

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명	연구분야	수행 기간	연구실	책임자	
다육식물 자원보존 및 대량생산을 위한 조직배양 체계 확립	화훼	'16~'18	농업기술원 선인장다육식물연구소	김윤희	
접목선인장 액아배양 자구 생산 기술 개발	화훼	'17~'18	농업기술원 선인장다육식물연구소	정재홍	
색인용어	접목선인장, 성장조정제, 대량생산, 자구발생				

## ABSTRACT

This study was carried out for mass offshoots propagation and early distribution of new cultivars in grafted cacti *Gymnocalycium mihanovichii* 'Red Rock' and *Astrophytum* breeding line 'GA11332-15'. We investigated optimal concentrations of growth regulators for callus and shoot induction and offshoot production. The offshoots split the ribs *in vivo* were cultured on 1/2MS media treated with combination of NAA 0, 0.01, 0.1, 0.5mg·L<sup>-1</sup> and TDZ 0, 1, 2, 4mg·L<sup>-1</sup>. The highest callus induction rate was 100% showed in NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> + TDZ 1mg·L<sup>-1</sup> for 'Red Rock' and NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> + TDZ 1mg·L<sup>-1</sup> for 'GA11332-15'. These callus were cultured on 1/2MS media treated with combination of NAA 0, 0.01, 0.1, 0.5mg·L<sup>-1</sup> and BA 0, 1.0, 3.5, 7.0mg·L<sup>-1</sup>. The most effective concentration for shoot induction were NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> + BA 7mg·L<sup>-1</sup> in 'Red Rock' and BA 3.5mg·L<sup>-1</sup> in 'GA11332-15', under each condition, it respectively produced 0.43 and 0.45 shoots.

An axillary bud was extracted from the induced shoots of 'Red Rock' and then grafted on *Hylocereus trigonus* *in vitro*. Single treatment of NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> was the most effective concentration produced 0.4 offshoots.

**Key words** : Grafted Cactus, Growth regulators, Mass propagation, Generated offshoots

## 1. 연구목표

접목선인장은 화훼류 중 대표적인 수출품목이며 2018년 수출액 393만 달러로 우리나라 화훼 수출액의 21%를 차지하고 미국, 네덜란드 등 19개국으로 수출되고 있는 주요 작목이다(농수산

식품수출지원정보, 2018). 접목선인장 비모란은 구 지체에 엽록소가 거의 없어 자급영양이 불가능하므로 대목에 접목하는 방법으로 증식이 이루어지고 있으며(Keohler, 1972), 비모란 품종을 지속적으로 번식할 경우 활력이 저하되고 품종의 특성이 퇴화되어 품종수명이 5년 정도로 짧고 생산성과 품질이 저하되는 문제가 있어 지속적인 품종개발이 요구된다. 또한 비모란의 경우 기존의 기외증식으로 증식할 경우 지구형성까지 소요되는 기간이 길고 종묘증식 효율이 낮다. 마찬가지로 아스트로피툼도 지구생산성이 낮은 편이어서 신품종의 종묘생산과 보급에 어려움이 있기 때문에 액아배양 및 지구체 기내생산 등의 기술 개발로 신품종 종묘의 대량생산과 생산기간 단축이 필요하다. 따라서 비모란 및 아스트로피툼 육성품종의 대량생산과 조기보급을 위해 기내대량증식 연구를 수행한 결과는 다음과 같다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 시험 재료 및 배양조건

선인장다육식물연구소의 육성품종 비모란 ‘레드락’과 아스트로피툼 육성계통 ‘GA11332-15’를 시험에 사용하였다. 조직배양에 사용한 자구의 직경은 약 1.5cm이며 가시를 잘라낸 후 70% EtOH에서 1분간 침지한 후 멸균수로 3~5회 수세하고 진공상태로 Tween-20을 첨가한 1% NaOCl 용액에서 20분간 진탕하였다. 전처리가 완료된 시료를 클린벤치 내에서 자구의 능을 따라 절단한 뒤 성장조정제가 처리된 배지에 치상하였고 광주기 16/8시간(광/암), 광도  $60 \pm 5 \mu\text{mol}$ , 온도  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 유지되는 조건에서 배양하였다.

### 나. 배지

1/2MS배지(Murashige & Skoog, 1962)에 3% sucrose와 0.7% agar를 첨가한 후 옥신류인 NAA(Naphthaleneacetic acid), 사이토키닌류인 BA(6-Benzylaminopurine)나 TDZ (Thidiazuron)를 단용 또는 혼용으로 첨가하여 시험배지를 조제하였고, pH는  $5.7 \pm 0.2$ 로 조정하였다. 시험에 사용한 모든 배지는  $121^\circ\text{C}$ , 1.2기압으로 15분간 멸균하였고 배양용기(100 X 40mm)에 분주하여 사용하였다.

### 다. 캘러스 유도

캘러스 형성을 유도하기 위해 전처리가 완료된 시료를 NAA 0, 0.01, 0.1, 0.5  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 와 TDZ 0, 1, 2, 4  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 단용 또는 혼용 처리한 배지에 배양하였다. 지구 절편을 각 처리당 4개씩 10반복(비모란) 및 4반복(아스트로피툼)으로 배양하였고 90일 후 캘러스 형성율과 지구형성율을 조사하였다.

## 라. 자구형성

캘러스로부터 자구형성을 유도하기 위해 자구 절편으로부터 형성된 캘러스를 1.5×1.5cm 크기로 절단하여 NAA 0, 0.01, 0.1, 0.5mg·L<sup>-1</sup>와 BA 0, 1.0, 3.5, 7.0mg·L<sup>-1</sup>를 농도별로 조합처리한 배지에서 자구형성을 유도하였다. 각 처리별 4개씩 10반복하여 치상하였으며 90일간 배양 후 자구형성율을 조사하였다.

## 마. 액아 기내접목 자구발생

비모란의 캘러스로부터 형성된 자구에서 액아를 채취하고 기내에서 증식한 삼각주에 접목하여 NAA 0, 0.1mg·L<sup>-1</sup>와 BA 0, 3, 5, 7mg·L<sup>-1</sup>를 단용 또는 혼용처리한 배지에 10개씩 10반복으로 접목배양하고 60일간 배양한 후 활착율, 발생 자구의 크기, 자구발생수를 조사하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### <시험 1> 캘러스 유기 적합 성장조정제 농도 구명

비모란 '레드락'과 아스트로피툼 'GA11332-15'의 캘러스 유도에 적합한 성장조정제의 농도를 구명하고자 NAA와 TDZ의 농도를 조합하여 배양한 결과는 표 1과 같다. 비모란 '레드락'은 단용처리보다 NAA와 TDZ의 혼용처리에서 캘러스 형성율이 높은 편이었으며, 특히 NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> + TDZ 1mg·L<sup>-1</sup> 혼용배지에서 캘러스가 100%형성되었고 자구형성율이 31.9%로 가장 높았다.

아스트로피툼 'GA11332-15'의 캘러스 형성율은 NAA 0.01mg·L<sup>-1</sup> 이상의 농도에서 TDZ의 농도가 1mg·L<sup>-1</sup> 이상일 때 100%로 나타났다. 자구형성율은 NAA 0.5mg·L<sup>-1</sup> + TDZ 4mg·L<sup>-1</sup> 혼용배지에서 44.4%로 높았으나 변이율이 33.3%로 높은 반면 NAA 0.01mg·L<sup>-1</sup> + TDZ 1mg·L<sup>-1</sup> 혼용배지에서는 자구형성율이 40.7%로 높고 변이가 발생하지 않아 가장 효율적이라고 판단되었다. NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> 이상의 혼용배지에서는 TDZ의 농도가 높아질수록 자구형성율이 높아졌으나 변이가 발생하였다.

### <시험 2> 자구형성 적합 성장조정제 농도 구명

캘러스로부터 자구형성에 적합한 성장조정제의 농도를 구명하기 위해 NAA 및 BA를 단용 및 혼용으로 처리한 결과는 표 2와 같다. 비모란 '레드락'은 BA의 농도가 높을수록 자구발생수가 많은 편이었으며 NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> + BA 7mg·L<sup>-1</sup> 혼용배지에서 자구가 0.43개로 가장 많이 발생하였다.

아스트로피툼 'GA11332-15'는 BA 3.5mg·L<sup>-1</sup> 단용배지에서 자구가 0.45개 발생하였으나 정상적인 구의 형태를 갖춘 자구가 적었으며 대부분 자구의 색이 투명하였다(그림 1). 투명한 자구를 적출하여 배양하거나 삼각주에 접목하여 배양하였을 때 정상적인 생육이 이루어지지 않아 아스트로피툼은 투명화에 대한 추가연구가 필요 할 것으로 판단되었다.

표 1. 성장조정제 농도에 따른 캘러스 및 자구 형성율

성장조정제(mgL <sup>-1</sup> )		비모란 '레드락'		아스트로피툼 'GA11332-15'		
NAA	TDZ	캘러스형성율 (%)	자구형성율 (%)	캘러스형성율 (%)	자구형성율 (%)	변이율 (%)
0	0	91.7 ab	17.4 d	93.3 a	0 c	0 c
0	1	41.3 c	9.7 d	0 c	0 c	0 c
0	2	6.3 d	4.2 d	57.1 b	0 c	0 c
0	4	46.5 c	8.3 d	90.0 a	0 c	0 c
0.01	0	10.4 d	4.2 d	0 c	0 c	0 c
0.01	1	93.8 ab	24.3 b	100 a	40.7 a	0 c
0.01	2	91.7 ab	20.8 bc	100 a	25.9 ab	0 c
0.01	4	81.3 b	16.7 d	100 a	25.9 ab	14.3 bc
0.1	0	35.4 c	7.6 d	0 c	0 c	0 c
0.1	1	100 a	31.9 a	100 a	25.9 ab	14.3 bc
0.1	2	93.8 ab	21.5 bc	100 a	33.3 ab	22.2 bc
0.1	4	95.8 a	20.8 bc	100 a	37.0 ab	20 bc
0.5	0	50.0 c	5.6 d	0 c	0 c	0 c
0.5	1	100 a	20.8 b	100 a	11.1 bc	0 c
0.5	2	100 a	24.3 b	100 a	29.6 ab	62.5 a
0.5	4	100 a	21.5 bc	100 a	44.4 a	33.3 ab

※ DMRT at 5% level, 90일 배양

### <시험 3> 접목선인장 비모란 기내 접목 배지 선발

기내 액아로부터 자구를 발생시키기 위해 캘러스에서 발생한 자구의 액아를 2~3mm로 적출하여 기내에서 증식한 삼각주에 접목한 후 NAA와 BA를 단용 또는 혼용으로 처리한 결과는 표 3과 같다. 액아의 접목활착율은 81.8~90.9%였고 발생된 자구의 크기는 5.2~7.2mm 였으며 NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> 단용배지에서 자구가 0.4개로 가장 많이 발생하여 접목선인장 기내 접목배지는 NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> 단용처리가 적합할 것으로 판단되었다.

표 2. 성장조정제 농도에 따른 자구발생수

성장조정제(mg·L <sup>-1</sup> )		자구발생수(개/캘러스)	
NAA	BA	비모란 '레드락'	아스트로피툼 'GA11332-15'
0	0	0.13 cde	0.15 bc
0	1.0	0.07 def	0.28 b
0	3.5	0.07 def	0.45 a
0	7.0	0.15 bcd	0.18 bc
0.01	0	0.1 def	0.18 bc
0.01	1.0	0.12 cde	0.15 bc
0.01	3.5	0.23 b	0.03 c
0.01	7.0	0 f	0.15 bc
0.1	0	0.07 defc	0.18 bc
0.1	1.0	0.03 ef	0.25 b
0.1	3.5	0.05 def	0.18 bc
0.1	7.0	0.43 a	0.05 c
0.5	0	0.08 def	0.25 b
0.5	1.0	0.12 cde	0.13 bc
0.5	3.5	0.1 def	0.28 b
0.5	7.0	0.22 bc	0.05 c

※ DMRT at 5% level, 90일 배양



비모란 '레드락' 아스트로피툼 'GA11332-15'  
그림 1. 비모란과 아스트로피툼의 자구형성

표 3. 성장조정제 농도에 따른 비모란 '레드락' 액아접목 자구발생 비교

성장조정제(mg·L <sup>-1</sup> )		활착율(%)	자구크기 (mm)	자구발생수 (개/주)
NAA	BA			
0	0	90.5	6.3	0.2 ab
0	3	81.8	5.2	0.1 b
0	5	90.9	7.2	0.1 b
0	7	90.9	7.0	0.1 b
0.1	0	85.0	6.6	0.4 a
0.1	3	90.9	6.6	0.2 ab
0.1	5	85.7	6.7	0.1 b
0.1	7	86.4	6.0	0.2 ab

※ DMRT at 5% level, 60일 배양

#### 4. 적 요

2017년에서 2018년까지 접목선인장의 자구대량증식과 조기보급을 위한 액아배양 시험결과는 다음과 같다.

- 가. 캘러스 유도에 적합한 배지는 비모란 ‘레드락’의 경우 NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> + TDZ 1 mg·L<sup>-1</sup> 혼용배지에서 캘러스가 100% 형성되었고 자구형성율은 31.9%였다. 아스트로피툼 ‘GA11332-15’은 NAA 0.01mg·L<sup>-1</sup> + TDZ 1mg·L<sup>-1</sup> 혼용배지에서 캘러스가 100% 형성되었고 자구형성율은 40.7%였다.
- 나. 자구형성에 적합한 배지는 비모란 ‘레드락’의 경우 NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> + BA 7.0mg·L<sup>-1</sup> 혼용배지, 아스트로피툼 ‘GA11332-15’의 경우 BA 3.5mg·L<sup>-1</sup> 단용배지에서 각각 0.43개, 0.45개의 자구가 형성되었다.
- 다. 비모란 ‘레드락’의 액아로부터 자구 발생에 적합한 배지를 선발한 결과 NAA 0.1mg·L<sup>-1</sup> 단용배지에서 액아당 0.4개의 자구가 발생하였다.

#### 5. 인용문헌

농수산식품수출지원정보(www.kati.net). 2018. 선인장 수출입통계.

윤재길, 강성해, 방혜련. 1997. 선인장 조직배양기술 개발연구. 경기도원 선인장시험장 연구보고서. pp. 874-878.

한은주, 윤여중, 박혜진, 정철승. 2003. 접목선인장 “비모란” 무병종묘 대량증식 기술개발. 충북대학교 첨단원예기술 개발연구센터 연구보고서. pp. 31-32.

Keohler, K.H. 1972. Phtocontrol of betacyanin synthesis in Amaranthus caudatus seedling in the presence of kinetin. Phtochemistry 11:133-137.

#### 6. 연구결과 활용제목

- 우량계통 육성 : 아스트로피툼 ‘GA11332-15’

#### 7. 연구원 편성

과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
접목선인장 액아배양 자구 생산기술 개발	책임자	선인장다육식물연구소	농업연구사	정재홍	과제수행총괄	'18
	공동연구자	"	"	이지영	시험관리	'17~'18
	"	"	"	김윤희	자료분석	'18
	"	"	"	이재홍	자료분석	'17~'18
	"	"	농업연구관	소호섭	시험검토	'18
	"	"	"	이상덕	자문평가	'17~'18
"	"	버섯연구소	농업연구사	신복음	시험관리	'17