

한국산 작약의 산지별 유효성분 비교

성원용 · 윤광로 · 장상문*

중앙대학교 의약식품대학원 식품공학과, *대구보건대학 보건식품계열

Comparison of Effective Constituents of Korean Paeony Roots(*Paeoniae radix*) Cultivated in Different Regions

Won-Yong Sung, Gwang-Ro Yoon and Sang-Moon Jang*

Department of Food Science and Technology, Graduate School of Drug and Food, Choong Ang University

*Department of Health Food, Taegu Health College

Abstract

To compare the contents of well-known effective constituents, paeoniflorin, albiflorin and benzoic acid, of Korean paeony roots cultivated at different regions, this study was to provide the basic information for the quality evaluation of paeony roots. HPLC analysis showed that the paeoniflorin contents of white paeony roots of 3 years grown at Eui-seong gun, Kyungpook was the highest of 2.06% and red paeony roots of 3 years grown at Im-sil gun, Junpook was the lowest of 1.33%. The highest level of albiflorin contents was 2.04% of red paeony root grown at Ul-jin gun, Kyungpook, while the lowest levels were 0.05% of Eui-seong gun, Kyungpook and 0.06% of Im-shil gun, Junpook. The highest level of benzoic acid contents was 0.12% of red paeony roots grown at Choung-do gun, Kyungpook and that grown at Ul-jin gun, Kyungpook was the lowest. Based on the average of three available constituents, the paeony roots cultivated at Kyungpook province was the highest contents of 2.03%, while 1.47% at Junpook province. These results suggest that Kyungpook province is the best region for the cultivation of white and red paeony roots, the combining of three available constituents would be more accurate than use of paeoniflorin only.

Key words : *Paeoniae radix*, paeoniflorin, albiflorin, benzoic acid

서 론

작약(芍藥, *Paeoniae radix*)은 미나리아재비과(Ranunculaceae)에 속하는 *Paeonia*속 다년생 초본식물의 뿌리를 건조한 것이다(1-3). 작약으로 호칭되는 식물로서 *Paeonia lactiflora* Pall., *P. albiflora* Pall., *P. ovata* Maxim. 및 *P. japonica* Myabe et Takeda 등이 우리나라 전역에서 야생하거나 재배 되어온 것으로 알려져 있으며, 이들의 명칭도 적작약, 백작약, 참작약 또는

산작약 등으로 불리우고 있다. 그러나 오늘날 재배되고 있는 작약의 대부분은 *P. lactiflora* 이거나 이들의 변종으로 분류되고 있다(3).

정 등(2)에 의하면 현재 시장에서 유통되는 적작약과 백작약 사이에는 외부형태는 물론 뿌리에 함유된 유효성분에 대한 분석결과 등에서 인정할만한 차이점을 찾아볼 수 없다고 하였다. 그러나 한방에서는 작약을 적작약(赤芍藥)과 백작약(白芍藥)으로 구분하며, 효능 자체도 적작약은 해독과 정혈 작용이 있고 백작약은 자양, 보혈 및 진경 작용을 지니는 것으로 알려져 있어 구분하여 사용되어지고 있다(4). 작약의 효능으로는 진정, 진통, 진경 작용과 항염증 작용, 그리고 스트레스성 궤양과 저혈압증의 예방효과 등의 약리 작용

Corresponding author : Sang-Moon Jang, Department of Health Food, Taegu Health College, San 7, Taejun, Puk-gu, Taegu, 702-722, Korea
E-mail : smjang@mail.taegu-he.ac.kr

이 발표되었다(5,6). 제약공업에서 작약은 국내에서 인삼과 당귀와 더불어 가장 널리 사용되는 생약재로서 쌍화탕(雙和湯), 사물탕(四物湯), 당귀 작약탕(當歸芍藥湯), 작약 감초탕(芍藥甘草湯), 우황청심원(牛黃淸心元) 등의 원재료로서 많은 양이 소비되고 있다(3). 최근에 이르러 2000년 9월 1일부터 시행되는 개정 식품공전에서는 적작약을 포함한 백작약 이 가공식품의 제조에 주원료로 인정됨으로써 기능성식품의 소재로서 식품공업에서의 활용이 더욱 확대될 것이다.

최근에는 정부에서 정책적으로 전국 각지에 지역특산성에 따라 생산단지들이 조성되고 있다. 농림수산부 통계에 따르면 경북 의성 지역을 중심으로 전국의 작약 재배면적은 998ha 이상의 규모로 확대되고 있으며, 생산량도 1995년 5,230 M/T으로 다른 약용작물에 비하여 높은 편이며, 백작약(26 M/T)이 일본 등지로 수출된 바 있다. 반면에 작약의 국내 수요가 안정적인 상승추세를 보임에 따라 값싼 중국산 적작약의 수입도 늘어나 1995년에는 1,200 M/T에 이른바 있다(7).

지금까지 작약은 기능성 식품 재료로 보다는 제약공업에서 의약품 제조원료로서 더 주목을 받았으며, 매년 유통량도 늘고 있는 추세에 있다. 이와 같은 과정에서 자연스럽게 의약품 재료로서의 규격화의 필요성이 대두되었다. 작약의 유효 성분은 monoterpeneglycoside의 일종인 paeoniflorin(8-11)과 근원 물질인 oxypaeoniflorin과 benzoylpaeoniflorin(12) 그리고 albifloron 등(13)의 함량 분포나 분석 방법에 대한 연구 결과들이 발표되었다. Yoshizaki 등(14)은 paeoniflorin의 활성과 작약의 치료 효과가 거의 일치하고 있기 때문에 이 paeoniflorin을 작약이나 작약 제제의 검정 지표 물질로 제안하였다.

작약의 지표 물질들을 효과적으로 정량하기 위하여 TLC법(14,15)과 HPLC방법(16-24)이 고안되었으며, immunoassay(25)와 NIR법(4)도 알려져 있다. 보건용 식품의 재료로 이용되는 한방생약재 중에 함유된 유효 성분의 함량 또는 역가는 그 식물의 생육 조건이나 채집 시기 그리고 재배 지역에 따라 차이가 날 수 있다. 이러한 차이는 특히 재배 작물의 경우 더욱 예민한 것으로 알려져 있다. 정(2)은 작약의 paeoniflorin 함량이 개화기에 4.9%로, 이외의 시기 2.3~2.9%에 비하여 월등히 높다는 사실을 밝혔다.

Shimizu 등(26)은 1년근의 함량이 3년근 보다 높다고 하였고, 장 등(27)은 재배지 토양의 이화학적 성분과 영양분의 흡수량에 따른 paeoniflorin의 함량 변화를 조사한 바 있다. Ikeda 등(23)은 일본, 중국, 북한 그리고 한국산 작약들의 유효성분을 분석하여 재배지역간에 명확한 함량 차이가 있음을 밝혔다. 이상과 같은 연구

결과와 의약품 및 기능성 식품의 원료로서의 수요를 감안한다면 우리 나라에서 재배된 작약의 품질을 한방에서 백작약 및 적작약을 구분하여 임상에 적용하고 있으므로 백작약과 적작약을 규격화하기 위하여 일차적인 검정지표로서 paeoniflorin계 유효 성분의 함량 범위를 여러 재배 조건이나 지역적으로 수년간 반복 조사하여, 유효성분 함량에 대한 기준을 설정하게 되고, 그 기준에 따른 규격에 맞추어 원료 및 작약제제들의 품질을 효과적으로 관리할 수 있게 된다.

따라서 본 연구는 우리 나라에서 재배되는 백작약 및 적작약을 산지별로 수집하여 paeoniflorin, albiflorin 및 benzoic acid의 함량을 분석하여, 유효성분들의 산지에 따른 함량을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 작약은 1998년 10월~11월경에 산지에서 직접 백작약 및 적작약을 수집하였으며, 경북 의성 지역에서는 3년근 적작약 2종과 백작약 2종, 그리고 경북 울진 지역의 1년근 백작약 1종과 적작약 1종을 수집하였고, 경북 군위, 경북 청도, 전북 임실, 경기 광주 지역에서는 3년근 적작약을 각각 수집하여 본 실험의 재료로 사용하였다(Table 1).

Table 1. Korean paeony roots used in experiment

Sample	Sampling location	Remark
E1	Eui-seong gun, Kyungpook	White paeony root
E2	Eui-seong gun, Kyungpook	White paeony root
E3	Eui-seong gun, Kyungpook	Red paeony root
E4	Eui-seong gun, Kyungpook	Red paeony root
U1	UI-chin gun, Kyungpook	White paeony root
U2	UI-chin gun, Kyungpook	Red paeony root
G1	Gun-wi gun, Kyungpook	Red paeony root
G2	Gun-wi gun, Kyungpook	Red paeony root
C1	Choung-do gun, Kyungpook	Red paeony root
C2	Choung-do gun, Kyungpook	Red paeony root
I1	Im-shil gun, Junpook	Red paeony root
I2	Im-shil gun, Junpook	Red paeony root
K1	Kwang-ju gun, Kyunggi	Red paeony root
K2	Kwang-ju gun, Kyunggi	Red paeony root

시료조제 및 추출

백작약 및 적작약의 전처리 및 methanol추출 방법은 원 등(28) 및 장 등(27)의 방법을 응용하였으며, 냉동

및 냉장 보관하고 실온에서 해동 및 방치한 후, sample mill을 이용하여 세절 후 standard testing sieve(500 μ m)로 균질화하여 시료 분말을 조제하였다. 균질화된 시료 4 g을 정확히 칭량 후, 100 ml methanol을 가하고 60 $^{\circ}$ C 조건하에서 초음파 파쇄기로 2시간 추출하였다. 추출된 용액을 Whatman No. 1 여과지로 1차 여과한 후 0.45 μ m filtering system을 사용하여 2차 여과한 후, 4 $^{\circ}$ C에서 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

표준용액의 조제

본 실험에 사용한 시약은 methanol (HPLC grade, EM Science), acetonitrile (HPLC grade, J·T Baker), water (HPLC grade, J·T Baker), acetic acid 등 이었으며, 전처리용 시약은 일급 이상을 사용하였다. 표준품으로는 paeoniflorin, albiflorin과 benzoic acid을 사용하여 표준품 10 mg에 50 ml의 methanol을 가하여 조제하였다.

HPLC 분석조건

작약 뿌리 중의 paeoniflorin, albiflorin 및 benzoic acid 함량 분석을 위하여 원 등(28)과 장 등(27)의 방법을 응용하여 HPLC로 분석하였으며, 분석 조건은 Table 2와 같다.

Table 2. HPLC conditions for the analysis of paeoniflorin, albiflorin and benzoic acid extracted from *Paeoniae Radix*

Instrument	Gilson 305 system
Column	C18 Nucleosil
Column temp.	35 $^{\circ}$ C
Detector	UV 254nm (Gilson 119 UV detector)
Sensitivity	0.1 AUFS
Injection volume	20 μ l
Flow rate	0.7ml/min
Mobile phase Solvent A	H ₂ O : ACN : MeOH : Acetic acid
Solvent B	H ₂ O
Mobile phase rate	A : B = 70 : 30

결과 및 고찰

유효성분함량

백작약 및 적작약의 유효성분으로 알려져 있는 paeoniflorin, albiflorin 및 benzoic acid의 산지별로 HPLC chromatogram을 Fig. 1에 나타내었으며, 산지별 각 유효성분의 함량을 조사한 결과는 Table 3과 같았다. 작약의 주성분으로 알려져 있는 paeoniflorin의 함량은 경북

의성 지역의 백작약 2.06%로 가장 높아 정(29)의 연구 결과의 유사하였다. Albiflorin의 함량은 울진 지역의 백작약이 1.92%로서 가장 많았으며, benzoic acid의 함량은 paeoniflorin의 함량이 많은 의성 지역에서 0.06%를 나타내었다. Paeoniflorin함량의 평균은 1.40%로 정(29) 및 송(30)의 결과와 유사하였다.

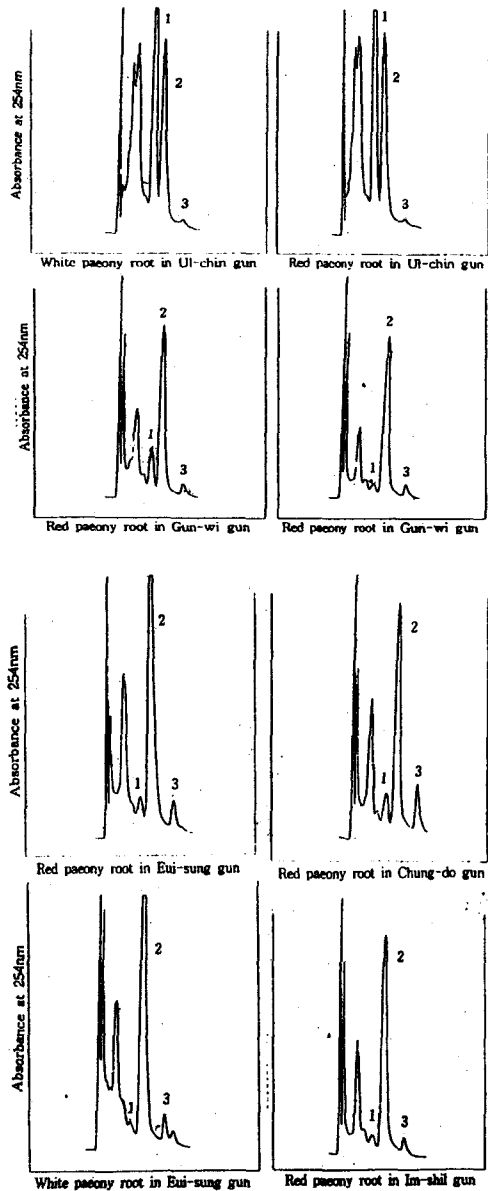


Fig. 1. HPLC chromatogram of paeony roots. 1, albiflorin(tR = 8 min); 2, paeoniflorin(tR = 10 min); 3, benzoic acid(tR = 15 min).

Table 3. The contents of paeoniflorin, albiflorin and benzoic acid in paeony roots

Sample	Effective Constituents(%)			Remark
	Paeoniflorin	Albiflorin	Benzoic acid	
E1	2.06	0.19	0.06	White paeony root
E2	1.14	0.08	0.01	White paeony root
E3	0.73	0.05	0.02	Red paeony root
E4	1.89	0.31	0.09	Red paeony root
U1	1.20	1.92	0.01	White paeony root
U2	1.26	2.04	0.01	Red paeony root
G1	1.18	0.38	0.02	Red paeony root
G2	1.27	0.14	0.03	Red paeony root
C1	1.53	0.35	0.11	Red paeony root
C2	1.59	0.34	0.12	Red paeony root
I1	1.47	0.17	0.03	Red paeony root
I2	1.19	0.06	0.02	Red paeony root
K1	1.56	0.10	0.06	Red paeony root
K2	1.47	0.09	0.04	Red paeony root
Ave.	1.40	0.46	0.05	

의성 지역에서 수집된 적작약 중의 paeoniflorin의 함량은 그 차이가 가장 많아 시료 채취에 따른 문제점이 있거나, 채취 후 시료의 건조과정의 차이에 따른 것으로 추측된다. 또한 울진 지역과 군위 지역에서 수집된 적작약 중의 paeoniflorin 함량은 평균 함량 보다 적었다. 강 등(1)에 의하면 국내 수집 작약류의 paeoniflorin 함량은 1.3~12.5%로 산지에 따라서 함량의 차이가 크다고 보고한 바 있고, Ikeda 등(23)은 산지가 다른 67종의 작약류에서 0.12~9.61%함량의 차이를 보고한 바 있다.

Albiflorin은 경북 울진 지역에서 평균 2.24%로 가장 높게 나타났으며, 이는 분석 시료의 albiflorin 함량의 평균이 0.46%임을 비교해 볼때 매우 높은 함량을 나타내었다. 경북 울진 지역의 albiflorin 함량이 타 지역에 비해 높은 것은 Ikeda 등(23)의 보고에 의하면 중국, 북한, 일본, 한국산 작약 67계통을 연구한 결과, 그 범위가 0.09%~2.76%라고 하였고, 한국산은 0.29%~0.42%, 북한산 0.35%~1.48%, 중국산 0.09%~2.76%, 일본산 0.34%~2.37%이며, albiflorin이 함유되지 않은 2개 계통이 있으므로 중국산 및 일본산이 국내에 유입된 것으로 추측된다.

Benzoic acid의 함량은 경북 청도 지역에서 평균 0.12%로 가장 높게 나타났으며, 가장 낮은 지역은 경북 울진 지역으로서 0.01%이었다. 송(30)의 보고에 위하면 상용되는 적작약의 benzoic acid의 함량이 0.12%로 보고되어 본 실험과 유사하게 나타났다. 함량의 차이는 있지만 albiflorin과 benzoic acid 함량의 유형에서와 같이 경북 울진 지역을 제외하고는 유사하게 나타났고, 송(30)의 보고에 나타난 것처럼 유효성분들의 분석기술이

지금보다 낙후되어 있는 과거에는 작약의 품질 지표로써 benzoic acid의 정량으로서도 가능하리라 추측된다.

Paeoniflorin 함량의 산지별 차이에서 가장 높은 지역은 1.52%의 경기지역 이었으며, 가장 낮은 지역은 전라북도 입실 지역의 1.33% 이었다. 작약 산지에 따라 albiflorin의 함량의 차이가 가장 많이 검출된 지역은 경상북도 의성, 군위 및 울진 지역으로 0.60%이였으며, 가장 낮은 지역은 경기도 광주지역으로 0.094%이었다.

유효성분함량의 함유 비율

작약의 유효 성분은 monoterpene glycoside의 일종인 paeoniflorin과 근원 물질인 oxypaeonyflorin, benzoylpaeoniflorin 및 albiflorin들이 알려져 있다. Yoshizaki 등(14)은 paeoniflorin의 활성과 작약의 치료 효과가 거의 일치하고 있다고 보고한 바 있다. Paeoniflorin의 함량과 이들 근원물질들과의 함량비율을 조사한 결과는 Table 4와 같았다.

Table 4. The ratio of contents of benzoic acid and albiflorin to paeoniflorin extracted from paeony roots

Sample	Albi./Paeo. ¹⁾	Benz./Paeo. ²⁾	Remark
E1	0.09	0.03	White paeony root
E2	0.07	0.01	White paeony root
E3	0.08	0.02	Red paeony root
E4	0.16	0.04	Red paeony root
U1	1.60	0.01	White paeony root
U2	1.77	0.01	Red paeony root
G1	0.32	0.01	Red paeony root
G2	0.11	0.02	Red paeony root
C1	0.22	0.07	Red paeony root
C2	0.21	0.07	Red paeony root
I1	0.11	0.02	Red paeony root
I2	0.05	0.01	Red paeony root
K1	0.06	0.03	Red paeony root
K2	0.06	0.02	Red paeony root

¹⁾ Benz./Paeo. : Ratio value of the contents of benzoic acid to paeoniflorin extracted from paeony roots.

²⁾ Albi./Paeo. : Ratio value of the contents of albiflorin to paeoniflorin extracted from paeony roots.

장(27)에 의하면 작약의 약효 성분인 paeoniflorin과 유사한 분자 구조식을 가지는 albiflorin의 peak 높이의 비율은 0.2~0.3이며, 이들의 비율과 paeoniflorin의 함량은 고도의 정의 상관($r=0.6178$)을 가지는 것으로 보고한 바 있다. 본 실험 결과에서도 albiflorin에 대한 paeoniflorin 함량의 비율은 0.05~0.32의 범위에 속하였다. 그러나 울진 지역에서 수집된 적작약의 경우는 오히려 그 비율이 1.60과 1.77로서 paeoniflorin의 함량에

비하여 albiflorin의 함량이 더 많았다. 이는 장(27)의 연구결과에 따르면 작약근의 paeoniflorin 함량이 생육년수가 많아짐에 따라 특히 2년근 이후에 주성분인 paeoniflorin의 함량이 증가하는 것으로 보고되어, 울진 지역의 적작약은 생육년수가 1년근으로 근원물질인 albiflorin의 paeoniflorin으로 전이가 미비하였기 때문으로 추정된다. 그러나, 전반적인 paeoniflorin과 albiflorin의 비율은 장 등(27)의 결과와 유사한 비율을 나타내었다.

요 약

백작약 및 적작약의 주산지로 알려져 있는 경북 의성 지역 외 5개 지역에서 1999년에 재배된 작약뿌리를 현장에서 수집하여, 산지별로 작약의 지표물질로 알려진 paeoniflorin, albiflorin 및 benzoic acid의 함량을 조사하였다. 그 결과, 국내산 작약의 재배 지역별 paeoniflorin 함량은 경상북도 의성 지역의 백작약 2.06%로 가장 높았다. 산지별로는 경기도 광주지역의 적작약 1.52%이었으며, 전라북도 임실 지역에서 재배된 적작약이 1.33%로 가장 낮았다. Albiflorin의 함량은 경상북도 울진 지역의 적작약에서 2.04%로 가장 높게 나타났으며, 낮은 지역은 경상북도 의성 지역과 전라북도 임실 지역의 적작약이 0.05%와 0.06%이었다. Benzoic acid의 함량은 경상북도 청도 지역에서 0.12%로 가장 높았으며, 경상북도 울진 지역이 0.01%로 가장 낮게 나타났다. Paeoniflorin, albiflorin 및 benzoic acid의 함량은 유사한 비례적인 상호관계를 나타내었으나, 경상북도 울진 지역의 1년근 적작약의 paeoniflorin 함량에 대한 albiflorin 함량의 비율은 타 지역과 달리 1.60 및 1.77로서 paeoniflorin에 비하여 albiflorin의 함량이 더 많았다.

참고문헌

1. 강광희, 정상환, 정명근 (1992) Paeoniflorin 작약 품종의 선발에 관한 연구. UR대응 농업기술 개발과제, 과학기술처
2. 정명근 (1993) 작약(*Paeonia lactiflora* Pall.)의 생육시기 및 건조방법에 따른 성분변화. 영남대학교 대학원 석사학위논문
3. 강광희, 정명근 (1996) 건조방법에 따른 작약근 건조 소요일수 및 성분변화. 한국작물학회지, 41(3), 362-369
4. 강광희, 정명근, 김병주 (1996) 근적의 분광분석법

을 이용한 작약근의 paeoniflorin 및 일반성분검정. 한육지, 28(2), 146-150

5. Takagi, K. and Masatoshi, H. (1969) Pharmacological studies on herb paeony root.(I). Central effects of paeoniflorin and combined effects with licorice component FM 100. *Yakugaku Zasshi.*, 89(7), 879-886
6. Takagi, K. and Masatoshi, H. (1969) Pharmacological studies on herb paeony root. II. Anti-inflammatory effect, inhibitory effect on gastric juice secretion, preventive effect on stress ulcer, antidiuretic effect of paeoniflorin and combined effects with licorice component FM 100. *Yakugaku Zasshi.*, 89(7), 887-892
7. 농림수산부 (1995) 농림수산물요통계
8. Aimi, N., Hattori, T., Ueyama, M., Shinoda, S. and Miyake, Y. (1979) Determination of paeoniflorin in paeony extract by high performance liquid chromatography. *Yakugaku zasshi.*, 99, 598-601
9. Shibata, S. and Nakahara, M. (1963) Studies on the constituents of Japanese and Chinese paeony crude drugs. VIII. Paeoniflorin, a glucoside of Chinese paeony root(1). *Chem. Pharm. Bull.*, 11, 372-378
10. Shibata, S., Nakahara, M. and Aimi, N. (1963) Studies on the constituents of Japanese and Chinese paeony crude drugs. IX. Paeoniflorin, a glucoside of Chinese paeony root(2). *Chem. Pharm. Bull.*, 11, 379-381
11. Shibata, S., Nakahara, M. and Aimi, N. (1966) The occurrence of paeoniflorin in the plant of *Paeonia* spp. *Shoyakugaku Zasshi.*, 20, 37-39
12. Kaneda, M., Iitakawa, Y. and Shibata, S. (1972) Chemical studies on the oriental plant drugs. X. The absolute structures of paeoniflorin, albiflorin, oxypaeoniflorin and benzoylpaeoniflorin isolated from Chinese paeony root. *Tetrahedron.*, 28, 4309-4317
13. Shimizu, M., Hayashi, T., Morita, N., Kimura, I. and Kimura, M. (1981) Paeoniflorigenone, a new monoterpene from paeony root. *Tetrahedron Lett.*, 22, 3069-3070
14. Yoshizaki, M., Tomimori, T., Yoshioka, S. and Namba, T. (1977) Fundamental studies on the evaluation of the crude drugs V. Quantitative analysis of constituents in crude drugs by Rod-thin-layer chromatography with FID(2). Determination of paeoniflorin and albiflorin in paeony roots. *Yakugaku*

- Zasshi.*, 97(8), 916-921
15. Yamagishi, T., Kinoshita, Y. and Mori, M. (1976) Studies on the standardization of crude drugs produced in Hokkaido, pt XI. Chemical evaluation on paeoniae radix pt 1. *Doekenshopho.*, 26, 32-36
 16. Akada, Y., Kawano, S. and Tanase, Y. (1979) High-speed liquid chromatographic analysis of drugs. V. Rapid estimation of paeoniflorin in paeony root. *Yakugaku zasshi.*, 99, 858-861
 17. Akada, Y., Sadako, K. and Yaichiro, T. (1980) High-speed liquid chromatographic analysis of drugs. VII. Determination of paeoniflorin in pharmaceutical preparations including paeony root. *Yakugaku zasshi.*, 100(9), 958-961
 18. Akada, Y., Kawano, S. and Tanase, Y. (1980) High-speed liquid chromatographic analysis of drugs. VIII. Determination of paeoniflorin in mountain cortex, *Yakugaku zasshi.*, 100, 224-226
 19. Akada, Y., Kawano, S. and Tanase, Y. (1980) High-speed liquid chromatographic analysis of drugs. XIII. Determination of paeoniflorin in pharmaceutical preparations including paeony root. *Yakugaku zasshi.*, 100, 958-961
 20. Akada, Y., Kawano, S. and Tanase, Y. (1980) Basic studies on the separation analysis of paeoniflorin and benzoic acid in plasma and serum by high-speed liquid chromatography. *Bunseki kagaku.*, 29, 727-729
 21. Akada, N., Inaba, M., Watanabe, M. and Shibata, S. (1969) Chemical studies on the oriental plant drug III. Paeoniflorin, a glucosides of chinese paeony root. *Tetrahedron.*, 25, 1825-1838
 22. Asgawa, N., Hattori, T., Ueyama, M., Shinoda, S. and Miyake, Y. (1979) Determination of paeoniflorin in paeony extract by high performance liquid chromatography. *Yakugaku zasshi.*, 99, 598-601
 23. Ikeda, N., Fukuda, T., Jyo, H., Shimada, Y., Murakami, N., Saka, M. and Yoshikawa, M. (1996) Quality evaluation on paeoniae radix. I. Quantative analysis of monoterpene glycosides constituents of paeoniae radix by means of high performance liquid chromatography. Comparative characterization of the external figures, processing method and the cultivated areas. *Yakugaku zasshi.*, 116(2), 138-147
 24. Suto, K., Masuda, M., Maruta, T., Sagara, K. and Mizutani, T. (1992) Application of supercritical fluid extract of chromatography to determination of paeoniflorin and albiflorin in paeoniae radix. *Shoyakugaku zasshi.*, 46(1), 9-13
 25. Kanaoka, M., Yano, S., Kato, H., Nakanishi, K. and Yoshizaki, M. (1984) Studies on the enzyme immunoassay of bio-active constituents contained in oriental medical drufs. III. Enzyme immunoassay of paeoniflorin a constituents of chinese paeony root. *Chem. Pharm. Bull.*, 32(4), 1461-1466
 26. Shimizu, M., Hashimoto, T., Ishiawa, S., Kurosaki, F. and Morita, N. (1979) Analysis of constituents in crude drugs by high-speed liquid chromatography. I. Quantitative analysis of paeoniflorin in paeony roots. *Yakugaku zasshi.*, 99, 432-435
 27. 장상문, 김종완 (1987) 토양이화학성 및 N, P, K 흡수량과 작약(*Paeonia albiflora* Pall var. *trichocarpa* Bunge)근 중의 paeoniflorin 함량의 관계. 대구대 농과연집 1, 1-8
 28. 원도희, 황영식, 윤태보, 조정희, 노희원 (1982) 생약 및 생약제제의 규격에 관한 연구. 국립보건원보, 제19권
 29. 정명근 (1996) 한국산 재배작약의 품질관련성분 검정. 영남대학교 대학원 박사학위논문
 30. 송보완 (1980) 한국산 작약중의 benzoic acid 및 paeoniflorin의 함량. 경희대학교 대학원 석사학위논문

(접수 2000년 5월 18일)