

RAPD에 의한 강활 수집종간의 유연관계 분석

김수용* · 심용구* · 권순태** · 오세명**†

*경북농업기술원 봉화고냉지약초시험장, **안동대학교 원예육종학과

Genetic Relationship among *Ostericum koreanum* Kitakawa Collections by RAPD Analysis

Soo Yong Kim*, Yong Gu Sim*, Soon Tae Kwon**, and Sei Myung Oh**†

*Kyongsang-Buk Do Agricultural Technology Administration, Bonghwa 755-845, Korea.

**Dept. of Horticulture & Breeding, Andong Natl. Univ., Andong 760-749, Korea.

ABSTRACT : To analyze the genetic relationship 8 accessions of *Ostericum koreanum* Kitakawa, random amplified polymorphic DNA(RAPD) analysis was performed using 60 Operon primers. The 25 primers out of 60 random primers were amplified DNA by PCR using genomic DNA of *O. koreanum*. Eighty-five (49.1%) among 173 bands derived from 25 primers showed polymorphism. On the basis of similarity coefficient analysis by UPGMA, 8 accessions of *O. koreanum* Kitakawa could be classified into three groups at the similarity coefficient value of 0.71. Group I contained three accessions (Nam Gangwhal), Group II contained one accession (Nam Gangwhal) and Group III contained four accessions (Buk Gangwhal). The range of total genetic similarity coefficient value of 8 accessions of *O. koreanum* Kitakawa was 0.63-0.96. Buk Gangwhal was flowered 18 to 26 days earlier than Nam Gangwhal, and Nam Gangwhal leaf stalk was thin and long as bolting rate high compared with Buk Gangwhal.

Key words : *Ostericum koreanum*, RAPD, genetic relationship

서 언

강활 (*Ostericum koreanum* Kitagawa)은 산형과에 속하는 숙근약초로서 우리나라의 한방에서는 예로부터 그 뿌리를 강활이라 하고 약리작용으로는 진통, 진경, 거풍, 발한, 해열 등의 효과를 나타내며 주요 성분으로는 정유, coumarin 유도체인 oxypeucedarin, prangolarin, osthol, imperatorin, isoimperatorin 등이 있는 것으로 알려져 있다 (Seo *et al.*, 1994; Kwon *et al.*, 2000).

이 식물은 *Ostericum koreanum* (= *Angelica koreana*)으로 Maximowicz (1887)에 의해 신종으로 기재된 후 Kitagawa (1979)가 *O. grosseserratum*에 포함시킨바 있으며, 또한 기존의 잘못 알려진 *A. koreana*를 *O. praeteritum* Kitagawa로 명명하여 신종으로 발표한바 있다. 한편 Yoon (1994)은 *O. praeteritum*을 *O. sieboldii*로 이명 처리하고서 *O. praeteritum*은 *O. sieboldii*의 개체변이에 불과하여 포함되는 것이 타당하다고 하였으며 선 등 (2000)은 *O. koreanum*, *O. praeteritum*, *O. sieboldii* 3종류는 *O. sieboldii*로 통합하고 재배되는 강활은

왜천궁 (*Angelica genuflexa* Nuttall)이며 본래 강활은 존재치 않았다고 보고한 바 있다.

우리나라에서 강활의 재배면적은 2003년도에 136 ha로 주산지는 경북 북부지역인 봉화, 영주, 영양 등지이며 남강활과 북강활로 나누어 재배하고 있는 실정이나 그에 대한 식물 분류, 근연관계는 정립되어 있지 않고 아직까지 품종으로 등록된 것이 없으며 야생 채취된 강활을 지방재래종으로 순화 재배하고 있다 (농림부, 2004).

남강활은 종자 및 노두번식, 북강활은 노두번식으로 재배하고 있으며 재배법도 동일하고 형태적으로 거의 비슷하여 구분하기가 어렵다. 이러한 남·북강활을 비교 연구한 보고에서 윤 (2004)은 정유의 주요성분은 대체로 비슷하나 남강활에서 Osthole, β -Maaliene이, 북강활에서는 α -Bisabolene이 별도로 검출되었으며 강활의 활성 비교분석에서는 남·북강활 모두 효능의 차이가 나타나지 않았다고 하였으며, 최 (2003)는 한약재 유전자감식 결과 중국산 강활 (*Notoptergii* Rhizoma)은 한국산 남강활 및 북강활과 다른 기원임을 확인하였고 ITS부위의 염기서열 비교분석결과 남강활과 북강활은 유사한 계통

†Corresponding author: (Phone) +82-54-820-5512 (E-mail) osm@andong.go.kr

Received March 2, 2005 / Accepted March 31, 2005

Table 1. Collection date and locality of *Ostericum koreanum* cultivars.

Code No.	Name of strains	Collection date	Localities
1	Yeongyang(S) [†]	Mar. 2002	Gyeongbuk Yeongyang
2	Jeongseon(S)	Mar. 2001	Kangwon Jeongseon
3	Yeongwol(S)	"	" Yeongwol
4	Chunyang(S)	"	Gyeongbuk Bonghwa
5	Jeongseon(N)	Mar. 2002	Kangwon Jeongseon
6	Sangun(N)	"	Gyeongbuk Bonghwa
7	Taebaek(N)	"	Kangwon Taebaek
8	Chunyang(N)	"	Gyeongbuk Bonghwa

[†](S) : *O. koreanum* (Nam Gangwhal), (N) : *O. koreanum* (Buk Gangwhal).

의 식물로 나타났다고 하였다.

본 연구에서는 국내에서 재배되고 있는 강활의 지방수집종 8개체를 대상으로 생육특성 및 RAPD 분석을 실시하여 수집종간 유연관계를 밝히고 남강활과 북강활의 유사도를 파악하여 품종육성의 기초자료로 활용코자 하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료

본 연구에서 사용한 재료는 국내에서 수집한 8계통의 강활을 시험재료로 이용하였다 (Table 1).

특성조사를 위한 강활의 재배시험은 봉화고냉지역초시험장 포장에서 수행하였으며 지방수집종간의 유연관계는 PCR에 의해 식물체의 genomic DNA를 분석하는 RAPD (randomly amplified polymorphic DNA) 방법으로 수행하였다.

2. RAPD 분석

PCR을 위한 template DNA는 강활 지방수집종 8개체의 뿌리로부터 추출된 genomic DNA를 사용하였는데 DNA의 추출 방법은 CTAB (cetyl trimethylammonium bromide) 법을 변형하여 사용하였다 (Kim, 1996; Murray & Thompson, 1980).

DNA의 추출을 위해 뿌리조직 100 mg을 액체질소가스 막자 사발에 넣고 마쇄하고 2×CTAB buffer 500 μl를 넣어 혼합하였다. 혼합액을 65°C에 15분 동안 후 15,000 rpm에 5분간 원심분리하여 상등액을 chloroform/isoamylalcohol (24:1) 용액으로 3회 추출하였다. 추출한 것을 침전용액인 ppt-CTAB buffer (1% CTAB, 50 mM Tris pH 8.0, 10 mM EDTA)를 동일한 량으로 넣어 혼합 후 원심분리하여 상등액을 버리고 1M CsCl₂ 400 μl로 용해시킨 후 회수하였다. DNA pellet은 70% 에탄올로 세척후 TE/RNase buffer (pH 8.0)에 녹인 후 보관하였다.

본 실험에 사용된 PCR 기본조건은 template DNA 2 ng, 2.5 mM dNTP primer 40 ng, Taq DNA polymerase 0.3 unit 및 10×PCR buffer 5 μl로 하여 총 반응 용액을 50 μl로

하였다. Primer는 Operon사에서 구입한 OPA (20개), OPB (20개), OPC (20개) 등 60개를 사용하였으며, DNA 증폭은 MJ Research사의 Minicycler™ 을 사용하였다. PCR 증폭조건은 전처리 95°C에서 30초, DNA 변성 95°C 10초, primer 부착 38°C 1분, primer의 신장 72°C 2분의 반응을 총 45회 반복 한 다음 마지막으로 72°C에서 7분간 반응시켰다. 증폭된 DNA를 1.2% agarose gel에서 150 V로 30분간 전기영동 하였으며, EtBr로 염색된 DNA를 UV-transilluminator를 이용하여 polaroid로 촬영하였다.

유연관계 분석은 밴드의 유·무에 따라 유는 1, 무는 0로 데이터화 했으며 NTSYS-PC system을 이용하여 UPGMA (unweighted pairgroup method, arithmetic average method) 분석방법으로 dendrogram을 작성하였다.

3. 생육 특성

지상부의 근생엽장, 경장 등은 생육최성기인 개화기에 조사하였고, 뿌리 수확은 기온이 내려가 생육이 완전히 정지된 시기인 10월 하순에 수확하여 지하부의 근장, 생근중 등을 조사하였다

시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였으며 주요 조사항목은 농사시험연구조사기준 (농촌진흥청, 1995)에 준하였다.

결과 및 고찰

1. RAPD에 의한 유연관계 분석

가. Primer 선발 및 전기영동분석

강활 지방수집종 8계통에 대하여 총 60개의 primer로 PCR을 실시한 결과 35개의 primer에서는 어느 계통에서도 증폭된 DNA밴드가 나타나지 않았고, 25개의 primer에서는 다양한 크기의 DNA밴드가 확인되었다 (Table 2). 증폭된 random primer의 염기서열 중 guanine (G)과 cytosine (C)의 함량은 PCR증폭에 많은 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데 (Fritsch *et al.*, 1993), 본 연구에서도 증폭이 일어난 25종의 primer에는 G와 C의 함량이 60% 이상 포함되었다.

증폭된 DNA 단편크기는 0.2~2.2 kbp까지 다양하게 나타났으며 주로 0.5~2.0 kbp 사이에 위치하였고, 수집종간에 다양한 밴드 양상을 보였다 (Table 2; Fig. 1).

다형성 반응을 보인 25개의 primer에서 총 173개의 band가 나타났고 한 개의 primer당 5~11개의 band를 보였으며, primer 당 평균 6.9개였다. Polymorphism를 보인 band의 수는 총 85개로 173개의 band중 49.1%를 차지하였으며, 나머지 88개 (50.9%)는 동일한 밴드패턴을 보였다 (Table 2). 다른 약용식물에서 다형성을 보인 밴드 비율의 예를 보면 지황은 54% (Kim *et al.*, 2000), 가시오가피 57% (Kim *et al.*, 1998), 고추냉이 47% (Heo *et al.*, 2004), 용담 53.7% (Lee *et al.*, 1996)로 강활과 비슷한 수준을 보였다.

RAPD에 의한 강활 수집종간의 유연관계 분석

Table 2. The list of RAPD primer and corresponding band size detected with genomic DNA from *O. koreanum*.

Primer	Sequences (5' to 3')	No. of bands based on PCR products		Estimated band size (kbp) of PCR products																		
		Total	Polymorphic (%)																			
OPA 01	AGACGGCTCC	9	4 (44)	2.0 [†]	1.7	1.5	1.4 [†]	1.0 [†]	0.8	0.7	0.6 [†]	0.3 [†]										
07	CTACGCTCAC	7	4 (57)	1.0 [†]	0.7 [†]	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2 [†]												
11	ACCCGACCTG	7	2 (29)	1.8 [†]	1.6 [†]	1.5	1.3 [†]	0.9	0.7 [†]	0.6 [†]												
18	GAGCCCGACT	7	2 (29)	2.0 [†]	1.1 [†]	1.0 [†]	0.8	0.7 [†]	0.6 [†]	0.5												
19	TGAGGCGTGT	7	4 (57)	1.8 [†]	1.4	1.3	1.1	0.9	0.8 [†]	0.6 [†]												
OPB 02	GGAAACCCCT	7	2 (29)	1.8	1.5 [†]	1.3 [†]	1.1	0.8 [†]	0.7 [†]	0.6 [†]												
04	GGGGGGGGT	6	2 (33)	2.0 [†]	1.2 [†]	1.0 [†]	0.8 [†]	0.7	0.6													
05	CCCGAAGCGA	7	2 (29)	1.7 [†]	1.5	1.2 [†]	0.9	0.7 [†]	0.6 [†]	0.5 [†]												
09	GGGCGACTAC	7	5 (71)	2.2	2.1	2.0	1.6	1.5 [†]	1.3	0.5 [†]												
10	TTCCCTCCCA	5	3 (60)	1.6	1.4 [†]	1.2	0.7 [†]	0.4														
16	CCCGGATGGT	8	2 (25)	1.9 [†]	1.2 [†]	1.0 [†]	0.8	0.7	0.6 [†]	0.5 [†]	0.3 [†]											
18	CTGGCGTGTC	6	1 (17)	1.6 [†]	1.2 [†]	1.0 [†]	0.8	0.7 [†]	0.6 [†]													
19	ACACCGATGG	9	5 (56)	1.8 [†]	1.6	1.2	1.0 [†]	0.9	0.7	0.4 [†]	0.3	0.2 [†]										
20	CTTCTCGGAC	6	3 (50)	1.8 [†]	1.5	1.3 [†]	1.1	0.8	0.7 [†]													
OPC 02	GTCGTCGTCT	7	5 (71)	1.5	1.3	1.1	1.0 [†]	0.9	0.6	0.5 [†]												
05	GTTAGTGCGG	6	4 (67)	1.2	1.0	0.9	0.8 [†]	0.7 [†]	0.5													
06	CCAGAACGGA	6	5 (83)	1.3	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6 [†]													
08	TTTGGGTGCC	4	1 (25)	1.2 [†]	0.9 [†]	0.8	0.6 [†]															
09	AGAGCGTACC	4	2 (50)	1.3 [†]	1.1 [†]	1.0	0.9															
11	CCTGGGTCAG	11	7 (64)	2.0	1.6 [†]	1.3 [†]	1.1 [†]	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4 [†]	0.3								
12	GGCGAGTGTG	5	2 (40)	1.8 [†]	1.4 [†]	1.1	0.8	0.7 [†]														
13	GACCCGATTC	11	8 (73)	2.0	1.7	1.5	1.2	1.0	0.9 [†]	0.7 [†]	0.6 [†]	0.5	0.3	0.2								
14	GTCGGTTGTC	9	4 (44)	2.0 [†]	1.2 [†]	1.0 [†]	0.9	0.8	0.7 [†]	0.6	0.4	0.3 [†]										
15	TGCCGTGAGA	6	4 (67)	1.3	1.2 [†]	1.0	0.9	0.7	0.4 [†]													
19	AGCCGCTG	6	2 (33)	2.0 [†]	1.2 [†]	1.0 [†]	0.8	0.4 [†]	0.3													
Total		173	85 (49.1)																			

[†] Non polymorphic band.

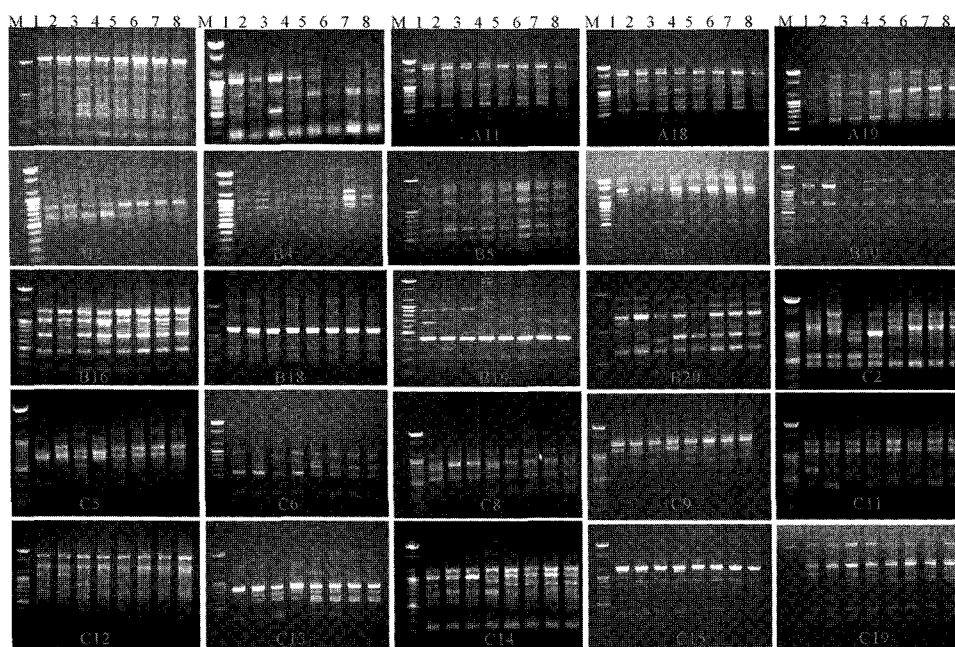


Fig. 1. RAPD profiles generated from the eight *O. koreanum* cultivars using various random primers. Lane 1 : Yeongyang(S), 2 : Jeongseon(S), 3 : Yeongwol(S), 4 : Chunyang(S), 5 : Jeongseon(N), 6 : Sang-un(N), 7 : Taebaek(N), 8 : Chunyang(N).

남·강활에 대하여 각각 특이한 다형화 밴드가 나타나는 것이 있는데 그 예를 보면 OPA 01 primer를 이용할 경우 800 base pairs (bp) DNA는 남강활 4개 수집종에서만 생성되고, 1,500과 1,700 bp DNA는 북강활 4개 수집종에서만 모두 생성되어 남강활과 북강활을 구분하는데 유용하게 사용될 수 있을 것으로 보인다. 이 외에도 primer OPB 02의 1,800 bp, OPB 09의 2,200 bp, OPC 13의 550과 2,000 bp는 남강활에서는 생성되지 않고 북강활에서만 나타났다.

나. 유연관계 분석

25개의 primer를 이용하여 얻은 총 85개의 밴드를 이용한 유집분석 결과는 그림 2와 같다. Similarity 값에 의한 8개 수집종의 유사도 값은 0.63-0.96의 범위로 유사도가 낮은 것과 높은 유연관계를 가진 개체들로 다양한 범위를 보이고 있다.

유사도 0.71을 기준으로 8개의 강활 지방수집종을 구분해보면 3개의 group으로 분리되었는데 영양, 정선 영월 지방수집

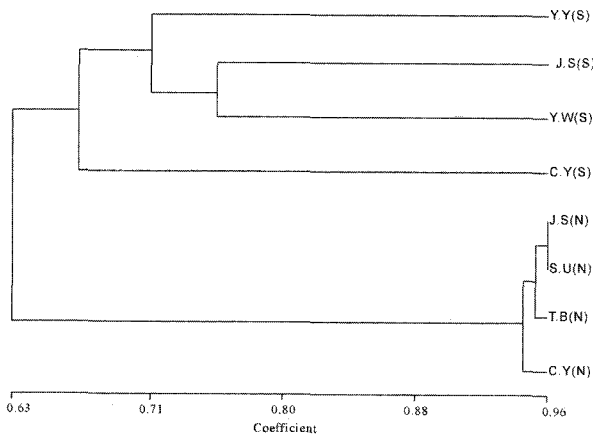


Fig. 2. Phenogram of eight *O. koreanum* cultivars based on similarity coefficient by RAPD analysis (clustering strategy : UPGMA). Y.Y : Yeongyang, J.S : Jeongseon, Y.W : Yeongwol, C.Y : Chunyang, S.U : Sangun, T.B : Taebaek. (S) : Nam Gangwhal, (N) : Buk Gangwhal.

종이 group I로 되었으며 유사도는 0.71~0.75였다. 강원도와 경북 북부지역에 분포하는 특성을 보였고, 유전적인 유사도는 정선과 영월 지방수집종과 영양 지방수집종이 분리되는 특성을 보였으며 영월과 정선수집종은 지리적으로 가까워 변이정도가 영양수집종보다 덜했다는 것으로 생각된다.

Group II는 0.67에서 춘양수집종으로 형태적으로는 group I에 비해 정소엽의 폭이 약간 넓고 낮은 추대율과 양호한 생육을 보이고 있으며 춘양지방에서 오랫동안 재배되어온 지방종이다.

Group III의 유사도는 0.94~0.96였는데 모든 북강활이 유사도가 매우 높으며 그 중에서 춘양수집종이 다른 3개 수집종간의 0.94로 다른 수집종간보다는 유사도가 낮으나 높은 유연관계이고 그 외 태백, 상운, 정선수집종은 0.95 이상으로 높은 유연관계를 보이고, 특히 정선과 상운수집종은 0.96 이상 매우 높은 유사도를 보였다.

이와 같이 북강활은 국내에서 재배된 시기와 기원이 불명확하나 영양번식의 특징으로 변이정도가 적었다고 볼 수 있으며 재배되었던 시기가 근래이고 또한 경북 북부 및 강원도 일부 지역에서만 재배되어 유전적으로 거리가 매우 가까운 것으로 판단된다.

강활은 타식성 식물로 넓은 지역에 분포되어 있고 특히 본종을 분류한 Kitagawa와 Yoon도 산형과 빛미나리속 식물은 같은 개체간에서도 변이가 관찰되어 본종의 식별형질로서 구분하는 것은 용이하지 않다고 밝힌바 있다 (선 등, 2000).

2. 생육특성

강활 지방수집종의 생육특성은 표 3과 같으며 남강활 (group I, II)과 북강활 (group III)은 형태적으로나 생산 유통면에서 구분되기 때문에 남·북강활을 표시하였다.

추대율이 남강활은 22~42%로 북강활 8~12%에 비해 높으며 엽병장은 남강활이 23.6~25.4 cm로 북강활 18.8~20.2 cm에 비해 길었으나 엽병폭이 남강활이 5.1~5.3 mm로 북강활 6.8~7.2 mm에 비해 좁은 것으로 나타났으며 개화기는 북강활

Table 3. Growth characteristics of eight *O. koreanum* cultivars.

Cultivars	Radical leaf length (cm)	Stem length (cm)	Leaf stalk			Bolting rate (%)	Flowering date	Root length (cm)	Root fresh weight (g/plant)
			Length (cm)	Width (mm)	Shape index (l/w)				
Yeongyang (S) [†]	44.7 ^{a*}	119.5 ^a	24.7 ^a	5.3 ^b	4.66 ^a	32 ^a	Aug. 17	35.4 ^a	139.7 ^b
Jeongseon (S)	47.8 ^a	123.6 ^a	24.3 ^a	5.3 ^b	4.58 ^a	42 ^a	Aug. 16	36.5 ^a	146.2 ^{ab}
Yeongwol (S)	44.7 ^a	103.4 ^a	23.6 ^a	5.1 ^b	4.62 ^a	23 ^a	Aug. 18	36.6 ^a	150.8 ^{ab}
Chunyang (S)	47.2 ^a	120.4 ^a	25.4 ^a	5.5 ^b	4.62 ^a	22 ^a	Aug. 17	37.6 ^a	173.4 ^a
Jeongseon (N)	41.4 ^a	89.6 ^a	20.2 ^b	7.1 ^a	2.85 ^b	9 ^b	Jul. 26	38.7 ^a	183.3 ^a
Sangun (N)	42.0 ^a	102.5 ^a	18.8 ^b	6.8 ^a	2.76 ^b	8 ^b	Jul. 28	41.2 ^a	198.8 ^a
Taebaek (N)	46.2 ^a	98.5 ^a	20.0 ^b	7.2 ^a	2.78 ^b	12 ^b	Jul. 22	38.1 ^a	188.2 ^a
Chunyang (N)	42.8 ^a	97.3 ^a	20.2 ^b	7.0 ^a	2.88 ^b	10 ^b	Jul. 25	39.0 ^a	179.4 ^a

[†] (S) : Nam Gangwhal, (N) : Buk Gangwhal.

* Same letters are not significantly different at P = 0.05% by DMRT.

이 7월 22일~28 일이고 남강활은 8월1 6일~18 일로 북강활이 18~26 일정도 빠르나 화기 형태는 비슷하여 잘 구별하기 어려운 실정이다.

남강활에서 춘양수집종이 생육이 왕성하고 소엽의 폭이 넓어 다소 둥글고 절각이 심하지 않은 형태를 보이고 추대율도 남강활중에서 낮은 특징이 있으며 영월종은 근생엽장과 경장이 다른 종에 비해 다소 작고 개화기도 다소 지연되는 경향이 다. 남강활은 수집종의 개체간에도 소엽의 모양과 절각정도가 약간씩 차이를 나타내고 있어 RAPD의 유연관계에서도 종별 거리가 먼 것과 같이 형태적으로도 유전적인 변이가 심한 것으로 생각된다.

북강활의 4개 지방수집종에서는 RAPD에서도 높은 유사도를 보인 것과 같이 개체간의 생육특성도 뚜렷한 차이가 나타나지 않았으나 상운수집종이 다른 계통에 비해 생육이 다소 좋은 경향이며 개화기도 2~6 일정도 늦었다.

적 요

생약의 수요 증가와 더불어 면적이 확대되고 있는 강활은 남강활과 북강활로 나누어 재배되고 있으며 최근에는 생산성이 다소 높은 북강활 재배면적이 점차 증가하고 있어 품종 육성과 재배기술 체계 확립이 시급한 실정이다. 강활의 품종육성의 기초 자료를 마련하고자 RAPD를 이용하여 8계통의 지방수집종간 유연관계를 분석하고 생육특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 수집된 지방재래종 강활 8종에 대한 RAPD분석을 실시한 결과 primer 당 평균 6.9개의 PCR밴드가 얻어졌으며 polymorphism 비율이 평균 49.1%를 나타내어 객관적인 다형 현상분석이 가능하였다.

2. 유사도 0.71를 기준으로 8개의 강활 지방수집종을 구분한 결과 3개의 group으로 분리되었는데 group I은 유사도 0.71 이하에서 남강활의 영양, 정선 영월 지방수집종이 있고, group II는 남강활 춘양 수집종이며, group III은 모두 북강활 수집종으로 0.94 이상 높은 유사도를 보였는데 정선, 상운, 태백, 춘양 수집종이었다.

3. 강활의 생육특성은 남강활이 북강활에 비해 개화기가 18~26일 늦고 추대율이 높으며 엽병은 길고 작은 것으로 나타났다.

사 사

이 논문은 2003년도 안동대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었습니다.

LITERATURE CITED

- Fritsch P, Hanson MA, Spore CD, Pack PE, Reisberg LH** (1993) Constancy of RAPD primer amplification strength among distantly related of flowering plants. *Plant Mol. Bio.* 11:10-20.
- Heo SJ, Kwon SB, Byeon HS, Seo JS, Yoo KO** (2004) Intraspecific genetic relation of *Wasabia japonica* Matsum. based on RAPD analysis. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 12(1):21-35.
- Kim JY, Choi SY, Choō BG, Ryo JH, Kwon TH, Oh DH** (2000) Intraspecific relationship of *Rehmania glutinosa* lines collected from Korea, Japan and China by RAPD analysis. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 8(3):266-273.
- Kim KM** (1996) Analysis of a GTL associated with cold tolerance at seeding stage of rice by RAPD markers. Ph. D. thesis. Kyungpook Nation Univ., Taegu, p. 9, p. 14-15.
- Kim S, Kim KY, Park MS, Choi SY, Yoon SJ** (1998) Intraspecific relationship of *Eleutherococcus senticosus* Max. by RAPD marker. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 6(3):186-193.
- Kitagawa M.** (1979) Neo-Lineamenta Florae Manshuricae. A. R. Gantner Verlag. K.-G. F1-9490 Vadus. p. 715.
- Kwon YS, In KK, Kim CM** (2000) Chemical constituents from the roots of *Ostericum koreanum*. *Korean J. Pharmacogn.* 31(3):284-287.
- Lee HK, Lee MK, Moon CS, Bang JW** (1996) Analysis genetic similarity of *Gentiana scabra* var. *buergeri* by randomly amplified polymorphic DNA. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 4(3):224-230.
- Maximowicz CJ.** (1887) Diagnoses plantarum novarum Asiaticarum. VI. *Bull. Acad. St.-Petersb.* 31:51.
- Murray MG, Thompson WF** (1980) Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Res.* 8:4321-4325.
- Seo JS, Jeong BC, Son SG, Kim KS, Kim DH** (1994) Effect of seedling size on bolting and yield of *Ostericum koreanum*. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 2(2):114-120.
- Yoon CY** (1994) A taxonomic study on the genus *Angelica* L. in Korea and the adjacent regions. Ph. D. dissertation. Korea University. p199.
- 선병윤, 김태진, 김상태, 서영배, 김철환** (2000) 한국산 산형과 및 미나리속 식물의 계통. *Korean J. Plant Tax.* 30(2):93-104.
- 윤원식** (2004) 남강활과 북강활의 정유성분 비교분석 및 흰귀의 혈관운동성에 미치는 영향. *경희대학교한의학과 박사논문.*
- 최봉재** (2003) 강활류 한약재의 유전자 감식연구. *경희대학교한의학과 석사논문.*
- 농림부** (2004) 2003년 특용작물 생산실적.
- 농촌진흥청** (1995) 농사시험연구조사기준.