

중국 목단재배종의 채취시기 및 부위별 Paeonol과 Paeoniflorin의 함량변화

최 경* · 趙飛** · 李玉花** · 최준원*** · 이학주*** · 권영한* · 박광우*†

*국립수목원, **중국동북임업대학, ***국립산림과학원

Changes of Paeonol and Paeoniflorin Contents in Chinese Moutan (*Paeonia suffruticosa* Andrews) Cultivars with Different Harvesting Times and their Parts

Kyung Choi*, Fei Zhao**, Yuhua Li**, Jun-Won Choi***, Hak-Ju Lee***, Yeong Han Kwon*, and Kwang Woo Park*†

*National Arboretum, Gyeonggi-do, 487-821, Korea.

**Northeast Forestry Univ., Harbin 150040, China.

***Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea.

ABSTRACT : We analyzed six cultivars of Chinese Moutan, *Paeonia suffruticosa* Andrews, using HPLC for the investigation of appropriate root harvesting time and distributions of paeonol and paeoniflorin according to the seasonal changes. The contents of paeonol remained nearly constant at different harvesting times. However, the paeoniflorin contents have changed significantly during the harvesting time. These showed the increasing tendency in May, July and September. We compared the distribution of two compounds between two cultivars with different flower forms, Dan Feng and Wu Long Feng Sheng. The contents of paeonol were very low in the leaf and annual shoot. This tendency was not changed during five harvesting times. But the paeoniflorin existed abundantly in the leaf and root. The contents of paeoniflorin in the leaf were highest in May, and gradually decreased.

Key words : Chinese Moutan, *Paeonia suffruticosa* Andrews, paeonol, paeoniflorin, HPLC

서 언

목단 (*Paeonia suffruticosa* Andrews)은 작약과 (Paeoniaceae)에 속하는 중국원산의 낙엽소관목이다. 목단은 꽃이 가지는 관상학적 가치와 식물체가 가지는 약학적 가치로 인해 King of flowers, Queen of herbs라 불리기도 한다. 목단의 부위중 약재로 사용되는 부위는 뿌리로 목단피라 불리우며, 한방에서는 주로 진통, 진정, 소염 및 부인병의 치료에 이용되며, 혈액순환개선을 위한 약에 첨가되기도 한다. 중국에서는 목단피를 연간 250만 kg 정도를 생산하며, 이중 20%를 수출하고 있다 (Zhao, 2000). 목단의 뿌리에는 paeonol, paeonoside, paeonolide, paeoniflorin, oxypaeoniflorin, benzoylpaeoniflorin 등이 포함되어 있다 (Li, 1988). Paeonol은 목단피의 주성분으로, 통풍·류마티즘 관절염의 진통, 피부발진에 대한 항염증 효과 등이 있으며 (Wang et al., 1994), 또한 목단피의 특이

한 향기와 매운맛을 만들어내는 방향물질이기도 하다. 쓴맛을 내는 monoterpene glycoside인 paeoniflorin은 목단을 포함한 작약속 전 분류군에서 나타나며, 진정, 진경, 항염증 효과를 가지는 것으로 밝혀져 있다 (Yu et al., 1985; Xu & Wang, 1989).

목단에 대한 연구는 외국에서 다수 수행되어졌다. 이들 분류군들에 대한 분류학적 연구 뿐 만 아니라 약리성분에 대한 다각적인 분석도 함께 행해졌다. 특히 중국 내에서는 오랜 재배역사와 더불어 목단의 분류학적인 특수성에 의해 목단의 기원, 품종변화, 분류, 재배 생리학적 연구 및 약리성분에 대한 연구 등 여러 분야에서 다수의 연구가 이루어져 왔다 (Yu & Yang, 1962; Liu, 1987; Li, 1989; Pei & Hong, 1995; Lin et al., 1996; Hosoki et al., 1997; Hong & Pan, 1999; Sarker et al., 1999; Dean & Liu, 2000; Wu et al., 2003; Zhang et al., 2003).

국내에서 이루어진 목단에 대한 연구는 목단을 포함한 한국

†Corresponding author: (Phone) +82-31-540-1035 (E-mail) park1035@foa.go.kr
Received December 8, 2004 / Accepted February 19, 2005

산 작약속의 분류학적 연구, 외국에서 도입한 품종간의 생육 특성검정, 시비에 따른 목단의 수확량, 목단피에서 추출한 성분 등에 관한 연구, 목단피의 항염증효과 기작에 대한 연구 등이 있다 (Harn & Lee, 1976; Chang, 1977a, b; Park *et al.*, 1998; Kim & Song, 2000; Oh *et al.*, 2003). 또한 일부 약용식물 추출물의 항산화 반응성을 확인하기 위한 실험재료로서 목단피가 사용되기도 하였다 (Lee *et al.*, 2003).

HPLC를 이용하여 작약속 식물을 대상으로 한 paeonol과 paeoniflorin의 추출 및 검출조건에 대한 실험도 다수 수행되어져 왔다 (Dean & Liu, 2000; Choung & Kang, 1994). HPLC를 이용하여 이러한 약리성분의 양을 측정하는 것은 명확하면서도 정확한 방법임이 실험적으로 증명되어 있다 (Zhou *et al.*, 1998). 또한 paeonol과 paeoniflorin 등은 그 뿌리의 채취시기와 처리방법에 따라 함유량이 차이가 나는 것으로 알려져 있다 (Choung & Kang, 1994; Park *et al.*, 1998; Choung *et al.*, 1999).

현재까지 수행된 성분 연구를 종합해보면, 목본성인 목단에서는 paeonol 성분을 대상으로, 초본성인 작약류에서는 paeoniflorin 성분을 대상으로 주로 연구가 수행되어져 왔으며, 목단을 대상으로 paeoniflorin의 함량 변화에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 또한 목단의 재배품종들 사이에서 두 성분의 함량에 대한 비교연구도 거의 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 중국에서 일반적으로 약재 및 관상용으로 재배되고 있는 6종류의 목단품종을 대상으로 HPLC를 이용하여 채취시기에 따른 뿌리부위의 paeonol과 paeoniflorin의 함량 변화를 추적하여 적절한 채취시기에 대한 정보를 제공하고자 한다. 또한 화형 연화정도가 다른 두개의 품종을 대상으로 잎, 줄기, 뿌리 등에서 계절적으로 변화하는 이들 성분의 분포를 파악하여 뿌리를 제외한 다른 부분의 이용성도 함께 제고해 보고자 한다.

재료 및 방법

실험에 사용된 목단은 중국 Shandong성 Heze시 목단연구소 (Peony Research Institute of Heze)에서 재배하고 있는 재배종 중 화형의 연화정도가 각기 다른 3년생 6종류로 5월에서 9월까지 5회에 걸쳐 뿌리를 1 kg 이상 채취하였으며, 6개 품종 중 두 종류에 대해서는 잎과 줄기를 각각 500 g씩 함께 채취하였다. 재배종들의 화형은 中國牡丹品種圖志 (1998)에 근거하였다 (Table 1). 채취한 시료들은 40°C 이하에서 음건한 후, 그물망에 넣어 보관하였다. 건조된 시료들은 분쇄기로 갈아, 미세분말로 만든 후, 분말 45 mg을 증류수 1 ml과 함께 E-tube에 넣고 섞은 후, 30°C에서 1시간동안 초음파로 추출하였다. 내부표준물질 (methyl-p-hydroxybenzoate, Sigma M50109, 83.3 µg)을 각 시료에 첨가하여 잘 섞은 후, 원심분리하였다. 상층액을 20 µl 씩 HPLC (Hewlett Packard 1100 series

Table 1. Tree peony samples used for HPLC from Peony Research Institute of Heze in Shandong province, China.

Cultivar name	Flower form	Parts
Dan Feng	Single form	Root, Leaf, Annual shoot
Rou Fu Rong	Chrysanthemum form	Root
Wu Long Peng Sheng	Hundred proliferate-flower form	Root, Leaf, Annual shoot
Jin Xiu Qiu	Crown proliferate-flower form	Root
Zhu Sha Lei†	Lotus form	Root
Hu Hong	Crown form	Root

† Samples were collected five times from May to September. Zhu Sha Lei was only collected four times.

Table 2. HPLC operating conditions for the analyses of paeoniflorin and paeonol in *P. suffruticosa* Andrews.

Column	Waters Symmetry 7 µC-18 reversed phase
Detector	UV 280 nm
Mobile phase	15% CH ₃ CN (20 min.) 85% H ₂ O, linear gradient to 100% CH ₃ CN (20 min.), 100% CH ₃ CN (5 min.)
Flow rate	0.6 ml/min.

system, 국립산림과학원에 직접 주입하였다. 분석시 사용한 HPLC 조건은 Table 2와 같다. 시료중의 paeoniflorin과 paeonol의 함량은 일본의 Wako chemical의 표준물질 (Paeoniflorin standard 167-11711, Paeonol standard 169-12871)을 이용하여 검량식을 만든 후, 아래의 식을 이용하여 HPLC chromatogram으로부터 얻은 영역을 정량화하여 얻었다.

$$\text{Equation : Amount of Paeoniflorin or Paeonol (\%)} \\ = (AWs \times 100)/(AsWK)$$

A = chromatographic area of paeoniflorin or paeonol in samples

As = chromatographic area of internal standard added to the samples

Ws = Weight of internal standard added to the samples (mg)

W = oven dry weight of sample (mg)

K = calibration factor for paeoniflorin or paeonol

Calibration factor(K) 값은 표준물질들 동일조건하에서 HPLC에 주입하여 나온 값을 이용하여 얻었다. 모든 측정값들은 2회 반복 실험하여 나온 값을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 채취시기에 따른 품종별 약리성분의 함량 변화

Paeonol은 6개 품종 모두 개화기인 5월에 가장 높은 값을

나타내고 가을로 갈수록 약간씩 감소하는 경향을 보였다. 또한 품종간에도 5월에 단관형 화관을 가지는 Dan Feng이 1.85%로 가장 높은 값을 나타내고, 만첩형 화관의 Wu Long Peng Sheng이 1.55%로 가장 낮은 값을 보였다. Zhu Sha Lei는 다른 품종들과 달리 9월에 채취된 뿌리에서 추출된

paeonol 함량이 매우 낮게 나타났다 (Table 3, Fig. 1).

Paeoniflorin은 5월에 채취를 하지 못한 Zhu Sha Lei를 제외한 5개의 품종이 개화기인 5월에 가장 높은 값을 보이다가 서서히 감소하기 시작하여 6월에는 감소, 7월에는 증가, 8월에는 감소하다가 9월에는 다시 증가하는 경향을 보였다. Wu

Table 3. Changes in Paeoniflorin and Paeonol contents in Moutan radix with the different harvesting times in six cultivars.

Sample name	Harvesting time	Sample amount (mg)*	Paeoniflorin		Paeonol		Paeoniflorin in samples (%)**	Paeonol in samples (%)**
			Amt (mg)**	Stev	Amt (mg)**	Stev		
Wu Long Peng Sheng (Hundred proliferate-flower form)	May 15	43.26	1.32	0.16	0.67	0.009	3.05	1.55
	Jun. 23	44.94	0.96	0.01	0.61	0.003	2.14	1.36
	Jul. 20	44.59	1.12	0.01	0.66	0.024	2.51	1.48
	Aug. 28	45.07	0.71	0.039	0.57	0.011	1.58	1.26
	Sep. 14	46.61	1.03	0.003	0.60	0.012	2.21	1.29
Dan Feng (single form)	May 15	42.79	2.46	0.13	0.79	0.054	5.76	1.85
	Jun. 23	43.22	1.58	0.01	0.78	0.033	3.65	1.80
	Jul. 20	45.12	2.00	0.01	0.76	0.013	4.43	1.68
	Aug. 28	45.41	1.60	0.007	0.65	0.001	3.52	1.43
	Sep. 14	47.51	2.55	0.175	0.68	0.006	5.37	1.43
Rou fu rong (Chrysanthemum form)	May 15	45.03	2.07	0.03	0.78	0.047	4.60	1.73
	Jun. 23	43.16	0.90	0.04	0.61	0.022	2.10	1.41
	Jul. 20	44.45	1.10	0.14	0.69	0.023	2.46	1.55
	Aug. 28	45.43	0.90	0.002	0.58	0.008	1.98	1.28
	Sep. 14	47.96	2.05	0.084	0.63	0.012	4.27	1.31
Hu Hong (Crown form)	May 15	44.18	2.88	0.12	0.81	0.010	6.52	1.83
	Jun. 23	43.53	1.01	0.03	0.71	0.015	2.32	1.63
	Jul. 20	45.77	2.45	0.11	0.76	0.025	5.36	1.66
	Aug. 28	46.80	1.93	0.048	0.68	0.002	4.12	1.45
	Sep. 14	46.59	2.10	0.004	0.64	0.068	4.51	1.37
Jin Xiu Qiu (Crown proliferate-flower form)	May 15	44.17	2.90	0.22	0.69	0.005	6.57	1.56
	Jun. 23	43.90	1.21	0.03	0.67	0.019	2.77	1.53
	Jul. 20	43.81	1.79	0.03	0.69	0.009	4.08	1.57
	Aug. 28	45.70	1.30	0.056	0.67	0.001	2.84	1.47
	Sep. 14	46.31	1.37	0.102	0.62	0.007	2.96	1.34
Zhu Sha Lei (Lotus form)	Jun. 23	44.54	1.69	0.08	0.73	0.001	3.79	1.64
	Jul. 20	40.76	2.49	0.01	0.69	0.010	6.11	1.69
	Aug. 28	45.57	2.29	0.045	0.67	0.017	5.03	1.47
	Sep. 14	45.71	2.93	0.114	0.01	0.000	6.41	0.02

* : oven dry weight of sample, ** : data were the average value of duplicate.

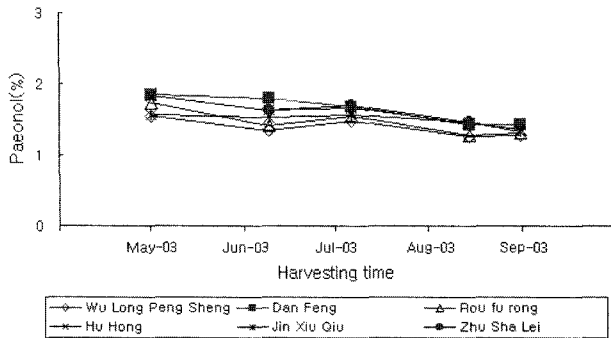


Fig. 1. Comparison of paeonol concentration in six cultivars of tree peony with the different harvesting times.

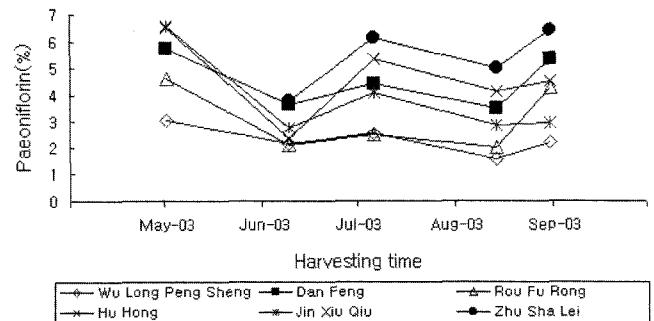


Fig. 2. Comparison of paeoniflorin concentration in six cultivars of tree peony with the different harvesting times.

Long Peng Sheng은 paeoniflorin 함량이 1.58~3.05%로 6개 품종중 가장 낮았다. Hu Hong과 Jin Xiu Qiu는 5월에 6.5%로 가장 높은 함량을 가지는 것으로 나타났다. Zhu Sha Lei는 9월에 채취한 뿌리에서 paeonol이 매우 낮은 값을 가지는 것으로 나타난 반면 paeoniflorin의 양은 6.41%로 매우 높게 나타났다 (Fig. 2).

2. 채취시기에 따른 식물체 부위별 성분의 분포

Dan Feng과 Wu Long Peng Sheng의 채취시기에 따른 부위별 paeonol 및 paeoniflorin의 양을 비교하였다 (Table 4). 두 품종 모두 paeonol은 뿌리를 제외한 잎과 줄기부분에는 0.02~0.29%로 아주 미량으로 존재하며, 계절적으로 이러한 경

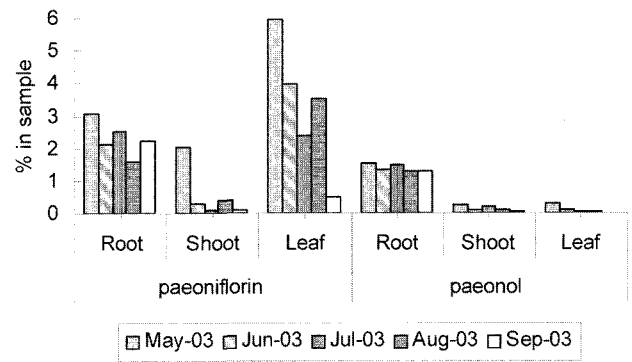


Fig. 3. Comparisons of paeoniflorin and paeonol contents in leaves, annual shoots and roots of Wu Long Peng Sheng with the different harvesting times.

Table 4. Changes in Paeoniflorin and Paeonol contents in Moutan radix with the different parts in two cultivars.

Sample name	Harvesting time	Part	Sample amount (mg)*	Paeoniflorin			Paeonol		Paeoniflorin in samples (%)**	Paeonol in samples (%)**
				Amt (mg)**	Stev	Amt (mg)**	Stev			
Wu Long Peng Sheng (Hundred proliferate-flower form)	May 15	Root	43.26	1.32	0.16	0.67	0.009	3.05	1.55	
		Ann.shoot	43.88	0.88	0.06	0.10	0.004	2.01	0.23	
		Leaf	45.07	2.68	0.04	0.13	0.002	5.94	0.29	
	Jun. 23	Root	44.94	0.96	0.01	0.61	0.003	2.14	1.36	
		Ann.shoot	43.04	0.13	0.02	0.05	0.009	0.31	0.12	
		Leaf	44.20	1.75	0.26	0.05	0.000	3.96	0.11	
	Jul. 20	Root	44.59	1.12	0.01	0.66	0.024	2.51	1.48	
		Ann.shoot	40.60	0.04	0.06	0.08	0.001	0.10	0.20	
		Leaf	43.61	1.04	0.08	0.03	0.005	2.39	0.07	
	Aug. 28	Root	45.07	0.71	0.039	0.57	0.011	1.58	1.26	
		Ann.shoot	46.54	0.19	0.002	0.05	0.003	0.41	0.11	
		Leaf	46.86	1.64	0.110	0.02	0.001	3.50	0.04	
	Sep. 14	Ann.shoot	46.33	0.06	0.050	0.02	0.003	0.12	0.04	
		Leaf	47.59	0.24	0.260	0.01	0.003	0.49	0.02	
	Dan Feng (single form)	May 15	Root	42.79	2.46	0.13	0.79	0.054	5.76	1.85
Ann.shoot			44.74	0.88	0.13	0.08	0.002	1.97	0.18	
Leaf			45.47	2.49	0.19	0.02	0.002	5.48	0.04	
Jun. 23		Root	43.22	1.58	0.01	0.78	0.033	3.65	1.80	
		Ann.shoot	44.16	0.09	0.13	0.03	0.000	0.20	0.07	
		Leaf	43.86	1.39	0.16	0.06	0.002	3.18	0.14	
Jul. 20		Ann.shoot	44.16	0.09	0.13	0.03	0.000	0.20	0.07	
		Root	45.12	2.00	0.01	0.76	0.013	4.43	1.68	
		Ann.shoot	40.16	0.21	0.02	0.09	0.006	0.53	0.22	
Aug. 28		Leaf	42.16	1.25	0.00	0.06	0.007	2.97	0.14	
		Root	45.41	1.60	0.007	0.65	0.001	3.52	1.43	
		Ann.shoot	49.38	0.17	0.007	0.03	0.001	0.34	0.06	
Sep. 14		Leaf	48.85	1.42	0.070	0.04	0.001	2.91	0.08	
		Root	47.51	2.55	0.175	0.68	0.006	5.37	1.43	
		Ann.shoot	47.00	0.85	0.058	0.01	0.001	1.81	0.02	
	Leaf	46.22	1.04	0.062	0.01	0.003	2.25	0.02		

* : oven dry weight of sample, ** : data were the average value of duplicate.

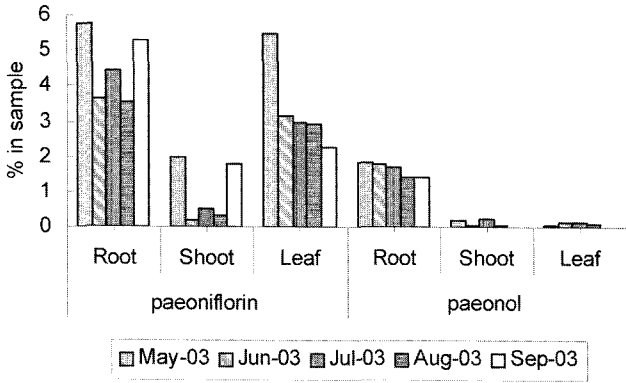


Fig. 4. Comparisons of paeoniflorin and paeonol contents in leaves, annual shoots and roots of Dan Feng with the different harvesting times.

함은 변화가 없었다 (Fig. 3). Paeoniflorin은 뿌리뿐만 아니라 잎에서도 다량으로 존재하며, 잎의 경우에는 잎의 생장이 최고조인 5월에 가장 높은 값을 나타내며 시기가 지날수록 점차 감소하는 경향을 보였다 (Fig. 4). Wu Long Peng Sheng의 경우, 5월과 6월에 채취된 잎에서의 paeoniflorin 함량은 각각 5.94%, 3.96%로 3.05%, 2.14%인 뿌리에서보다 각각 2.89%, 1.82% 더 높게 나타났다. 줄기에서는 5월에 2.01%로 높게 나타났으며, 6월에서 9월까지 0.10~0.41%로 나타났다. Dan Feng의 경우 5월에 채취한 잎에서 paeoniflorin의 함량이 5.48%로 높게 나타났으나, Wu Long Peng Sheng의 경우와는 달리 뿌리의 함량이 잎에서보다 높은 것으로 나타났다. Dan Feng의 줄기에서도 5월에 1.97%, 9월에 1.81%의 paeoniflorin이 함유되어 있는 것으로 조사되었다.

두 종류의 목단에서 paeoniflorin은 잎은 개화시기인 5월에 가장 높은 함유량을 보이다가 점차적으로 감소하는 경향을 보이는 반면, 뿌리에서는 5월에서 9월에 걸친 5회의 채취시기동안 지그재그형태의 증감을 보였다. 채취시기에 따른 부위별 paeoniflorin의 함량변화에 의한 성분의 이동경향은 확인되지 않았다.

분석결과 실험에 사용된 품종들에서 paeonol의 경우에는 계절적으로 양적인 변화가 거의 없었다. Li & Chen (2000)은 RP-HPLC법을 이용하여 서로 다른 시기에 채취한 목단피에서 paeonol의 함량이 개화기때 가장 높았으며, 그 후에는 감소하고 7월에 다시 증가하여 9월에 높은 증가를 보인 후 다시 감소하는 것으로 보고하였다. 그러나 이번 실험결과를 본다면 paeonol의 경우 개화기인 5월이 다른 시기에 비해 다소 함량이 높게 나타났으며, 가을로 갈수록 약간씩 감소하는 경향을 보였으나, 그 차이가 크지 않았다. 이것은 추출방법의 차이일 수도 있으나, 메탄올을 이용한 실험에서도 동일한 경향을 얻었다.

Paeoniflorin에 대해서는 목단보다는 동일 속에 속하는 작약을 대상으로 많은 연구가 이루어졌다. 초본성인 작약의 경우

채취시기에 따른 paeoniflorin의 함량이 학자들에 따라 다른 결과를 나타내었다. Kang & Choung (1994)에 따르면 작약에서 paeoniflorin의 함량은 개화기인 5월에 일시적으로 증가하여 가장 높은 값을 나타내며 6월 이후에는 변함없이 안정된 경향을 나타내는 것으로 보고하였다. Shimizu *et al.* (1979)은 작약이 개화기직전 생육이 왕성한 5월에 1차적으로 증가한 후 다시 감소되고 월동전 저장양분이 축적되기 시작하면서 다시 함량이 증가하는 결과를 제시하였다. 이번 실험에 사용된 목단품종들에서 paeoniflorin은 개화기인 5월에 가장 높다가 감소하기 시작하여 9월에 다시 증가하는 경향을 보였다.

Park *et al.* (1998)은 비료의 종류에 따른 paeonol의 함량을 분석한 결과 지상부의 잎이 황화고사하기 시작하는 10월 중순 이후가 가장 좋은 목단의 수확시기로 판정하였다. 그러나 이번 실험결과를 종합해보면, 목단에서 paeonol 성분만을 이용할 때에는 채취시기와 상관없이 목단피를 이용하여 비슷한 함량의 paeonol을 얻을 수 있다. 그러나 paeoniflorin을 함께 고려한다면 채취시기를 9월 이후로 한정하기 보다는 개화하는 시기인 5월과 잎이 지는 9월 이후에 채취하는 것이 높은 함량의 약리성분을 얻을 수 있다. 또한 6개의 품종중 화형의 형태가 단순한 종류가 복잡한 종류에 비해 약리성분을 많이 함유하고 있는 것으로 나타났다. 시기에 따른 부위별 paeoniflorin의 함량 분석결과, 이 성분이 개화시 잎에 상당량이 포함되어 있는 것을 알았다. 그러므로 paeoniflorin을 약리성분으로서 추출하여 사용한다면 목단의 뿌리 뿐만 아니라, 잎도 충분히 이용할 수 있음을 알 수 있었다. 특히 목단은 목본성 식물로 초본성인 작약에 비해 한 개체에서 많은 양의 잎을 수확할 수 있기 때문에 잎의 이용성을 고려해 볼 필요가 있다고 사려된다.

적 요

중국에서 재배되는 목단의 품종 중 화형의 연화정도가 다른 대표적인 6개 품종의 뿌리에 대해 채취시기에 따른 paeonol과 paeoniflorin의 함량을 조사하였다. 6개 품종의 뿌리에서 paeonol의 양은 계절에 관계없이 거의 일정하여 변화가 없었다. 반면 paeoniflorin은 개화기인 5월에 가장 높은 값을 보이다가 6월에 감소, 7월에는 증가, 8월에 다시 감소하다가 9월에는 증가하는 경향을 보였다. 비교한 6개의 품종중 화형의 형태가 단순한 종류가 복잡한 종류에 비해 약리성분을 많이 함유하고 있었다.

단판형화관인 Dan Feng과 만첩형 화관의 Wu Long Feng Sheng의 채취시기에 따른 부위별 약리성분의 분포정도를 비교하였다. Paeonol은 두 품종 모두 뿌리를 제외한 잎과 줄기에 미량으로 존재하며 채취시기가 달라져도 변화가 없었다. Paeoniflorin은 뿌리와 잎 두 부분에 다량으로 존재하여 뿌리에서의 분포양이 계절적으로 증감을 반복하는 반면, 잎은 성

장이 가장 왕성한 5월에 가장 높게 분포하고 시기가 지날수록 감소하였다.

사 사

본 연구의 시료 채취를 도와준 중국 Shandong성 Heze시 목단연구소 (Peony Research Institute of Heze) Mr. Zhao와 실험을 도와주신 국립산림과학원 최돈하박사님께 감사드립니다. 이 연구는 해외고급과학두뇌활용과제 (Y. Li, 031-4-13) 의 일환으로 수행되어졌습니다.

LITERATURE CITED

- Chang KY** (1977a) Studies on the Genus *Paeonia* - II. Characteristics and Correlations between Various Quantitative Characters. J. Korean Soc. Hort. Sci. 18:181-186.
- Chang KY** (1977b) Studies on the Genus *Paeonia*. III. Heritabilities, Genotypic Correlation and Path coefficient Analysis on Some Characters of Tree Peony. Korean J. Breeding 9:31-35.
- Choung MG, Kang KH** (1994) Extraction methods and HPLC analysis conditions of paeoniflorin in peony, *Paeonia lactiflora* Pall. Korean J. Crop Sci. 39:542-547.
- Choung MG, Kang KH, Kwack YH** (1999) The changes of bioactive component concentrations in different aged-peony (*Paeonia lactiflora* Pall.) Root. Korean J. Medicinal Crop Sci. 7:193-199.
- Dean JR, Liu B** (2000) Supercritical fluid extraction of chinese herbal medicines: Investigation of extraction kinetics. Phytochem. Anal. 11:1-6.
- Harn C, Lee MS** (1976) Cytological Studies of the *Paeonia* Species Grown Wild or Cultivated in Korea I. Karyotypes of cultivated *P. abliflora* varieties. Korean J. Botany 19:33-36.
- Hong DY, Pan KY** (1999) Taxonomical history and revision of *Paeonia* sect. *Moutan* (Paeoniaceae) Acta Phytotaxonomica Sinica 37:351-368.
- Hosoki T, Kimura D, Hasegawa R, Nagasako T, Nishimoto K, Ohta K, Sugiyama M, Haruki K** (1997) Comparative study of chinese tree peony cultivars by random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. Scientia Horticulturae 70:67-72.
- Kang HK, Choung MG** (1994) Yield of *Paeonia* Radix and Changes of Paeoniflorin Concentration in *Paeonia* Radix with Different Growing Stages. Korean J. Crop Sci. 39: 397-404.
- Kim SI, Song KS** (2000) 1,2,3,4,6-pentagalloyl- β -D-glucopyranose, A prolyl endopeptidase inhibitor from moutan cortex. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 43:158-161.
- Lee SE, Hwang HJ, Ha JS, Jeong HS, Kim JH** (2003) Screening of medicinal plant extracts for antioxidant activity. Life Sciences 73:167-179.
- Li HY, Chen XJ** (2000) Research on paeonol content dynamic of Tree peony root. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research 11:197-198.
- Li JY** (1989) Linxia Tree Peony. Science and Technology Press. Beijing.
- Li Q** (1988) Advances in the pharmacology of the root bark of *Paeonia suffruticosa*. Chinese Traditional and Herbal Drugs 19(6):276-278.
- Lin HC, Ding HY, Wu TS, Wu PL** (1996) Monoterpene glycosides from *Paeonia suffruticosa*. Phytochemistry 41:237-242.
- Liu SM** (1987) Tree Peony. China Architecture and Building Press. Beijing.
- Oh GS, Pae HO, Choi BM, Jeong S, Oh H, Oh CS, Rho YD, Kim DH, Shin MK, Chung HT** (2003) Inhibitory effects of the root cortex of *Paeonia suffruticosa* on interleukin-8 and macrophage chemoattractant protein-1 secretions in U937 cells. Journal of Ethnopharmacology 84:85-89.
- Park BG, Park JH, Kim MJ, Park SG, Chung IM, Kim GS** (1998) Effect of fertilizers on yield and paeonol content of *Paeonia moutan* Sims. Korean J. Medicinal Crop Sci. 6:96-101.
- Pei YL, Hong DY** (1995) *Paeonia qiu*-A New Woody Species of *Paeonia* from Hubei, China. Acta Phytotaxonomica Sinica 33:91-93.
- Sarker SD, Whiting P, Dinan L** (1999) Identification and ecdysteroid antagonist activity of three resveratrol trimers (Suffruticisols A, B and C) from *Paeonia suffruticosa*. Tetrahedron 55:513-524.
- Shimizu M, Hashimoto T, Ishikawa S, Kurosaki F, Morita N** (1979) Analysis of constituents in crude drugs by High-speed liquid chromatography. I. Quantitative analysis of Paeoniflorin in peony roots. Yakugaku Zasshi 99:432-435.
- Wang B, Pang Z, Zhang Q** (1994) Chemiluminescence in the study of paeonol. Chinese Pharmaceutical Journal 29(1):35-38.
- Wang L.** (1998) Pictorial record of chinese tree peony varieties (中國牡丹品種圖志). China Forestry Publishing House. Beijing., p. 213.
- Wu X, H. Chen, H. Chen X, Hu Z** (2003) Determination of paeonol in rat plasma by high-performance liquid chromatography and its application to pharmacokinetic studies following oral administration of Moutan cortex decoction. Biomedical Chromatography 17:504-508.
- Xu G, Wang Z** (1989) Advances of pharmacognosy in China From 1985-1988. Abstracts of Chinese Medicine 3:398-413.
- Yu H, Yang NC** (1962) The Evolution and Formation of Chinese Tree Peony Varieties. Acta Horticulturae Sinica 1(2):175-186.
- Yu J, Lang H, Xia P** (1985) The occurrence of paeoniflorins and paeonols in Paeoniaceae. ACTA Pharmaceutica Sinica 20:229-234.
- Zhang S, Ma K, Chen L** (2003) Response of photosynthetic plasticity of *Paeonia suffruticosa* to changed light environments. Environmental and Experimental Botany 49:121-133.
- Zhao YK** (2000) Mudan. China Agricultural University Press. Beijing.
- Zhou M, Cai H, Huang Z, Sun Y** (1998) HPLC Method for the determination of Paeoniflorin in *Paeonia lactiflora* Pall and its preparations. Biomedical Chromatography 12:43-44.