



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
접목선인장 종묘 수경재배기술 개발		화훼	'24~'25	선인장다육식물연구소	김소희
색인용어	접목 선인장, 수경재배, 재식거리, 양액농도				

ABSTRACT

This study was conducted to establish optimal hydroponic cultivation conditions for improving the productivity of grafted cactus by determining suitable nutrient solution concentrations and planting densities for the *Selenicereus* cacti and *Gymnocalycium mihanovichii*. Hydroponic cultivation with standard concentration of nutrient solution significantly improved the growth and productivity of *Selenicereus* cacti compared with soil cultivation. Economic analysis indicated that hydroponic cultivation at a planting density of 13 × 13 cm increased net profit by approximately 53% compared with conventional soil cultivation. For *G. mihanovichii*, hydroponic cultivation resulted in higher cumulative offset production than soil cultivation, with the highest number of offsets obtained at the standard concentration. Among the planting densities tested, 13 × 13 cm resulted in the highest economic return. These results suggest that hydroponic cultivation using cactus nutrient solution at a standard concentration of nutrient solution and a planting density of 13 × 13 cm is an effective method for the hydroponical production of grafted cactus.

Key words: Grafted cactus, Hydroponic, Planting density, Nutrient solution concentration

1. 연구목표

접목선인장은 대목으로 삼각주(*Selenicereus* sp.)를 이용하고, 접수로는 주로 비모란(*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii*)을 붙여 재배한다(Lee, 2023). 우리나라 선인장 재배면적은 2024년 전국 53.2ha이며 그 중 경기도 재배면적은 40.1ha로 75.3%를 차지하고 있다. 생산액 또한 전국 106.2억 원이며, 이 중 경기도가 79.7억 원을 차지하여 국내 선인장 생산의 주요 지역이다(농림축산식품부, 2025). 접목선인장의 생산방식은 대부분 토양재배에 집중되어 있었는데, 이를 연작할 경우 줄기썩음병, 무름병 등의



피해가 발생하기 때문에 주기적으로 상토를 교체해 주어야 한다(Lee et al., 2015). 토양재배와 수경재배를 비교한 연구에서도 관행적인 토양재배시 삼각주 대목 부분에서 줄기썩음병 또는 밑둥썩음병이 발생한 반면 수경재배시에는 병 발생은 없었다(Lee, 2023). 또한, 상토 교체 작업은 노동력이 많이 들기 때문에 토양재배를 대체할 상자수경재배법을 개발하여 농가에 보급하고 있으며 이는 노동력이 56% 절감되고 생산성은 21%가 향상된다는(이, 2016) 보고가 있다. 따라서, 접목선인장 종묘 생산성 향상을 위해 상자수경재배 방식으로 삼각주 대목과 비모란 모수에 적합한 재식 거리 및 적정 배양액의 농도 구명하고자 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 삼각주 대목 수경재배기술 개발

삼각주 대목 수경재배 시험을 위해 관행 토양재배는 마사 50%와 가축분퇴비 50%를 혼합한 상토에 삼각주를 8cm 깊이로 식재하였고, 생력트레이 토양재배는 관행과 동일한 상토에 생력트레이를 설치하여 삼각주를 식재하였다. 수경재배는 코코피트 85%와 질석 15%를 혼합한 배지에 생력트레이를 사용해 상자수경재배 하였다. 식재한 삼각주의 길이는 15cm였으며, 재식거리는 15×13cm로 하였다. 삼각주 대목의 재배 전과 후의 용토화학적성을 비교하기 위해 pH, 유효인산(Av. P₂O₅), 질산태 질소(NO₃-N) 등을 분석하였다. 수경재배에 사용한 배양액은 ‘선인장배양액’ (특허등록 제10-1455256) 제품을 250배 희석하여 표준 농도 배양액으로 사용하였다. 2024년 4월 20일 정식하였으며, 6개월 간격으로 3회 수확하였다. 적정 배양액 농도 설정을 위해 선인장배양액을 0.5배, 1.0배, 1.5배, 2.0배로 달리하여 시험구를 조성하였으며, 삼각주 발근 후 월 1회 관비하였다. 적정 재식거리 설정 시험은 삼각주를 13×13, 13×8.5, 10×10, 8.5×8.5cm 간격으로 정식하였다. 삼각주선인장 생육특성은 월 1회 측지길이, 측지폭, 측지수 등을 수확 후에는 생체중 및 규격대목 생산량을 농사시험 연구기준(RDA, 2012)에 의거 조사하였다. 실험 결과에 대한 통계분석은 SAS(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 9.4 통계프로그램을 이용하여 실시하였다.

나. 비모란 모수 수경재배기술 개발

비모란 모수 수경재배 시험을 위해 관행 토양재배는 마사와 가축분 퇴비를 50:50(v:v)으로 혼합한 상토에 비모란 모수를 식재하였고, 생력트레이 토양재배는 관행과 동일한 상토에 생력트레이를 설치하여 식재하였다. 수경재배는 코코피트 85%와 질석 15%를 혼합해 생력트레이를 사용해 상자수경재배 하였다. 비모란 모수의 재배 전과 후의 용토화학적성을 비교하기 위해 pH, 인산(Av.P₂O₅), 질소(NO₃-N) 등을 분석하였다. 비모란 모수는 10×10cm 간격으로 2024년 4월 20일 정식하였으며, 비모란 자구는 정식 후 2개월부터 1~2개월 간격으로 2024년 6월~2025년 10월까지 총 11회 수확하였다.



비모란 모수의 생육 특성은 월 1회 구경, 구고, 자구수 및 누적 생산 자구수를 농사시험 연구기준(RDA, 2012)에 의거 조사하였다. 배양액 적정 농도 선발을 위해 선인장배양액을 1배액, 1/2배액, 1/3배액을 사용하였으며, 적정 재식거리 설정 시험은 모수를 13×13cm, 12×10.5cm, 10×10cm 간격으로 정식하였다. 실험 결과에 대한 통계분석은 SAS(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 9.4 통계프로그램을 이용하여 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 삼각주 대목 수경재배기술 개발

삼각주선인장 재배 전, 후의 용토화학성 변화를 분석한 결과 토양재배의 경우 유효인산(Av. P₂O₅)이 증가하였으며, 수경재배에서는 양액의 농도가 높을수록 질산태 질소(NO₃-N)와 EC(Electrical conductivity)가 크게 증가하였다(표 1, 2). 삼각주 대목의 재배 방법에 따른 생육 특성 조사 결과 수경재배에서 측지 길이가 가장 길고 측지수도 많았으며(표 3), 규격 대목의 생산량 또한 수경재배에서 가장 많았다(표 4, 그림 1). 재배 방법별 노동비 및 재료비 투입비용을 비교하였을 때 수경재배에서 관행 토양재배 대비 순수익이 53% 증가하였다(표 5, 6).

표 1. 시험 전 용토화학성

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)
토양재배용 용토 (마사토: 가축분퇴비=5:5)	9.4	1.27	931	91.04	3.33	2.96	1.32	1.59
수경재배용 상토 (코코피트: 질석 = 85 : 15)	6.6	1.02	48	0.03	4.36	2.87	2.65	1.85

표 2. 재배 18개월 후 용토화학성

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)	Ex. cations(cmol/kg)				
					K	Ca	Mg	Na	
관행 토양재배	7.5	0.9	2,213	9.6	0.15	12.23	3.49	0.30	
생력트레이 토양재배	7.7	0.7	2,295	18.3	0.48	10.40	3.85	0.44	
수경재배	배양액 0.5배	3.9	34	9.1	0.30	6.92	8.02	1.26	
	배양액 1.0배	3.9	287	6.3	0.35	16.86	7.37	1.33	
	배양액 1.5배	3.8	10.0	165	728.0	0.32	24.52	8.19	2.21
	배양액 2.0배	3.5	25.7	133	5,422.5	1.23	40.09	14.28	5.03

표 3. 재배방법별 수확기 삼각주선인장 생육 평균

재배방법	측지길이 [↓] (cm/주)	측지수(개/주)	측지폭(cm)	경도(kg, ϕ 3mm)
관행 토양재배	38.6±2.3 ^b	3.3±1.3 ^a	4.3±0.2	3.2±0.2
생력트레이 토양재배	47.3±6.2 ^a	2.8±0.8 ^b	4.2±0.1	3.3±0.3
수경재배	52.7±1.5 ^a	3.0±1.1 ^{ab}	4.0±0.1	3.3±0.2

[↓]측지길이: 수확기 측지길이의 평균

표 4. 재배방법별 규격 대목 생산량

(기준: 재배기간 18개월)

재배방법	9cm 대목(개/주)	15cm 대목(개/주)	합계(개/주)
관행 토양재배	11.9±5.2	9.6±3.1 ^b	21.5±2.3 ^b
생력트레이 토양재배	10.4±3.7	10.6±1.2 ^b	21.0±2.8 ^b
수경재배	14.5±5.3	15.1±2.3 ^a	29.5±3.5 ^a

표 5. 재배방법별 노동비 및 재료비 투입비용

재배방법	노동시간 [↓] (시간/10a)				노동비 [♯] (천원/10a)	재료비 ^{♯♯} (천원/10a)
	용토조제 및 입·퇴상*	치상*	정식	계		
관행 토양재배	118	-	224	342	4,398	14,844
생력트레이 토양재배	118	49	147	314	4,230	16,551
수경재배	-	13	147	160	1,877	17,969

[↓] 노동시간: 작업단계별 노동투하시간, * 남성 노동력 기준

[♯] 노동비: 고용노동비 남 15,000원/시간 여 11,732원/시간(2023 지역별 농산물 소득자료, 농촌진흥청)

^{♯♯} 재료비: 수경재배상자*, 생력트레이*, 배지, 배양액, 종묘 등(수경재배상자와 생력트레이 5년 감가상각 반영)

표 6. 재배방법별 노동비 및 재료비 투입비용

(기준: 재배기간 18개월)

재배방법	9cm 대목 (개/10a)	15cm 대목 (개/10a)	초기 투입비[A] (천원/10a)	경영비[B] (천원/10a)	판매액[C] (천원/10a)	순수익 [C-(A+B)] (천원/10a)
관행 토양재배	294,359	367,179	19,242	51,405	183,744	117,494
생력트레이 토양재배	327,179	96,000	20,780	51,405	177,795	109,839
수경재배	463,590	133,538	19,846	51,405	249,436	180,062

※ 9cm 대목: 250원/개, 15cm 대목: 300원/개



그림 1. 재배방법에 따른 삼각주선인장 생육

배양액 농도에 따른 수확기 삼각주 선인장 생육은 0.5배액을 제외한 양액 농도에 서 측지 길이가 길게 나타났으며(표 7), 대목의 생산량 또한 0.5배액이 낮고 1.0배액, 1.5배액, 2.0배액 처리에서 모두 높게 나타나 1.0배의 양액으로 재배하였을 때 가장 효율 적인 생산이 가능하였다(표 8).

표 7. 배양액 농도에 따른 수확기 삼각주선인장 생육 특성

배양액 농도	측지길이(cm)	측지수(개/주)	측지폭(cm)	경도(kg, ϕ 3mm)
0.5배액	49.0 \pm 3.2 ^b	2.5 \pm 0.9	4.0 \pm 0.1	3.4 \pm 0.0
표준(1.0배액)	52.7 \pm 1.5 ^{ab}	3.0 \pm 1.1	4.0 \pm 0.1	3.3 \pm 0.2
1.5배액	61.2 \pm 10.6 ^{ab}	3.2 \pm 1.4	4.2 \pm 0.1	3.3 \pm 0.1
2.0배액	65.7 \pm 3.4 ^a	3.1 \pm 1.1	4.2 \pm 0.1	3.2 \pm 0.2

표 8. 배양액 농도에 따른 규격 대목 생산량

(기준: 재배기간 18개월)

배양액 농도	9cm 대목(개/주)	15cm 대목(개/주)	계(개/주)
0.5배	11.7 \pm 2.6	11.0 \pm 1.0	22.6 \pm 3.0 ^b
표준(1.0배)	14.5 \pm 5.3	15.1 \pm 2.3	29.5 \pm 3.5 ^a
1.5배	17.5 \pm 6.0	14.9 \pm 4.9	31.0 \pm 5.1 ^a
2.0배	17.6 \pm 1.2	16.9 \pm 4.8	34.5 \pm 4.7 ^a

재식거리별 삼각주선인장의 생육 특성을 비교하였을 때 13 \times 13cm로 식재할 경우 측지 길이가 가장 길고 측지수도 많았으며, 측지 폭이나 경도는 재식거리에 따른 전체 처리구에서 차이가 없었다(표 9). 재식거리별 10a당 규격대목 수량은 13 \times 13cm 이하의 재식거리에서 생산량이 많았으며, 그 이상의 간격에서는 규격대목의 생체중이 높아 중합 적으로 보았을 때 13 \times 13cm에서 가장 품질이 좋은 대목이 생산되었다(표 10, 그림 2).

표 9. 재식거리별 수확기 삼각주선인장 생육 특성

재식거리(cm)	측지길이(cm)	측지수(개/주)	측지폭(cm)	경도(kg, ϕ 3mm)
15×13	52.7±1.5 ^b	3.0±1.1 ^a	4.0±0.1	3.3±0.2
13×13	66.7±5.8 ^a	2.6±1.0 ^{ab}	4.2±0.0	3.3±0.1
13×10	58.7±4.0 ^{ab}	2.0±0.5 ^c	4.1±0.1	3.5±0.3
13×8.5	56.9±5.3 ^{ab}	2.4±0.8 ^{bc}	4.1±0.1	3.2±0.1
8.5×8.5	55.6±3.5 ^{ab}	2.3±0.9 ^{bc}	4.0±0.0	3.2±0.1

표 10. 재식거리별 규격 대목 생산량

(기준: 재배기간 18개월)

재식거리 (cm)	규격대목 수량(개/주)		규격대목 수량(개/10a)		규격대목 생체중(g/개)	
	9cm	15cm	9cm	15cm	9cm	15cm
15×13	14.5±5.3	15.1±2.3	445,128 ^b	463,589 ^b	8.9±0.9 ^{ab}	17.0±0.6
13×13	13.5±3.8	15.8±3.8	480,469 ^b	559,758 ^{ab}	9.4±1.2 ^a	16.8±0.5
13×10	11.7±2.8	14.4±2.3	635,289 ^{ab}	780,084 ^{ab}	7.4±0.5 ^c	14.9±2.1
13×8.5	9.2±2.5	10.2±0.4	550,000 ^b	614,000 ^{ab}	8.0±1.4 ^{bc}	15.6±1.7
8.5×8.5	11.5±4.0	10.7±2.7	955,015 ^a	891,348 ^a	8.0±1.0 ^{bc}	14.9±1.8

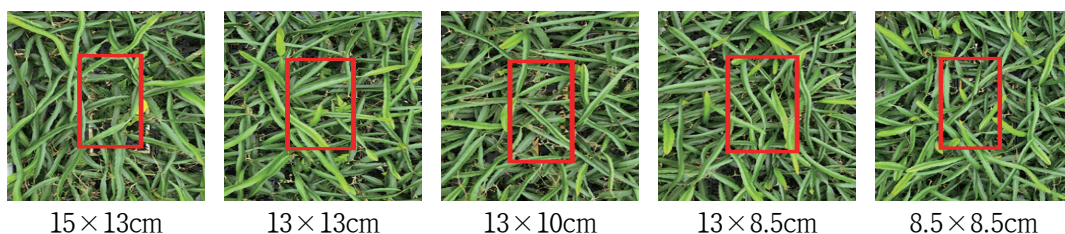


그림 2. 재식거리에 따른 삼각주선인장 생육

나. 비모란 모수 수경재배기술 개발

비모란 모수 재배 전, 후의 용토화학성 변화를 분석한 결과 토양재배의 경우 유효 인산(Av. P₂O₅)이 증가하였으며 수경재배에서 양액 1배액을 처리하였을 때 질산태 질소(NO₃-N)와 EC가 크게 증가하였다(표 11, 12). 재배방법에 따른 비모란 모수의 생육 특성과 누적 자구 생산량을 조사한 결과, 수경재배 시 모수 구경이 가장 컸으며 수확되는 자구수 또한 가장 많았다(표 13). 배양액 처리 농도에 따른 모수의 생육 특성 및 누적 자구 생산량은 구경, 구고, 자구수 모두 표준 1배액에서 높게 나타났다(표 14). 재식거리별 누적 생산 자구수는 13×13cm에서 가장 많았으며 이를 10a당 환산 하였을 때는 10×10cm의 재식거리에서의 생산 자구수가 가장 많았다(표 15). 하지만 재식거리별 종묘비 투입 등 수익성을 분석한 결과 13×13cm로 정식하였을 때 순수익이 가장 높게 나타났다(표 16).



표 11. 시험 전 용토화학성

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)
토양재배용 용토 (마사토: 가축분퇴비=5:5)	9.4	1.27	931	91.04	3.33	2.96	1.32	1.59
수경재배용 상토 (코코피트: 질석 = 85 : 15)	6.6	1.02	48	0.03	4.36	2.87	2.65	1.85

표 12. 재배 18개월 후 용토화학성

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)	Ex. cations(cmol/kg)			
					K	Ca	Mg	Na
토양재배(관행)	7.6	5.6	1615.3	13.2	1.02	9.94	5.10	0.52
토양재배	7.4	5.3	2265.3	15.5	0.39	10.09	5.34	0.29
수경재배	배양액 1/3배	4.6	38.7	10.3	3.44	13.58	7.34	5.32
	배양액 1/2배	5.1	75.7	16.6	4.02	17.08	8.58	3.43
	배양액 1배	5	24.7	651.7	1748.3	9.90	23.83	12.05

표 13. 재배방법에 따른 모수 생육 특성 및 누적 자구 생산량

재배방법	모수 구경(mm)	모수 구고(mm)	자구수(개/주)
토양재배(관행)	69.5±0.4 ^b	49.0±0.7	42.1±2.0
토양재배	70.1±0.9 ^b	49.9±1.6	42.8±0.8
수경재배	72.1±0.7 ^a	49.6±0.6	44.0±1.5

표 14. 배양액 처리 농도에 따른 모수 생육 특성 및 누적 자구 생산량

배양액 농도	모수 구경(mm)	모수 구고(mm)	자구수(개/주)
표준(1배액)	72.1±0.7 ^a	49.6±0.6 ^a	44.0±1.5 ^a
1/2배액	68.7±0.6 ^a	45.5±0.8 ^b	39.9±1.4 ^b
1/3배액	64.1±2.1 ^b	41.4±1.5 ^c	34.4±2.6 ^c

표 15. 재식거리에 따른 모수 생육 특성 및 누적 자구 생산량

재식거리 (cm)	모수 구경 (mm)	모수 구고 (mm)	자구수 (개/주)	식재주수 (주/10a)	자구수 (개/10a)
13×13	71.3±1.1	52.4±1.8	58.5±1.5 ^a	35,503	2,077,415 ^c
12×10.5	73.4±1.1	51.4±0.8	50.2±3.7 ^b	47,619	2,390,413 ^b
10×10	72.1±0.7	49.6±0.6	44.0±1.5 ^c	60,000	2,639,623 ^a



표 16. 재식거리에 따른 종묘비 투입 및 수익성

(기준: 재배기간 18개월)

재식거리 (cm)	종묘소요량 (주/10a)	종묘 구입비 ¹ (천원/10a)	생산 자구 판매액 ² (천원/10a)	순수익[B-A] (천원/10a)
13×13	35,503	71,006	103,871	32,865
12×10.5	47,619	95,238	119,521	24,283
10×10	60,000	120,000	131,981	11,981

1) 종묘 구입비: 비모란 모수 2,000원/주 2) 자구 판매액: 비모란 자구 50원/개

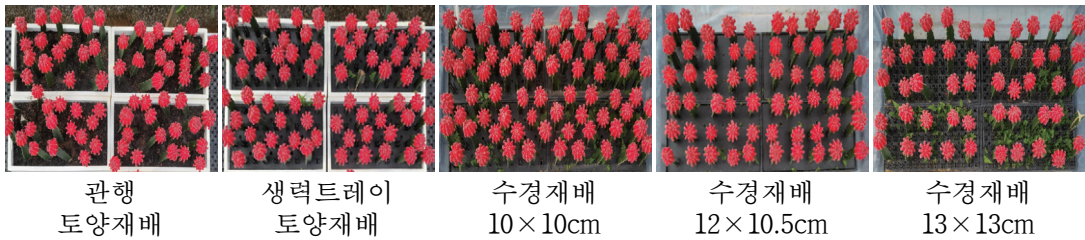


그림 3. 재배방법 및 재식거리에 따른 비모란선인장 모수 생육

4. 적요

접목선인장 종묘 생산성 향상을 위한 대목과 모수의 수경재배에 적합한 재식거리 및 적정 양액의 농도 설정을 위한 연구 결과는 다음과 같다.

- 가. 토양재배 및 수경재배에 따른 용도화학적 분석 결과 토양재배의 경우 유효인산 (Av. P_2O_5)이 증가하였으며 수경재배에서 양액 처리 농도가 높을수록 질산태 질소 (NO_3-N)와 EC(Electrical conductivity)가 크게 증가하였다.
- 나. 삼각주선인장 생육 특성 및 생산량을 비교하였을 때 토양재배에 비하여 수경재배로 선인장표준배양액 1배액을 관비하고 13×13cm로 재식하였을 때 주당 29.5개의 고품질 삼각주 대목을 재배할 수 있었으며, 순수익이 10a당 180,062천원으로 토양재배 대비 53% 증가하였다.
- 다. 비모란 모수 재배시 생육 특성 및 누적 생산 자구수를 비교하였을 때 토양재배에 비하여 수경재배를 이용해 선인장표준배양액 1배액을 관비하였을 때 주당 44.0개로 누적 생산 자구수가 가장 많았다.
- 라. 비모란 모수 재식거리의 경우 10×10cm로 재식하였을 때 자구수가 10a당 2,639,623개로 가장 많았으나 종묘 구입 등의 초기 투입비를 산출해 순수익을 비교해 보았을 때 13×13cm로 재식할 경우 10×10cm와 비교하여 순수익이 174% 증가하였다.



5. 인용문헌

- 농림축산식품부. 2025. 2024 화훼재배현황 : p. 82.
- 농촌진흥청, 2012. 농업과학기술 연구조사 분석기준. p. 738-741
- 이재홍. 2016. 접목선인장 생력 상자재배기술 개발. 경기도농업기술원 시험연구보고서 p. 687-698.
- Lee JW, Oh HG, Kim JH, Lee KY, Lee JS. 2015. Studies on simple hydroponic culture in cultivation of grafted cactus for export. Korean K Plane Res. 28(4): 546-549.
- Lee JS. 2023. Comparison of growth of hydroponics methods using botton-matt without bench on grafted cactus(*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii*) cultivar of ‘Gohong’ . J ALES 35: 91-97.

6. 연구결과 활용

- 삼각주선인장 수경재배에 적합한 재식거리(영농활용, 2024년)
- 삼각주선인장 수경재배시 규격대목 생산량 증가효과(영농활용, 2025년)
- 삼각주선인장 수경재배시 적정 재식거리 및 양액 농도(영농활용, 2025년)
- 비모란선인장 모수 수경재배시 적정 재식거리 및 양액농도(영농활용, 2025년)
- 선인장지지장치(실용신안, 2025년): 출원번호 20-2025-0001492

7. 연구원편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
						'24	'25
접목선인장 중묘 수경재배 기술 개발	책임자	선인장다육식물연구소	농업연구사	김소희	시험주관	-	○
	공동연구자	환경농업연구과	〃	서재순	시험분석	○	-
	〃	선인장다육식물연구소	농업연구사	이지혜	자료분석	○	○
	〃	〃	농업연구관	이재홍	시험검토	○	○
	〃	〃	〃	정윤경	과제총괄	-	○