

작약의 종(種), 부위 및 생육시기에 따른 성분 함량의 변화

김세종*[†] · 박준홍* · 김길웅**

*경북농업기술원 신물질연구소, **경북대학교 농업생명과학대학

Change of Medicinal Components by Different Species, Plant Parts and Growth Stage of *Paeonia* spp.

Se Jong Kim*[†], Jun Hong Park*, and Kil Ung Kim**

*Research Institute of Natural Product, Kyungbuk Agriculture Technology Administration, Uisung 769-803, Korea

**College of Agriculture and Life Science, Kyungpook National University Daegu 702-701, Korea

ABSTRACT This study was conducted to find to change of component by different species, plant parts and growth stage of *Paeonia lactiflora* Pallas Among the species of peony, the contents of compounds was higher in cultivated peony (*P. lactiflora* P.) as compared with wild peony (*P. japonica* M., *P. obovata* M., *P. anomala* L.). Amount of methyl gallate was highest in 0.45% at Euisung jakyak. Amount of compounds in peony was the highest in 1.0% at paeoniflorin, followed by methyl gallate, astragalol and kaempferol in order. Contents of compounds with different growth stage were observed highest in April, and showed decreased trend in the later growth stage. Methyl gallate was present in 1.79% at petal, 0.56% at leaf and 0.01% at root, astragalol present at 0.27% at petal, 0.20% at leaf and 0.03% at root, and paeoniflorin present at 0.43% at petal, 1.09% at leaf and 2.52% at root.

Keywords : *Paeonia lactiflora* P., species, plant parts, growth stage, component

작약(*Paeonia* spp.)은 함박꽃이라고도 하며 미나리아재비과(Ranunculaceae)에 속하는 다년생 속근 초본으로 중국, 한국, 일본, 미국, 남아메리카, 유럽(李, 1996; 김 등, 1998; 한과 이, 1976; 이, 1993) 등지에 분포한다. 국내 종으로는 식물로 분류학상 적작약(*P. lactiflora* Pallas = *P. albiflora* Pallas), 백작약(*P. japonica* Makino), 산작약(*P. obovata* Maxim = *P. obovata* var. *glabra* Makino)으로 분류되며(한과 이, 1976; 이, 1993) 우리나라에는 3종 8변종이 있다고

보고되었다(Nakai, 1909; Nakai, 1952; 이, 1993).

작약에서 밝혀진 성분은 뿌리에서 paeoniflorin, albiflorin, benzoic acid 등 86종이 동정되었고(張, 1996), 꽃잎에서는 pyrethrin, β -sitosterol(鄭과辛, 1998; 최, 1991) 등 10종, 종자에서는 *trans*-resveratrol 1종, 잎 및 줄기에서는 albiflorin, gallic acid 등 7종이 동정되었다(Choung, 2002).

작약 뿌리 부위별 성분 함량 분포에서 paeoniflorin, albiflorin 및 phenolic compounds의 함량은 뇌두가 뿌리보다 높은 양상을 나타내었고 뿌리내에서는 albiflorin, gallic acid, benzoic acid 및 (-)-epicatechin이 코르크층에 더 많이 존재하였으며, paeoniflorin, (+)-taxifolin 3-*O*- β -*D*-glucopyranoside 및 (+)-catechin은 목부에 더 많이 존재한다고 하였다(Choung, 2002). 또한 Choung 등(2002)은 기능성 물질로 평가되는 gallic acid는 잎에서 가장 높은 1.14%를 함유 하였고 뇌두, 줄기, 뿌리의 순이었으며, benzoic acid도 작약의 잎에서 1.44%로 가장 높았고 뇌두, 뿌리, 줄기 순으로 많았다고 하였다.

최근엔 작약의 지상부 중 종자에 관한 연구가 일부 이루어지고 있다. 작약 씨는 종자용으로만 이용되거나 아니면 뿌리의 생육을 촉진시키기 위해 꽃봉오리 맺기 시작할 때 제거하는 등 활용 가치가 거의 없었다. 그러나 이 등(2003)과 서 등(2003)은 작약 종자 추출물에서 체내 총 콜레스테롤의 대사 및 조절에 영향을 미치는 물질이 있다고 보고한 바 있다. 또한 작약 씨로부터 분리된 resveratrol과 그 배당체 및 oligomers 성분들은 높은 항암(Kim *et al.*, 2002a), 항산화(Kim *et al.*, 2002b) 및 tyrosinase와 lipoxygenase의 저해(Kim *et al.*, 2002c) 작용을 나타낸다고 보고되고 있다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-53-320-0224
(E-mail) kimsejong@hanmail.net <Received April 6, 2004>

본 연구에서 보고한 4종의 화합물의 생리활성 및 작용을 보면 Kitagawa 등(1982)은 작약의 주성분인 paeoniflorin은 중추억제 작용, 혈관확장 작용, 항염증 작용, 항 allergy 작용 등을 나타낸다고 보고하였으며, Kang 등(1991, 1993)의 연구에 의하면 methyl gallate는 강한 생리활성을 나타내며 특히 항혈전 작용을 나타내는 중요한 물질로 보고하였고, 권 등(1998)은 목단피에서 분리한 methyl gallate의 항균력 측정에서 *Salmonella typhimurium*, *B. cereus* 등 8종에 대해 625~5,000 µg/ml의 MIC를 나타내어 항균력의 범위가 가장 넓고 우수한 것으로 보고하였다. 또한 이 등(2004)은 산마늘에서 분리한 kaempferol은 콜레스테롤 생합성 저해 효과가 있다고 보고 하였다.

현재까지 국내외에서 작약에 관한 대부분의 연구는 주로 물질 분리 동정, 성분 분석 및 이용과 이들 물질들에 대한 임상연구들로서 작약 뿌리에 집중되어 있었으나 꽃이나 잎, 줄기 등 지상부에 대한 연구는 매우 취약할 뿐 아니라 이용에 관한 체계적인 연구는 미흡한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 자원이 부족한 우리나라에서 약초의 부산물을 활용하여 이용성을 증대시키고자 작약의 종 및 품종별, 생육시기별 및 부위별로 성분의 분포와 변화 등을 분석하여, 특히 작약의 잎과 줄기에 함유된 생리활성 물질을 유용하게 활용할 수 있는 자료를 제공하고자 수행하여 얻은 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시험 재료

분석 성분 : 분석한 성분은 김(2004)이 작약의 잎과 줄기에서 분리 보고한 성분 중 작약의 주성분인 paeoniflorin과 kaempferol, methyl gallate, astragalol 등 4종을 대상으로 분석하였다.

작약의 종별 성분 함량 분석 : 작약의 종 가운데 국내에서 재배되는 적작약(*P. lactiflora* Pallas)인 의성작약과 태백작약, 산에서 자생하는 산작약(*P. obovata* Maxim), 백작약(*P. japonica* Makino) 및 북한 등지에서 자생하는 이삭함박꽃 작약(*P. anomala* Linne)의 잎과 줄기를 경북농업기술원 신물질연구소에서 2004년 9월에 채취하여 원적외선 건조기로 건조(50°C, 24시간) 후 분말로 만들어 분석하였다.

생육시기별 함량분석 : 의성작약 3년생을 2004년 4월부

터 1개월 간격으로 10월까지 잎과 줄기 전체를 채취하여 초저온 냉동고(-70°C)에 보관하였다. 보관중인 시료를 분석 직전에 원적외선 건조기로 건조(50°C) 후 분말로 만들어 분석에 사용 하였다.

부위별 함량분석 : 의성작약의 뿌리, 잎, 줄기, 종자는 2004년 9월에, 꽃잎은 2004년 5월에 채취하여 원적외선 건조기로 건조(50°C) 후 분말로 만들어 분석하였다.

분석 방법

추출 방법 : 추출방법은 위의 각 시료를 건조하여 분말로 만든 후 시료 0.5 g을 MeOH(80%) 20 ml에 침지하여 초음파 추출법으로 40°C에서 3시간 동안 sonication 후 45 µm membrane filter로 여과하여 분석시료로 사용하였다.

HPLC 분석 : HPLC(Waters 510) 분석에 이용한 column은 YMC ODS-AM column(4.6×250 mm, 5 µm), Detector는 Waters 996 photodiode array detector(kaempferol 365nm, methyl gallate 274 nm, astragalol 349 nm, paeoniflorin 234 nm), 이동상으로 solvent A는 MeOH 20%에 trifluoroacetic acid(TFA)를 희석하여 pH 3.0으로, solvent B는 MeOH 80%로 하여 gradient 용출하였으며, 유속 0.8 ml/min으로 분석하였다(표 1).

검량선 작성 : 4종의 화합물(kaempferol, methyl gallate, astragalol, paeoniflorin)의 표준품을 이용하여 농도별 검량선을 작성하였다.

Table 1. Gradient program of HPLC analysis.

Time	Flow	%A	%B
0.00	0.80	100.0	0.0
5.00	0.80	100.0	0.0
10.00	0.80	70.0	30.0
15.00	0.80	70.0	30.0
20.00	0.80	60.0	40.0
30.00	0.80	60.0	40.0
40.00	0.80	20.0	80.0
45.00	0.80	20.0	80.0
50.00	0.80	0.0	100.0
59.00	0.80	0.0	100.0

결과 및 고찰

작약의 종별 함량 변화

작약의 잎과 줄기에서 분리한 kaempferol 등 4종의 화합물에 대한 작약의 종 및 품종별 함량은 표 2에서와 같다. 분리한 성분별 함량은 야생작약, 재배작약 모두에서 paeoniflorin이 가장 많이 함유되었고 methyl gallate, astragalol, kaempferol 순이었다. Kaempferol은 함량이 매우 적었고 특히, *P. japonica* M.과 *P. anomala* L.에서는 검출되지 않았으며 methyl gallate는 우리나라에서 제일 많이 재배하는 의성작약 품종에서 가장 높은 0.45%가 함유되어 있었다. 잎과 줄기에서 분리한 astragalol 등 4종의 화합물들은 *P. japonica* M., *P. obovata* M. 및 *P. anomala* L. 등 야생종보다는 농가에서 재배하는 *P. lactiflora* P. 계통의 태백작약과 의성작약에서 더 많이 함유하였으며, 작약의 주성분인 paeoniflorin 함량은 의성작약보다는 태백작약 품종에서 함량이 더 높았다. Seong 등(1996)은 태백작약과 의성작약의 뿌리에 있는 paeoniflorin 함량은 태백작약이 더 높다고 하였는데 본 실험의 결과도 같은 경향이어서 뿌리에 많으면 잎과 줄기에서도 많을 것으로 추측 된다.

부위별 함량 변화

의성작약의 부위별 분리 성분의 함량 분포를 보면 kaempferol은 꽃잎, 종자 및 잎에서 소량 검출되었으나 뿌리와 줄기에서는 검출되지 않았다(표 3). Methyl gallate는 꽃잎에서 1.79%로 작약의 부위 중 가장 많이 함유하였고, 잎, 줄기, 종자, 뿌리 순이었으며, 꽃을 이용할 경우 꽃이 떨어지기 전에 수확하여 활용하면 될 것으로 생각된다. 특히 잎에는 0.56%나 함유하고 있었으나 뿌리에는 0.01%로 극히 소량 함유하여 methyl gallate를 얻기 위해서는 뿌리보다는 꽃 및 잎을 많이 생산할 수 있는 품종육성 및 재배기술을 개발하여야 할 것으로 생각된다.

작약의 주성분인 paeoniflorin은 뿌리에서 2.52%로 가장 많았고 잎에서도 1.09%로 매우 많이 함유하여 이용 가능성이 크다고 생각되며 종자, 꽃잎, 줄기 순으로 많았다. Astragalol은 꽃잎에서 0.27%로 가장 많았으며 잎에서는 0.20% 함유하였고 뿌리에서는 소량 검출되었다.

Choung(2002)의 보고에 의하면 작약의 부위별 paeoniflorin 함량에서 뇌두가 가장 많고 뿌리, 잎 순이었다고 하여 본 연구와 비슷한 경향이었으나 줄기에는 전혀 존재하지 않는다고 하여 본 연구 결과와는 다소 다른 결과를 나타내었다. 이는 작약의 생육 상태, 토양, 분석 방법 등에 따라 다소 차이

Table 2. Component contents of compounds isolated from different species and cultivars in peony leaves and stems.

Species and cultivar	Compounds			
	Kaempferol	Methyl gallate	Astragalol	Paeoniflorin
	----- % -----			
<i>Paeonia japonica</i> M.	-	0.19c	0.06c	0.24c
<i>Paeonia obovata</i> M.	0.01b [†]	0.15c	0.03d	0.26c
<i>Paeonia anomala</i> L.	-	0.17c	0.06c	0.16d
<i>Paeonia lactiflora</i> P.				
cv. Taeback	0.04a	0.27b	0.09b	1.00a
cv. Euisung	0.04a	0.45a	0.15a	0.67b

[†]Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 3. Content of isolated compounds from each plant part of peony (cv. Euisung)

Plant parts	Compounds			
	Kaempferol	Methyl gallate	Astragalol	Paeoniflorin
	----- % -----			
Root	-	0.01d	0.03c	2.52a
Petal	0.04a [†]	1.79a	0.27a	0.43d
Seed	0.04a	0.24c	0.14b	0.68c
Stem	-	0.24c	0.04c	0.10e
Leaf	0.04a	0.56b	0.20a	1.09b

[†]Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

는 있다고 생각된다. 그러므로 작약의 잎과 줄기로부터 유용물질을 많이 생산하기 위해서는 지상부 생육을 왕성하게 하는 품종 육성과 재배기술 등도 같이 연구되어야 할 과제라고 생각되는데, Kim 등(1998)의 보고에 의하면 작약 비닐피복 재배시 무피복에 비해 경장, 경수, 경 직경, 엽수 등이 많았다고 하여 재배방법에 따라서 지상부의 더 많은 양의 생산은 가능하리라고 생각된다.

생육시기별 함량 변화

의성작약의 잎과 줄기에서 분리한 methyl gallate 등 4종 화합물의 생육시기별 함량은 표 4에서와 같다. Kaempferol은 시기별로 큰 변화는 없으나, methyl gallate, astragalín, paeoniflorin은 생육초기인 4월에 각각 0.97%, 0.37%, 2.40%로 가장 높았다가 생육 중·후기로 갈수록 함량이 감소하는 경향이였다. Kim 등(2000)과 Kim 등(1997)은 작약의 생육시기별 paeoniflorin 함량은 뿌리의 경우, 생육중기까지는 감소하다가 수확기인 후기에는 다시 높아졌다고 보고하여 본 연구 결과와는 생육 후기의 성분 함량에서 상이하였는데, 이는 작약 뿌리는 월동전 저장 양분을 축적하기 위해 잎으로부터 영양분을 많이 공급받기 때문이고, 잎이나 줄기의 경우는 생육후기로 접어들면서 기능의 약화 및 뿌리로의 영양분을 많이 빼앗기기 때문인 것으로 사료된다. Kang과 Choung(1994)은 생육시기별 약근의 paeoniflorin 함량변화는 개화기인 5월에 6.34%로 최대 함량을 나타내다가 9월까지 감소된 후 10월, 11월에 다시 증가하였다고 하였다. 작약 잎의 경우 작약의 주성분인 paeoniflorin 함량은 4월에 2.40% 정도로 매우 많은 양을 함유하고 있었다. 대한약전 제 7 개정 의약품 각조(한국약학대학협의회 약전분과회, 1998)에 의하면 건조한 작약근에는 paeoniflorin 함량이 2.0% 이상 함유하는 것을 규격품으로 인정한다 하였는데 작약 잎의 이

용 가능성이 매우 크다고 생각되며, Choung(2002)도 작약 잎의 이용 가능성을 제시한 바 있다. Methyl gallate는 4월에 0.97%로 최고를 나타내다가 5월부터 8월까지 0.81~0.74%로 낮아졌으며 10월에는 0.23%로 갑자기 떨어지므로, 잎과 줄기를 이용하기 위해서는 작약 뿌리의 수확이 9월부터 시작되는 것을 감안할 때, 뿌리의 생육에 영향을 주지 않으면서 잎과 줄기의 성분 감소가 적은 8~9월이 수확 적정 시기라고 생각된다.

이상의 결과와 같이 작약 종별, 부위별, 생육 시기별로 분석한 paeoniflorin, kaempferol, methyl gallate 및 astragalín의 성분 함량은 조건에 따라 서로 상이하므로 필요로 하는 성분의 최적 조건을 찾아서 활용해야 될 것이고, 특히 작약 부산물로 가장 많은 잎과 줄기는 한약재의 재료보다는 이들 성분들을 이용한 각종 의약품이나 기능성 재료 등의 원료를 제공하는 재료로서 이용 가치가 매우 높다고 사료 된다.

적 요

작약의 이용성을 높이기 위해 작약의 종 및 품종, 생육시기, 식물체 부위별 성분의 함량 분포와 변화를 HPLC를 이용하여 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

작약의 종 및 품종간 성분의 함량 분포는 야생작약(*P. japonica* M., *P. obovata* M., *P. anomala* L.)보다는 재배작약(태백작약, 의성작약)에서 전반적으로 함량이 더 높았고, 성분별 분포는 paeoniflorin, methyl gallate, astragalín, kaempferol 순으로 높았으며 methyl gallate는 의성작약에서 0.45%로 가장 높았다. 식물체 부위별 함량 분포는 methyl gallate는 꽃잎에서 1.79%로 가장 높았으며 잎에는 0.56% 함유하였고, 뿌리에는 0.01%로서 소량 분포하였다.

Astragalín은 꽃잎과 잎에서 높았고, 작약의 지표 성분인

Table 4. Changes of compounds in leaves and stems of peony (Euisung jakyak) at different growth stage.

Growth stage (month)	Compounds			
	Kaempferol	Methyl gallate	Astragalín	Paeoniflorin
	----- % -----			
Apr.	0.04a [†]	0.97a	0.37a	2.40a
May	0.04a	0.81b	0.33b	1.31b
Jun.	0.04a	0.81b	0.32b	1.21c
Jul.	0.04a	0.74b	0.26c	1.16c
Aug.	0.04a	0.74b	0.23c	0.99d
Sep.	0.03a	0.59c	0.17d	0.82e
Oct.	0.00b	0.23d	0.17d	0.74e

[†]Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

paeoniflorin은 뿌리에서 2.52%로 가장 높았으며 잎에도 1.09%나 함유하여 이용 가치가 매우 높다고 사료된다. 생육시기별 함량 분포는 생육초기인 4월에 가장 높았고 생육 후기로 갈수록 감소하는 경향이므로 잎과 줄기를 이용하려면 뿌리 수확직전인 8~9월이 적기라고 생각된다.

인용문헌

- Choung, M. G. 2002. Variation of bioactive component contents in plant parts of *Paeonia lactiflora* P. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 10(5) : 392-398.
- Kang, K. H. and M. G. Choung. 1994. Yield of *Paeonia Radix* and changes of paeoniflorin concentration in *Paeonia Radix* with different growing stage. *Korean J. Crop Sci.* 39(4) : 397-404.
- Kang, S. S., J. S. Kim, E. M. Kim, and H. S. Yun. 1991. Platelet anti-aggregation of paeony root. *Kor. J. Pharmacogn.*, 22(4) : 215-218.
- Kang, S. S., J. S. Kim, H. S. Yun, and B. H. Han. 1993. Phytochemical studies on *Paeoniae Radix*. *Kor. J. Pharmacogn.* 24(3) : 247-250.
- Kim, H. J., E. J. Chang, S. J. Bae, S. M. Shim, H. D. Park, C. H. Rhee, J. H. Park, and S. W. Choi. 2002a. Cytotoxic and antimutagenic stilbenes from seeds of *Paeonia lactiflora*. *Arch Pharm Res.* 25(3) : 293-299.
- Kim, H. J., E. J. Chang, S. H. Cho, S. K. Chung, H. D. Park, and S. W. Choi. 2002b. Antioxidative activity of resveratrol and its derivatives isolated from seeds of *Paeonia lactiflora*. *Biosci Biotechnol. Biochem.* 66 : 1990-1993.
- Kim, H. J., S. C. Ha, and S. W. Choi. 2002c. Inhibition of tyrosinase and lipoxygenase activities by resveratrol and its derivatives from seeds of *Paeonia lactiflora*. *Nurtaceuticals & Food* 7(4) : 447-450.
- Kim, K. J., J. S. Choi, S. D. Park, J. C. Kim, S. J. Kim, and B. S. Choi. 1997. Root characteristics under harvest time and drying methods of *Paeonia lactiflora* P. *RDA. J. Indus. Crop Sci.* 39(2) : 5-9.
- Kim, K. J., S. D. Park, C. H. Park, J. H. Shin, J. C. Kim, and B. S. Choi. 2000. Changes of root yield and paeoniflorin content affected by harvesting times in peony. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 8(1) : 58-63.
- Kim, S. J., J. H. Park, K. J. Kim, B. G. Kim, S. D. Park, and B. S. Choi. 1998. Effects of vinyl mulching on growth and quality of peony (*Paeonia lactiflora* P.). *RDA. J. Indus. Crop Sci.* 40(1) : 23-28.
- Kitagawa, I., O. M. Sankawa, M. Tomoda, and I. Nishioka. 1982. *Pharmacognosy, 2nd Ed.* 234-236. Tokyo, Japan.
- Nakai. T. 1909. *Flora Kareana I* pp. 34-37.
- Nakai. T. 1952. *A Synoptical Sketch of Koreana Flora* p.28.
- Seong, J. D., H. T. Kim, Y. J. Park, K. S. Kim, J. G. Kim, K. Y. Lee, C. K. Park, H. Y. Kim, H. S. Suh, Y. H. Kwack, and K. H. Park. 1996. A new disease resistant, good quality and high yielding herbaceous peony variety "Taebaekjakyak". *RDA. J. Agri. Sci.* 38(2) : 196-200.
- 金世鍾. 2004. 芍藥(*Paeonia lactiflora* P.)의 잎과 줄기의 成分分離同定 및 抗炎症活性. 慶北大學校 大學院 博士學位 論文
- 김창민, 신민교, 이경순, 안덕균. 1988. *中藥大辭典* 제4권. pp. 2179-2189. 제8권. 도서출판 정담 pp. 4839-4845.
- 권오근. 1998. 수종의 쑥과 목단피 추출물의 항균성 및 항돌연 변이원성. 慶北 大學校 대학원 박사학위논문
- 서상희, 이향림, 이순재, 최상원, 조성희. 2003. 작약(*Paeonia lactiflora* P.)씨 추출물과 resveratrol이 흰쥐 체내 지질 상태에 미치는 영향. *한국식품영양과학회* 32(7) : 1102-1107.
- 이성숙, 문서현, 이학주, 최돈하, 조명행. 2004. 산마늘로부터 단리한 kaempferol과 quercetin의 콜레스테롤 저하 활성. *목재공학학회* 32(1) : 17-27.
- 李愚喆. 1996. 原色韓國基準植物圖鑑 도서출판아카데미서적 pp. 125-126.
- 이정민, 최상원, 이순재. 2003. 작약(*Paeonia lactiflora* P.)씨 추출물이 고콜레스테롤식이 흰쥐 간 조직의 항산화계와 지질 과산화에 미치는 영향. *한국영양학회* 36(8) : 793-800.
- 이창복. 1993. *대한식물도감*. 향문사 p. 369.
- 張日武. 전통동양약물데이터 베이스. 1996. 서울대학교 천연물과학연구소.
- 鄭普燮, 辛民教. 1998. 圖解鄉藥(生藥)大事典(植物篇). 도서출판 영림사 pp. 523-527.
- 최옥자. 1991. 약초의 성분과 이용. 일월서각. pp. 243-247.
- 한국약학대학협의회 약전분과회. 1998. *대한약전* 제 7개정 의약품 각조. 문성사 pp. 1053-1054.
- 한창렬, 이만상. 1976. 한국에 자생 또는 재배되는 *paeonia*속의 세포학적 연구. *원광대 논문집* 13 : 134-138.