

RAPD 분석에 의한 황정(黃精)과 위유(萎蕤)의 분류 검토

이미영 · 김기훈 · 김영화 · 오승은¹ · 강권규² · 고병섭*

한국한의학연구원, ¹건국대학교, ²한경대학교

A Taxonomic Examination of *Polygonatum Rhizoma* and *Polygonati Odorati Rhizoma* Based on RAPD Analysis

Mi Young Lee, Ki Hoon Kim, Young Hwa Kim, Seung-Eun Oh¹,
Kwon Kyo Kang², and Byong Seob Ko*

Korea Institute of Oriental Medicine, Daejeon 305-811, Korea

¹Department of Biological Sciences, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

²Department of Horticulture, Hankyong National University, Ansong 456-749, Korea

Abstract – The phylogenetic relationship of *Polygonatum* species were examined by RAPD analysis. *Polygonatum Rhizoma* is called ‘Whang-jung’, and used *Polygonatum sibiricum* Redoute in defined as a source plant in Korean Pharmacopoeia. *Polygonati Odorati Rhizoma* is called ‘Wui-yu’, and *P. odoratum* Druce var. *pluriflorum* Ohiwi and related species are defined is source plants in Korean Herbal Pharmacopoeia. In UPGMA analysis, *Polygonum* was divided into two major groups. *Polygonatum sibiricum* and *P. stenophyllum* was placed in a cluster. On the other hand, *P. falcatum* A. Gray was included in the other cluster comprising. *P. odoratum* and related species, which are used as source plants for *Polygonati Odorati Rhizome*.

Key words – *Polygonatum Rhizoma*, *Polygonati Odorati Rhizoma*, RAPD, Taxonomy

황정(黃精)은 한국에서 층층갈고리등글레 *Polygonatum sibiricum*, 진황정 *P. falcatum*으로 기재되어 있고,¹⁾ 위유(萎蕤)는 등글레 *P. odoratum* 및 동속식물로 규정하고 있다.²⁾ 중국은 진황정, 층층갈고리등글레, 다화황정 *P. cyrtonea* Hua을 황정으로, 그리고 *P. odoratum*를 옥죽(玉竹)으로 기재하고 있다.³⁾ 또한, 위유(萎蕤)는 이명으로 옥죽(玉竹)이라고도 하는데, 같은 등글레 동속식물이면서 다른 약재로 쓰이는 황정과 위유는 형태적으로 구분하기가 쉽지 않다.

등글레속 (백합과, Liliaceae) 식물은 약 40여 종이 아시아, 북미, 유럽 등 북반구에 분포하며 그 중 약 30여종이 동아시아에 분포한다고 알려져 있으며,^{4,5)} 우리나라의 등글레속 식물은 각시등글레 등 14종 2변종 총 16분류군이 자생하는 것으로 보고되어 있다.⁶⁾ 현재까지는 이들 등글레속 식물의 형태적 특성만으로 황정과 위유를 구별하고, 등글레속 식물의 형태 특성에 대해서는 각기 다른 자생지에서 수집한 재료의 생태적 특성에 의한 연구가 주류를 차지하며, 등

글레속 식물에 대해 분류 및 유연관계 분석,^{7,8)} 핵형분석,⁹⁾ 종자발아¹⁰⁾ 및 생육과 개화특성,¹¹⁾ 생육 및 형태적 특성,¹²⁾ 등글레 동속식물을 분류학적으로 재검토한 연구¹³⁾ 등이 이루어졌다.

본 연구에 사용된 RAPD(randomly amplified polymorphic DNA)¹⁴⁾는 하나의 짧은 primer를 사용하여 임의의 DNA 염기배열을 증폭시키는 것으로 유전적다양성¹⁵⁾과 많은 식물 종의 종내 혹은 종간의 분석에 사용되고 있다.^{16,17,18)} 이 방법은 RFLP(restriction fragment length polymorphism) 방법보다 빠르고 간편하게 자연집단에 대한 유전변이 분석을 할 수 있는 방법으로 알려져 있고¹⁹⁾ 비교적 쉽게 많은 수의 질편을 만들어 낼 수 있으며, RFLP와 비교하여 많은 이점을 가지고 있다.²⁰⁾ DNA에 의한 진단 마커는 다형성을 밝히거나 넓은 범위에서의 표현형에 의한 복잡한 여러 요인을 직접 동정할 수 있으므로,²¹⁾ 본 연구에서는 등글레 동속식물에서의 RAPD 분석을 통해 종간의 특이적인 단편과 유연관계를 확인함으로써 황정과 위유의 한약재 분류 검토에 이를 적용하였다.

*교신저자(E-mail) : kbs@kiom.re.kr
(FAX) : 042-863-9434

재료 및 방법

재료 - 본 실험에 사용된 시료는 크게 황정과 위유로 나누는데, 황정은 2개의 층층갈고리등글레, 중국에서 구입한 1개의 다화황정, 3개의 진황정등 3종의 황정을 포함하여 모두 6개 시료를 실험에 이용하였다. 위유는 4개의 층층등글레, 7개의 등글레, 1개의 무늬등글레, 1개의 산등글레, 1개의 편등글레, 1개의 용등글레, 1개의 각시등글레, 1개의 죽대등 8종의 등글레 동속식물 17개 시료를 사용하였고, 각 시료는 중국의 다화황정 외에 국내의 각 시험장과 식물원, 그리고 자생지에서 동속식물을 채집하여 동정한 후 사용하였으며, 채집된 식물은 일련번호를 기입하여 한국한의학연구원에 보관되어 있다(Table I).

DNA 분리 - 생체 앞에서 Doyle와 Doyle²²⁾방법을 응용하여 DNA를 추출하였다. 소량의 시료를 막자사발에 넣고 미세분말상태로 마쇄한 후, 분말 시료를 700 μ l의 CTAB 완충용액 [50 mM Tris-HCl (pH 8.0), 0.7 M NaCl, 50 mM EDTA (pH 8.0), 140 mM β -mercaptoethanol]와 혼합한 다

음 60°C 항온기에서 1시간 처리한 후, phenol과 chloroform : isoamylalcohol (24:1)을 첨가하여 실온에서 3,500 \times g로 원심분리 하였다. 상층액과 chloroform : isoamylalcohol (24:1)을 첨가하여 완전히 섞이도록 흔들어진 다음 3,500 \times g로 원심분리하여 상층액을 취하여 냉동고에 보관중인 isopropanol을 넣고 -20°C에서 30분간 정치시켜 DNA를 침전시켰다. 침전시킨 DNA를 3,500 \times g에서 원심분리 하여 얻은 게놈 DNA를 70% EtOH로 세척하여 진공 혹은 자연 건조시켰다. 건조시킨 DNA를 100 μ l TE 완충용액 [10 mM Tris-HCl (pH 8.0), 1 mM EDTA]에 용해하여 1 mg/ml의 RNase를 첨가하고 37°C 항온기에서 30분간 처리한 ND-1000 spectrophotometer (NanoDrop Tech. USA)로 DNA 순도검정 및 정량을 실시하였다.

RAPD 분석 - PCR 반응용액은 멸균 증류수에 10 \times 완충용액 [750 mM Tris-HCl, pH 8.8, 200 mM (NH₄)₂SO₄, 0.1% (v/v) Tween 20], 200 μ M dNTP, 1.5 mM MgCl₂, 300 nM primer (UBC, Canada), 1 U DNA polymerase, 50 ng DNA를 혼합 조성하였다. PCR은 GeneAmp PCR system

Table I. The used materials of Polygonati Rhizoma and Polygonati Odorati Rhizoma in this experiment

Medicine name	Species	Locality	Date of collection	Specimen
P. Rhizoma	<i>P. sibiricum</i>	Bongwha, Korea	2002. 9. 5	1
		Suwon, Korea	2003. 5. 30	2
	<i>P. cyrtoneuma</i> Hua	Guangzhu, China	2002. 7. 26	3
	<i>P. falcatum</i> A. Gray	Jeonju, Korea	2000. 5. 17	4
		Chuncheon, Korea	2001. 6. 9	5
		Jecheon, Korea	2002. 7. 15	6
Suwon, Korea		1999. 10. 7	7	
P. stenophyllum	Chuncheon, Korea	2001. 6. 9	8	
	Suwon, Korea	2001. 6. 15	9	
	Uiseong, Korea	2002. 9. 6	10	
	Mt. Geumdan, Gyeonggido, Korea	1999. 9. 9	11	
P. Odorati Rhizoma	Mt. Myeongji, Chungcheongdo, Korea	1999. 10. 6	12	
		Pyeongchang, Korea	2001. 6. 8	13
		<i>P. odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	Bongwha, Korea	2002. 9. 5
	Jeonju, Korea	2002. 5. 17	15	
		Uiseong, Korea	2002. 9. 6	16
		Suwon, Korea	2003. 5. 30	17
	<i>P. odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> for <i>variegatum</i>	Suwon, Korea	2003. 5. 30	18
	<i>P. thunbergii</i>	Suwon, Korea	2003. 5. 30	19
	<i>P. japonicum</i> Morren et Decaiene	Suwon, Korea	2003. 5. 30	20
	<i>P. involucreatum</i>	Mt. Yongmun, Gyeonggido, Korea	1999. 9. 15	21
<i>P. humile</i> Fischer	Mt. Yongmun, Gyeonggido, Korea	1999. 9. 15	22	
<i>P. lasianthum</i> var. <i>coreanum</i> Nakai	Jeonju, Korea	2000. 5. 17	23	

2400 (PerkinElmer, USA)을 이용하여 94°C에서 5분간 시행한 후, 94°C에서 30초, 37°C에서 30초간, 72°C에서 1분간을 35회 수행하고, 72°C에서 10분간 반응시켰다. 증폭된 산물은 1.5% agarose gel에서 100 bp DNA ladder (GibcoBRL, Germany)와 함께 전기영동하여 EtBr로 염색한 후 Bioimaging system (Syngene, England)으로 관찰하여 결과를 분석하였다.

Data 분석 - 각 유전형에 대한 유사성은 NTSYS (Numerical Taxonomy and Multi Analysis System) 프로그램²³⁾에 의한 개체들의 그룹별 산술평균 UPGMA (Unweighted Pair-group Method with Arithmetic Average)에 기초한 방법으로 분석하였다.

결과 및 고찰

다형성(polymorphism) 비교 - 황정과 옥죽의 공통적인 구별점을 찾고자 60개의 random primer를 이용하여 RAPD 분석으로 3종의 황정(충충갈고리둥글레, 다화황정, 진황정)과 8종의 위유(충충둥글레, 둥글레, 무늬둥글레, 산둥글레, 편둥글레, 용둥글레, 각시둥글레, 죽대)에 대한 다형성비교에서 9개의 유용한 primer를 선별할 수 있었다.

선별된 9개 primer중, primer 478 (5'CGAGCTGGTC3')의 900 bp는 다화황정에서만 특이적인 단편을 나타냈으며(Fig. 1), primer 498 (5'GACAGTCCTG3')은 동속식물간의 패턴이 다양하게 나타나므로 황정과 위유를 구분하기에 좋은 primer로 여겨진다(Fig. 2). 또한 잎이 윤생하는 것으로 알려진 충충갈고리둥글레(lane 1-2)와 충충둥글레(lane 7-10)는 사용된 모든 primer에서 거의 일치하는 다형성을 나타냈는데, primer 446 (5'GCCAGCGTTC3')은 충충둥글레와 충충갈고리둥글레에서만 350 bp의 특이적인 단편을 나타냈고(Fig. 3), *P. odoratum* var. plur.의 둥글레 종내에서는 지역에 따라 불규칙한 다형성패턴을 나타냈다(lane 11-23). RAPD 분석을 통한 다형성 패턴에서 황정(黃精)에 속하는 충충갈

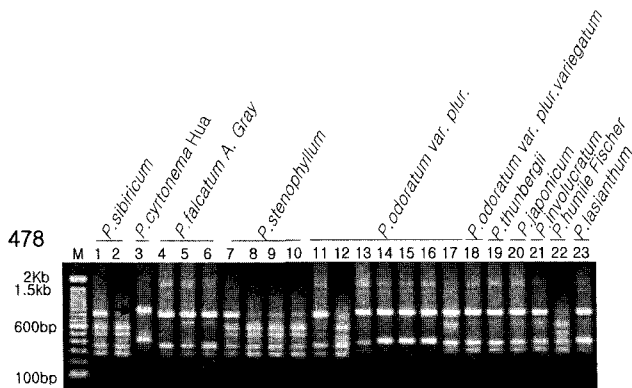


Fig. 1. RAPD polymorphism of *Polygonatum* species. Number written in bold letter at the upper left side is primer using in the RAPD. M, 100 bp DNA ladder.

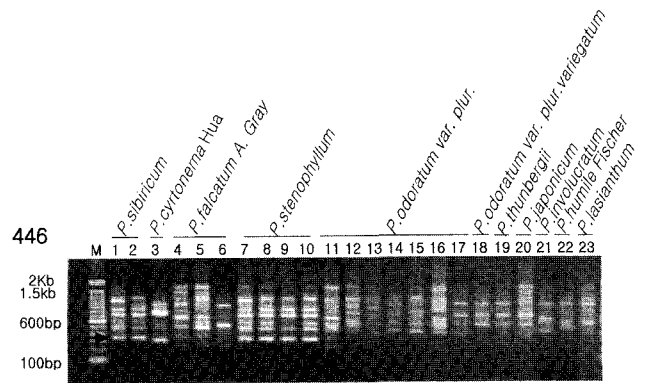


Fig. 2. RAPD polymorphism of *Polygonatum* species. Number written in bold letter at the upper left side is primer using in the RAPD. M, 100 bp DNA ladder.

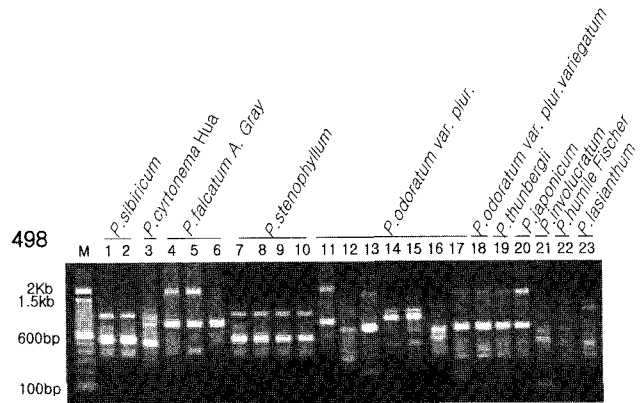


Fig. 3. RAPD polymorphism of *Polygonatum* species. Number written in bold letter at the upper left side is primer using in the RAPD. M, 100 bp DNA ladder.

고리둥글레는 위유(萎蕤)의 충충둥글레와 다형성 패턴이 거의 모든 primer에서 일치하였으며, 황정에 속하는 진황정은 위유에 속하는 둥글레 동속식물들의 패턴양상과 비슷하였다. 이러한 결과는 종내에서 불연속적인 변이가 있는 진황정과 각시둥글레, 죽대 등이 둥글레 계열내에서 *P. odoratum* group내의 분류군에 속한다⁸⁾는 결과를 지지해주고 있다. 또한 무늬둥글레는 둥글레계열과 다형성패턴에 있어서 차이점을 찾을 수 없었는데, 이는 얼룩 무늬와 황녹색의 잎을 가진 개체에서 얼룩무늬의 잎은 녹색잎을 가진 개체와 비교할 때 두 쌍의 열성 동형 유전자를 가지고 있으므로²⁴⁾ 얼룩소 결핍 형질은 많은 수의 다른 열성유전자에 의해 일어난다²⁵⁾는 결과를 뒷받침해주고 있다. 즉, 둥글레에서 무늬형성은 열성 유전자의 발현으로 추정한다고 보고하였다.¹²⁾ 본 연구에서 무늬둥글레에서의 큰 차이점을 발견할 수 없는 것은 RAPD분석이 우성 표지인자(dominant marker)의 성질^{26,27,28)} 때문일 수 있으므로 열성유전자를 찾을 수 있는 방법을 사용하여 그 가능성을 확인해보아야 할 것으로 사료된다.

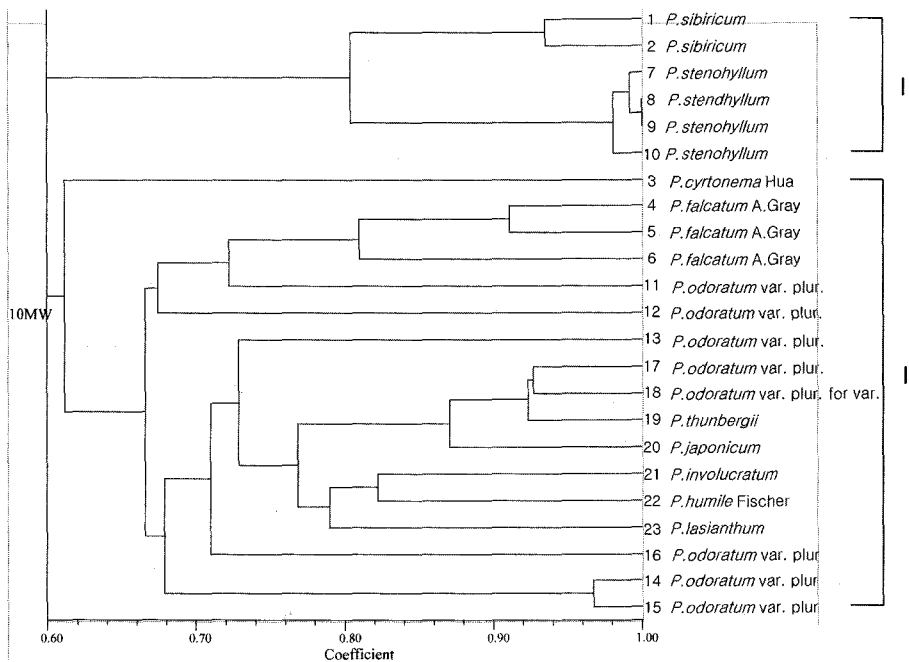


Fig. 4. Phenogram generated by UPGMA on the basis of RAPD analysis for 11 *Polygonatum* species. See Table I for the numbers indicating taxa.

유연관계분석 - 층층갈고리등글레 (lane 1-2)와 층층등글레 (lane 7-10)는 사용된 모든 primer에서 거의 일치하는 다형성을 보였는데, 유연관계에서 0.804의 유전적인 거리로 같은 그룹으로 유집되었고, 진황정은 대한약전에 황정의 약재로 포함되어 있지만 RAPD에 의한 유연관계분석에서 황정보다는 위유에 속하는 등글레 동속식물들의 다형성 양상과 비슷하였으며 등글레 및 무늬등글레를 비롯한 기타 동속식물의 그룹과 같은 그룹으로 유집되었다 (Fig. 4).

등글레 동속식물에 대한 RAPD의 다형성을 통해서 11종의 등글레 동속식물에 대한 유연관계를 비교해 보았을 때 크게 두 그룹으로 나눌 수 있었다. 첫째, 층층갈고리등글레 *P. sibiricum*와 층층등글레 *P. stenophyllum*의 그룹 (I), 둘째, 진황정과 등글레, 무늬등글레를 비롯한 기타 동속식물의 그룹 (II)으로 유집되었다. 2개의 층층갈고리등글레는 1의 수준에 가까운 0.935의 유전적인 거리를 나타내어 매우 가까운 유연관계를 나타냈으며, 층층등글레는 층층갈고리등글레와 0.804로서 다른 동속식물보다도 가장 가까운 수준에 있었다. 그리고 중국에서 자생하는 다황정 *P. stenophyllum*은 그룹 I과 그룹 II의 중간거리인 0.601 수준에서 유집되었다. 우리나라 약전에 황정으로 기재되어 있는 진황정 *P. falcatum*은 등글레 동속식물의 그룹 II에 유집되었다. 또한 층층등글레와 층층갈고리등글레는 서로 다른 지역이더라도 매우 유사한 범위에서 동일한 패턴을 나타낸 반면, 등글레 종(*P. odoratum* var. *pluriflorum*)은 같은 종이라고 하더라도

각각 다른 지역에서 채집한 14, 15, 16의 개체가 11, 12, 13, 17의 개체와 밴드의 양상이 항상 일치하지는 않았고, 유연관계에 있어서도 차이가 있어 지역간의 유전적 다양성이 존재함을 알 수 있었다.

층층갈고리등글레와 층층등글레의 잎은 윤생하지만 다른 등글레는 잎이 호생하므로 잎의 형태를 기준으로 하였을 때 등글레 계열과 층층등글레 계열 2개의 군으로 나눌 수 있다는 점에서 외부형태적인 특징과 본 연구 결과가 일치하다는 것을 알 수 있었으며, 엽선의 모양과 기본염색체수를 기준으로 층층갈고리등글레 계열과 층층등글레 계열이 같은 계열수준으로 나누어지며 진황정은 *P. odoratum* 그룹과 유집된다¹¹⁾는 결과가 본 연구 결과와 일치하였다. 그리고 분류학적으로 층층등글레절내에서 층층갈고리등글레와 층층등글레가 엽선의 모양과 기본염색체수를 기준으로 층층등글레 계열(*Ser. Verticillata*)과 층층갈고리등글레 계열(*Ser. Sibirica*) 등의 계열수준에서 구분하기도 하고,^{29,30)} 줄기가 직립하고 윤생엽인 *Sibiricum*, *Stenophyllum*의 group이 *Sect. Verticillata*에 속하며, *P. falcatum*을 *Polygonatum*의 group으로 포함시켰는데,³¹⁾ 이러한 결과들은 한약으로 사용되는 황정과 위유의 약재를 구분하기 위해 RAPD의 유연관계로 비교한 본 연구 결과와 모두 부합하였다. 따라서 현재 황정으로 기재되어 있는 진황정은 위유에 포함시키고, 위유에 속하고 있는 층층등글레는 층층갈고리등글레와 함께 황정의 약재로 포함시키는 것이 타당하다고 사료된다.

결 론

황정에 속하는 3종의 황정과, 위유에 속하는 8종의 등글레 등 11종의 등글레 동속식물 23개 시료로 RAPD 분석을 실시하여 비교하였을때, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 등글레 동속식물의 RAPD 분석에서 primer 478의 900 bp는 다황정에서만 특이적인 단편을 나타냈으며, 충충갈고리등글레와 충충등글레는 사용된 모든 primer에서 거의 일치하는 다형성패턴을 나타냈고, 유연관계에서도 0.804의 수준에서 같은 그룹에 유집되었다.

2. 진황정은 황정보다는 위유에 속하는 등글레 동속식물들과 패턴양상이 비슷하여 등글레 및 무늬등글레 등의 동속식물과 같은 그룹으로 유집되었다.

3. 황정의 약재로 되어있는 진황정은 유전적으로, 혹은 외부형태적으로 보았을때 위유의 약재에 포함시켜야 하며, 위유에 속하고 있는 충충등글레는 충충갈고리등글레와 함께 황정의 약재로 포함시키는 것이 바람직하다고 사료된다.

인용문헌

- 대한약전 (제 8개정) (2002) 식품의약품안전청.
- 대한약전의한약(생약)규격집 (2002) 식품의약품안전청.
- 中華人民共和國藥典(中藥彩色圖集) (1995) 中華人民共和國衛生部 藥典委員會 編. 광동과기출판사.
- Tang, Y. C. (1978) *Polygonatum* Mill. In Wang, F. T. and T. Tang (eds.), *Flora Reipublicae Popularis Sinicae*, 15: 52-81. 250. Science Press, Beijing. (In Chinese).
- Jeffrey, C. (1980) The genus *Polygonatum* (Liliaceae) in eastern Asia. *Kew Bull.* **34**: 435-471.
- Jang, C. G. and Kim, Y. S. (1998) Cluster and cladistic analysis of the Korean *Polygonatum* (Liliaceae). *Kor. J. plant Tax.* **28**(4): 357-370.
- 김형권 (1995) 한국산 등글레속의 분류학적 연구. 공주대학교 석사학위논문. 1-55.
- Jang, C. G. and Kim, Y. S. (1998) Taxonomic relationships of the Korean *Polygonatum* (Liliaceae) using the RAPDs analysis. *Kor. J. Plant Tax.* **28**(4): 371-384.
- Han, M. K., Oh, B. U., and Kim, Y. S. (1998) C-banded karyotype of five taxa of genus *Polygonatum*. *Kor. J. Plant Tax.* **28**(3): 313-329.
- Kang, J. H., Kim, D. I., Ryu, Y. S., Bae, K. S., and Han, D. S. (1998) Characteristics of seed structure and seedling development in *Polygonatum odoratum* Druce. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* **6**(2): 102-107.
- Jang, K. H., Park, J. M., Kang, J. H., and Lee, S. T. (1998) Growth and flowering characteristics of *Polygonatum* spp. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* **6**(2): 142-148.
- Yun, J. S., Son, S. Y., Hong, E. Y., Kim, I. H., Yun, Y., and Lee, C. H. (2002) Growth and morphological characteristics of *Polygonatum* species indigenous to Korea. *Korean J. Plant. Res.* **15**(1): 164-171.
- Jang, C. G. (2002) A taxonomic review of Korean *Polygonatum* (Ruscaceae). *Kor. J. Plant Tax.* **32**(4): 417-447.
- Williams, J. G. K., Kubelik, A. R., Licak, A. J., Rataleski, J. A., and Tingey, S. V. (1990) DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucl. Acids Res.* **18**: 6531-6535.
- Bornet, B., Goraguer, F., Joly, G., and Branchard, M. (2002). Genetic diversity in European and Argentinian cultivated potatoes (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) detected by inter-simple sequence repeats (ISSRs). *Genome.* **45**: 481-484.
- Abo-elwafa, A., Murai, K., and Shimada, T. (1995) Intra- and inter-specific variations in *Lens* revealed by RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* **90**: 335-340.
- Brummer, E. C., Bouton, J. H., and Kochert, G. (1995) Analysis of annual *Medicago* species using RAPD markers. *Genome.* **38**: 362-367.
- Sun, G. L., Salomon, B., and von Bothmer, R. (1997) Analysis of tetraploid *Elymus* species using wheat microsatellite markers and RAPD markers. *Genome.* **40**: 806-814.
- Tingey, S. V. and del Tufo, J. P. (1993) Genetic analysis with random amplified polymorphic DNA markers. *Plant Physiol.* **101**: 349-352.
- Tinker, N. A., Fortin, M. G., and Mather, D. E. (1993) Random amplified polymorphic DNA and pedigree relationships in spring barley. *Theor. Appl. Genet.* **85**: 976-984.
- Hadrys, H., Balick, M., and Schierwater, B. (1992) Applications of random amplified polymorphic DNA (RAPD) in molecular ecology. *Mol. Ecol.* **1**: 55-63.
- Doyle, J. J. and Doyle, J. L. (1990) Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* **12**: 13-15
- Rohlf, F. J. (2000) NTSYSpc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Ver 2.1, New York, USA.
- Shin, M. S., Lee, J. K., and Shin, H. T. (1997) Variation of some agronomic characters in different leaf-color progenies of rice. *Kor. J. Breed.* **29**(2): 162-165.
- Kinoshita, T. (1995) Report of committee on gene symbolization, nomenclature and linkage groups. *RGN* **112**: 63-65.
- Perrot-Minnot, J. J., Lagnel, J., Migeon, A., and Navajas, M. (2000) Tracking paternal genes with DALP markers in a pseudoarrhenotokous reproductive system: biparental transmission but haplodiploid-like inheritance in the mite *Neoseiulus californicus*. *Heredity* **84**: 702-709.
- Edwards, O. R., Melo, E. L., Smith, L., and Hoy, M. A. (1998) Discrimination of three *Typhlodramalus* species (*Acari*; *Phytoseiidae*) using random amplified polymorphic DNA markers. *Exp. Appl. Acarol.* **22**: 101-109.
- Weeks, A. R., Opijnen, T. V., and Breeuwer, J. A. J. (2000) AFLP fingerprinting for assessing intraspecific variation and genome mapping in mites. *Experimental and Applied*

- Acarology* **24**: 775-793.
29. Abramova, L. I. (1975). On the taxonomical structure of the genus *Polygonatum* Mill. Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad) **60**: 490-497. (In Russian with English summary).
30. Jang, C. G. (1998). A systematic study of the geuns *Polygonatum* (Liliaceae) : with a special reference to Korean species. Ph. D. dissertation, Korea University. Seoul pp. 458 (in Korean with English abstract).
31. Han, M. K., Jang, C. G., Oh, B. U., and Kim, Y. S. (1998) A cytotaxonomic study of genus *Polygonatum* in Korea. *Kor. J. Plant Tax.* **28**(2): 187-208.

(2004년 2월 10일 접수)