韓藥作誌(Korean J. Medicinal Crop Sci.) 16(3) : 161 – 167 (2008)

한국 약용식물 33분류군의 염색체수와 핵형분석

김수영* · 김찬수** · 김건래* · 김진기* · 박상홍* · 장태수*** · 이원규* · 이중구*†

*한국생명공학연구원, **국립산림과학원 난대산림연구소, ***경희대학교 생물학과

Chromosome Numbers and Karyotype Analyses for 33 Taxa of Medicinal Plants in Korea

Soo Young Kim*, Chan Soo Kim, Geon Rae Kim*, Jin Ki Kim*, Sang Hong Park*, Tae Soo Jang***, Won Kyu Lee*, and Joong Ku Lee*†**

**Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Daejeon 305-806, Korea.*
***Warm-Temperate Forest Research Center, Korea Forest Research Institute, Jeju 697-050, Korea.*
****Department of Biology, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea.*

ABSTRACT : New somatic chromosome numbers and karyotype analyses of 33 medicinal herbs (30 genera, 23 families) in Korea were investigated. The chromosome numbers of 4 taxa, *Euryale ferox*, *Rodgersia podophylla*, *Cirsium japonicum* var. *ussurience*, *Echinops setifer*, showed results that are different from previous reports. Among 33 taxa, 23 taxa were reported for the first time, and karyotype analyses were newly conducted for 2 taxa (*Tiarella polyphylla, Crepidiastrum denticulatum*) in Korea. In addition, we observed for the first time the new chromosome numbers for 4 taxa distributed evenly over the world (*Lindera erythrocarpa, Corylopsis glabrescens* var. *gotoana, Ardisia crenata, Callicarpa japonica* var. *luxurians*).

Key Words **:** Chromosome number, Karyotype analyses, Medicinal Herb

서 언

한국에 분포하고 있는 자생식물 4500여종 중 유용자생식물은 1,133여종으로 분류되며 (Choi, 1998), 이 중 약용식물은 950~1000여종이 분포 한다 (Lee, 1971; Bae, 2000). 최근 생명공학산업의 급속한 발전에 따라 식물 유전자원에 대한 관심이 높아지면서 자생식물을 활용한 고부가가치의 천연물의약품, 기능성 식품 및 원예작물 개발 가능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 약용식물에 대한 개발과 이용에 관한 연구는 많은 관심을 갖고 이루어지고 있다 (Choi, 1998). 그러나, 세포유전학적인 방법인 염색체 연구는 체계적으로 이루어지지 않고 있다. 세포유전학적 연구방법인 염색체 수와 핵형분석은 식물의 수집, 분류, 보존 및 응용에 앞서 수행되어져야 하며 유전자원으로서의 이용과 보존에 기본이 되는 연구이다. 세포유전학에서 염색체 연구는 같은 속내에서도 그 수가 다양하게 나타나고 같은 종에서도 배수화에 따른 수적 변이를 알 수 있는 기반 연구이다 (Ramachandran and Seshadri, 1986). 염색체들의 크기와 형태가 같은 것끼리 짝을 지어 체계적으로 배열하는 것을 핵형분석 (karyotype analyses)이라고 한다. 핵형은 분류학상 개체, 종 (species) 또는 속 (genus)에 따라 독특한 특징을 보여주며 (Battalia, 1955; Levan *et al.*, 1964) 염색체수와 함께 식물의 유연관계 규명과 식물군들의 진화 경로를 추적하는데 유용한 정보를 제공해줄 뿐 아니라 유전체 (genome)의 구조와 그 기능의 연구에도 기본이 된다.

최근 우리나라에 자생하거나 재배되는 약용식물에 대한 세포유전학적인 연구가 보고 되고 있지만, 몇몇 약용식물에 제한적으로 연구되어 왔다. 지모 (*Anemarrhena asphodeloides*)를 대상으로 한 핵형분석과 FISH (fluorescence *in situ* hybridization) 방법을 이용한 물리적 지도작성 (Kim *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2004), 당귀속 (*Angelica*) 식물의 세포유전학적 분석 (Koo *et al.*, 2003), 깽깽이풀 (*Jeffersonia dubia*)에 대한 염색체 연구 (Kim *et al.*, 2005), 시호속 (*Bupleurum*)의 감수분열 및 체세포 염색체에 대한 연구 (Kim *et al.*, 2006a), 백선 (*Dictamnus dasycarpus*)의 형태적 특성과 세포학적 분석 (Chung *et al.*, 2006) 그리고 황기속 (*Astragalus*) 식물의 세포유전학적 분석 (Kim *et al.*, 2006b)등이 보고되었다.

따라서 본 연구는 염색체 연구가 보고되지 않은 국내 약용식물을 대상으로 체세포 염색체수 및 핵형분석을 통하여 많은

†Corresponding author: (Phone) +82-42-860-4284 (E-mail) joongku@kribb.re.kr
Received October 30, 2007 / Revised April 01, 2008 / Accepted May 28, 2008

활용이 예상되는 약용식물의 이용과 개발을 위한 세포유전학적 기초를 확립하고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 재료

본 연구에 사용된 종자 및 식물체는 한국생명공학연구원의 한국야생식물종자은행과 국립산림과학원 난대산림연구소 (제주도 소재)에 보관 또는 재배중인 시료를 이용하였으며 확증표본은 생명공학연구원 식물표본관 (KRIB) 및 국립산림과학원 난대산림연구소 식물표본관 (WTFRC)에 보관하였으며, 23과 30속 33분류군의 식물재료는 Table 1과 같다.

2. 방법

1) 근단 채취, 전처리 및 고정

중기 염색체를 얻기 위하여 근단 길이가 약 1 ㎝ 정도일 때, 근단을 채취하여 4℃에서 24시간 저온처리 후 고정액 (glacial acetic acid : alcohol = 1 : 3, v/v)에 담가 냉장고에 보관하면서 사용하였다.

2) 근단 연화와 염색

고정된 근단은 1 N HCl (60℃)에서 근단의 종류에 따라 3-6분간 연화시킨 후, 수세하여 Feulgen 용액으로 염색하고 1% aceto-carmine 용액을 사용하여 압착법으로 프레파라트를 제작해 현미경으로 관찰하였으며 양호한 분열상은 사진을 찍어 핵형분석에 사용하였다.

3) 핵형분석

관찰한 염색체를 염색체의 전체 길이와 단완 및 장완의 비에 따라 핵형분석을 하였다. 핵형분석을 위한 염색체 구분은 Levan 등 (1964)의 방법에 따라 arm-ratio가 1.00-1.70을 중부 염색체 (metacentric: m), 1.70-3.00을 차중부 염색체 (submetacentric: sm), 3.00-7.00을 차단부 염색체 (subtelocentric: st) 그리고 7.00 이상을 단부 염색체 (telocentric: t)로 구분하였다. 염색체의 배열은 길이에 따라 긴 것으로부터 짧은 순서로 배열하였다.

결과 및 고찰

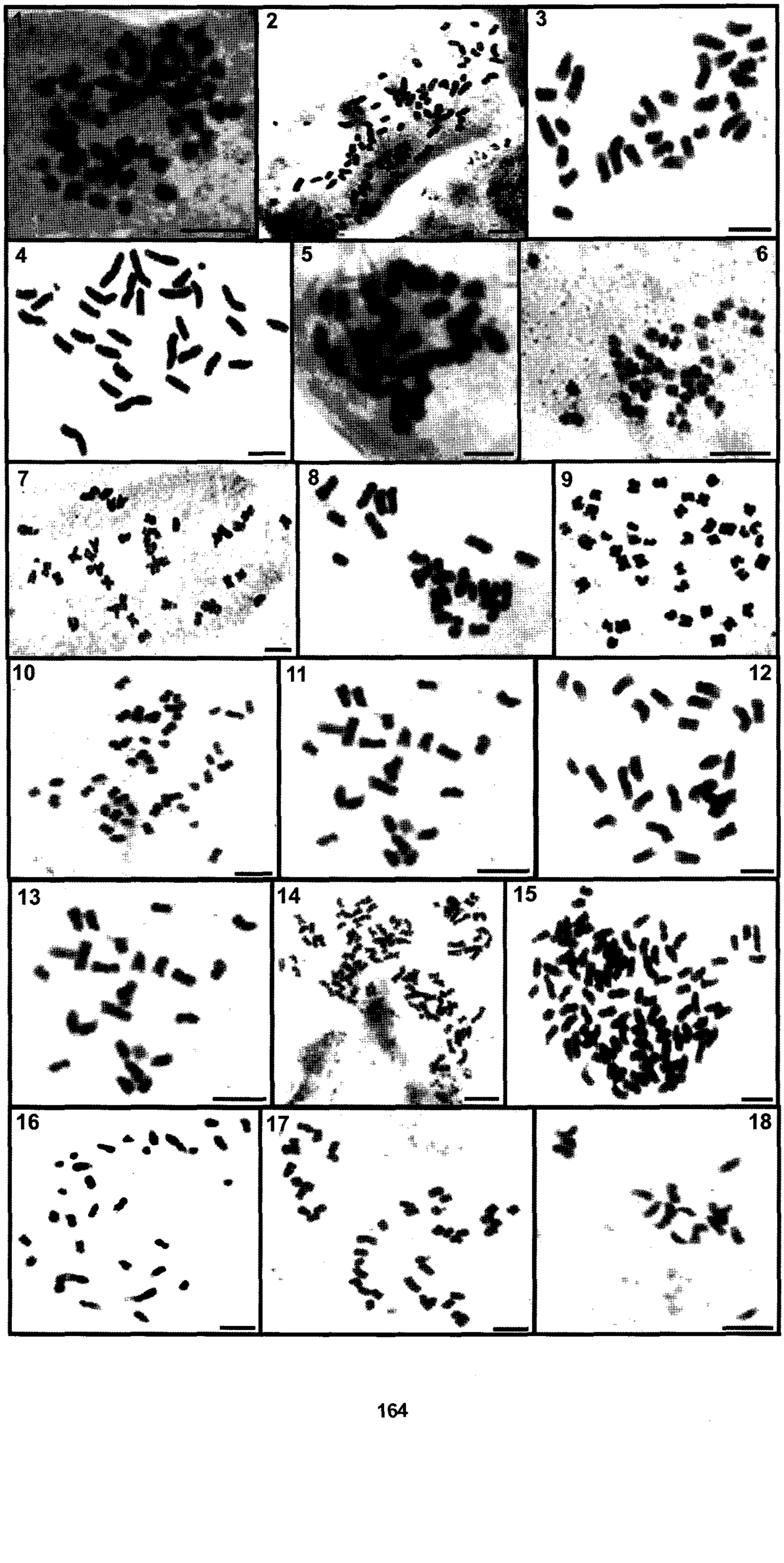
본 연구는 국내 자생하는 약용식물 중에서 염색체 수와 핵형분석이 보고되지 않은 식물을 중심으로 23과 30속 33종의 염색체수를 확인하고 핵형분석을 수행하였다. Table 1에서는 기본 염색체수 (x), 체세포 염색체수 (2n) 그리고 배수체에 관한 내용 및 염색체 크기를 표시 하였다. 본 연구에서 수행한

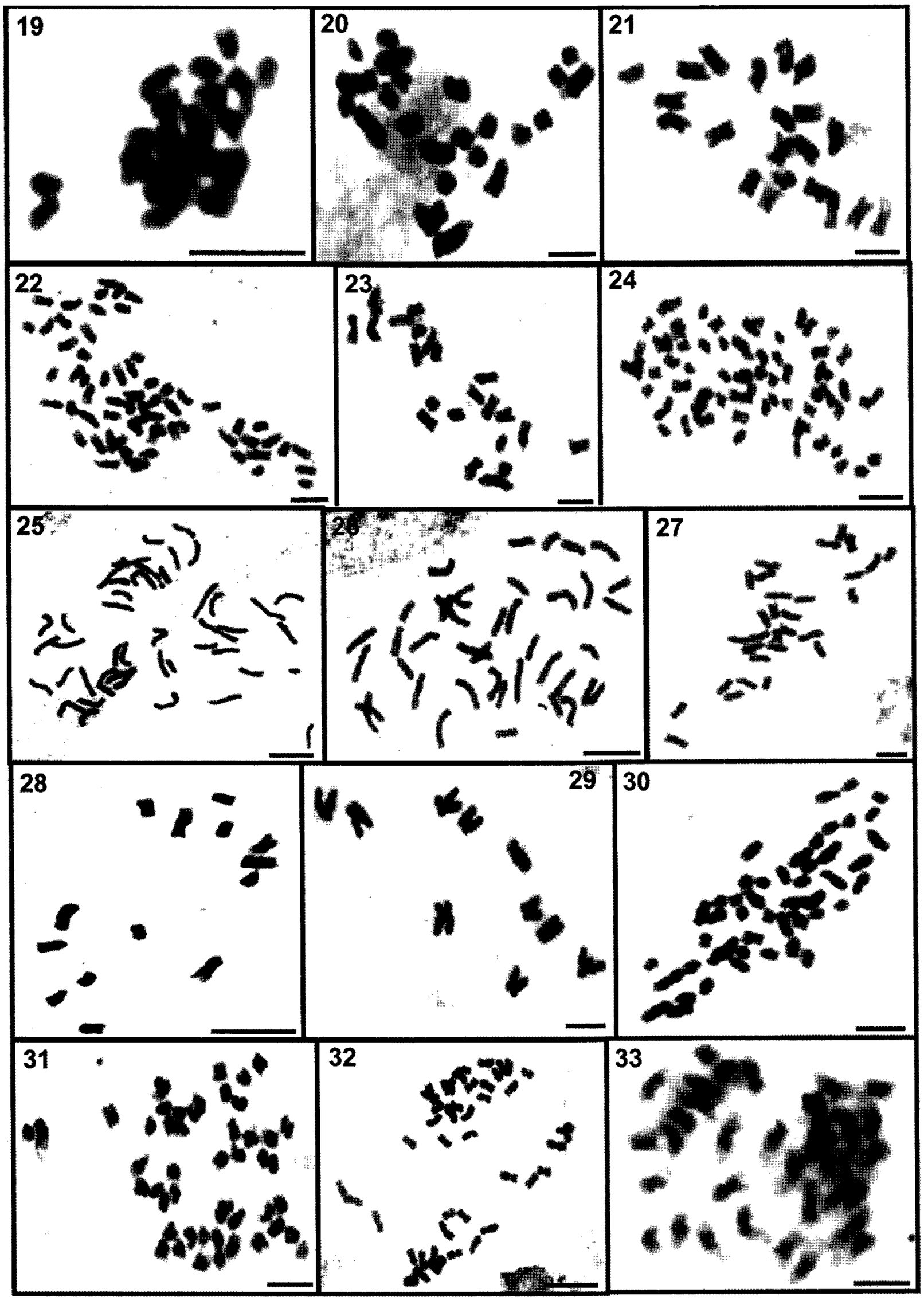
Table 1. Summary of chromosome data of 33 species.

Scientific name	Korean Name	Basic Chromosome Number	Chromosome Number	Ploidy	Chromosome Size (㎛)	Karyotype	Figure Number
Moraceae	**뽕나무과**						
Morus bombycis Koidz.	산뽕나무	X=14	2n=28	2	2.2.~4.7		5
Polygonaceae	**마디풀과**						
Polygonum filiforme Thunb. in Murray	이삭여뀌	X=11	2n=44	4	1.9~2.6		6
Polygonum thunbergii Siebold & Zucc.	고마리	X=10	2n=40	4	2.8~4.9	20m+8sm+12st	7
Nymphaeaceae	**수련과**						
Euryale ferox Salisb.	가시연꽃		2n=52		1.5~2.3		1
Lauraceae	**녹나무과**						
Lindera erythrocarpa Makino	비목나무	X=12	2n=48	4	2.5~5.2		30
Saxifragaceae	**범의귀과**						
Rodgersia podophylla A. Gray	도깨비부채	X=15	2n=90	6	2.3~4.6		2
Tiarella polyphylla D. Don	헐떡이풀	X=7	2n=14	2	1.6~3.5	$2A^{m}+2B^{sm}+2C^{m}+2C^{t}+2D^{t}+2E^{sm}+2F^{sm}+2G^{m}$	28
Pittosporaceae	**돈나무과**						
Pittosporum tobira (Thunb.) W. T. Aiton	돈나무	X=12	2n=24	2	1.8~3.2	2m+18sm+4st	8
Hamamelidaceae	**조록나무과**						
Corylopsis glabrescens var. *gotoana* (Makino) T. Yamanaka	히어리	X=12	2n=48	4	2.3~2.9		31
Rosaceae	**장미과**						
Geum aleppicum Jacq.	큰뱀무	X=7	2n=42	6	1.4~2.9	30m+ 12sm	9

Table 1. continued.

Scientific name	Korean Name	Basic Chromosome Number	Chromosome Number	Ploidy	Chromosome Size (㎛)	Karyotype	Figure Number
Leguminosae	**콩과**						
Indigofera pseudo-tinctoria Matsum.	낭아초	X=8	2n=16	2	2.8~4.6	$2A^m+2B^m+2C^m+2D^m+2E^m+2F^m+2G^m+2I^{sm}$	10
Oxalidaceae	**괭이밥과**						
Oxalis corniculata L.	괭이밥	X=12	2n=48	4	1.9~3.3	26m+18sm+4st	11
Euphoriaceae	**대극과**						
Securinega suffruticosa (Pall.) Rehder	광대싸리	X=13	2n=26	2	2.9~5.8	12m+12sm+2st	12
Aceraceae	**단풍나무과**						
Acer tataricum subsp. *ginnala* (Maxim.) Wesm.	신나무	X=13	2n=26	2	2.3~4.1	16m+6sm+4st	13
Malvaceae	**아욱과**						
Hibiscus mutabilis L.	부용	X=12	2n=84	7	1.7~6.3	56m+14sm+14st	14
Myrsinaceae	**자금우과**						
Ardisia crenata Sims	백량금	X=23	2n=46	2	3.3~5.2	34m+4sm+8st	32
Ardisia japonica (Thunb.) Blume	자금우	X=12	2n=96	8	2.3~4.6		15
Ebenaceae	**감나무과**						
Diospyros lotus L.	고욤나무	X=15	2n=30	2	1.4~4.2	20m+10sm	16
Oleaceae	**물푸레나무과**						
Syringa wolfii C. K. Schneid.	꽃개회나무	X=23	2n=46		2.3~4.3	18m+26sm+2st	17
Gentianaceae	**용담과**						
Nymphoides indica (L.) Kuntze	어리연꽃	X=8	2n=16	2	1.4~3.7	8m+4sm+4st	18
Asclepiadaceae	**박주가리과**						
Metaplexis jaonica Makino	박주가리	X=12	2n=24	2	1.1~1.7		19
Verbenaceae	**마편초과**						
Callicarpa japonica var. *luxurians* Rehder	왕작살나무	X=8	2n=32	4	1.8~4.2		33
Labiatae	**꿀풀과**						
Scutellaris indica L.	골무꽃	X=13	2n=26	2	2.6~6.4	10m+12sm+4st	20
Solanceae	**가지과**						
Solanum lyratum Thunb.	배풍등	X=12	2n=24	2	3.5~5.1	20m+4sm	21
Cucurbitaceae	**박과**						
Gynostemma pentaphyllum Makino	돌외	X=16	2n=64	4	1.7~4.2	8m+52sm+4st	22
Trichosanthes kirilowii var. *japonica* (Miq.) Kitamura	노랑하늘타리	X=11	2n=22	2	2,8~5.4	10m+12sm	23
Compositae	**국화과**						
Bidens bipinnara L.	도깨비바늘	X=12	2n=72	6	2.6~4.4	48m+24sm	24
Cirsium japonicum var. *ussuriense* (Regel) Kitamura	엉겅퀴	X=10	2n=30	3	2.8~6.1	9 m+12sm+9st	3
Crepidiastrum denticulatum (Houtt.) J. H. Pak & Kawano	이고들빼기	X=5	2n=10	2	4.1~5.9	$2A^{sm}+2B^{st}+2C^{sm}+2D^{st}+2E^{st}$	29
Echinops setifer Iljin	절굿대	X=15	2n=30	2	3.8~7.2	$2A^m+2B^m+2C^m+2D^m+2E^m+2F^m+2G^{sm}+2H^{sm}+2I^{sm}+2J^{sm}+2K^{sm}+2L^{sm}+2M^{sm}+2N^{sm}+2O^{sm}$	4
Eupatorium japonicum Thunb.	등골나물	X=10	2n=40	4	2.9~11.6	28m+8sm+4st	25
Eupatorium makinoi var. *oppositifolium* (Koidz.) Kawah. & Yahara in K. Iwats.	벌등골나물	X=10	2n=40	4	5.3~8.8	4m+20sm+16st	26
Siegesbeckia glabrescens Makino	진득찰	X=14	2n=28	2	2.1~5.9	16m+10sm+2st	27


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18



Figs. 1-33. Somatic metaphase chromosomes. 1, *Euryale ferox* (2n = 52); 2, *Rodgersia podophylla* (2n = 90); 3, *Cirsium japonicum* var. *ussuriense* (2n = 30); 4, *Echinops setifer* (2n = 30); 5, *Morus bombycis* (2n = 28); 6, *Polygonum filiforme* (2n = 44); 7, *Polygonum thunbergii* (2n = 40); 8, *Pittosporum tobira* (2n = 24); 9, *Geum aleppicum* (2n = 42); 10, *Indigofera pseudo-tinctoria* (2n = 16); 11, *Oxalis corniculata* (2n = 48); 12, *Securinega suffruticosa* (2n = 26); 13, *Acer tataricum* subsp. *ginnala* (2n = 26); 14, *Hibiscus mutabilis* (2n = 84); 15, *Ardisia japonica* (2n = 96); 16, *Diospyros lotus* (2n = 30); 17, *Syringa wolfii* (2n = 46); 18, *Nymphoides indica* (2n = 16); 19, *Metaplexis jaonica* (2n = 24); 20, *Scutellaria indica* (2n = 26); 21, *Solanum lyratum* (2n = 24); 22, *Gynostemma pentaphyllum* (2n = 64); 23, *Trichosanthes kirilowii* var. *japonica* (2n = 22); 24, *Bidens bipinnara* (2n = 72); 25, *Eupatorium japonicum* (2n = 40); 26, *Eupatorium makinoi* var. *oppositifolium* (2n = 40); 27, *Siegesbeckia glabrescens* (2n = 28) 28, *Tiarella polyphylla* (2n = 14); 29, *Crepidiastrum denticulatum* (2n = 10); 30, *Lindera erythrocarpa* (2n = 48); 31, *Corylopsis glabrescens* var. *gotoana* (2n = 48); 32, *Ardisia crenata* (2n = 46); 33, *Callicarpa japonica* var. *luxurians* (2n = 32). Bars, 5 ㎛.

33분류군 가운데 2배체가 17분류군으로 가장 많았으며 4배체는 9분류군, 6배체는 3분류군 순으로 나타났으며 3배체, 7배체, 8배체를 갖는 분류군은 각각 1분류군으로 나타났다. 그러나 가시연꽃의 경우, 체세포 염색체 수만 확인되어 기본 염색체수를 알 수 없었기 때문에 배수성을 확인할 수 없었다.

염색체수에 있어서 이전에 보고 된 연구결과와 큰 차이를 보인 4분류군 (가시연꽃, 도깨비부채, 엉겅퀴, 절굿대)은 기본 염색체수 또는 체세포 염색체수가 다르게 관찰되었다. 본 연구에서 가시연꽃의 경우 체세포 염색체수는 2n = 52로 관찰되어 2n = 58 (Langlet and Söderberg, 1927), 2n = 29, 58 (Gupta and Roy, 1972) 그리고 2n = 29 (Gupta and Roy, 1973)로 각각 보고 된 기존의 연구결과와 수적인 차이를 보였으며, 염색체의 크기는 1.5~2.3 ㎛이였다 (Fig. 1). 도깨비부채의 경우 기본 염색체수는 x = 15, 체세포 염색체수 2n = 90으로 6배체로서 (Fig. 2), 2n = 28 (Lee, 1969)로 보고된 국내의 연구결과와 큰 차이를 보였으며 염색체의 크기는 2.3~4.6 ㎛이였다. 국외에서 보고된 바에 의하면 도깨비부채의 염색체 수는 2n = 30 (Skovsted, 1934; Hamel, 1949; Funamoto and Tanaka, 1983)을 갖는 2배체로 나타났으나 국내에 분포하는 도깨비부채에서 배수화가 진행되었음을 알 수 있다. 또한 국화과에 속하는 엉겅퀴와 절굿대에서도 염색체수가 다르게 관찰되었다. 엉겅퀴의 체세포 염색체수는 2n = 30으로 관찰되었고 (Fig. 3), 염색체 크기는 2.8~6.1 ㎛이였으나 2n = 34로 보고된바 있어 (Arano, 1957) 수적인 차이를 보였다. 절굿대의 경우 체세포 염색체수는 2n = 30으로 관찰되었고 염색체의 크기는 3.8~7.2 ㎛이였으며 6쌍의 중부염색체 (염색체 1~6번)와 9쌍의 차중부염색체 (염색체 7~15번)로 각각 구분하였다 (Fig. 4). 그러나 2n = 32로 보고된 바 있어 (Kawatani T. *et al.*, 1967) 본 연구결과와 차이를 보였다. 이렇듯 염색체의 수적인 차이는 개체간의 변이, 지역에 따른 차이 그리고 잘 못된 동정 등 여러 가지 이유가 있을 수 있으나 반복적인 실험을 통해 보다 정확한 결과를 필요로 한다.

한편, 본 연구결과로 한국산 약용식물 23분류군 {산뽕나무 (Fig. 5), 이삭여뀌 (Fig. 6), 고마리 (Fig. 7), 돈나무 (Fig. 8), 큰뱀무 (Fig. 9), 낭아초 (Fig. 10), 괭이밥 (Fig. 11), 광대싸리 (Fig. 12), 신나무 (Fig. 13), 부용 (Fig. 14), 자금우 (Fig. 15), 고욤나무 (Fig. 16), 꽃개회나무 (Fig. 17), 어리연꽃 (Fig. 18), 박주가리 (Fig. 19), 골무꽃 (Fig. 20), 배풍등 (Fig. 21), 돌외 (Fig. 22), 노랑하늘타리 (Fig. 23), 도깨비바늘 (Fig. 24), 등골나물 (Fig. 25), 벌등골나물 (Fig. 26), 진득찰 (Fig. 27)}의 염색체수가 새로이 밝혀졌으며 헐떡이풀 (Fig. 28)과 이고들빼기 (Fig. 29)의 핵형분석을 국내 최초로 보고하였다 (Table 1). 또한 비목나무(Fig. 30), 히어리 (Fig. 31), 백량금 (Fig. 32) 그리고 왕작살나무 (Fig. 33) 등 4분류군은 아직 염색체수에 대한 보고가 되어 있지 않아 보고하는 바이다. 우리나라에 서식하는 자생 약용식물의 이용과 가치를 고려해 볼 때 체계적인 염색체 연구는 필수적이며 국내외적으로 처음으로 보고 된 약용식물에 대한 염색체수는 약용식물을 자원화하고 보존하는데 있어서 중요한 세포유전학적인 기초자료로 활용될 수 있으리라 사료된다.

적 요

국내에 자생하는 약용식물 중 염색체수 및 핵형분석이 보고되지 않은 23과 30속 33분류군을 대상으로 염색체수를 관찰하고 핵형분석을 하였다. 염색체수에 있어서 기존의 연구결과와 차이를 보인 식물은 가시연꽃, 도깨비부채, 엉겅퀴, 절굿대 등의 4분류군 이였고, 본 연구에서 처음으로 염색체수가 관찰된 식물은 23분류군 이였으며 2분류군 (헐떡이풀과 이고들빼기)의 핵형분석이 처음으로 보고되었다. 또한 4분류군 (비목나무, 히어리, 백량금, 왕작살나무)에 대한 염색체수의 보고가 되어 있지 않아 보고하는 바이다.

사 사

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 자생식물이용기술개발사업단의 연구비 지원 (과제번호: PF 06100-00)에 의해 수행되었습니다.

LITERATURE CITED

Arano H (1957) The karyotype analysis and its karyotaxonomic consideration in some genera of subtirbe carduinae. Japanese J. Genetics 32:323-332.

Bae KH (2000) Medicinal Plants of Korea. KyoHak Co., Ltd.

Battalia E (1955) Chromosome morphology and terminology. Cytologia 8:179-187.

Choi SK (1998) A study on development and utilization of medicinal resource plant in Korea. Preceeding Inst. Agr. Res. Util. Symposium for 50th Anniversary GSNU:25-33.

Chung DS, Cho CW, Kim KM, Heo JE, Kim SY, Chung YS, Kim DH, Bang JW, Zheng C, Lee JH (2006) Analyses of morphological characteristics, antibiotic effect, and molecular cytogenetics in Baegseon (*Dictamnus dasycarpus* Turcz.). Korean J. Life Science 16:1195-1198.

Funamoto T, Tanaka T (1983) Polyploidy in *Rodgersia podophylla* of Japan. Chromosome Inf. Serv. 35:29-30.

Gupta PP, Roy SK (1972) Cytology of *Euryale ferox* Salisb., Proc. Indian Sci. Congr. Assoc. 59(III): 364-365.

Gupta PP, Roy SK (1973) Primary and secondary chromosome association in *Euryale ferox* Salisb. Cytologia 38:645-649.

Hamel JL (1949) Notes preliminaries a l'etude caryologique des Saxifragacees IV. Les chromosomes de six especes appartenant a la tribu des Astilbinees. Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. 21(6): 752-856.

Kawatani T, Ohno T, Kanematsu A (1967) Trial cultivation of *Echinops setifer* Iijin and the isolation of *Echinopsine*. Bull. nst. Hyg. Sci. Jour. 85:48-55.

Kim SY, Bang JW, Lee JK (2006b) Cytogenetic analysis using mitosis, meiosis chromosomes and bicolor fluorescence *in situ* hybridization of *Bupleurum latissimum* Nakai. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14:354-359.

Kim SY, Choi HW, Bang JW (2004) Physical mapping of rDNAs using McFISH in *Anemarrhena asphodeloides* Bunge. Korean J. Med. Crop Sci. 12:515-518.

Kim SY, Choi HW, Kim CS, Sung JS, Lee JK, Bang JW (2006a) Cytogenetic analysis of *Astragalus* species. Korean J. Med. Crop Sci. 14:250-254.

Kim SY, Choi HW, Koo DH, Kim CS, Bang JW (2005) Karyotype analysis and physical mapping of rDNAs using McFISH in *Jeffersonia dubia* Benth. Korean J. Med. Crop Sci. 13:48-51.

Kim SY, Koo DH, Bang JW (2002) Karyotype analysis of *Anemarrhena asphodeloides* Bunge. Korean J. Med. Crop Sci. 10:144-146.

Koo DH, Kim SY, Bang KH, Seong NS, Bang JW (2003) Cytogenetic analyses of *Angelica* plants using Feulgen staining and multicolor fluorescence *in situ* hybridization. Korean J. Plant Biotech. 30:123-127.

Langlet OFJ, Söderberg E (1927) Über die chromosomenzahlen einiger Nymphaeaceen. Acta Horti. Bergiani 9(4):85-104.

Lee T (1971) Illustrated Medicinal Plants. Rural Development Administration.

Lee WK, Choi HW, Bang JW (2004) Karyotype analysis of five species of genus *Pulsatilla*. Korean J. Med. Crop Sci. 12:490-493.

Lee YN (1969) Chromosome number of flowering plants in Korea (2). J. Korean Res. Inst. Better Living 2:141-145.

Levan A, Frekga K, Sandberg A (1964) Nomenclature for centromeric position in chromosomes. Hereditas 52:201-220.

Ramachandran C, Seshadri VS (1986) Cytological analysis of the genome of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and muskmelon (*Cucumis melo* L.). Z Pflanzenuhtg 96:25-38.

Skovsted A (1934) Cytological studies in the tribe Saxifragaceae. Bot. Ark. 8(5):1-52.