

과제구분	지역특화	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
경기 접목선인장 수출경쟁력 강화를 위한 무병종묘 생산 및 활용 확대 연구		화훼	' 24~' 25	선인장다육식물연구소	이재홍
비모란선인장 약배양 기술개발		화훼	' 24~' 25	선인장다육식물연구소	김소희
색인용어	접목선인장, 약배양, 캘러스, 자구 재분화				

ABSTRACT

This study was conducted to establish anther culture for *Gymnocalycium mihanovichii*. Anthers from different flower bud developmental stages were cultured to induce callus formation, and subsequent shoot regeneration was evaluated under *in vitro* culture conditions. The highest callus induction rate was observed at the second stage of flower bud development, where tetrads were present. Optimal callus induction was achieved with either 0 or 7 days at 4°C, followed by one to two months of dark incubation. The most effective plant growth regulator combination for callus induction was 2,4-D 2.0 mgL⁻¹ + kinetin 1.5 mgL⁻¹. For shoot regeneration, a light intensity of 30~45 μmol·m⁻²·s⁻¹ was optimal, and the highest regeneration rate was obtained on medium supplemented with NAA 1.0 mgL⁻¹ + BA 1.0 mgL⁻¹. Regenerated shoots were successfully grafted and acclimatized, showing increased offset formation compared to the original cultivar. These results demonstrate that anther culture can be effectively applied to enhance offset production and provide useful breeding materials for grafted cactus.

Key words: Grafted cactus, Anther culture, Callus, Shoot regeneration

1. 연구목표

접목선인장은 우리나라 고유 신품종 육성과 재배 기술을 기반으로 지속적 생산과 수출이 되는 작목이며 국제시장 선호도가 높을 뿐만 아니라 우리 품종이 세계시장을 주도하고 있다. 특히 경기도 접목선인장 재배면적은 9.2 ha로 전국 재배면적의 52.6%를 차지하고 있다(농림축산식품부, 2025). 접목선인장은 자구의 접목번식으로 생산하며, 세대가 경과할수록 구색의 퇴화와 접목 활착률이 떨어져 지속적인 신품종 육성과 품종의 갱신이 필요한 작목이다(문, 2003). 또한 중국, 아프리카 등 저임금 기반의 수출국과의 경쟁이 심화되고 있어 경쟁력 우위 지속을 위한 고부가가치 신품종 개발이 요구되고 있다. 반수체 이용 기술은 신품종 재배 전략으로 짧은 시간 안에 동형접합성을 갖는 식물을 얻을 수 있다는 점에 주목받고 있다(Datta, 2005). 반수체는 열성형질의 표현형이 나타날 수 있으므로 육종에 활용하기 유리하며, *Gymnocalycium*속 선인장은 이배체 또는 다배체를 가지고 있어(Bauk, 2022) 반수체 육성 시 신품종으로 직접 활용하거나 수정 능력이 있는 개화주는 교배 모부본으로 활용이 가능하다. 하지만 반수체는 자연적으로 발생할 수 있으나 발생 빈도가 낮기 때문에(Germana, 2011) 대부분은 약 배양과 같은 기내배양을 이용해 반수체로 유도하고 있다(Dunwell, 2010). 따라서 선인장 약 배양 기술을 확립하여 반수체를 유도하고 신품종 육성에 반수체를 활용하기 위해 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 캘러스 유도

비모란선인장 약 배양을 위한 시험재료로 「핑크문」 등 색상이 다른 3품종과 「GG211183-2」 등 3 계통을 사용하였다(표 1). 약 채취 시기의 설정을 위하여 꽃눈에서 채취한 약을 화퇴 발달 4단계로 나누어 위상차현미경을 이용해 단계별로 4분자기를 확인하고 약의 화분 상태를 주사전자현미경(SEM)으로 조사하였다. 이후 약 치상이 가능한 1~3 단계의 화퇴로 캘러스를 유도하였다.

표 1. 약 배양 시험재료 비모란선인장 특성

계통·품종명	교배조합(우 × ♂)	구색 ¹⁾	구형	농수(개)	결각 깊이	가시	
						색	길이(mm)
GG211183-2	GG191233-4 × GG181134-147	흑자색	편원	7.8	얕음	갈색	4.0
GG211351-1	GG15147-26 × GG14192-27	주황색	원형	8.3	중간	연갈색	4.0
GG17165-14	GG121105-58 × 스위트큐티	3복색	원형	8.5	깊음	갈색	5.5
레드문	GG151107-7 × GG141076-3	적색	편원형	9.1	깊음	갈색	3.8
핑크문	GG171077-32 × GG151099-28	진분홍색	편원형	8.0	중간	갈색	3.8
옐로우문	GG151055-1 × GG151123-6	황색	편원형	8.3	얕음	연갈색	3.4

¹⁾ 구색 : RHS color chart

캘러스 유도를 위한 조건으로 저온처리 기간, 암 처리 기간, 식물생장조절제의 조성 및 함량을 시험하였으며 「핑크문」 품종과 「GG211183-2」 계통의 화뢰를 화뢰발달 2단계에 채취하여 사용하였다. 시험에 사용된 배지는 MS 배지(Murashige et al., 1962)를 기본 배지로 MS 4.41gL^{-1} , sucrose 30gL^{-1} , agar 8gL^{-1} 를 첨가하고 pH 5.7 ± 0.1 로 조정하여 121°C , 1.5 기압 조건으로 멸균하여 사용하였다. 약은 화뢰를 채취하여 70% EtOH(Ethyl alcohol)에 넣은 후 EtOH를 제거하고 Tween-20이 첨가된 1% NaOCl(Sodium hypochlorite)에 화뢰가 잠길 정도로 담가 뚜껑을 덮고 150rpm에서 15분간 섞어준 뒤 멸균수로 5회 수세한 후 화뢰를 절개하여 약을 꺼내 사용하였다. 저온 및 암 처리 시험을 위해 캘러스 유도 배지는 NAA(Naphtaleneactic acid) 1.5mgL^{-1} + BA(6-Benzylaminopurine) 1.0mgL^{-1} 를 사용하였으며, 광주기 16시간 광도 $30\sim 45\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$, 온도 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 환경에서 배양하였다. 저온처리 기간 설정을 위해 화뢰를 4°C 에서 0, 1, 3, 7일 처리 후 약을 배지에 치상하고 1개월 암 처리, 2개월 광 조건에서 배양하여 캘러스를 유도하였다. 암 처리기간 설정은 4°C 에서 7일 저온처리 후 약을 배지에 치상하여 암 조건에서 0, 1, 2, 3개월 처리 후 캘러스를 조사하였다. 식물생장조절제 조성 및 처리량 설정을 위하여 옥신(Auxin)계 NAA, 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid)와 사이토키닌(Cytokinin)계 BA, TDZ(Thidiazuron), Kinetin을 단독 또는 혼합하여 사용하였으며(표 2), 약 치상 3개월 후 캘러스를 조사하였다. 실험 결과에 대한 통계분석은 SAS(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 9.4 통계프로그램을 이용하여 실시하였다.

표 2. 비모란선인장 켈러스 유도를 위한 성장조절제 및 처리량

(단위: mgL⁻¹)

번호	Auxins		Cytokinins		번호	Auxins		Cytokinins	
1	NAA	0.0	BA	0.0	21	NAA	1.5	TDZ	1.5
2	〃	0.5	〃	0.0	22	〃	2.0	〃	0.5
3	〃	0.5	〃	0.5	23	〃	2.0	〃	1.0
4	〃	1.0	〃	0.0	24	〃	2.0	〃	1.5
5	〃	1.0	〃	0.5	25	〃	2.0	〃	2.0
6	〃	1.0	〃	1.0	26	2,4-D	0.5	Kinetin	0.0
7	〃	1.5	〃	0.0	27	〃	0.5	〃	0.5
8	〃	1.5	〃	0.5	28	〃	1.0	〃	0.0
9	〃	1.5	〃	1.0	29	〃	1.0	〃	0.5
10	〃	1.5	〃	1.5	30	〃	1.0	〃	1.0
11	〃	2.0	〃	0.0	31	〃	1.5	〃	0.0
12	〃	2.0	〃	0.5	32	〃	1.5	〃	0.5
13	〃	2.0	〃	1.0	33	〃	1.5	〃	1.0
14	〃	2.0	〃	1.5	34	〃	1.5	〃	1.5
15	〃	2.0	〃	2.0	35	〃	2.0	〃	0.0
16	〃	0.5	TDZ	0.5	36	〃	2.0	〃	0.5
17	〃	1.0	〃	0.5	37	〃	2.0	〃	1.0
18	〃	1.0	〃	1.0	38	〃	2.0	〃	1.5
19	〃	1.5	〃	0.5	39	〃	2.0	〃	2.0
20	〃	1.5	〃	1.0					

나. 자구 재분화

「핑크문」 품종 및 ‘GG21183-2’ 계통에서 유도된 캘러스에서 자구 재분화를 위한 배양 광도와 식물생장조절제 종류 및 처리량을 설정하였다. 배양 환경은 온도 $25\pm 1^\circ\text{C}$, 광주기 16시간으로 하였으며, 시험에 MS 배지(Murashige et al., 1962)를 기본 배지로 MS 4.41gL^{-1} , sucrose 30gL^{-1} , agar 8gL^{-1} 를 첨가하고 pH 5.7 ± 0.1 로 조정하여 121°C , 1.5기압 조건으로 멸균하여 사용하였다. 광도 설정을 위해 암 처리, $30\sim 45$ 및 $70\sim 90\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 구분하여 배양하였으며, 식물생장조절제 종류 및 처리량 설정을 위해 옥신계 NAA, 2,4-D와 사이토키닌계 BA, TDZ, Kinetin을 단독 또는 혼합 처리하여 사용하였다(표 3). 캘러스에서 재분화된 자구는 5mm가 되었을 때 분리해 기내에서 접목하여 배양하였다. 자구 크기가 1~2cm 이상인 기내 접목 개체는 기외 환경에 순화시킨 후 기외 접목하여 생육을 관찰하였다.

표 3. 비모란선인장 자구 재분화를 위한 성장조절제 종류 및 처리량

(단위: mgL^{-1})

번호	Auxins		Cytokinins		번호	Auxins		Cytokinins	
1	NAA	0.0	BA	0.0	21	NAA	0.5	TDZ	2.0
2	〃	0.0	〃	1.0	22	〃	0.5	〃	4.0
3	〃	0.0	〃	3.5	23	〃	1.0	〃	1.0
4	〃	0.0	〃	7.0	24	〃	1.0	〃	2.0
5	〃	0.3	〃	1.0	25	〃	1.0	〃	4.0
6	〃	0.3	〃	3.5	26	2,4-D	0.0	Kinetin	0.5
7	〃	0.3	〃	7.0	27	〃	0.0	〃	1.0
8	〃	0.5	〃	1.0	28	〃	0.0	〃	1.5
9	〃	0.5	〃	3.5	29	〃	0.0	〃	2.0
10	〃	0.5	〃	7.0	30	〃	0.3	〃	0.5
11	〃	1.0	〃	1.0	31	〃	0.3	〃	1.0
12	〃	1.0	〃	3.5	32	〃	0.3	〃	1.5
13	〃	1.0	〃	7.0	33	〃	0.3	〃	2.0
14	〃	0.0	TDZ	1.0	34	〃	0.5	〃	0.5
15	〃	0.0	〃	2.0	35	〃	0.5	〃	1.0
16	〃	0.0	〃	4.0	36	〃	0.5	〃	1.5
17	〃	0.3	〃	1.0	37	〃	0.5	〃	2.0
18	〃	0.3	〃	2.0	38	〃	1.0	〃	1.0
19	〃	0.3	〃	4.0	39	〃	1.0	〃	1.5
20	〃	0.5	〃	1.0	40	〃	1.0	〃	2.0

3. 결과 및 고찰

가. 캘러스 유도

비모란선인장 「GG211183-2」 계통과 「핑크문」 품종의 화뢰 발달을 4단계로 나누어 조사한 결과 약에서 성숙 화분은 2단계부터 관찰되었으며, 캘러스 유도율 또한 높게 나타났다(표 4). 약의 화분 발달 2단계 상태를 화뢰 단면과 화분 및 4분자기 형태를 주사전자현미경으로 확인한 결과는 그림 1과 같다.

표 4. 화뢰 발달 단계별 화뢰의 생육 및 약 특성

계통(품종)	발달 단계	화뢰		약			
		폭 (mm)	길이 (mm)	색	사분자기 유무(O/X)	성숙화분 유무(O/X)	캘러스 유도율 (%)
GG211183-2	1	8.77	20.26	회황색	O	X	88.3 ± 2.9
	2	10.04	23.70	황색	O	O	66.7 ± 27.5
	3	10.48	27.78	황색	O	O	-
	4	11.60	33.71	회황색	O	O	-
핑크문	1	7.33	15.40	미색	O	X	25.0 ± 20.0
	2	8.63	22.77	황색	O	O	45.0 ± 0.0
	3	10.36	25.60	황색	O	O	10.0 ± 0.0
	4	11.95	27.54	황회색	O	O	-



그림 1. 화뢰 발달 단계별 화뢰의 단면 및 화뢰 발달 2단계 화분의 형태

화뢰 저온처리 기간에 따른 캘러스 유도율은 저온처리 0일 또는 7일에서 높았으며(표 5), 약 치상 후 암 처리 기간에 따른 캘러스 유도율은 1개월 이상일 때 높았다(표 6). 식물생장 조절제의 종류 및 처리량에 따른 캘러스 유도율은 NAA 2.0mgL⁻¹ + BA 1.5mgL⁻¹와 2,4-D 2.0mgL⁻¹ + Kinetin 1.5mgL⁻¹ 처리에서 높았다(표 7).

표 5. 화퇴 저온처리 기간에 따른 캘러스 유도율(%)

계통(품종)	0일	1일	3일	7일
GG211183-2	48.3±7.6 ^a	5.0±5.8 ^b	65.0±30.0 ^a	66.7±27.5 ^a
핑크문	62.5±23.3 ^a	16.7±11.5 ^{ab}	11.7±2.9 ^b	45.0±0.0 ^a

표 6. 약 치상 후 암 처리 기간에 따른 캘러스 유도율(%)

계통(품종)	0개월	1개월	2개월	3개월
GG211183-2	45.0±13.2	66.7±27.5	60.0±7.1	16.0±11.4
핑크문	13.1±4.6 ^b	45.0±0.0 ^a	40.0±0.0 ^a	30.0±0.0 ^{ab}

표 7. 식물생장조절제 종류 및 처리량에 따른 캘러스 유도율(%)

생장조절제(mg ⁻¹)		GG211183-2	GG211351-1	GG17165-14	핑크문	레드문	옐로우문
Auxins	Cytokinins						
NAA	BA						
0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
0.5	0.0	-	-	-	-	-	-
0.5	0.5	-	-	-	10.0±5.0	-	-
1.0	0.0	-	-	-	-	-	-
1.0	0.5	-	1.7±2.9	-	13.8±10.3	-	-
1.0	1.0	5.0±7.1	1.3±2.5	-	17.0±11.0	-	-
1.5	0.0	-	-	-	-	-	-
1.5	0.5	1.0±2.2	2.0±4.5	-	7.0±8.4	-	3.3±2.9
1.5	1.0	1.0±2.2	-	1.7±2.9	11.0±6.5	-	1.7±2.9
1.5	1.5	5.0±5.0	-	1.7±2.9	12.0±7.6	-	1.7±2.9
2.0	0.0	-	-	-	-	-	-
2.0	0.5	3.0±4.5	-	-	4.0±4.2	-	-
2.0	1.0	1.0±2.2	-	-	2.5±2.9	-	-
2.0	1.5	39.0±20.4	2.5±3.5	-	13.0±15.7	-	-
2.0	2.0	11.0±6.5	11.7±12.6	-	6.0±6.5	-	18.3±23.1
NAA	TDZ						
0.5	0.5	17.0±5.7	8.3±5.8	18.3±7.6	11.7±2.9	3.0±6.7	1.7±2.9
1.0	0.5	13.0±11.5	8.3±5.8	11.7±11.5	1.7±2.9	17.0±19.9	31.7±30.6
1.0	1.0	33.0±6.7	3.3±2.9	-	10.0±10.0	3.0±2.7	-
1.5	0.5	14.0±9.6	1.7±2.9	2.5±3.5	5.0±0.0	-	10.0±5.0
1.5	1.0	6.0±6.5	6.7±7.6	8.3±2.9	6.7±7.6	-	-
1.5	1.5	13.0±12.0	5.0±5.0	-	10.0±10.0	-	22.5±3.5
2.0	0.5	31.0±30.7	-	미추진 [↓]	11.7±10.4	-	-
2.0	1.0	23.6±12.3	12.5±17.7	↗	13.3±15.3	-	-
2.0	1.5	32.5±24.0	-	↗	5.0±5.0	-	1.7±2.9
2.0	2.0	26.0±17.1	-	↗	4.0±4.2	-	1.7±2.9



생장조절제(mgL ⁻¹)		GG211183-2	GG211351-1	GG17165-14	핑크문	레드문	옐로우문
Auxins	Cytokinins						
2,4-D	Kinetin						
0.5	0.0	1.0±2.2	-	미추진 [↓]	-	-	-
0.5	0.5	-	-	↗	3.3±5.8	-	-
1.0	0.0	-	-	↗	-	-	-
1.0	0.5	33.0±13.0	-	↗	8.3±5.8	-	-
1.0	1.0	17.0±9.1	-	↗	2.5±3.5	-	-
1.5	0.0	15.0±10.0	-	↗	-	-	-
1.5	0.5	37.0±12.5	-	↗	-	-	-
1.5	1.0	31.0±15.6	-	↗	13.3±11.5	-	5.0±8.7
1.5	1.5	10.0±7.9	-	↗	11.7±12.6	-	-
2.0	0.0	-	1.7±2.9	↗	-	-	-
2.0	0.5	59.0±15.6	-	↗	1.7±2.9	-	-
2.0	1.0	46.0±30.7	-	↗	1.7±2.9	-	1.7±2.9
2.0	1.5	39.0±27.7	23.3±12.6	↗	10.0±5.0	-	-
2.0	2.0	10.0±3.5	1.7±2.9	↗	1.7±2.9	-	3.3±2.9

↓ 미추진 : 묘주의 화퇴 발달 지연으로 인한 시료 미확보

캘러스 유도를 위해 선발한 성장조절제를 처리하여 암 처리 기간 1개월과 2개월로 구분하여 시험한 결과 「GG211183-2」 계통과 「핑크문」 품종 모두 2,4-D 2.0mgL⁻¹ + Kinetin 1.5mgL⁻¹ 처리로 1~2개월간 암 처리 할 경우 캘러스 유도율이 가장 높았다(표 8).

표 8. 성장조절제 종류 및 암 처리 기간에 따른 캘러스 유도율(%)

계통(품종)	생장조절제(mg/L)	암 처리 기간	
		1개월	2개월
GG211183-2	NAA 2.0 + BA 1.5	1.9	3.0
	2,4-D 2.0 + kinetin 1.5	4.7	5.2
핑크문	NAA 2.0 + BA 1.5	2.1	3.1
	2,4-D 2.0 + kinetin 1.5	10.0	11.2

나. 자구 재분화

자구 재분화에 적합한 광도 설정을 위해 「GG211183-2」 계통에서 유도된 캘러스를 자구 재분화 배지에 치상하여 90일간 배양하였으나 자구 재분화는 이루어지지 않았다. 하지만 암 처리에서는 유리화된 캘러스가 형성되었으며, 70~90μmol·m²·s⁻¹의 광도에서는 캘러스의 사멸이 다수 확인되어 적합 광도는 30~45μmol·m²·s⁻¹수준으로 판단되었다(그림 2).



그림 2. 배양 광도에 따른 캘러스의 형태적 특성

「핑크문」 품종에서 유도된 캘러스를 자구 재분화 배지로 옮겨 성장조절제를 처리한 결과 NAA + TDZ, 2,4-D + Kinetin 처리에서는 자구 재분화가 없었으나 NAA + BA 처리에서 많은 수의 자구가 재분화 되었다(표 9). 특히 NAA 1.0mgL^{-1} + BA 1.0mgL^{-1} 처리에서 가장 많은 수의 자구가 재분화 되었으며, 그 중 1 개체는 기외 접목 후에도 생육하였다(표 9). 재분화 된 자구의 기외 생육 개체는 그림 3과 같은 형태였으며, 기존 품종과 형태적 특성을 비교하였을 때 자구의 형성이 크게 증가되는 경향을 보였다.

표 9. 성장조절제 종류 및 처리량에 따른 재분화 자구 수 및 생육 개체수

NAA (mg/L)	BA (mg/L)	재분화 자구수 (개)	기내접목 자구수 (개)	기내생육 개체수 (개)	기외접목 개체수 (개)	기외생육 개체수 (개)
-	-	2	2	2	-	-
-	1.0	-	-	-	-	-
-	3.5	3	3	1	-	-
-	7.0	3	3	-	-	-
0.3	1.0	6	6	-	-	-
0.3	3.5	5	5	-	-	-
0.3	7.0	-	-	-	-	-
0.5	1.0	-	-	-	-	-
0.5	3.5	12	12	-	1	-
0.5	7.0	5	5	-	-	-
1.0	1.0	20	20	7	2	1
1.0	3.5	5	5	-	-	-
1.0	7.0	5	5	-	-	-
계		66	66	10	3	1



대조(핑크문)

재분화 개체(V₀)

재분화 개체 1세대(V₁)

그림 3. 재분화 자구의 기외 생육 특성

4. 적요

선인장 반수체를 유도하고 신품종 육성에 이를 활용하고자 약 배양 기술을 확립하기 위해 수행한 연구 결과는 다음과 같다.

- 가. 「핑크문」 등 색상이 다른 3품종과 「GG211183-2」 등 3 계통의 약을 채취하여 사용한 결과 「핑크문」 품종과 「GG211183-2」 계통에서 채취한 약이 캘러스 분화가 우수하여 배양 시료로 사용하였다.
- 나. 화퇴 발달 단계별 특성을 조사한 결과 화퇴 발달 2단계에서 4분자기의 성숙 화분이 관찰되었으며, 캘러스 유도율 또한 높아 이 시기 약을 사용하였다.
- 다. 캘러스 유도 조건으로 화퇴 저온처리 기간은 0일 또는 7일, 약 치상 후 암 처리 기간 1~2개월, 식물생장조절제 2,4-D 2.0mgL⁻¹ + Kinetin 1.5mgL⁻¹처리의 캘러스 유도율이 높았다.
- 라. 자구 재분화를 위한 광도 조건은 30~45μmol·m²·s⁻¹이 적합하였고 식물생장조절제는 NAA 1.0mgL⁻¹ + BA 1.0mgL⁻¹ 처리구에서 자구 재분화가 가장 많았다.
- 마. 재분화된 자구를 기내에서 생육 후 기외 순화하여 접목하였고 기존 「핑크문」 품종과 형태적 특성을 비교하였을 때 자구의 형성이 크게 증가되는 경향을 보였다.



5. 인용문헌

- 농림축산식품부. 2025. 2024 화훼재배현황: p. 82.
- 문보흠. 2003. 비모란 세대 경과가 접목활착율에 미치는 영향. 경기도농업기술원 시험 연구보고서 p. 798-807.
- Bauk, K., Gurvich, D.E. and Las Peñas, M.L., 2022. Cytogenetic characteristics of four *Gymnocalycium* (Cactaceae) species along altitudinal gradients. *Haseltonia*, 29(1): 11-21.
- Datta SK. 2005. Androgenic haploids: Factors controlling development and its application in crop improvement. *Current Science*. 89(11): 1870-1878.
- Dunwell JM. 2010. Haploids in flowering plants: origins and exploitation. *Plant Biotech J*. 8: 377-424.
- Germana MA. 2011. Anther culture for haploid and doubled haploid production. *Plant Cell Tiss Organ Cult*. 104: 283-300.
- Murashige T, Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol Plant*. 15: 473-497.

6. 연구결과 활용

- 접목선인장 약 배양과 육종 기초 연구자료로 활용(2026년)
- 약으로부터 유래된 기외 생육 개체 교배자원으로 활용(2026년)

7. 연구원편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
						'24	'25
비모란 선인장 약 배양 기술개발	책임자	선인장다육식물연구소	농업연구사	김소희	시험총괄	-	○
	공동연구자	환경농업연구과	〃	서재순	시험분석	○	-
	〃	선인장다육식물연구소	〃	이지혜	자료분석	○	○
	〃	〃	농업연구관	이재홍	시험검토	○	○
	〃	〃	〃	정윤경	과제총괄	-	○