income according to the forcing cultivation time of the peony in 2007.

(Unit : Thousand Won·10a⁻¹)

Forcing cultivation time	Gross income (A)			Production cost (B)	Income (A-B)
	Total	Cut flower	Dry root		
Jan. 15	27,722	25,848	1,874	17,662	10,060 (193) [†]
Feb. 15	24,462	22,106	2,356	13,870	10,592 (203)
Mar. 5	18,522	15,571	2,951	11,860	6,662 (128)
Open field	11,451	7,721	3,730	6,240	5,211 (100)

† () : Index.

모두 유의하게 증가하였으나 포기당 근수는 일정한 경향이 없었다. 생근 수량은 노지재배가 1,771 kg·10a⁻¹로 가장 많아 1월 15일과 2월15일 하우스 축성재배 그리고 3월 15일 하우스 축성재배와는 높은 유의성을 보였고 건근 수량도 같은 경향을 보였다. 이와 같이 축성재배 시기가 빠를수록 뿌리생육과 수량이 낮은 것은 조기채화 (Table 1)와 병 발생증가 (Table 3)로 인한 지상부 생육 저하와 엽 면적 감소로 동화양분의 지하부 전이가 낮고, 저온기 생육불량이 뿌리 신장과 비대에 불리하여 상대적으로 가는 뿌리가 많아 수량의 저하로 이어졌기 때문이다. 뿌리 수량에 영향을 미치는 근장은 4월 이후에 급격히 신장되었고 근경은 6월 상·중순에 비대가 가장 촉진되었다 (Kim *et al.*, 1999; Park *et al.*, 1997)고 하여 하우스 축성재배는 근의 신장과 비대에 불리한 것으로 생각된다. 따라서 뿌리 수량이 시기별 하우스 축성재배에서 적은 것은 수량에 절대적 영향을 미치는 근장과 근경 (Kim, 2002; Kim *et al.*, 2000)이 노지재배보다 작아 감소한 것으로 사료된다.

축성재배시기에 따른 작약 뿌리의 paeoniflorin 함량은 3.08~3.22%, albiflorin 함량은 0.38~0.49%로 성분함량은 처리간 유의성이 없었다 (Fig. 3). 이와 같이 축성재배시기에 따른 성분함량의 차이가 없는 것은 조기 채화와 병 발생 등으로 생육이 저하됨으로써 개화기 전후에 가장 높았던 paeoniflorin (Park *et al.*, 1997; 2000)이 건전한 식물체처럼 뿌리 신장과

비대에 영향을 미치지 못하고 뿌리에 남아 있었기 때문에 함량은 큰 차이가 없었던 것으로 생각된다. 작약 뿌리의 paeoniflorin 함량은 병해와 한발 등으로 적습유지가 되지 않아 불량한 환경 조건하에서 생육한 뿌리에서도 성분함량은 떨어지지 않았다 (Park *et al.*, 1997)고 보고하여 본 연구 결과를 뒷받침하였다.

그러나 Park *et al.* (1993)과 Kwang & Choung (1994)은 뿌리가 굵을수록 paeoniflorin과 albiflorin 함량이 높았다고 하였으나, 뿌리가 가장 굵은 노지재배 (Table 4)와 차이가 없어 앞으로 성분함량에 대한 체계적인 연구 검토가 요구된다.

축성재배시기에 따른 경제성 분석 결과는 Table 5와 같이, 조수입은 축성재배 시기가 빠를수록 증가하였고 이중 절화 수입이 67.4~93.2%로 높은 비중을 차지하였으며 생산비는 노지재배에서 가장 낮았고 소득은 2월 15일 하우스 축성재배에서 가장 높았다. 이와 같이 1월 15일 하우스 축성재배에서 오히려 소득이 낮은 것은 저온기 지나친 조기채배에 따른 뿌리수량의 감소 (Table 4)와 경영비의 증가에 기인하는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면 작약 하우스 축성재배는 동절기 온도를 상승시켜 노지재배보다 절화시기를 촉진시키는 것으로 나타났으나, 초기 생육환경 불량으로 영양생장이 충실하지 못하여 지상부의 생육이 떨어졌으며, 이것이 지하부의 뿌리 생

육 저하와 수량 감소로 이어졌다. 따라서 작약 육성재배시기가 빠를수록 절화의 생산 시기는 촉진되었으나 지하부의 뿌리 수량은 감소하는 것으로 나타났다.

LITERATURE CITED

- Choi SJ.** (1994). Selection of superior peony varieties for ornamental use. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*. 35:665-674.
- Choung MG, Kang KH and Kwack YH.** (1999). The changes of bioactive component concentrations in different aged-peony (*Peaonia lactiflora* Pall.) root. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 7:193-199.
- Kim HT, Park YJ, Seong JD, Suh HS and Hahn SJ.** (1996). Forcing of herbaceous peony (*Peaonia lactiflora* PALLAS). *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 4:187-192.
- Kim JC.** (2002). Studies of phylogenetic classification of peony by multivariate and RAPD analysis and their cross compatibility. PhD Thesis. Andong National Univ., Andong. p. 21.
- Kim JC, Hwang HB, Kim JH, You OJ, Park SD and Choi BS.** (1996). Changes of growth phase by cultivation year and growth stage in *Peaonia lactiflora*. *RDA. Journal Agricultural Science*. 38:192-197.
- Kim JC, Kim KJ, Park SD and Park JH.** (2006). Effect of spring planting time on growth and drying root yield of *Peaonia lactiflora* Pall. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 14:19-22.
- Kim KJ, Park SD, Park JH, Shin JH, Kim JC and Choi BS.** (2000). Changes of root yield and paeoniflorin content affected by harvesting times in peony (*Peaonia lactiflora*). *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 8:58-63.
- Kim SJ, Kim JH, Park JH, Park SD and Choi BS.** (1999). Variation of growth characteristics in natural crossed population of *Peaonia lactiflora* Pallas. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 7:177-184.
- Kim SJ, Park JH, Choi SY, Son KO and Kim KU.** (2007). Isolated identification of biological activity compounds from leaves and stem of *Paeonia lactiflora* Pallas. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:6-11.
- Kim SJ, Park JH, Kim KJ, Kim BG, Park SD and Choi BS.** (1998a). Effects of vinyl mulching on growth and quality of peony (*Peaonia lactiflora* PALLAS). *RDA. Journal Agricultural Science*. 40:23-28.
- Kim SJ, Park JH, Kim KJ, Park SD and Choi BS.** (1998b). Effects of divided crown size on the growth and quality of *Peaonia lactiflora* Pallas. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 6:198-203.
- Kwang KH and Choung MG.** (1994). Difference in contents of chemical components in radix of *Peaonia lactiflora* Pall. with root diameters. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 2:149-153.
- Ministry of Agriculture and Forestry.** (2004). *Industrial Crops. statistics.*
- Park IH, Lee SR, and Jeung HT.** (1988). *Medical Plant Cultivation.* Sunjinmunhwasa Press. Seoul. Korea.
- Park SD, Kim KJ, Kim JC, Kim SJ, Ryu JK and Kim HK.** (2000). Changes of root yield and paeoniflorin content by cultivated year and blight time of top in peony (*Paeonia lactiflora* Pallas). *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 8:151-156.
- Park SD, Kim KJ, You OJ, Kim SJ, Kim JC and Shin JH.** (1996). Incidence of major diseases on *Paeonia lactiflora* PALLAS. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 4:236-240.
- Park SD, Kim SJ, Kim JC, Kim KJ, Shin JH and Choi BS.** (1997). Effect of leaf and stem blight on growth and root yield of *Paeonia lactiflora* Pallas. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 5:206-210.
- Park YJ, Kim HY, Suh HS, Shim JW and Lee SK.** (1993). Distribution of medicinal constituents and content variations in peony roots. *Korean Journal of Breeding Science*. 25:146-150.
- Rural Development Administration.** (1992). *Cultivation technique of cut flower.*
- Rural Development Administration.** (1997). *Breeding of new variety of peony as a combined medicinal and flowering plant.*
- Rural Development Administration.** (2002). *Agriculture scientific technical book.*
- Sim YG, Han YY, Song IK, Yoon JT and Choi BS.** (1994). Studies on the optimum harvesting stage and effect of floral preservatives on cut flower of peony (*Peaonia spp*). *RDA. Journal Agricultural Science*. 36:440-446.