

최 종  
연구 보고서

접목선인장 신품종 육성 및 우량종구  
규격대목 생산 기술 개발

Studies on Breeding of Grafted-Cacti for New  
Cultivars, Mass Production of Tubercles and Stocks of  
High Quality for Grafted-Cacti

접목선인장 신품종 육성  
Breeding of Grafted-Cacti for New Cultivars

자구 대량증식 기술 개발연구  
Studies on Mass Production Techniques of Tubercles

우량대목 생산기술 연구  
Studies on High Quality Stock production Technique

농진청 원예연구소  
단국대학교 식물자원학부  
경기도 농업기술원

농 립 부



# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서는 접목선인장의 “접목선인장 신품종 육성 및 우량종구, 규격대목 생산 기술 개발 연구” 과제(제 1 세부과제 “접목선인장 신품종 육성”, 제 2 세부과제 “자구 대량증식 기술 개발 연구”, 제 3 세부과제 “우량대목 생산기술 연구”)의 최종 보고서로 제출합니다.

2000. 12.

주관연구기관명 : 농촌진흥청 원예연구소

총괄연구책임자 : 김 재 영

연 구 원 : 정 명 일

연 구 원 : 이 영 란

연 구 원 : 김 미 선

연 구 원 : 김 의 영

협동연구기관명 : 단국대학교 식물자원학부

협동연구책임자 : 윤 성 탁

연 구 원 : 안 병 준

연 구 원 : 김 선 기

협동연구기관명 : 경기도농업기술원 고양선인장시험장

협동연구책임자 : 김 순 재

연 구 원 : 임 재 욱

연 구 원 : 박 영 철

연 구 원 : 이 상 덕

# 요 약 문

## I. 제목

접목선인장 신품종 육성 및 우량종구, 규격대목 생산 기술 개발 연구

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

접목선인장은 1999년 생산면적 55.4 ha, 생산량 34,558 천본, 생산액은 9,389 백만 원에 이른다. 1984년 이후 수출이 본격화되어 '95년 화훼 총 수출액 3,312 천\$, '97년에는 2,459 천\$, '99년은 2,994 천\$로 화훼 총 수출액 1,9751 천\$의 15 %를 차지하는 중요한 수출 작물이다. 주요 수출국은 화란, 미국, 중국, 캐나다, 중국 등 20여개국에 이르고 있으며 지속적으로 수출이 확대될 전망이다. 그러나 최근 중국 등 후발국의 관심과 집중 투자 개발 가능성이 높아지고 있어 이들 나라들에 대한 정보수집, 분석과 새로운 기술개발 및 품종육성의 연구가 필요하며 이러한 노력이 없이는 금후 10년 후에는 수출에 상당한 어려움이 예상되고 있다. 이러한 시점에서 선인장의 21 C 이후 지속적인 수출 및 경쟁력 강화를 위해서는 21 C 수출전략 품종 개발로서 수요자의 구매의욕을 창출할 수 있는 접목선인장의 다양한 구색, 구형의 개발 및 종구의 생산비 절감을 위한 우량 자구의 실용적인 증식기술의 개발 보급 및 접목용 삼각주의 규격대목 생산체계와 관련한 연구 및 대책이 시급히 요망된다.

### ○ 모구 생육 및 개화조절 기술

비모란 선인장의 개화는 종류에 따라 5~8월에 산발적으로 개화되어 주년 상호교배가 어렵고, 자연고온 및 저온에 직면하면 불안정한 생리 특성에 의해 휴면을 가져 정상생육 및 개화를 어렵게 한다. 이를 타파하여 결실 및 착과율을 높이기 위해 성장조절제 이용, 대목이용, 인위적 온도 처리 등에 의해 개화기간 연장, 착화수 증대, 생육 촉진 및 개화의 불시 유도가 장기적인 육종체계 및 안정생산을 위해 절대적으로 필요하다. 이러한 기술이 개발되면 종구의 증식 효율증대, 육종연한 단축으로 경쟁력이 크게 강화 될 것으로 생각된다.

○ 유전자원의 수집 및 신품종육성

선인장은 3,000여종이 남아메리카 등지에 분포하고 있으며 국내에 유통되는 선인장의 종류는 300여종이 된다. 이들 중 수출주력 접목 선인장인 *Gymnocalycium* 속은 100여종에 이르고 있으나 국내에는 10여종이 도입되어 있다. 금후 새로운 품종의 육성을 위해서는 해외유전자원의 적극적인 도입과 특성의 평가가 이루어져야 한다. 특히 이들 유전자원을 활용한 새로운 구색, 구형을 가진 신품종 개발을 통한 신 수요의 창출노력이 지속되어야 한다.

○ 대량 우량종구 증식 및 규격대목 생산

대부분 선인장 재배농가의 증식은 자구를 대목에 접목하여 채취하는 접목번식에 의해 생산하고 있다. 보통 주당 4~20개 범위의 자구가 발생되며 이 자구를 채취하여 접목 증식하고 있다. 그러나 일부계통은 자구 증식율이 매우 낮아 인위적으로 성장점을 제거한 후 소량의 자구를 유도하여 증식하는 정도로 노력이 많이 들어 생산비 증가의 큰 요인이 되고 있다. 이를 접목친화성이 높은 귀면각, 소데가우라 등 대목의 이용과 조직배양기술을 응용한 기내 액아배양 기술로 자구 대량생산 체계의 첨단화가 요망된다. 또한 접목선인장의 규격화 및 상품성을 높이기 위한 규격대목의 생산 기술의 개발이 필요하며 이를 위하여 대목의 적정 제식거리, 삼각주의 크기, 굵기 등에 대한 규격화가 무엇보다도 중요하다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### 제 1 세부과제 : 접목선인장 신품종 육성 연구

접목선인장으로 생산되는 주요 종에 대한 유전자원을 수집하고 그 특성을 평가하였으며 그중 *Gymnocalycium*속 식물의 품종 및 종간 교잡을 통한 품종 육성을 위하여 4개항의 시험을 수행하였다.

1. 유전자원 수집 및 특성검정
  - 가. 비모란(*Gymnocalycium mihanovichii* var.)의 유전자원 수집 및 특성검정
  - 나. *Gymnocalycium* 속 식물의 유전자원 수집 및 특성검정
2. 비모란 선인장의 개화조절 연구
  - 가. 성장조절제 처리에 의한 개화조절
  - 나. 온도처리에 의한 개화조절
  - 다. 대목의 종류에 따른 생육 및 개화반응
3. 비모란 선인장 신품종 육성 연구
4. *Gymnocalycium*속 식물 종간 교잡종 육성 연구
5. *Gymnocalycium* 속 종간교잡시 불임원인 및 화분저장 연구

#### 제 2 세부과제 : 자구 대량 증식기술 개발연구

1. 비모란 품종의 대목별 자구 증식 능력 구명
2. 성장조절제 및 적심 처리가 비모란 품종별 자구 증식에 미치는 효과
3. 조직배양을 이용한 자구 증식 실험
  - 가. 액아배양
  - 나. 배발생캘러스배양

#### 제 3 세부과제 : 우량대목 생산기술 개발연구

1. 삼각주 재식거리 구명시험
2. 삼각주 삽수깊이 구명시험
3. 삼각주 유인방법 시험
4. 삼각주 상토깊이 구명시험
5. 삼각주 적심시기 구명시험

## IV. 연구개발 내용 및 범위

### A. 연구개발 결과

#### 제 1 세부과제 : 점복선인장 신품종 육성 연구

점복선인장 신품종 육성을 위하여 관련 유전자원을 수집 평가, 개화조절, 종내 또는 종간교잡, 종간교잡의 불임원인 구명과 화분저장 등에 연구를 실시하였으며 이에 대한 분야별 주요 결과는 아래와 같다.

##### 1. 유전자원 수집 및 특성검정

###### ○ 비모란(*Gym. mihanovichii.*)의 유전자원 수집 및 특성평가

가. 점복선인장 비모란 신품종육 육성을 위하여 43품종의 유전자원을 국·내외에서 수집하였으며 이에 대한 특성평가를 실시하였다.

나. 비모란 유전자원의 구색은 단색인 적색, 진적색, 분홍색, 황색, 주황색, 녹황색, 흑색이 있었으며 복색으로는 흑·적색, 적·황색, 흑·분홍색, 백·분홍색 등으로 매우 다양하였다.

다. 구형은 대부분 편원형 이었으며 원형, 장원형, 철화형도 일부 수집되었다.

###### ○ *Gymnocalycium* 속 식물의 유전자원 수집 및 특성검정

가. *Gym.* 속 선인장의 신품종 육성을 위하여 국내외에서 유전자원을 수집한 결과 국내에서 *G. mih.* 등 10종, 국외에서 *G. wei.* 등 23종을 수집, 총 33종을 수집하여 특성검정하였다.

나. 수집된 대부분의 종들은 구색이 녹색이었으나 *G. mih.* *G. pfl.* 는 적자색을 나타내어 특이하였다.

다. 구경 및 길각수는 종에 따라 차이가 많았으며, 꽃색은 백색, 분홍, 적색, 백자색 등이 있다.

라. 점복선인장의 새로운 종간 교잡종 육성을 위하여 비모란, 비화옥, 해양환, 신천지를 모본으로 선발하였으며 선발된 4종의 화분조사 결과 불임화분의 비율은 5% 미만이었고 크기와 모양에서 모두 차이를 보였다.

## 2. 비모란 선인장 개화조절 연구

### ○ 성장조정제 처리에 의한 개화조절

비모란의 개화 유도를 위하여 '블랙루비', '엽록소', '고양16호', '오렌지' 품종을 이용 성장조정제 NAA, BA, GA3를 50, 100, 200ppm을 처리한 결과 무 처리에서 4품종 모두 개화되지 않았으며, 성장조정제 처리에서는 농도에 관계없이 '고양 16호' 에서만 10~30% 개화되었다.

### ○ 온도처리에 의한 개화조절

비모란의 개화 유도를 위하여 '블랙루비', '엽록소', '고양16호', '오렌지' 품종을 이용 주야 온도를 30/25, 25/20, 20/15℃로 처리한 결과 온도에 관계없이 4품종모두 개화가 이루어지지 않았으며 구경생육은 온도가 낮을수록 생장이 적었다.

### ○ 대목 종류에 따른 생육 및 개화반응

- 가. 대목별로 비모란의 구경생육은 삼각주가 가장 61mm로 가장 컸으며, 자구가 많이 달렸던 규면각이 가장 적었다.
- 나. 자구를 포함한 수관폭은 비모란의 품종별 차이가 컸으며, 대목별로 볼 때 규면각, 삼각주, 와룡, 쏘대 순 이었다.
- 다. 대목별 비모란의 평균 만개기는 쏘대가 5월 5일로 가장 빠르고 와룡, 규면각 삼각주 순 이었으며 특히 삼각주 대목에서는 비모란의 일부 품종이 개화가 되지 않았다.
- 라. 대목별로 비모란의 평균 개화 수는 쏘대 31.4개, 규면각 24.3개, 와룡 14.7개, 삼각주가 3.4개로 가장 적었고 규면각은 자방이 적은 결점이 있었다.
- 마. 비모란의 개화 유도를 위한 적정대목으로 쏘대, 와룡을 선발하였으며, 이들 대목은 삼각주보다 개화수가 많고 개화기를 1개월 이상 당길 수 있었다.

## 3. 비모란 선인장 신품종 육성

- 가. 비모란 신품종을 육성하기 위하여 4년간(1997~2000) 16조합 240화를 교배한 결과 240협이 결실되어 60.4%의 결협율을 보였다.
- 나. 교배 조합의 후대 양성을 위하여 3,200 개를 기내에 파종하여 1,948 개가 발아하였으며, 이중 1,316개를 기내 집목하여 순화 및 온실 집목을 통하여 최종 660개체를 양성하였다.



- 다. 2000 교배 조합은 현재 기내 파종중이며 1999 교배조합 중 구색과 형태가 우수한 15 계통 2차 선발하였다.
- 라. 1997, 1998 교배 조합 중 3계통 '원교G1-83', '원교G1-84', '원교G1-85' 계통이 최종 선발되어 이중 '원교G1-83'은 '丹 紅', '원교G1-84'는 '飛 紅'으로 품종화 되었다.

#### 4. *Gymnocalycium*속 식물 종간 교잡종 육성 연구

- 가. *Gym.* 속 종간 교잡종 육성을 위하여 70조합 1,199 화를 교배 453 협을 얻어 37.8%의 결핵율을 얻었다.
- 나. 교배조합의 후대 양성을 위하여 1,1256 개를 파종하여 3,007 개가 발아 26.7%의 발아율을 보였으며 기내 접목 및 순화를 거쳐 1,668계통을 양성하였다.
- 다. 2000 교배조합은 수확 및 기내 파종 중에 있으며 1999 교배조합 135계통은 1차 선발을 위한 생육 조사중이고 1998 교배조합은 1,426계통 중 100계통을 1차 선발 특성 검정중에 있다.
- 라. 1997교배조합 107계통은 1차, 2차 특성 검정을 마치고 황색 해왕환 1계통 '원교G3-1'이 최종 선발되어 '黃 傘'으로 품종화 되었다.

#### 5. *Gym.* 속의 종간교잡시 불임원인 및 화분저장에 관한 연구

##### ○ 종간교잡시 불임원인

- 가. 종간교잡시 불임원인 구명을 위하여 SEM을 이용 주두내 화분 발아 능력을 검정한 결과 *G. mih.*(비모란)×*G. ven.*(비화옥) 등 6조합 모두에서 정상 발아하였으나, 주두내 침투에 있어서는 종내 정상 수분에 비하여 침투수가 적었다.
- 나. 배 발육상태 조사를 위하여 발아율이 낮았던 *G. mih.*(비모란)×*G. ven.*(비화옥), *G. ven.*(비화옥)×*G. mih.*(비모란), *G. mih.*(비모란)×*G. sag.*(신천지), *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란)를 교배한 결과 수정이 이루어져 외관의 종자는 정상적으로 자랐으나 수정 30일 이후부터 배가 일부 퇴화하였다.

○ 화분저장 시험

- 가. 비모란(*G. mih.*)은 무저장한 처리에서 70%의 결실율을 보였으며 25℃ 2주에서 50% 이상의 결실을 보였고, 5℃, -5℃에서는 4주 이후에 50% 이하로 급속히 떨어졌다.
- 나. 비화옥(*G. ven.*)은 무저장한 수분에서 결실율 80%, 25℃ 2주, 5, -5℃ 처리에서는 4주까지 50%이상의 결실율을 보였으며 종자 수는 25℃에 비하여 5, -5℃에 저장한 화분이 더 많았다.
- 다. 해왕환(*G. den.*)은 무저장한 처리에서 70%에 결실율을 보였으며 25, 5, -5℃에 저장한 화분 모두 4주까지 50%이상의 결실율을 보였다.
- 라. 이상의 결과로 보아 비모란, 비화옥은 25℃ 상온에서는 2주 5, -5℃ 저장에서는 4주까지 저장이 가능하며 해왕환은 25, 5, -5℃ 모두 4주까지 저장이 가능한 것으로 생각된다.

## 제 2 세부과제 : 자구 대량 증식기술 개발연구

### 1. 비모란 품종의 대목별 자구 증식 능력 구명

‘블랙루비’의 경우에는 ‘삼각주’와 ‘소테가우라’ 대목에 접을 하였을 때 ‘귀면각’보다 더 많은 자구가 형성되었다. ‘명월’의 경우에는 ‘귀면각’ 대목이 가장 효과적이었으며 ‘핑크’에서는 대목간 유의성이 없었다. 따라서 일반적인 비모란 접목묘의 자구 증식에 있어서, 현행 사용되고 있는 ‘삼각주’가 ‘소테가우라’나 ‘귀면각’ 보다 낮거나 최소한 비슷한 효과를 갖고 있다는 것이 판별되었고 현재 ‘귀면각’ 등의 대목의 비용이 더 고가인 것을 고려하면 ‘삼각주’를 보편적으로 사용하는 것이 문제가 없다는 것이 확인되었다.

### 2. 성장조절제 및 적심 처리가 비모란 품종별 자구 증식에 미치는 효과

‘명월’, ‘핑크’, ‘블랙루비’ 등의 비모란 품종에서 TDZ 처리가 ‘명월’ 품종의 자구수 증가에 효과적이며, 자구수 증가에 따른 자구 크기 감소를 보완하기 위해 재배기간을 연장해야 할 것으로 판단되었다. GA처리는 적심 효과와 마찬가지로 자구수의 증가에는 영향을 미치지 못하였으나 자구중을 78% 까지 증가시켜 자구의 비대 축진에 효과적임이 밝혀졌다.

### 3. 조직배양을 이용한 자구 증식 실험

#### 가. 액아배양

비모란의 액아 기내배양시 BA 등의 시토키닌류에 의해 액아가 활성화하여 90% 까지 자구를 형성하였다. 그러나 유도된 자구는 더 이상 증식하지 않아 다수의 자구를 형성하는 번식체로 배양되지 않았으며, NAA의 농도를 0.3mg/L로 높이거나 kinetin이나 TDZ를 혼용하였을 때 많은 액아에서 켈러스가 형성되었다. 형성된 자구도 투명화 현상이 심하게 일어나 켈러스를 형성하거나 과수화하여 비정상 형태로 변형되는 경우가 많았다.

#### 나. 배발생 켈러스배양

액아배양을 대신 5mm 이하의 미숙화뢰를 2,4-D 또는 picloram을 1 mg/L 함유시킨 배지에서 배양하여 배발생켈러스를 유도할 수 있었다. 액체배지에서 진탕배양하면 빠른 속도로 증식하여 매주 계대배양을 해야 하는 세포주로 배양되었으며, '홍일', '핑크', '블랙루비' 세 품종에서 이러한 세포주가 확보되었다. 재분화 배지에서 자구를 형성하였으나 그 속도가 늦고 생장이 억제되는 현상이 나타나고 있으나, 배의 성숙화 및 발아 촉진을 통해 개선되고 있다.

## 제 3 세부과제 : 우량대목 생산기술 개발연구

### 1. 삼각주 재식거리 구명시험

#### ○ 1 차 시험

- 가. 재식거리별 축지수는 재식거리가 넓을수록 많았고, 조간 10cm 주당 10.3개에 비해 조간 20cm에서 12.3개로 2.0개가 많았다.
- 나. 축지길이는 재식거리가 넓을수록 길었고 재식거리가 가장 넓은 조간20cm, 주간 20cm에서 주당543.1cm로 가장 길었다.
- 다. 규격대목 수량은 재식거리가 가장 좁은 조간 10cm, 주간 10cm에서 10a당 730,620개로 가장 많았으며, 조간 10cm, 주간15cm(관행)에 비해 37% 증대되었다.

#### ○ 2 차 시험

- 가. 축지길이는 조간과 주간 모두 재식거리가 넓을수록 긴 경향이었고 조간 20cm 주간 20cm에서 주당 171.1cm로 가장 길었으며 조간 10cm×주간 15cm (관행) 119.8cm에 비하여 51.3cm가 길었다.
- 나. 규격대목 수량은 재식거리가 좁을수록 많았으며 조간 5cm 주간 10cm에서 249,480개가 생산되어 수량이 가장 많았으며 조간 10cm×주간 15cm(관행)에 비하여 54%가 증대되었다.

## 2. 삼각주 삼수길이 구멍

- 가. 측지수는 삼수길이를 40cm로 하여 재배하였을때 주당 15.3개로 가장 많았고 삼 수 길 이 20cm(관행)에 비하여 3.8개가 많았다.
- 나. 측지길이와 규격대목 수량은 삼수길이가 길수록 증가하였고, 측지길이는 삼수 길 이 40cm에서 주당 717.1cm로 가장 길었고, 규격대목 수량도 삼수길이 40cm 에서 10a당 781,110개가 생산되어 최고의 수량을 나타내었고, 삼수길이 20cm(관 행)에 비 해 78% 증가되었다.

## 3. 삼각주 유인방법 시험

- 가. 측지길이는 네트유인(1단) 재배에서 주당 573.1cm로 가장 길었고 무처리에 비 해 64.1cm가 길었다.
- 나. 규격대목 수량은 무처리에 비해 지주대유인 및 네트유인 재배에서 많았으며, 네 트유인(1단) 재배에서 10a당 781,110개로 가장 많았고 무처리에 비해 56% 증대 되었다.

## 4. 상토깊이 구멍시험

- 가. 측지길이는 대체로 상토깊이가 깊은 곳에서 길었으며 상토깊이 20cm에서 주당 566.3cm로 가장 길었다.
- 나. 10a당 규격대목 수량은 관행(상토깊이 15cm) 561,330개에 비해 상토깊이 20cm에 서 614,790개가 생산되어 10%의 증수효과가 있었다.

## 5. 삼각주 적심시기 구멍시험

- 가. 적심시기별 측지길이는 대체로 적심시기가 빠를수록 길었으며, 적심시기가 가장 빠른 3월 1일 적심에서 477.5cm로 가장 길었다.
- 나. 10a당 규격대목 수량은 적심시기가 가장 빨랐던 3월 1일 적심에서 588,060개로 가장 많았으며, 4월 15일 적심재배에 비해 21% 증대되었다.

## B. 개발 결과·활용에 대한 건의

### 제 1 세부과제 : 접목선인장 신품종 육성 연구

- 가. 수집된 유전자원 특성평가를 계속할 예정이며 새로운 신품종 육성을 위한 교배모본으로 활용할 예정이다.
- 나. 급후 지속적인 수출을 위하여 신품종의 육성은 지속되어야 하며 이를 위하여 우수 유전자원의 적극적인 도입을 건의한다.
- 다. 대목을 이용한 개화유도 기술은 개인 육종가 및 관련 연구분야에 활용할 수 있도록 2001년 원예학회에 보고할 예정이다
- 라. 비모란 및 Gym. 속의 중간교잡으로 얻어진 후대에 대한 특성검사를 계속하여 추후 품종화 예정이며 이에 대한 추가적인 지원을 건의한다
- 마. 2000년 새로 육성된 진적색 비모란 '단홍', '비홍', 황색 해양환 '황금'은 2001년 농가에 보급할 예정이며 수출 및 농가 소득증대에 크게 기여할 것으로 예상된다.

### 제 2 세부과제 : 자구 대량 증식기술 개발연구

- 가. 비모란 품종별 자구 증식에 효과적인 성장조정제 처리 기술은 관련자료를 학회에 발표하고 홍보할 예정이다.
- 나. 선인장의 자구 대량 증식을 위한 조직배양 기술개발은 지속되어야 하며 관련 개발 기술은 학회에 발표하고 홍보할 예정이다

### 제 3 세부과제 : 우량대목 생산기술 개발연구

- 가. 대목용 삼각주 대량생산을 위한 적정 상토의 깊이는 농가에 기술이 보급될 수 있도록 2000 영농 활용자료로 제출하였다
- 나. 규격대목 수량증대를 위한 삼각주 유인방법은 농가에 기술이 보급될 수 있도록 2000 영농 활용자료로 제출하였다
- 다. 대목용 삼각주의 적정 재식거리는 농가에 기술이 보급될 수 있도록 2000 영농 활용자료로 제출하였다

# **Studies on Breeding of Grafted-Cacti for New Cultivars, Mass Production of Tubercles and Stocks of High Quality for Grafted-Cacti**

## **I . Breeding of Grafted-Cacti for New Cultivars**

In this study we collected and evaluated cacti genetic resources for breeding of new cultivars of grafted cacti, and we studied on the regulation of flowering period, the reason of sterility in crossing between inter or intra species of *Gymnocalycium* genus, and the storage period of pollens. This experiment was carried out from Oct. 1997 to Oct. 2000 and major results are summarized as follows.

### **1. Collecting and evaluation of genetic resources**

#### ○ Collecting and evaluation of *Gymnocalycium mihanovichii*

- In order to breed new cultivars for grafted cacti, germplasm collected from domestic and international sources were tested to investigate their characters.
- The color of *Gymnocalycium mihanovichii* germplasm collected was various. Monocolor was red, dark red, pink, yellow, orange, greenish yellow and black, and bicolor was black+red, red+yellow, black+pink and white+pink.
- The shape of globe of *Gymnocalycium mihanovichii* germplasm collected was mostly round flat, and round, oblong and Chulhwa type was partialy collected

#### ○ Collecting and evaluation of *Cereus tetragonus*

- 가). 10 kinds of *G. mih.* germplasms and 23 kinds of *G. wei.* were collected from domestic and international sources for breeding cacti belong to *Gymnocalycium* genus, and were evaluated.

- ㄴ. The color of globe of *Cereus tetragonus* collected was mostly green but *G. mih.* and *G. pfl.* was redish puple color.
- ㄷ. Diameter and the number of lobation of globe was different according to the species, and flower color was white, pink, red and whitish purple.
- ㄹ. *Gymnocalycium mih.*, *G. ven.*, *G. sag.* and *G. den.* were selected for breeding of interspecific crossing. Less than five percent of the pollens of those species were stelity, and the size and shape of globe was different.

## 2. Regulation of flowering of *Gymnocalycium mihanovichii*.

### ○ Regulation of flowering using plant growth regulators

To induce flowering, 'Blackruby', 'Yeuprokso' and Koyang16ho was treated with plant growth regulators, NAA, BA, and GA3, in concentrations of 0.5 g, 10 g, 20 g per liter. Regardless of the concentration of plant growth regulators, 10 to 30 percent of the 'Koyang16ho' was flowered by treatment of plant growth regulators.

### ○ Regulation of flowering by temperature

To induce flowering, 'Blackruby', 'Yeuprokso' and 'Koyang16ho' was nursed under the condition of 30/25°C, 25/20°C, 20/15°C (day/night temperature). Regardless of the temperature, all four cultivars were not flowered and the growth of diameter of globe was slow according as lowering temperature.

### ○ Reaction of growth and flowing according as kinds of stock used for grafting

- ㄱ. Growth of *Gymnocalycium mihanovichii* grafted on *Heoylocereus trigonus* was the most rapid among the stocks used, and the ones grafted on *Cereus tetragonus* which attached many tubercles grew the most slowly.
- ㄴ. The length of plant width including tubercles was most variable according as cultivars, and also plant width was widened according as grafting stocks in order of *Cereus tetragonus*, *Heoylocereus trigonus*, *Mytillocactus geomentrizans* and *Eriocereus jusbertii*.

- 다. Average full blooming period of *Gymnocalycium mihanovichii* according as grafting stocks was at 5th, May, and the fastest bloomed one was the one grafted on *Eriocereus jusbertii*, and was in order of *Mytillocactus geomentrizans*, *Cereus tetragonus*, *Heoylocereus trigonus*, and especially some cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* grafted on *Heoylocereus trigonus* was not flowered.
- 라. The average number of flowers of *Gymnocalycium mihanovichii* cultivars according as grafting stocks was as follows. The number of flowers of *Eriocereus jusbertii*, *Cereus tetragonus*, *Mytillocactus geomentrizans* and *Heoylocereus trigonus* was 31.4, 24.3, 14.7 and 3.4, respectively. *Gymnocalycium mihanovichii* grafted on *Cereus tetragonus* have a week point of forming a small size of ovule.
- 마. *Eriocereus jusbertii* and *Mytillocactus geomentrizans* were selected as proper stocks for induction of flowering of *Gymnocalycium mihanovichii* because they had more flowers than *Heoylocereus trigonus* and advanced flowering start period about one month.

### 3. Breeding of new cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii*

- 가. As a results of crossing 240 flowers from 16 combinations for breeding new cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* from 1997 to 2000 year, 240 pods were set that 60.4% of the pollinated flowers were seed-set.
- 나. For fostering of offsprings obtained from crossing, 3200 seeds were sowed in vitro and 1948 seeds were sprouted, and then 1316 plants from sprouted seeds were grafted in vitro, and finally 660 plants were obtained.
- 다. Seeds obtained from 2000 cross combinations are sowing in vitro in now and 15 lines having superiority in color and shape were selected in the 2nd step selection.
- 라. Three lines, 'WonkyoG1-83', 'WonkyoG1-84', and 'WonkyoG1-85' were finally selected among fostered lines from 1997 to 1998, and 'WonkyoG1-83', 'WonkyoG1-84' were named 'Danhong' and 'Bihong', respectively.



#### 4. Studies on interspecific crossing in *Gymnocalycium* genus

- 가. For breeding of interspecific crossing cacti in *Gymnocalycium* genus, 1199 flowers were pollinated from 70 cross combinations, and obtained 453 pods that 37.8% of the pollinated flowers were seed-set.
- 나. To foster offsprings from interspecific crossing, 11256 seeds were sowed and 3007 seeds among sowed seeds were sprouted that 26.7% of the sowed seeds were sprouted. Finally 1668 lines were fostered through in vitro grafting and acclimation.
- 다. 2000 cross combinations is sowing in vitro in now, and 135 lines obtained from cross combination of 1999 is testing for first selection, and 100 lines firstly selected from 1426 lines obtained from cross combination of 1998 is testing its characters in now for second selection.
- 라. 107 lines obtained from 1997 cross combinations completed testing about their characters through for 2 times, and 1 line, 'Wonkyo G3-1' which belongs to *G. den.*, was selected finally, and named 'Hwangkum'.

#### 5. Studies on clarifying the reason of sterility occurring during interspecific crossing, and storage of pollens.

○ Reason of sterility occurring during interspecific crossing.

- 가. In order to clarify the reason of sterility occurring during interspecific crossing, the ability of pollen germination in inside of stigma was tested using SEM. Six cross combinations including *G. mih* x *G. ven.* were normally germinated, but the number of pollens permeating into stigma was lower than normal pollens
- 나. In order to investigate the growth of embryo, *G. mih* x *G. ven.*, *G. ven* x *G. mih.*, *G. mih* x *G. sag.*, *G. sag* x *G. mih.*, in which cross combination seeds were germinated in low rate, were crossed. After crossing fertilized embryos were observed but the embryos were partially degenerated 30 days after fertilization.

## ○ Studies on storage of pollens

- 가. 70% of seeds was set from the pollens of *G. mih*, which were not stored, and from the ones stored for 2 weeks at 25°C 50% of seeds were set, and from the ones stored at 5°C and - 5°C, the seed-set rate was lowed abruptly.
- 나. 80% of seeds was set from the pollens of *G. ven.*, which were not stored, and from the ones stored for 2 weeks at 25°C, 50% of seeds were, and from the ones stored at 5°C and - 5°C, 50% of seeds were set to the storage duration of 4 weeks. The number of seeds set was more from pollens stored at 25 °C than the ones stored at 5°C or - 5°C.
- 다. 70% of seeds was set from the pollens of *G. den.*, which were not stored, and from the ones stored at 25°C, 5°C and - 5°C, 50% of seeds were set to the storage duration of 4 weeks.
- 라. From above mentioned results, the proper storage duration of the pollens of *G. mih*, and *G. ven.* was 2 weeks at room temperature, and 4 weeks at 5°C or - 5°C, and those of *G. den.* was 4 weeks at 25°C, 5°C, and - 5°C.

## II. Studies on Mass Production Techniques of Tubercles

Research has been carried out to develop mass tubercle propagation methods of *G. mih* cacti. Graft stock plants were compared for tubercle proliferation, and effects of plant growth regulators were also tested. In vitro axillary bud culture and embryogenic callus culture methods were also utilized as a possible method for tubercle mass production.

### 1. Comparison of graft stock plants for tubercle proliferation

When *G. mih*, 'Black rubi' plants were grafted to *Heoylocereus trigonus* and *Eriocereus jusbertii*, more tubercles were formed than grafting to *Cereus tetragonus*. However, in *G. mih*, 'Myungwol', *Cereus tetragonus* was the most effective, and there was no significant difference among the stock plants in *G. mih*, 'Pink'. Therefore, *Heoylocereus trigonus*, used the most practically at present, is confirmed to be the best choice as a graft stock plant.

## **2. Application of plant growth regulators**

In cacti such as 'Myungwol', 'Pink' and 'Black rubi', thiadiazuron (TDZ) application at 100 mg/L was found to increase tubercle formation. GA showed no significant effect on tubercle number increase, but affect tubercle growth by 78%.

## **3. In vitro mass propagation of tubercles of *G. mih.***

When cytokinins such as BA and TDZ were added to MS media at the rate of 1 to 3 mg/L, axillary buds of *G. mih.* were activated to form tubercles. However, newly induced tubercles do not proliferate until they grow over 10 mm, and can not be used for mass production. Severe hyperhydration occurred in overall cactus culture. In addition to the bud culture, callus culture was tried as a new propagation method. Embryogenic calli were induced from immature flower buds at the rate of less than 5% on MS media supplemented with 1 mg/L of 2,4-D. The calli showing typical Type-I embryogenic callus morphology, and proliferated rapidly in liquid agitation culture. Tubercles were regenerated from the embryogenic cell clumps, but further growth was very slow. With the improvement of the regeneration procedures, the embryogenic culture can be a practical method for the mass propagation of *G. mih.* cacti.

## **III. Studies on the high quality stock production for grafted-Cacti**

### **1. Study on the proper planting distance of *Hylocereus trigonus* Haw.**

This experiment was conducted to investigate effect of planting space on the growth and yield of *Hylocereus trigonus* Haw. and decide proper planting distance of *Hylocereus trigonus* Haw. cultivated for grafted cactus stock production. The number of lateral branches produced per plant increased as the planting space increased. The length of lateral branches produced per plant also increased as the planting space increased. But, the length of lateral branches and number of medium size stock produced per 10a showed increasing tendency with the decreasing planting space, because of high planting density. Interrow spacing of 10cm and intrarow spacing of 10cm seemed to be suitable planting distance for the cultivation of *Hylocereus trigonus* Haw. considering yield, working expenses and working conditions.

## **2. Study on the proper cutting length of *Hylocereus trigonus* Haw.**

This experiment was conducted to investigate effect of cutting length on the growth and yield of *Hylocereus trigonus* Haw. and decide proper cutting length for early mass production of *Hylocereus trigonus* Haw. The number of lateral branches produced per plant was highest in cutting length of 40cm as 15.3 per plant and increased 3.8 per plant, compared with conventional cutting length of 20cm. The length of lateral branches produced per plant and number of medium size stock produced per 10a were also highest in cutting length of 40cm as 717.1cm and 781,110, respectively. So, cutting length of 40cm was most suitable for the purpose of early mass production of *Hylocereus trigonus* Haw. among compared cutting length of 10, 20, 30 and 40cm.

## **3. Study on the proper training method for *Hylocereus trigonus* Haw.**

This experiment was conducted to select proper training method of *Hylocereus trigonus* Haw. when plants are propagated by cutting length of 40cm for early mass production. The produced length of lateral branches was longest in the one layer net training treatment as 573.1cm per plant. The number of medium size stock produced per 10a increased by net or pole training, compared with non-training treatment, and highest in the one layer net training treatment as 781,110 per 10a. One layer net training seemed to be suitable training method for the early mass production of *Hylocereus trigonus* Haw.

## **4. Study on the proper depth of bed soil for *Hylocereus trigonus* Haw.**

This experiment was conducted to investigate effect of bed soil depth on the growth and yield of *Hylocereus trigonus* Haw. and decide proper bed soil depth for the cultivation of *Hylocereus trigonus* Haw. The produced length of lateral branches was longest in the bed soil depth of 20cm treatment as 566.3cm per plant. The produced number of medium size stock was also highest in the bed soil depth of 20cm treatment as 614,790 per 10a. So, bed soil depth of 20cm seemed to be suitable for the *Hylocereus trigonus* Haw. cultivated for grafted cactus stock production.

## 5. Study on the proper pinching time of *Hylocereus trigonus* Haw.

This experiment was conducted to investigate effect of pinching time on the growth and yield of *Hylocereus trigonus* Haw. and decide proper pinching time of *Hylocereus trigonus* Haw. cultivated for grafted cactus stock production. The produced length of lateral branches showed increasing tendency as pinching was done earlier. The produced number of medium size stock was also highest in the earliest pinching treatment(March 1) as 588,060 per 10a. So, among treated pinching time, early pinching was advantageous for the growth and yield of *Hylocereus trigonus* Haw.

# CONTENTS

Preface .....	1
Summary (in Korean) .....	2
Summary (in English) .....	12
Contents .....	20
Contents (in Korean) .....	21
Chapter 1. Introduction .....	22
Section 1. Objective and Scope of the Project .....	22
Section 2. Significance of the Project .....	23
Chapter 2. Studies on Breeding of Grafted-Cacti for New Cultivars .....	24
Section 1. Introduction .....	24
Section 2. Materials and Methods .....	25
Section 3. Results and Discussion .....	30
Section 4. Conculsion .....	100
Chapter 3. Studies on Mass Production Techniques of Tubercles .....	109
Section 1. Introduction .....	109
Section 2. Materials and Methods .....	110
Section 3. Results and Discussion .....	112
Section 4. Conculsion .....	135
Chapter 4. Studies on High Quality Stock Mass Production Technique for Grafted-Cacti .....	138
Section 1. Introduction .....	138
Section 2. Materials and Methods .....	140
Section 3. Results and Discussion .....	143
Section 4. Conculsion .....	165

# 목 차

제출문 .....	1
요약문 .....	2
Summary(영문) .....	12
Content(영문) .....	20
목차 .....	21
<b>제 1 장 서론</b> .....	22
제 1 절 연구개발 목적과 범위 .....	22
제 2 절 연구개발의 중요성 .....	23
<b>제 2 장 접목선인장 신품종 개발연구</b> .....	24
제 1 절 서설 .....	24
제 2 절 재료 및 방법 .....	25
제 3 절 결과 및 고찰 .....	30
제 4 절 결론 .....	100
<b>제 3 장 자구 대량 증식기술 개발연구</b> .....	109
제 1 절 서설 .....	109
제 2 절 재료 및 방법 .....	110
제 3 절 결과 및 고찰 .....	112
제 4 절 결론 .....	135
<b>제 4 장 우량대목 생산기술 개발연구</b> .....	138
제 1 절 서설 .....	138
제 2 절 재료 및 방법 .....	140
제 3 절 결과 및 고찰 .....	143
제 4 절 결론 .....	165

# 본 문

## 제 1 장 서 론

### 제 1 절 연구개발 목적과 범위

#### 1. 연구개발의 목적

선인장은 주요 수출 작목중의 하나로 '99년 생산면적 55.6 ha, 생산량 34605 천주, 생산액은 9,397 백만원에 이른다. 수출은 1984년 이후 본격화되어 '95년 3,312천\$, '97년 2,459, '99년 2,943 천\$을 수출하여 화훼작목의 수출을 주도하였다. 그러나 최근 터키, 중국 등 후발국의 관심과 집중 투자 가능성이 높아지고 있으며 주 수입국인 화란의 수입 다변화를 위한 간접적인 지원이 예상되고 있어 경쟁력 강화를 위해서 집중적인 연구개발이 필요하다. 이러한 시점에서 21C 이후 선인장의 지속적인 수출을 위하여 수요자의 구매 의욕을 창출할 수 있는 다양한 구색 구형의 신품종을 육성하고 종구의 생산비 절감을 위한 우량자구의 실용적인 증식법 개발 보급하며 집복용 삼각주의 규격대목 생산체계를 수립하는데 본 시험의 목적이 있다.

#### 2. 연구개발 내용 및 범위

가. 집복선인장 신품종 육성 연구

##### 1) 유전자원 수집 및 특성검정

- 비모란(*Gymnocalycium mihanovichii* var.)의 유전자원 수집 및 특성검정
- *Gymnocalycium* 속 식물의 유전자원 수집 및 특성검정

##### 2) 비모란 선인장의 개화조절 연구

- 생장조정제 처리에 의한 개화조절
- 온도처리에 의한 개화조절
- 대목의 종류에 따른 생육 및 개화반응

##### 3) 비모란 선인장 신품종 육성 연구

##### 4) *Gymnocalycium*속 식물 종간 교잡종 육성 연구

##### 5) *Gymnocalycium* 속 종간교잡시 불임원인 및 화분저장 연구



#### 나. 자구 대량 증식기술 개발연구

- 1) 비모란 품종의 대목별 자구 증식 능력 구명
- 2) 성장조절제 및 적심 처리가 비모란 품종별 자구 증식에 미치는 효과
- 3) 조직배양을 이용한 자구 증식 실험
  - 액아배양
  - 배발생켄셀리스배양

#### 다. 우량대목 생산기술 개발연구

- 1) 삼각주 채식거리 구명시험
- 2)삼각주 삼수길이 구명시험
- 3) 삼각주 유인방법 시험
- 4) 삼각주 상토깊이 구명시험
- 5) 삼각주 적심시기 구명시험

## 제2절 연구개발의 중요성

집복선인장은 1999년 생산면적 55.6 ha, 생산량 34,605 천본, 생산액은 9,397 백만 원에 이른다. 1984년 이후 수출이 본격화되어 '95년 화훼 총수출액 3,312 천\$, '97년에는 2,459 천\$, '99년은 294 만\$로 화훼 총 수출액 1,9751 천\$의 15 %를 차지하는 중요한 수출 작물이다. 주요 수출국은 화란, 미국, 중국, 캐나다, 중국 등 20여개 국에 이르고 있으며 지속적으로 수출이 확대될 전망이다. 그러나 최근 중국 등 후발국의 관심과 집중 투자 개발 가능성이 높아지고 있어 이들 나라들에 대한 정보수집, 분석과 새로운 기술개발 및 품종육성의 연구가 필요하며 이러한 노력이 없이는 금후 10년 후에는 수출에 상당한 어려움이 예상되고 있다. 이러한 시점에서 선인장의 21 C 이후 지속적인 수출 및 경쟁력 강화를 위해서는 21 C 수출전략 품종 개발로서 수요자의 구매의욕을 창출할 수 있어야 한다. 이를 위하여 다양한 구색, 구형의 집복선인장 신품종의 개발이 필요하다. 또한 가격경쟁력에서도 후발국가와의 경쟁을 위해 종구의 생산비 절감을 위한 우량 자구의 실용적인 증식기술의 개발보급이 필요하며, 집복용 대목인 삼각주의 규격대목 생산체계와 관련한 연구 및 대책이 시급히 요망된다.

## 제 2 장 접목선인장 신품종 육성 연구

### 제 1 절 서 설

선인장은 남북 아메리카 대륙의 아열대 건조지대를 중심으로 캐나다의 북위 56도에서 남아메리카의 남단인 북위 55도 파타고니아 지역까지 넓은 지대에 분포해 있으며 약 2,500여종에 이른다. 접목선인장의 역사는 1940년 초 일본에서 시작되었는데 선인장 상인 紅波園의 주인인 波邊英次氏에 의하여 모란옥(편원~구형)의 실생을 만여립을 파종하던 중 적색 반점을 가진 실생묘를 발견하여 이를 접목하여 구면 전체가 緋紅色인 비모란을 탄생시켰다. 그러나 이는 엽록소를 가지지 않아 자급영양이 불가능하여 녹색의 엽록소를 가진 대목을 이용하여 접목하여 재배되면서 본격적인 생산이 시작되었다. 초기에는 주로 일본의 취미가들 사이에서 고가로 거래되다가 대량생산되기 시작하면서 유럽과 구미에 수출되어 중요한 관상식물 중의 하나로 발전하였다. 그러나 현재 재배되는 비모란은 모란옥에서 기인된 품종보다는 모란옥에 취황관, 서운환 등을 교잡한 중간 교잡종으로 보아야 한다.

우리나라의 접목선인장의 도입은 1940년대로 알려져 있으나 본격적인 재배는 1970년대 후반부터 시작되었다. 재배면적은 1999년 55.6 ha, 생산량은 34,605 천주, 생산액은 약 9,397 백만원에 이른다. 수출에서는 연간 800~1,000만주 정도가 네덜란드, 미국, 중국, 캐나다, 호주, 독일, 터키, 일본 등에 수출되고 있으며 금액면으로는 1999년 294만\$로 화훼 총 수출액 19,751의 15%를 차지하는 중요한 작물이다(농림부, 1999). 이러한 접목선인장은 대부분 삼각주(*Heoylocereus trigonus* Hwa.) 대목에 접목 재배되는데 주로 적색, 진적색, 분홍색, 적황색, 흑색 등의 비모란(*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* Werd)과 산취(*Chamaecereus silverstii* f. *variegata* hort.) 전체 수출량의 80%를 점유하며 기타 비화옥, 금황환, 소정, 금강환 등 20여종에 이른다.

접목선인장 품종육성 연구는 주로 국내의 원예연구소, 고양 선인장 시험장에서 이루어지고 있으며 국외의 연구는 미미한 실정이다. 원예연구소에서는 1989년부터 국제 기호성 신품종의 육성을 목표(농진청 1991)로 국내외 유전자원을 수집 특성을 조사하고 그중 우수한 계통을 선발 교배육종을 시작하였다. 金 등(1990)은 기존의 온실과중에 의한 낮은 계통양성율을 높이기 위하여 기내과종과 기내접목을 통한 새로운 계통 양성법을 개발하였고, 鄭 등(1994, 1997, 1998, 1999)은 1994년 비모란 '紅日', '紅雨', '紅霞', '紅潮', 1997년 '明月', '鮮紅', '紅光'을 육성하였다. 1998년에는 '靑實', '紅實', '연지', '곤지', '紅月'을, 1999년에는 '靑紅', '眞紅', '滿紅', '紅水', '憐憫', '色同', '烏鵲', '新星', '氷花', '後光'을 육성 다양한 구색을 가진 품종을 보급하여 소비자의 선택의 폭을 넓혀 주었다.

본 연구는 접목선인장 신품종 육성을 위하여 관련 유전자원을 수집 평가, 개화조절, 종내 또는 중간교잡, 중간교잡의 불임원인 구명과 화분저장 등에 연구결과이다.

## 제2절 재료 및 방법

### 1. 유전자원 수집 및 특성검정

#### 가. 유전자원의 수집 및 활용

유전자원의 수집은 국내외에서 수집되었으며 국내는 원예연구소 보유자원과 고양시, 대구시 주변의 농가에서 수집되었으며 국외는 아르헨티나의 다윈 연구소에서 주로 수집되었다. 수집형태는 대부분 영양체로 수집되었으며 일부 종자 수집종은 현재 온실에 육묘 중에 있다.

#### 나. 비모란 유전자원 특성검정

원예연구소와 국내 농가에서 수집된 비모란(*Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* Werd)의 특성검정은 삼각주(*Heoylocereus trigonus* Hwa.)를 대목으로 이용 접목하여 증식하였다. 대목의 규격은 길이 15cm, 폭 4~4.5cm, 접수의 규격은 1.5cm 전후의 것을 접목하여 1주일간 28℃의 항온기에 1주일간 정치시킨 후 원예연구소 선인장온실(유리 온실)에 정식 하였다. 정식에 사용된 용토는 모래 : 돈분을 1 : 1로 혼합하여 10cm 깊이로 벤치에 채우고 그 위에 모래를 1cm 높이로 깔고 10×10cm 간격으로 10주씩 3반복으로 정식 하였다. 주요 특성조사는 정식 10개월 후에 최종 조사되었다. 조사내용은 고유특성인 구색, 구형, 가지색, 가지모양 및 길이, 꽃색 등을 조사하였으며, 가변 특성은 구경생육 정도, 자구 수 등을 조사하였다.

#### 다. *Gymnocalycium* 속 유전자원 특성검정

국내의 수집 종은 수량과 수령이 비슷하였으나 국외 수집 종은 수량이 적고 수령의 차가 심하여 생육정도를 측정하기에는 부적합 하였다. 종과 크기에 따라 10, 15, 30cm 플라스틱분에 모래 : 돈분을 1 : 1로 혼합 용토를 채우고 식재하여 구색, 개화시기, 화색 등을 조사하였으며, 종간교잡에 교배모본으로 활용하였다.

## 2. 비모란 선인장 개화조절 연구

### 가. 생장조정제 처리에 의한 개화조절

1998년 9월에 비모란 선인장에서 많이 사용되는 블랙루비, 고양1호, 오렌지, 엽록소 4 품종의 자구를 삼각주에 활착시킨 후 크기가 59.2×38.5×14 cm인 일정한 상자에 심어 약 6개월간 육묘한후 생장조정제 BA, GA<sub>3</sub>, NAA 농도를 각각 50, 100, 200 ppm로 하여 처리 방법으로는 스프레이로 각 식물체에 약 10 ml씩 살포하였다. 반복은 완전임의 2반복으로 각 상자당 5개체씩 심었으며 처리전 후의 구경과 자구수를 조사하였다..

### 나. 온도처리에 의한 개화조절

1998년 9월에 블랙루비, 고양1호, 오렌지, 엽록소 4품종의 자구를 삼각주에 활착시킨 후 크기가 일정한 상자에 심어 약 6개월간 육묘하였다. 처리는 3월하순에 자연온도(온실에서 관리), 주야간 30/25℃, 25/20℃, 20/15℃로 조절이 되는 생육상에서 약 2개월간 처리후 일반온실에서 관리하였다. 반복은 완전임의 3반복으로 각 상자당 5개체씩 심었으며 처리전 후의 구경과 자구수를 조사하였다.

### 다. 대목의 종류에 따른 개화 및 생육반응

대목의 종류는 삼각주(*Heoylocereus trigonus*), 규면각(*Cereus tetragonus*), 소대(*Eriocereus jusbertii*), 와룡(*Myrtillocactus geomentrizans*)을 이용하였고 길이는 30cm로 통일하였다. 대목의 종류에 따라서 그 종의 특성상 폭과 중량은 많은 차이가 있었으며 표 1과 같다.

비모란 품종은 경기도 일산시 대화동 소재 대선 농원에서 오렌지, 고양 16호, 엽록소, 블랙루비 품종의 1.5cm 자구를 구입하여 사용하였다.

접목은 대목 종별로 30cm 길이로 자르고 비모란 품종별로 1.5cm 자구를 접목하였다. 접목 1주일 후 15×15cm 간격으로 처리당 5주씩 난괴법 3반복으로 정식하고 2년간 생육 및 개화 특성을 조사하였다.

Table 1. Stock size of each cacti species used as graft stock plants

Species	Length (cm)	Width (mm)	Weight (g)
<i>Heoylocereus trigonus</i>	30	48	80.0
<i>Cereus tetragonus</i>	"	87	430.9
<i>Eriocereus jusbertii</i>	"	49	356.8
<i>Myrtillocactus geomentrizans</i>	"	36	93.6

### 3. 비모란 선인장 신품종 육성

비모란의 품종간 교배에 의한 품종육성에 활용된 교배모본은 대목의 종류별 시험에서 활용된 품종인 오렌지, 고양 16호, 엽록소, 블랙루비를 이용하였다.

#### ○ 인공수분

교배는 인공교배로 교배 전 만개된 꽃의 꽃잎을 칼을 절단하고 알미늄호일을 이용 화관을 씌운 후 암술이 벌어지는 12:00~14:00시 사이에 붓을 이용하여 교배하였다.

#### ○ 채종

채종의 시기는 성숙한 과실의 과피색이 적색으로 변하고 터지게 되는데 기내 과종을 위하여 표피가 터지기 전 수확하여 과종에 이용하였다.

#### ○ 기내과종

채종된 과실은 표피를 70% 알콜에 담가 소독하고 다시 알콜램프에 수초간 화염 소독한 후 메스로 열 개하여 1% Sodium hypochlorite solution에 담가 점액질을 분리하고 멸균수로 2~3회 씻은 후 100ml 삼각 플라스크에 20립씩 과종하였다. 과종에 사용한 배지는 원예연구소에서 사용하는 kyotoII 배지에 0.1% charcoal을 함유한 배지를 이용하였다.

#### ○ 기내접목

과종 2개월 후 직경 2mm 정도의 비모란 유묘를 집수로, 기내 생장점 배양으로 얻어진 기내 배양 삼각주를 대목으로 이용하였다. 먼저 삼각주를 2cm정도 자르고 비모란 유묘의 밑 부분을 1/3정도 잘라 가볍게 올려놓는다. 접목시 별도의 고정은 필요 없고 접목 20~30분 후 자른 부분이 마른 후 치상한다. 접목에 사용하는 배지는 과종과 동일하며 용기는 시험관을 이용하였다.

#### ○ 순화 및 온실접목

치상 6개월 후 지름이 1.5cm 전후의 시험관을 70~80% 차광한 온실에서 1~2주일간 순화 후 꺼내어 15cm 삼각주에 접목한다. 접목 후 온도 28℃, 습도 80%, 광 3000 lux 정도의 생육상에 8일간 정지 후 온실에 10×10cm 간격으로 정식 했다. 정식 후 건조를 막기 위하여 2만 lux 정도로 1개월간 차광하고 발근 후에 차광을 벗겨 강한 광에 적응시키고 4~5만 lux로 관리하였다.

#### ○ 특성검정 및 선발

양성된 후대(F<sub>1</sub>V<sub>0</sub>)는 정식 10개월 후면 직경이 4.5cm 전 후가 되는데 이 때 1차 선발한다. 1차 선발시 선발기준은 주로 구색, 구형, 자구수, 생육정도 등을 고려하여 5% 전후를 선발하였다. 선발된 계통은 자구를 접목 증식하여 1차 특성검정에 들어갔다.

1차 특성검정은 계통당 10주 (F<sub>1</sub>V<sub>1</sub>)를 기준으로 대비품종과 함께 15cm 삼각주에 접목하여 반복 없이 단구제로 정식 하였다. 2차 선발은 10개월 후에 이루어지며 1차 선발과 마찬가지로 구색, 구형, 자구수, 생육정도 등을 고려하여 선발하였다.

2차 특성검정은 계통당 60주 (F<sub>1</sub>V<sub>2</sub>)를 접목 20주씩 3반복으로 대비품종과 함께 정식 했다. 3차 선발은 정식 10개월 후로 구색, 구형, 자구수, 생육정도 외에 개체간 반복간에 균일성과 최초 F<sub>1</sub>V<sub>0</sub> 세대와의 변이 유무 등 안정성을 고려하여 선발하였다.

초종 선발된 계통은 재배농가 관련업체 연구자 등을 초청 품평회 (2000.11.15)를 개최하였으며 우수한 기호도를 보인 계통을 최종 선발하여 농촌진흥청 직무육성 품종 선정 심의회에 출품하여 품종화 하였다.

### 4. *Gymnocalycium*속 식물 종간 교잡종 육성 연구

*Gymnocalycium*속 종간교잡종 육성에 활용된 교배 모본은 유전자원 수집 및 특성 검정을 위하여 수집된 종들을 활용하였다.

교배는 인공교배로 교배 전 수술이 터지기 전 꽃 봉우리 상태에서 꽃의 꽃잎을 칼을 절단하고 수술을 제거하고 알미늄호일을 이용 화관을 썬 후 암술이 벌어지는 12:00~14:00시 사이에 붓을 이용하여 교배하였다.

기타 채종 및 계통양성은 비모란 품종 육성에 활용된 기내과종, 기내접목방법이 활용되었으며 순화 및 접목, 선발, 특성검정 등도 비모란의 방법에 준하여 시행하였다.

### 5. *Gym.* 속 식물 종간 교잡시 불임원인 및 화분저장에 관한 연구

#### 가. 종간 교잡 불임원인

종간교잡시 불임원인 구명을 위하여 *G. mih.*(비모란)×*G. ven.*(비화옥), *G. mih.*(비모란)×*G. den.*(해왕환), *G. mih.*(비모란)×*G. sag.*(신천지), *G. ven.*(비화옥)×*G. mih.*(비모란), *G. den.*(해왕환)×*G. mih.*(비모란), *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란)를 교배한 후 24시간, 48시간, 72시간, 1주, 4주, 8주의 기간을 두고 채취하여 주사전자현미경을 이용 주두 내 화분발아와 배의 성숙과정을 검정하였다.

## 나. 화분저장시험

종간교잡시 종별 개화시기의 차이에 의한 어려움을 극복하기 위하여 *G. mih.*(비모란), *G. ven.*(비화옥), *G. den.*(해왕환), *G. sag.*(신천지)의 화분을 만개기에 채취하여 25 ℃ 상온과 5 ℃, - 5 ℃ 냉장고에 저장하였다. 저장기간을 0, 1주, 2주, 4주, 8주로 하여 미리 제웅한 모본에 인공수분 하였다. 처리별 규모는 각 10화씩 교배하였다. 처리 60일 후 결실율을 조사하였으며 완전히 성숙 후 종자 수를 조사하였다.

### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 비모란(*Gymnocalycium mihanovichii* var.) 유전자원 수집 및 특성평가

비모란의 품종 수집은 총 43종을 수집하였으며 이중 시료가 충분한 30종에 대한 구색 및 형태적 특성과 생육 특성을 조사하였다. 비모란의 주요 구색은 단색으로 적색, 진적색, 분홍색, 황색, 오렌지색, 흑색, 녹황색이 있었으며, 복색으로는 흑·적색, 적·황색, 흑·분홍색, 백·분홍색 등으로 비교적 다양한 구색을 가지고 있었다. 특이한 점은 일반 작물에 있어서 영양번식에 의한 증식의 경우 모본의 형질을 그대로 유지하는 것으로 보고되고 있으나 비모란의 경우 단색을 가진 품종에서는 비교적 안정적으로 모본의 형질을 유지하였지만 복색 품종은 영양세대가 진전됨에 따라 미세한 구색의 변화를 많았다. 특히 이중 흑·적색 품종의 경우는 그 분리가 심하여 급후 품종육성을 위한 선발 단계에 각별히 주의해야 할 점이였다. 구형의 경우는 대부분 편원형이 많았으며 일부는 원형, 장원형 도 일부 있었다. 결각의 수는 7~12개 사이였으며 대부분의 품종이 8~10개 정도였다. 품종의 모양으로 보아 결각이 너무 많을 경우 조잡해 보일 수 있으므로 품종의 선발기준은 12개를 넘는 것은 바람직하지 않을 것 같다. 결각의 모양은 깊이가 깊고 낮은 정도가 각기 나르는데 깊이에 따라 외각의 선에 중요한 영향을 미쳤다. 특히 결각이 깊을 경우 전체적 선이 강하게 보였고 결각이 낮은 경우 부드러웠다. 가시는 색, 길이, 형태 등을 조사하였다. 색은 주로 갈색이 많았으며 회갈색, 백색, 진갈색, 흑갈색 등이었다. 갈색이나 진갈색의 경우 구색을 어둡게 하여 품질에 반대로 작용하였으며 백색이나 회갈색 가시가 구색을 밝게하여 품질에 좋은 영향을 미쳤다. 가시의 모양에서도 직립, 반직립, 뒤로 말린 형태가 있었으며 뒤로 말린 경우는 찢림이 적은 장점이 있었다. 가시의 길이는 5~10 mm 가 대부분이었으며 길이가 길 경우 품질에 나쁜 영향을 미치거나 작업에 불편함으로 5mm 미만의 짧은 가시가 바람직 할 것 같다.

비모란 생육 특성의 조사를 위하여 10개월 간 구경의 증가량을 측정 한 결과 15~40mm 정도의 증가량을 보였다. 구경의 생육은 구색에 따라서 생육 정도의 차이가 많았는데 특히 엽록소를 가진 흑색, 흑·적색, 흑·분홍색 계통이 대부분 생육이 왕성하였으며 자구가 많이 착생되는 일부 계통에서도 구경의 증가량이 적었다. 자구의 착생은 5~30개 정도까지 다양했다. 영리적 재배를 위하여 적절한 자구의 착생이 요구되는데 연간 2회 증식을 기준으로 할 때 100배 이상의 증식을 위하여 10개이상의 자구 수를 확보 할 수 있어야 경제적이다. 그러나 지나친 자구의 착생은 구의 모양을 조잡하게 보여 품질을 저하하는 원인으로 작용하므로 적절한 수는 10~20개 범위가 적정할 것으로 생각된다.



Table 2. Characteristics of *Gymnocalycium mihanovichii* var. collected

Cultivar	Color <sup>1</sup> (H V/C)	Shape	Rib ( No., Depth)	Spine <sup>2</sup> (Color, Length)	Growth of scion (mm)	Tubercles (No.)
Sun	Red	Flat	10~11	Brown	20.8	15.7
	7.5R 5/12	round	Low	Short		
Seoul 1	Red	Flat	7~8	Brown	22.8	6.2
	7.5R 5/13	round	Deep	Medium		
Green	Red	Flat	8~10	Brown	21.8	13.2
	7.5R 5/12	round	Medium	Medium		
Seoul 16	Red	Flat	8~10	Brown	24.2	12.1
	7.5R 5/13	round	Medium	Medium		
Orange	Orange	Flat	8~10	Brown	24.6	11.0
		round	Deep	Medium		
Black ruby	Dark Red	Flat	9~10	Brown	24.9	11.5
	5R 4/12	round	Deep	Medium		
RY	Red Yellow	Round	10	Brown	20.7	5.2
	7.5R 4/14		Deep	Medium		
Myeonhweal	Red Yellow	Flat	9	Brown	29.3	16.4
	10R 5/14	round	Medium	Medium		
Seanhong	Red Yellow	Round	9	Brown	21.3	12.4
	7.5R 5/16		Medium	Short		
Hongkwang	Red	Flat	9	Brown	22.2	16.4
	7.5R 5/15	round	Medium	Medium		
Cheongsil	Green Yellow	Round	8	Dark brown	33.1	14.3
	7.5GY 5/14		Deep	Medium		
Hongsil	Red	Flat	8~9	Brown	27.2	13.6
	7.5R 5/14	round	Deep	Medium		
Yeonji	Pink	Flat	7	Dark brown	28.4	12.6
	7.5RP 5/14	round	Medium	Medium		
Konji	Pink	Flat	8	Brown	20.1	15.2
	7.5RP 5/14	round	Medium	Short		
Hongweol	Red Yellow	Round	8~9	Brown	31.2	13.6
	10R 5/14		Deep	Medium		
Seolhong	Dark Red	Flat	8~9	Brown	27.7	13.4
	5R 4/13	round	Deep	Short		

Table 2. (continued)

Cultivar	Color <sup>j</sup> (H V/C)	Shape	Rib (No., Depth)	Spine <sup>p</sup> (Color, Length)	Growth of scion (mm)	Tubercles (No.)
Jinhong	Dark Red 5R 4/13	Flat round	8~9 Deep	Brown Short	26.6	15.5
Manhong	Dark Red 5R 4/14	Flat round	8~9 Deep	Brown Medium	31.2	8.8
Hongsu	Red 7.5R 4/15	Flat round	7~8 Deep	Gray Medium	20.0	12.5
Yeonmin	Orange 7.5R 4/15	Round	9~10 Medium	Brown Medium	22.7	9.2
Ojak	Black Pink 10RP 4/13	Flat Round	8~9 Deep	Brown Long	40.6	10.6
Hukwang	Yellow 2.5YR 7/12	Flat Round	8~9 Medium	Brown Long	24.7	8.0
Saekdong	Red Yellow 7.5RY 5/14	Flat	7~8 Medium	Brown Short	26.3	6.8
Shinseong	Pink 7.5RP 5/14	Flat round	8~9 Medium	Brown Short	22.0	16.8
Binghwa	Pink 7.5 RP 5/12	Flat round	8~9 Medium	White Short	14.4	25.1

- Observation : 10 months after planting

## 2. *Gymnocalycium*속 유전자원 수집 및 특성평가

*Gym*속 선인장의 신품종 육성을 위하여 국내외에서 수집한 유전자원은 33종으로 표 1과 같다. 국내 수집 유전자원은 10종으로 *G. mihanovichii* (牡丹玉), *G. saglionis* (新天地), *G. venturianum* (緋花玉), *G. denudatum* (海王丸), *G. horridispinum*, *G. cardenasianum*, *G. asterium* (鳳頭), *G. polyanthum* (多花玉), *G.* (벽탑), *G.* (냉치)이며, 국외 수집 유전자원은 *G. weissianum*, *G. schickendantzii* (波光龍), *G. hybopleurum*, *G. calochlorum*, *G. quehlianum* (龍頭), *G. mostii* (紅蛇丸), *G. schoederianum*, *G. pflanzi*, *G. damzii*, *G. uruguayense*, *G. kieshingi* var. *alboreolatum*, *G. bruchii*, *G. capillense*, *G. oenantheum*, *G. pugionacotano*, *G. kieslingii* EL Alto, *G. masonensis*, *G. ochetere*, *G. spegazinii* (天平丸), *G. ochoterenai*, *G. moserianum*, *G. ferrarii* var. *elegans*, *G. castellanossii*으로 23종을 수집하여 특성을 평가하였다.

수집된 유전자원 중 *G. mih.*(牡丹玉)은 비모란의 원종으로 자체가 검정색에 약한 녹색을 가지고 있었으며 직경은 5~6cm 구형이 편원형으로 아름답고 회백색의 가로무늬가 선명하였다.

*G. saglionis* (新天地)는 대형으로 5년생의 직경이 20~30cm 정도로 대형이었으며 결각의 모형도 5각 또는 6각의 부정형 결각이 나선형을 이루고 있는 특이한 형태를 보였다. 꽃은 주로 백색과 분홍색으로 분리되었으며 화주의 길이가 짧고 약이 일찍 터져 교배 전 제육에 어려움이 있다. 특히 대형종 중에서 가장 큰 구를 가지고 있으며 생육이 우수하여 종간교잡에 의하여 구색을 변화시키거나 화색을 적색으로 변화시키면 충분한 상업적 가치를 가질 수 있다.

*G. venturianum* (緋花玉)는 구경이 9~10cm로 꽃이 적색으로 화려하다. 수집된 일부계통은 꽃이 백색, 분홍색 등도 있으며 이는 교잡종으로 생각된다. 개화는 주로 3~4월에 집중되며 화려하여 국내 내수시장에서 아주 인기가 있다. 그러나 현재 국내 재배되는 비화옥은 꽃과 구 형태가 고정되어 있지 못한 결점이 있다. 꽃과 형태의 고정 품종이 개발되면 종자 파종에 의한 대량생산에 적합할 것으로 생각된다.

*G. denudatum* (海王丸)은 직경이 7~20cm의 대형으로 7~11개의 등근 능을 가지고 있으며 선이 부드럽고 외관이 수려하다. 꽃 색은 주로 백색이었으며 일부 국내 수집종 중에 분홍색 꽃도 관찰되었으나 형태로 보아 비화옥과 종간 교배에 의한 교잡종으로 생각된다. 특히 수집종 중 일부는 황색인 해왕환금으로 접목에 의하여 증식되며 접목선인장으로의 개발이 기대된다.

*G. polyanthum* (多花玉)은 구경이 8~10cm로 구색은 진녹색이며 황색의 긴 가시와 잘 조화된다. 특히 가시가 길면서 뒤로 말려있어 선인장의 독특한 멋이 있으면서 잘 찢리지

않는 특성을 가졌다. 금후 이 종을 이용하면 가시가 훌륭한 계통을 육성할 수 있을 것으로 전망된다.

*G. pfl.* 는 구색이 적자색이며 5개 정도의 낮고 둥근 결각을 가지고 있으며 외관이 아주 수려하여 기존 접목 선인장의 형태를 개량하는데 유용하게 쓸 수 있을 것으로 생각된다.

기타 구경 및 결각 수는 종에 따라 차이가 많았으며, 꽃의 색깔도 백색, 분홍색, 적색, 백자색 등 다양하였다.

수집된 유전자원 중 구색이 다양한 *G. mih.* (緋牡丹), 대형으로 형태가 특이한 *G. sag.* (新天地), 화색이 적색으로 우수한 *G. ven.* (緋花玉) 등을 1차 모본으로 선발하여 종간교잡을 실시하고 있다.

Table 3. Characteristics of *Gymnocalycium* genus collected

Scientific name	Age (Year)	Globous Color	Diameter (cm)	Rib (No.)	Flowering Period (Months)	Flower Color	Country Collected
<i>Gymnocalycium mihanovichii</i> var.	4	Black	5~6	8~12	4~9	White Light Pink	Mexico
<i>G. saglionis</i>	5	Green	20~30	10~13	5	Peach White Light Pink	Korea
<i>G. venturianum</i>	4	Green	8~10	8~12	4~9	Red White	Korea
<i>G. denudatum</i>	4	Dark green Pale green	15~20	7~11	4~7	White	Korea
<i>G. horridispinum</i>	4	Dark green	8~10	9~13	-	-	Korea
<i>G. cardenasianum</i>	4	Pale green	7~10	7~10	5~7	Greyish White	Korea
<i>G. asterium</i>	4	Green	5~7	12~13	6~8	Greyish White	Argentina
<i>G. polyanthum</i>	4	Green	8~10	8~11	6~8	White Light Pink	Korea
<i>G.</i> (벽탑)	4	Pale green	10~15	8~10	4~5	White	Korea
<i>G.</i> (냉치)	4	Dark green	10~15	10~12	4~5	White	Korea
<i>G. weissianum</i>	4	Green	8	11	5	-	Argentina
<i>G. schickendantzii</i>	4	Green	10	13	-	Greyish White	Argentina
<i>G. hybopleurum</i>	4	Green	10	11	-	-	Argentina

Table 3. (continued)

Scientific name	Age (Year)	Globous Color	Diameter (cm)	Rib (No.)	Flowering Period (Months)	Flower Color	Country Collected
<i>G. calochlorum</i>	3	Green	6	12	-	-	Argentina
<i>G. quehlianum</i>	3	Green	4	14	4~5	Greyish White	Argentina
<i>G. mostii</i>	3	Green	6	8	-	-	Argentina
<i>G. schoederianum</i>	4	Green	5	9	5	White	Argentina
<i>G. pflanzi</i>	4	Redish Black	4	6	-	-	Argentina
<i>G. damzii</i>	4	Green	6	10	4~5	White	Argentina
<i>G. uruguayense</i>	4	Green	5	11	4~5	Yellow	Argentina
<i>G. kieshingi</i> var. <i>alboreolatum</i>	4	Pale green	4	11	-	-	Argentina
<i>G. bruchii</i>	3	Green	3	13	5	-	Argentina
<i>G. capillense</i>	3	Pale green	3	9	-	-	Argentina
<i>G. oenantheum</i>	3	Pale green	3	13	4	Greyish White	Argentina
<i>G. pugionacotano</i>	4	Green	6	14	-	-	Argentina
<i>G. kieslingii</i> EL Alto	5	Pale green	10	7	5	-	Argentina
<i>G. masonensis</i>	5	Pale green	10	12	5	-	Argentina
<i>G. ochetere</i>	5	Pale green	8	15	5	White	Argentina
<i>G. spegazinii</i>	5	Green	8	9	5	-	Argentina
<i>G. ochoterenai</i>	4	Green	6	9	4~5	Greyish White	Argentina
<i>G. moserianum</i>	4	Green	5	10	-	-	Argentina
<i>G. ferrarii</i> var. <i>elegans</i>	4	Green	5	8	5	Greyish White	Argentina
<i>G. castellanosii</i>	4	Green	12	12	4~5	Greyish White	Argentina
Total 33 genus							

교배 모본으로 선발된 4종의 화분조사 결과 불임화분의 비율은 5% 미만이었으며, 화분의 크기는 비모란이 44~45, 비화옥 63~64, 해왕환 60~61, 신천지 47~48 $\mu$ m 정도로 크기와 모양에서 모두 차이를 보였다.

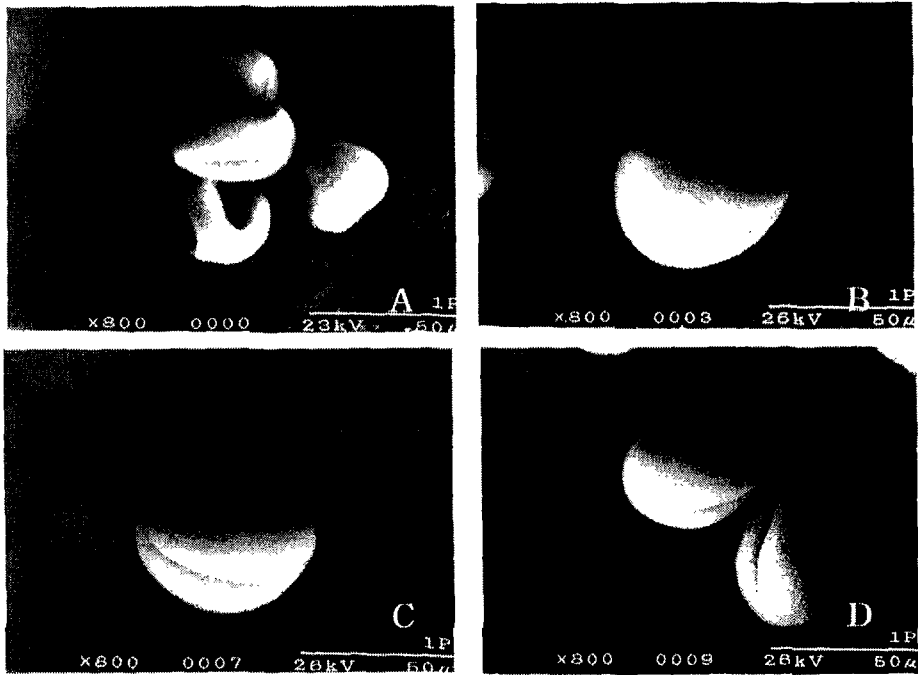


Fig. 1. Pollen shape and size of main cultivars. A, *Gymnocalycium mihanovichii* var. B, *G. venturianum*; C, *G. denudatum*; D, *G. saglionis*.

## 2. 비모란 선인장 개화조절 연구

### 가. 성장조정제 처리에 의한 개화조절

성장조정제처리 NAA 200ppm에서 4가지 품종모두 구경이 대조구보다 크게 증가하였고 엽록소품종의 경우는 GA<sub>3</sub> 100ppm에서 구경증가와 자구수가 많았다. BA처리는 농도에 관계없이 모든 품종에서 거의 증가량이 보이지 않았다(표 1).

개화율은 무처리에서 전혀 개화가 되지 않았고 모든 성장조정제 처리에서 농도에 관계없이 고양 1호(T4)에서 약간의 개화가 되었다. 특히 GA<sub>3</sub> 처리에서는 50ppm이외의 농도에서는 개화가 되지 않았다

아나나스류는 화아분화의 촉진을 위해 NAA 20~10ppm, 2,4-D 10ppm를 살포하여 효과가 있다(伊勝 등, 1968)하였으나 비모란선인장에서는 효과가 나타나지 않았다.

*Zygocactus truncatus* K. Schum인 개발선인장은 화뢰가 발현한 후에 GA<sub>3</sub>를 살포하면 낙뢰방지에 효과적이지만 화아분화는 억제된다고 하였다. 한편 착화수를 증가시키기 위하여 BA 100ppm를 단일처리 개시 10일후에 살포하면 개화수와 꽃봉오리가 증가한다(이, 1991; 堀口, 1993)고 하였다.

위와 같이 여러 화훼류에서 성장조정물질을 이용하여 화아분화를 촉진시키거나 개화를 시킬 수 있었으나 비모란 선인장은 품종에 따라 약간의 차이는 있지만 성장조정물질이 크게 관여하지 않은 것으로 나타났다.

Table 4. Changes of growth characteristics and flowering rate according to the kinds of plant growth regulators and cultivars

Treatment	Cultivar	Before treat. (A)		After treat. (B)		B-A		Flowering rate (%)
		Diam. of Tubercles (mm)	No. of Tubercles	Diam. of tubercles (mm)	No. of Tubercles	Diam. of tubercles (mm)	No. of Tubercles	
Control	T1	38.47	5.9	43.14	6.2	4.76	0.3	-
	T2	43.38	2.8	48.17	3.3	4.79	0.5	-
	T3	48.94	7.0	52.03	7.2	3.09	0.2	-
	T4	40.24	11.8	44.32	12.1	4.08	0.3	-
BA 50ppm	T1	42.48	6.9	46.63	7.3	4.15	0.4	-
	T2	44.81	4.1	48.36	4.1	3.55	0	-
	T3	50.23	7.0	52.14	7.2	1.91	0.2	-
	T4	43.46	10.8	46.32	10.9	2.86	0.1	20

Table 4. (continued)

Treat ment	Cultivar	Before treat. (A)		After treat. (B)		B-A		Flower ing rate (%)
		Diam. of Tubercles (mm)	No. of Tubercles	Diam. of tubercles (mm)	No. of Tubercles	Daim. of tubercles (mm)	No. of Tubercles	
BA 100ppm	T1	40.68	6.1	44.68	6.4	4.0	0.3	-
	T2	44.65	4.7	48.45	5.1	3.8	0.4	-
	T3	51.52	7.8	54.00	8.6	2.48	0.8	-
	T4	44.71	9.8	47.13	9.9	2.42	0.1	20
BA 200ppm	T1	42.00	7.4	46.19	7.4	4.19	0	-
	T2	43.62	5.0	48.59	5.9	4.97	0.9	-
	T3	53.43	7.1	56.10	8.1	2.67	1.0	-
	T4	46.65	12.6	49.84	12.9	3.19	0.3	20
GA <sub>3</sub> 50ppm	T1	44.11	8.6	47.46	9.1	3.35	0.5	-
	T2	44.41	4.4	48.08	4.6	3.67	0.2	20
	T3	51.82	7.6	54.70	8.3	2.88	0.7	-
	T4	43.24	12.3	45.79	12.5	2.55	0.2	20
GA <sub>3</sub> 100ppm	T1	39.96	7.2	44.15	7.2	4.19	0	-
	T2	40.12	4.5	48.20	6.4	8.08	1.9	-
	T3	51.57	7.1	54.30	7.6	2.73	0.5	-
	T4	43.29	11.0	46.37	11.3	3.08	0.3	-
GA <sub>3</sub> 200ppm	T1	40.24	6.5	44.63	6.9	4.39	0.4	-
	T2	42.67	3.7	47.97	4.6	5.3	0.9	-
	T3	50.68	7.0	53.69	7.6	3.01	0.6	-
	T4	43.89	10.6	47.09	11.0	3.2	0.4	-
NAA 50ppm	T1	41.46	7.7	46.86	7.7	5.4	0	-
	T2	44.43	3.6	48.75	4.3	4.32	0.7	-
	T3	49.41	6.7	53.21	6.8	3.8	0.1	-
	T4	44.79	11.1	47.99	11.5	3.2	0.4	20
NAA 100ppm	T1	42.70	8.2	47.18	8.4	4.48	0.2	-
	T2	46.57	3.3	49.48	3.7	2.91	0.4	-
	T3	51.81	6.4	57.44	6.8	5.63	0.4	-
	T4	45.57	11.3	49.89	11.4	4.32	0.1	30
NAA 200ppm	T1	43.37	7.3	50.42	7.5	7.05	0.2	-
	T2	47.92	5.2	54.75	5.2	6.83	0	10
	T3	49.77	4.9	55.37	5.2	5.6	0.3	-
	T4	46.14	8.5	50.65	8.5	4.51	0	10

T1 : 'Orange', T2 : 'Yeuprokso', T3 : 'Blackruby', T4 : 'Koyang1Ho'



나. 온도처리에 의한 개화조절

온도처리에서는 품종에 관계없이 온도가 낮아지면 구경증가량도 낮아지며 자구 수에서는 별 차이가 없었다(표 2).

고온과 저온처리 모두 개화율을 높이는 데는 영향이 없었다.

본 시험에는 포함되어 있지 않으나 각 온도처리 후 BA, GA<sub>3</sub> 처리시 고양 1호가 약간의 개화가 더 빨리 되었을 뿐 개화를 촉진시키거나 개화율을 높이는 데는 크게 영향을 미치지 못했다.

동양란의 철콜소쉬인 경우 BA처리시 효과가 있다고 하였으나 BA처리 후라도 온도가 20/15℃로 떨어지면 개화가 거의 되지 않았다(Lee, 1999). 이것은 저온이 되면서 식물체의 내생호르몬의 변화가 생겨 개화를 억제하는 것으로 판단하였는데 따라서 비모란 선인장의 경우도 온도와 생장조절물질간의 좀더 심도 있는 연구로 개화를 유도하는 시험을 계속하고자 한다.

Table 5. Influence of temperature on the growth and flowing rate

Treat ment	Cultivar	Before treat. (A)		After treat. (B)		B-A		Flower ing rate (%)
		Diam. of Tubercles (mm)	No. of Tubercles	Diam. of tubercles (mm)	No. of tubercles	Diam. of tubercles (mm)	No. of Tubercles	
Control	T1	43.0	6.1	48.4	6.1	5.4	0	-
	T2	43.3	2.8	48.3	3.7	5.0	0.9	-
	T3	51.2	5.4	54.8	5.7	3.6	0.3	-
	T4	43.4	10.0	47.2	10.0	3.8	0	-
30/25℃	T1	47.0	8.3	50.7	8.5	3.7	0.2	-
	T2	44.9	5.6	47.5	6.0	2.6	0.4	-
	T3	50.4	5.5	54.4	5.6	4.0	0.1	-
	T4	43.9	9.3	46.3	9.5	2.4	0.2	-
25/20℃	T1	44.5	7.2	46.4	7.3	1.9	0.1	-
	T2	44.4	3.9	45.9	3.9	1.5	0	-
	T3	52.3	6.0	54.7	6.4	2.4	0.4	-
	T4	43.7	8.3	46.2	8.5	2.5	0.2	-
20/15℃	T1	47.3	6.4	50.0	6.4	2.7	0	-
	T2	46.3	4.3	47.6	4.4	1.3	0.1	-
	T3	51.5	6.1	53.9	6.5	2.4	0.4	-
	T4	45.4	9.3	47.0	9.3	1.6	0	-

T1 : 'Orange', T2 : 'Yeuprokso', T3 : 'Blackruby', T4 : 'Koyang 16'

## 다. 대목의 종류에 따른 생육 및 개화반응

### 1) 대목의 종류에 따른 비모란의 품종별 생육반응

접목선인장의 대목으로 주로 사용하고 있는 *Hyl. trigonus*(삼각주), *Eri. jusbertii*(쏘대), *Cer. peruvianus*(귀면각), *Eri. tortuosus*(와룡)을 30cm로 잘라 비모란 진적색 블랙루비, 적색 고양이 16호, 엽록소, 황색 오렌지 1.5cm 자구를 접목하여 구경의 생육특성을 조사한 결과 아래와 같다.

구경의 신장은 비모란 품종별로 블랙루비가 1년차 46.5, 2년차 58.1mm로 가장 컸으며 고양이 16호 엽록소, 오렌지 순으로 1, 2년차 모두 같은 경향을 보였다. 대목별 비모란 구경의 신장은 1년차의 신장은 삼각주가 평균 50.1mm 가장 컸으며 와룡, 귀면각, 쏘대의 순이었고 2년차 신장은 삼각주 61.0mm, 와룡 56.1mm, 쏘대 53.2mm, 귀면각 48.2mm 순으로 1년차에 비하여 쏘대와 귀면각의 순서가 비편 외에는 같은 경향을 보였다.

자구를 포함한 수관폭에서는 비모란의 품종별 차이가 컸는데 블랙루비가 평균 111.9mm로 가장 컸고 고양이 16호 98.1mm, 오렌지 97.6mm로 비슷하였으며 엽록소가 92.1mm로 가장 적었다. 대목의 종류별 수관폭은 귀면각이 114.1mm로 가장 컸고 삼각주 100.4mm, 와룡 98.2mm, 쏘대 91.4mm 순으로 적었다.

자구의 착생은 비모란 품종별로는 엽록소가 평균 58.8개로 가장 많았으며 오렌지, 고양이 16호, 블랙루비 순 이었다 그러나 자구의 전체중량은 블랙루비가 299.6으로 가장 높았고 오렌지, 고양이 16호, 엽록소 순 이어서 자구수가 가장 많았던 엽록소가 가장 낮았다. 대목의 종류별 비모란 자구 수는 귀면각이 79.3개로 가장 많았으며 쏘대가 30.8개 와룡이 26.8개였으며 삼각주가 19.8로 가장 적었다. 자구의 총 중량에서는 귀면각, 쏘대, 삼각주, 와룡 순 이었다. 그러나 개당 중량에서는 자구수가 가장 적었던 삼각주가 11.3 g 으로 가장 컸으며 가장 많은 자구를 가진 귀면각이 오히려 4.4 g 으로 가장 적었다.

이상의 결과로 보아 대목의 종류 와 비모란의 품종에 따라 각각의 생육 반응이 다른 것으로 나타났다. 대목만을 기준으로 본다면 자구 수와 구경의 생육은 반대의 경향을 보여 자구수가 많았던 귀면각의 구의 신장이 저조했으며 자구수가 적었던 삼각주와 와룡은 구의 신장이 많은 결과를 보였다. 이는 원종인 목단옥의 평균 구경이 5~6cm며 신장 속도가 빠르지 않은 특성에 기인하는 것으로 지나치게 큰 대목인 귀면각의 경우 신장속도 보다 세력이 지나치게 좋아 초기에 자구를 많이 발생되므로 모구의 신장이 느린 것으로 생각된다.

Table 6. Changes of diametes of *Gymnocalycium mihanovichii* var. cultivars according to the stocks

(Unit: mm)

Stock \ Scion	Cultivars					Average
	Black ruby	Koyang 16	Yeuprok so	Orange		
<i>Hyl. trigonus</i>	0 (A)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	First year (B)	52.9	48.5	50.0	48.8	50.1
	Second year (C)	64.3	61.9	60.8	57.1	61.0
	B-A	37.9	33.5	35.0	33.8	35.1
	C-B	11.4	13.4	10.8	8.3	10.9
	C-A	49.3	46.9	45.8	42.1	46.0
<i>Eri. jusbertii</i>	0 (A)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	First year (B)	41.2	39.3	34.0	34.1	37.2
	Second year (C)	55.0	60.3	50.6	46.8	53.2
	B-A	26.2	24.3	19.0	19.1	22.2
	C-B	13.8	21.0	16.6	12.7	16.0
	C-A	40.0	45.3	35.6	31.8	38.2
<i>Cer. peruvianus</i>	0 (A)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	First year (B)	46.4	40.0	39.0	37.5	40.7
	Second year (C)	53.4	49.8	45.3	44.3	48.2
	B-A	31.4	25.0	24.0	22.5	25.7
	C-B	7.0	9.8	6.3	6.8	7.5
	C-A	38.4	34.8	30.3	29.3	33.2
<i>Eri. tortuosus</i>	0 (A)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	First year (B)	45.6	40.9	39.5	37.2	40.8
	Second year (C)	59.7	59.1	53.1	52.6	56.1
	B-A	30.6	25.9	24.5	22.2	25.8
	C-B	14.1	18.2	13.6	15.4	15.3
	C-A	44.7	44.1	38.1	37.6	41.1
Average	0 (A)	15.0	15.0	15.0	15.0	-
	First year (B)	46.5	42.2	40.6	39.4	-
	Second year (C)	58.1	57.8	52.5	50.2	-
	B-A	31.5	27.2	25.6	24.4	-
	C-B	11.6	15.6	11.9	10.8	-
	C-A	43.1	42.8	37.5	35.2	-

- Measured 2 years after planting

Table 7. Changes of plant width of each cultivars used as scion according to the grafting stocks

(Unit: mm)

Stocks\Scion	Cultivars				
	Black ruby	Koyang 16	Yeuprokso	Orange	Average
<i>Hyl. trigonus</i>	111.9	93.4	97.4	99.0	100.4
<i>Eri. jusbertii</i>	108.6	85.3	86.5	85.3	91.4
<i>Cer. peruvianus</i>	135.5	111.1	100.1	109.5	114.1
<i>Eri. tortuosus</i>	109.4	102.7	84.2	96.5	98.2
Average	118.4	98.1	92.1	97.6	-

- Measured 2 years after planting

Table 8. Changes of growth of tubercles of *Gymnocalycium mihanovichii* var. cultivars according to the stocks

Stock \ Scion	Cultivars				Average	
	Black ruby	Koyang 16	Yeuprok so	Orange		
<i>Hyl. trigonus</i>	No. of tubercles (A)	19.0	13.0	30.0	17.0	19.8
	Total weight(g) (B)	237.5	165.1	153.0	250.0	201.4
	B/A	12.5	12.7	5.1	14.7	11.3
<i>Eri. jusbertii</i>	No. of tubercles (A)	26.0	25.0	49.0	23.0	30.8
	Total weight(g) (B)	252.2	217.5	161.7	207.0	209.6
	B/A	9.7	8.7	3.3	9.0	7.7
<i>Cer. peruvianus</i>	No. of tubercles (A)	48.0	71.0	109.0	89.0	79.3
	Total weight(g) (B)	427.2	205.9	294.3	258.1	296.4
	B/A	8.9	2.9	2.7	2.9	4.4
<i>Eri. tortuosus</i>	No. of tubercles (A)	29.0	19.0	47.0	12.0	26.8
	Total weight(g) (B)	281.3	233.7	150.4	132.0	199.4
	B/A	9.7	12.3	3.2	11.0	9.1
Average	No. of tubercles (A)	30.5	32.0	58.8	35.3	-
	Total weight(g) (B)	299.6	205.6	189.9	211.8	-
	B/A	10.2	9.2	3.6	9.4	-

- Measured 2 years after planting

## 2) 대목의 종류에 따른 비모란의 품종별 생육반응

삼각주, 쏄대, 규면각, 와룽을 대목으로 하여 비모란 '블랙루비', '고양16호', '엽록소', '오렌지' 품종을 접목하여 개화 반응을 조사한 결과 다음과 같다( 표 9. 10. 11).

비모란의 품종별로 첫꽃이 개화하는 개화시는 '고양 16호' 품종이 평균 4. 29일로 가장 빠르고 '엽록소' 품종은 5.12일, '오렌지' 품종은 5. 18일 이었으며 '블랙루비' 품종은 삼각주를 대목으로 한 처리에서는 첫해와 둘째해 모두 개화하지 않았다. 품종별로 가장 빠른 처리는 쏄대를 대목으로 한 '고양 16호' 처리에서 4.16일로 빨랐으며 규면각을 대목으로 한 '고양 16호'도 4.17일로 비슷한 경향을 보였다. 대목별로는 쏄대가 비모란 4품종 평균 4. 27일로 가장 빠르고 와룽이 5.3일 규면각이 5.7일로 비슷한 경향을 보였으며 삼각주의 경우 '블랙루비'는 전혀 개화하지 않았으며 '고양16호', '엽록소', '오렌지' 품종도 7월 초 중순으로 다른 대목에 비하여 2개월 이상 첫꽃의 개화가 늦었다. 특히 첫해와 둘째해의 개화시는 평균 10일 이상 둘째 해가 늦었다.

비모란의 품종별 만개기는 쏄대를 대목으로 한 '고양 16호' 품종에서 첫해 4.10일, 둘째해 5.2일로 가장 빨랐으며 개화 시와 마찬가지로 '고양 16호'가 평균 5. 12일로 가장 빠르고 '엽록소'가 5. 24일, '오렌지' 품종이 5.29일이었으며 '블랙루비'는 삼각주 대목에서 개화되지 않았고 쏄대에서 5. 12일, 와룽에서 5. 25일, 규면각에서 5. 29일에 만개기에 도달했다. 대목별로 만개기는 개화시와 마찬가지로 쏄대에서 5. 5일로 가장 빠르고 와룽은 5. 15일, 규면각은 5. 27일 이었으며 삼각주는 개화하지 않은 블랙루비를 제외하고 고양 16호 5. 12일, 엽록소 5. 24, 오렌지는 5. 29일에 만개기에 도달하였다.

비모란의 품종별 개화 수는 고양 16호가 평균 24개로 가장 많았고 엽록소 19.8개, 오렌지 15.0개, 블랙루비 14.9개의 순 이었다. 대목별로는 쏄대가 31.4개로 가장 많았으며, 규면각이 24.3개, 와룽이 14.7개였으며 삼각주는 평균 3.4개로 개화수가 아주 낮았다.

이상의 결과로 보아 대목별로는 쏄대가 개화가 가장 빠르고 꽃수도 많았으며 그외 대목은 개화는 와룽, 규면각, 삼각주 순으로 빠르고 꽃수는 규면각, 와룽, 삼각주 순 이었다. 비모란의 품종별로도 많은 차이를 보였으며 고양16호, 엽록소, 오렌지, 블랙루비 순으로 꽃수가 많고 개화기가 빨랐다. 금후 비모란 품종육성을 위한 개화에 적합한 대목은 쏄대나 와룽이 적합한 것으로 생각되며 특히 중간교잡을 위해 이들 대목을 활용한다면 비모란의 개화기를 4~5월로 앞당길 수 있어 개화기 차이로 어려웠던 시차의 문제를 극복할 수 있다.

Table 9. Changes of the flowering start period of *Gymnocalycium mihanovichii* var. cultivars according to the species of grafting stocks

Scion\Stock		<i>Hylocereus trigonus</i>	<i>Eriocereus jusbertii</i>	<i>Cereus peruvianus</i>	<i>Eriocereus tortuosus</i>	Average
Black ruby	First year	-	4.20*	5.6	4.25	-
	Second year	-	5.16	5.25	5.20	-
	Average	-	5.3	5.16	5.8	-
Koyang 16	First year	6.28	4.10	4.16	4.20	4.26
	Second year	7.5	4.22	4.7	4.25	5.2
	Average	7.2	4.16	4.17	4.23	4.29
Green	First year	7.1	4.25	5.10	5.5	5.10
	Second year	7.11	4.25	5.10	5.5	5.13
	Average	7.6	4.25	5.10	5.5	5.12
Orange	First year	7.15	4.21	5.12	4.28	5.12
	Second year	7.19	5.13	5.19	5.13	5.24
	Average	7.17	5.2	5.16	5.6	5.18
Average	First year	-	4.19	5.4	4.27	-
	Second year	-	5.4	5.10	5.8	-
	Average	-	4.27	5.7	5.3	-

\* months.day

Table 10. Changes of the flowering period of *Gymnocalycium mihanovichii* var cultivars according to the species of stocks

Scion\Stock		<i>Hylocereus</i> <i>trigonus</i>	<i>Eriocereus</i> <i>jusbertii</i>	<i>Cereus</i> <i>peruvianus</i>	<i>Eriocereus</i> <i>tortuosus</i>	Average
Black ruby	First year	-	5. 1	5.18	5.15	-
	Second year	-	5.22	6. 8	6. 4	-
	Average	-	5.12	5.29	5.25	-
Koyang 16	First year	7.15	4.10	4.25	4.30	5. 5
	Second year	7.25	5. 2	5.16	5. 4	5.19
	Average	7.20	5.21	5. 6	5. 2	5.12
Green	First year	7.25	4.28	5.15	5.12	5.20
	Second year	7.26	5. 2	5.22	5.17	5.27
	Average	7.26	4.30	5.19	5.15	5.24
Orange	First year	7.28	4.30	5.20	5.15	5.23
	Second year	8. 6	5.22	5.27	5.20	6. 4
	Average	8. 2	5.11	5.24	5.17	5.29
Average	First year	-	4.25	5.28	5.11	-
	Second year	-	5.12	5.26	5.19	-
	Average	-	5. 5	5.27	5.15	-



Table 11. Changes of the number of flowers of *Gymnocalycium mihanovichii* var. cultivars according to the species of grafting stocks

Scion\Stock		<i>Hylocereus trigonus</i>	<i>Eriocereus jusbertii</i>	<i>Cereus peruvianus</i>	<i>Eriocereus tortuosus</i>	Average
Black ruby	First year	-	20.5*	6.0	6.7	8.3
	Second year	-	33.2	37.2	15.6	21.5
	Average	-	26.8	21.6	11.2	14.9
Koyang 16	First year	4.2	36.8	10.7	11.9	15.9
	Second year	6.5	45.0	50.2	26.5	32.1
	Average	5.4	40.9	30.5	19.2	24.0
Green	First year	3.0	35.3	10.7	7.5	14.1
	Second year	5.5	35.0	36.8	24.2	25.4
	Average	4.3	35.2	23.8	15.9	19.8
Orange	First year	3.0	20.0	8.0	6.7	9.4
	Second year	4.5	25.2	34.5	18.2	20.6
	Average	3.8	22.6	21.2	12.5	15.0
Average	First year	2.6	28.2	8.9	8.2	-
	Second year	4.1	34.6	39.7	21.1	-
	Average	3.4	31.4	24.3	14.7	-

\* : The numer of flowers per plant

### 3. 비모란 선인장 신품종 육성

가. 1997, 1998 교배조합

1) 교배

1997, 1998년 비모란 진적색품종의 결점인 조직이 연약하여 부패와 수송성이 약한 결점을 보완하기 위하여 진적색 품종인 블랙루비 품종을 모본이나 부분으로 활용하고 조직이 강하며 형태적으로 안정감이 높은 홍우와 930903계통을 모본으로 4개 조합을 작성하여 80화를 교배한 결과 62 협이 결실 77.5%의 비교적 높은 결실율을 보였다. 꼬투리의 성숙기간은 52~86일까지 각 조합별로 약간의 차를 보였으며 평균 종자수는 212.3개였다(표 12).

Table 12. Characteristics of fruit set of cross combined cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var.

Cross combinations	No. of crossed flowers (A)	No. of pod set (B)	Fertilization Period (Day)	No. of seeds per Pod	Cross fertilization rate (%) (B/A)
Black ruby(DR)×Hongwoo(Red)	20	17	52~76	246	85.0
Hongwoo(Red)×Black ruby(DR)	20	15	65~80	185	75.0
Black ruby(DR)×930903(Red)	20	14	62~75	262	70.0
930903(Red)×Black ruby(DR)	20	16	76~86	156	80.0
Total	80	62	52~86	212.3	77.5

2) 교배 후대양성

'97 교배조합의 후대 양성을 위하여 조합별 400개씩 총 1,600개의 종자를 기내에 파종한 결과 1,017 개가 발아 63.6%의 활착율을 보였으며 발아는 파종 1일 후부터 시작하여 발아기의 평균 소요일수는 16.3일로 매우 빠른 경향을 보였다.

발아 후 2~4개월 후 직경이 2mm전후의 어린 묘를 기내에 성장점 배양된 삼각주에 접목한 결과 총 접목 수 760주 중 445주가 활착 58.6%의 접목 활착율을 보였으며 4개월 후 온실에 순화 및 온실 접목을 거쳐 최종 357개체를 양성하였다.

Table 13. Germination characteristics of in vitro sowed seeds obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var.

Cross combinations	No. of seeds sowed	No. of germinated seeds*	Rate of germination (%)	No. of days required for germination
Black ruby(DR) × Hongwoo(Red)	400	256	64.0	16
Hongwoo(Red) × Black ruby(DR)	400	298	74.5	12
Black ruby(DR) × 970903(Red)	400	267	66.8	15
970903(Red) × Black ruby(DR)	400	196	49.0	22
Total	1,600	1,017	63.6	16.3

\* Investigation of germination rate : One month after sowing

Table 14. Graft-take rate of in vitro grafted cacti obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var. in glass house

Cross combinations	No. of grafted plants	No. of graft-take plants	Rate of graft-take *	No. of obtained plants
Black ruby(DR) × Hongwoo(Red)	200	94	47.0	82
Hongwoo(Red) × Black ruby(DR)	200	112	56.0	77
Black ruby(DR) × 970903(Red)	200	141	70.5	126
970903(Red) × Black ruby(DR)	160	98	61.3	72
Total	760	445	58.6	357

\* : Investigation of graft-take rate : One month after grafting

3) 교배 후대의 선발 및 특성검정

교배 후대의 조합별 구색 분리를 조사한 결과 총 357개체 중 진적색(DR) 164개, 적색(Red) 140개, 선홍색(LR) 35개, 오렌지(Orange) 1개로 분리되었다. 교배 후대 중 구색이 진적색으로 조직이 강한 41계통을 1차 선발하여 2년간 2회의 특성검정을 마치고 3계통을 최종 선발하였으며 이중 농가 기호도가 우수한 2계통(원교G1-83, 원교G1-84)을 최종 선발 품종화 하였다.

Table 15. Separation characteristics of the shape and color of tubercles of offsprings obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var.

Cross combinations	No. of Plants investigated	Color separation
Black ruby(DR) × Hongwoo(Red)	82	DR 41, Red 32, LR 9
Hongwoo(Red) × Black ruby(DR)	77	DR 30, Red 37, LR 10
Black ruby(DR) × 970903(Red)	120	DR 54, Red 43, LR 13
970903(Red) × Black ruby(DR)	72	DR 40, Red 28, LR 3, O 1
Total	357	DR 164, Red 140, LR 35, O 1

Table 16. The number of fostered and selected offsprings obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var.

Cross combinations	No. of obtained offsprings	No. of offsprings selected at first	No. of offsprings selected at second stage	No. of offsprings selected at last
Black ruby(DR) × Hongwoo(Red)	82	13	6	
Hongwoo(Red) × Black ruby(DR)	77	6	2	1
Black ruby(DR) × 970903(Red)	126	12	6	2
970903(Red) × Black ruby(DR)	72	10	3	0
Total	357	41	17	3

나. 1999 교배조합

1) 교 배

1999년 비모란 새로운 구형인 철화의 육성과 특이한 구색인 녹·황색과 흑·분홍색의 품종을 육성하기 위하여 흑색 철화와 오렌지, 청실 품종과 흑·분홍계통인 IG9319(Black Pink) 품종을 모본이나 부분으로 활용 4개 교배조합을 작성하여 80화를 교배한 결과 41 협이 결실 51.2 %의 결실율을 보였다. 꼬투리의 성숙기간은 50~72일로 1997~1998의 결과와 비슷한 경향을 보였으며 평균 종자 수는 176~281개로 조합별로 차이가 많았으며 평균 232개였다(표 17).

Table 17. Seed-set characteristics of *Gymnocalycium mihanovichii* var. according to the crossing combinations of cultivars in 1999 year

Cross combinations	No. of crossed flowers (A)	No. of pod set (B)	Required days for ripening	No. of seeds per pod	Cross- fertilization rate (B/A)
Orange(Orange) × (Black)	20	14	67~73	176	70.0
Blackchulhwa(Black) × Orange(Orange)	20	13	56~68	216	65.0
Changsil(GY) × unknown(Red) <sup>♯</sup>	20	6	50~62	281	30.0
Black Pink(BP) × unknown(Pink) <sup>♯</sup>	20	15	65~75	253	75.0
Total	80	41	50~75	232	51.2

♯: Changsil was pollinated with mixed pollens of red colored unknown 10 cultivars.

♯: Black Pink was pollinated with mixed pollens of pink colored unknown 10 cultivars.

2) 교배 후대양성

'99 교배조합의 후대 양성을 위하여 조합별 400개씩 총 1,600개를 기내에 파종한 결과 931 개가 발아 58.2 %의 발아율을 보였다. 발아기 평균 소요일수는 21.3일로 전년에 비하여 약간 늦었으나 비교적 빠른 경향이었다.

발아 후 2~4개월 후 직경이 2 mm 전후의 어린 묘를 기내에 성장점 배양된 삼각주에 접목한 결과 접목수 총 597주 중 445주가 활착 74.5 %의 접목 활착율을 보였으며 4개월 후 온실에 순화 및 온실 접목을 거쳐 최종 303개체를 최종 양성하였다(표 18, 19).

Table 18. In vitro sprouting characteristics of seeds obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var.

Cross combinations	No. of seeds sowed	No. of plants sprouted	Rate of sprouting (%) *	Required days for sprouting
Orange(Orange) × Blackchulhwa(Black)	400	272	68.0	13
Blackchulhwa(Black) × Orange(Orange)	400	291	72.8	15
Changsil(GY) × unknown(Red) <sup>♯</sup>	400	96	24.0	40
Black Pink(BP) × unknown(Pink) <sup>♯</sup>	400	272	68.0	17
Total	1,600	931	58.2	21.3

♯ : Changsil was pollinated with mixed pollens of red colored unknown 10 cultivars.

♯ : Black Pink was pollinated with mixed pollens of pink colored unknown 10 cultivars.

\* Investigation of sprouting rate : One month after sowing

Table 19. Characteristics of acclimation of in vitro grafted plants obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var. in glass house

Cross combinations	No. of grafted plants	No. of graft-take plants	Rate of graft-take (%)	No. of Plants fostered
Orange(Orange) × Blackchulhwa(Black)	180	96	53.3	78
Blackchulhwa(Black) × Orange(Orange)	180	110	61.1	98
Changsil(GY) × unknown(Red) <sup>♪</sup>	56	36	64.3	35
Black Pink(BP) × unknown(Pink) <sup>♪</sup>	180	106	58.9	92
Total	597	445	74.5	303

\* Investigation of graft-take rate : One month after grafting

♪: Changsil was pollinated with mixed pollens of red colored unknown 10 cultivars.

♪: Black Pink was pollinated with mixed pollens of pink colored unknown 10 cultivars.

### 3) 교배 후대의 선발 및 특성검정

교배 후대의 조합별 구색 분리를 조사한 결과 오렌지와 검정색 교배에서 검정색으로 분리되는 비율이 높았고, 녹색과 적색사이의 교배에서는 대부분 녹색과 적·녹으로 분리되었다. 흑·분홍과 분홍 사이의 교배는 흑·분홍의 비율이 높게 분리되었다. 구의 형태의 분리는 철화와 정상인 편원형간에 조합에서는 대부분 편원형으로 분리되었고 철화는 나타나지 않았다. 이로 보아 철화의 형태는 후대에 유전되지 않는 것으로 생각된다.

교배 후대 303 개체에 대한 1차 선발결과 40계통이 선발되어 2000년 1차 특성 검정을 마쳤으며 15계통이 2차 선발되어 2001년 2차 특성검정 예정에 있다.

Table 20. Separation characteristics of the shape and the color of tubercles of offsprings obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var.

Cross combinations	No. of plants investigated	No. of plants separated in color and shape	
Orange(Orange) × Blackchulhwa(Black)	78	Color	Black 41, Red 14, Red+Black 20, Orange 3
		Shape	Chulhwa 0, Round flat 68, Flat 10
Blackchulhwa(Black) × Orange(Orange)	98	Color	Black 52, Red 9, Red+Black 34, Orange 3
		Shape	Chulhwa 0, Round flat 84, Flat 14
Changsil(GY) × unknown(Red) <sup>♯</sup>	35	Color	Green 16, GR 11, Red 4, Orange 4
		Shape	Round flat 22, Round 12, Flat 1
Black Pink(BP) × unknown(Pink) <sup>♯</sup>	92	Color	Black 12, Pink 24, Black+Pink 58
		Shape	Round flat 86, Flat 6
Total	303		

♯: Changsil was pollinated with mixed pollens of red colored unknown 10 cultivars.

♯: Black Pink was pollinated with mixed pollens of pink colored unknown 10 cultivars.



Table 21. The number of fostered and selected offsprings obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var.

Cross combinations	No. of offsprings obtained	No. of offsprings selected and tested	No. of offsprings selected at second stage
Orange(Orange)×Blackchulhwa(Black)	78	12	3
Blackchulhwa(Black)×Orange(Orange)	98	10	5
Changsil(GY)×unknown(Red) <sup>♯</sup>	35	8	4
Black Pink(BP)×unknown(Pink) <sup>♯</sup>	92	10	3
Total	303	40	15

♯: Changsil was pollinated with mixed pollens of red colored unknown 10 cultivars

♯: Black Pink was pollinated with mixed pollens of pink colored unknown 10 cultivars

다. 2000 교배조합

1) 교 배

2000년 비모란 구색별 후대 분리와 새로운 구색의 품종을 육성을 위하여 블랙루비(Dark), 오렌지(Orange), 고양16호(Red), 엽록소(Red) 품종을 모본이나 부분으로 활용하여 4개 교배조합을 작성하고 80화를 교배한 결과 42 협이 결실 52.5 %의 결실율을 보였다. 꼬투리의 성숙기간은 52~86일 이었으며 평균 종자 수는 조합별로 153~215개로 차이를 보였으며 평균 181개였다(표 22).

Table 22. Seed-set characteristics of *Gymnocalycium mihanovichii* var. according to the crossing combinations of cultivars in 2000 year

Cross combinations	No. of crossed flowers (A)	No. of pods set (B)	Required days for ripening	No. of seeds per pod	Cross- fertilization rate (B/A)
Black ruby(DR)×Orange(Orange)	20	15	62~82	215	75.0
Orange(Orange)×Black ruby(DR)	20	8	65~80	192	40.0
Seoul 16(Red)×Black ruby(DR)	20	7	62~75	163	35.0
Green (Red)×Black ruby(DR)	20	12	76~86	152	60.0
Average	80	42	52~86	181	52.5

#### 4. *Gymnocalycium*속 식물 종간 교잡종 육성 연구

가. 1997년 교배조합

##### 1) 교 배

1996년 새로운 집목선인장 육성을 위하여 해왕환, 비화옥 수집 유전자원 중 황색의 변이종을 이용 교배를 실시하였으나 해왕환, 비모란 모두 융성불임으로 꽃가루가 없고 타 계통과 교배가 잘 이루어지지 않았다. 1997년 수집종인 황색의 해왕환금에 녹색 해왕환 10계통을 혼합하여 100화를 수분하였으며, 비화옥 녹색에 녹색 비화옥 10계통의 화분을 혼합 10화를 수분하였다. 교배 40~70일 후 해왕환 조합은 100화중 2 %인 2협의 꼬투리에서 22개의 종자를 얻었다. 이들은 협당 종자 수에서도 정상조합의 10~20 % 수준으로 매우 낮았다. 비화옥 조합에서는 20화 중 7협이 결실되어 35 %의 비교적 높은 결실율을 보였으며 종자 수에서도 협당 54 개로 정상 조합과 비슷한 경향을 보였다. 꼬투리의 성숙기간은 해왕환이 60일, 비화옥이 45일로 비교적 짧았다(표 23).

Table 23. Seed-set characteristics of *Gymnocalycium mihanovichii* var. according to the crossing combinations of cultivars in 1997 year

Cross combinations	No. of crossed flowers (A)	No. of pod set (B)	Cross-fertili zation rate (%) (B/A)	No. of seeds per pod	Required days for ripening
<i>G. den.</i> (Yellow)×unknown(Green) <sup>♯</sup>	100	2	2.0	22	60
<i>G. ven.</i> (GY)×unknown(Green) <sup>♯</sup>	20	7	35.0	54	45
Total	120	9	7.5	38	53

♯: *G. den.* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars.

♯: *G. ven.* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars.

2) 교배 후대양성

1997 교배조합의 후대 양성을 위하여 *G. den.*(Yellow)×unknown 조합 44개를 파종 16개가 발아되어 36.4 %의 발아율을 보였으며, *G. ven.*(Green Yellow)×unknown 조합은 300개를 기내에 파종한 결과 186개가 발아 62 %의 발아율을 보였다.

발아 후 2~4개월 후 직경이 2 mm 전후의 어린 묘를 기내에 생장점 배양된 삼각주에 접목한 결과 *G. den.*(Yellow)×unknown 조합 16개를 접목 9개가 활착되어 순화 및 온실 접목을 거쳐 최종 9개체가 양성되었다. *G. ven.*(Green Yellow)×unknown 조합 발아개체 중 150개를 기내 접목한 결과 98개가 활착 65.3 %의 활착율을 보였으며 순화와 온실 접목을 거쳐 98개체를 최종 양성하였다(표 25).

Table 24. In vitro sprouting characteristics of seeds obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var.

Cross combinations	No. of seeds sowed	No. of plants sprouted	Rate of sprouting (%) *
<i>G. den.</i> (Yellow)×unknown(Green) <sup>↓</sup>	44	16	36.4
<i>G. ven.</i> (GY)×unknown(Green) <sup>♯</sup>	300	186	62.0
Total	344	202	58.7

↓: *G. den.* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars.

♯: *G. ven.* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars.

\* Investigation of sprouting rate : One month after sowing

Table 25. Characteristics of acclimation of in vitro grafted plants obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var. in glass house

Cross combinations	No. of grafted plants in vitro	No. of graft-take plants	Rate of graft-take (%)	No. of Plants fostered
<i>G. den.</i> (Yellow)×unknown <sup>♯</sup>	16	9	56.3	9
<i>G. ven.</i> (GY)×unknown <sup>♯</sup>	150	98	65.3	98
Total	166	107	64.5	107

♯: *G. den.* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars.

♯: *G. ven.* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars.

### 3) 교배 후대의 선발 및 특성검정

교배 후대의 조합별 구색 분리를 조사한 결과 *G. den.*(Yellow)×unknown 조합 9개체 중 황색 3, 황녹색 2, 녹색 3으로 분리되었으며, *G. ven.*(Green Yellow)×unknown 조합 98개체는 60개가 녹색으로 36개가 녹황색으로 1개가 완전한 황색으로 분리되었다. 이 결과로 볼 때 들인 번이로 나타나는 황색은 교배에 의해서 후대에 유전되는 것으로 생각된다.

*G. den.*(Yellow)×unknown 조합 교배후대 9개체 중 1차 4계통이 선발되어 1, 2차의 특성검정을 마치고 1 계통(원교G3-1)을 선발 재배자 및 관련업체 등의 기호성 조사 후 최종 선발 농진청 직부육성 선정 심의 위원회의 심의를 거쳐 '황금'으로 품종화 되었다.

*G. ven.*(GY)×unknown 조합 교배후대 98개체 중 특성이 우수한 7계통을 1차 선발하여 특성검정을 실시한 결과 7계통 모두 자구의 발생이 3개미만으로 증식력이 낮아 2차 선발 되지 못했다. 금후 집록선인장으로 이용 가능한 비화육 황색계 육성에 가장 큰 문제점은 증식력을 고려해야 하는 점일 것 같다.

Table 26. Separation characteristics of the color of tubercles of offsprings obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var.

Cross combinations	Color of globose			Total
	Yellow	Yellow+Green	Green	
G. den.(Yellow) × unknown(Green) <sup>1</sup>	3	2	4	9
G. ven.(GY) × unknown(Green) <sup>2</sup>	1	36	60	98
Total	4	38	46	107

1: *G. den.* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars.

2: *G. ven.* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars.

Table 27. The number of fostered and selected offsprings obtained from crossing between cultivars of *Gymnocalycium mihanovichii* var.

Cross combinations	No. of obtained offsprings	No. of offsprings selected at first	No. of offsprings selected at second stage	No. of offsprings selected at last
G. den.(Yellow) × unknown <sup>1</sup>	9	4	1	1
G. ven.(Yellow) × unknown <sup>2</sup>	98	7	0	0
Total	107	11	1	1

1: *G. den.* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars

2: *G. ven.* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars.

## 나. 1998년 교배조합

### 1) 교 배

1998년 26 조합에 대한 교배를 실시한 결과 23조합 231협이 결실되어 47.3 %의 결실율을 보였다(표 28).

주요 종의 자가 불화합 정도를 알기 위한 *G. sag.*(신천지)⊗, *G. ven.*(비화옥)⊗, *G. mih.*(비모란 Black)⊗, *G. den.*(해왕환)⊗ 등의 ⊗ 교배를 실시한 결과 *G. mih.*(비모란 Black)⊗ 조합은 결실되지 않았으며 *G. sag.*(신천지)⊗ 는 5 %정도의 결실율을 보여 자가 불화합 정도가 심하였으나 *G. ven.*(비화옥), *G. den.*(해왕환)⊗ 은 40 %와 75 %의 결실율을 보였다. 이는 *Gym.* 속식물이 자가 불화합성이 강한 것으로 알려져 있으나 종에 따라 자가 불화합 정도가 다른 것을 보여주는 결과로 생각된다.

신천지의 *G. sag.*(백색꽃)×*G. sag.*(연분홍꽃) 등 꽃색간의 교배에서는 50~80 %의 결실율을 보였으며 협당 종자수는 400~1,200개로 종자 성숙기간은 50~60일로 빠른 편이었다. *G. sag.*(신천지)를 모본으로 한 ×*G. ven.*(비화옥), ×*G. mih.*(비모란 Black), ×*G. mih.*(비모란 Pink) 조합에서는 8.3 %, 13.6 %, 3.8 %의 낮은 결실율을 보였으며 협당 종자수에서도 정상조합의 30 % 미만의 적은 종자 수를 얻었다.

*G. ven.*(비화옥)을 모본으로 한 ×*G. sag.*(신천지), ×*G. mih.*(비모란 Black), ×*G. mih.*(비모란 Pink), ×*G. mih.*(비모란 Red), ×*G. den.*(해왕환) 종간교잡에서는 비화옥 ⊗ 결과와 비슷한 40~64 % 정도의 결실율을 보였다. 종자 수에서도 협당 64~108개로 비화옥 ⊗ 종자 수와 큰 차이를 보이지 않았다.

*G. mih.*(비모란)을 모본으로 한 ×*G. sag.*(신천지), ×*G. den.*(해왕환), ×*G. ast.*(봉두) 종간교잡에서 20 %, 24 %, 96 %의 결실율을 보였다. 이는 비모란의 ⊗ 에서 결실되지 않은 결과에 미루어 종간교잡이 이루어진 것으로 생각되며 특히 ×*G. ast.*(봉두) 조합은 96.3 %로 매우 높은 결실율을 보였으며 614개로 비모란의 품종간 정상조합의 협당 종자 수 150~200 개의 3배 이상을 보였다.

*G. den.*(해왕환)을 모본으로 한 ×*G. mih.*(비모란 Black), ×*G. mih.*(비모란 Pink), ×*G. mih.*(비모란 Red), ×*G. ven.*(비화옥), ×*G. ast.*(봉두) 조합에서는 76~100%의 결실율을 보여 해왕환 ⊗ 조합의 75% 보다 높은 결과를 보였다.

Table 28. Seed-set characteristics of *Gymnocalycium mihanovichii* var. according to the crossing combinations of cultivars in 1998 year

Selfings or cross combinations	No. of crossed flowers (A)	No. of pod set (B)	Cross -fertilization rate (%) (B/A)	Required days for repening
<i>G. saglionis</i> ⊗	20	1	5.0	60
<i>G. sag.</i> (white) × <i>G. sag.</i> (L Pink)	20	16	80.0	50~60
<i>G. sag.</i> (L Pink) × <i>G. sag.</i> (White)	12	6	50.0	50~55
<i>G. saglionis</i> × <i>G. venturianum</i>	24	2	8.3	52
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	22	3	13.6	60
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	26	1	3.8	60
<i>G. venturianum</i> ⊗	20	8	40.0	40~45
<i>G. venturianum</i> × <i>G. saglionis</i>	20	10	50.0	40~48
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	25	14	56.0	35~41
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	20	7	35.0	40~45
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	20	11	55.0	30~33
<i>G. venturianum</i> × <i>G. denudatum</i>	25	16	64.0	38~42
<i>G. mihanovichii</i> (Black) ⊗	20	0	0	-
<i>G. mih.</i> (Black) × <i>G. saglionis</i>	20	4	20.0	52~78
<i>G. mih.</i> (Black) × <i>G. denudatum</i>	21	5	49~57	23.8
<i>G. mih.</i> (Black) × <i>G. asterium</i>	27	26	46~48	96.3



Table 28. (continued)

Selfings and cross combinations	No. of crossed flowers (A)	No. of pod set (B)	Cross -fertilizatio nrate (%) (B/A)	Required days for repening
<i>G. denudatum</i> ⊗	20	18	59~60	90.0
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	20	16	52~62	80.0
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	20	16	55~58	80.0
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	21	16	56~61	76.2
<i>G. denudatum</i> × <i>G. venturianum</i>	19	15	50~54	78.9
<i>G. denudatum</i> × <i>G. astrium</i>	8	8	57~62	100.0
<i>G. astrium</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	4	0	0	0
<i>G. astrium</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	3	0	0	0
<i>G.</i> (벽탑) × <i>G. mih.</i> (Pink)	10	9	29~32	90.0
<i>G.</i> (벽탑) × <i>G. mih.</i> (Red)	8	4	36~43	50.0
Total 26 combinations	485	231	-	47.6

Table 29. Seed-set characteristics of cacti obtained from interspecific crossing and selfing in *Gymnocalycium* genus in 1998 year

Selfings or cross combinations	Characteristics of pods			Seeds per pod
	Weight (g)	Diameter (mm)	Length (mm)	
<i>G. saglionis</i> ⊗	2.6	15.8	19.7	350
<i>G. sag.</i> (White) × <i>G. sag.</i> (L Pink)	7.9	24.7	25.8	476
<i>G. sag.</i> (L Pink) × <i>G. sag.</i> (White)	9.3	25.4	26.6	1,122
<i>G. saglionis</i> × <i>G. venturianum</i>	4.1	21.4	18.7	75
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	3.0	17.7	18.1	181
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	3.6	20.4	16.0	131
<i>G. venturianum</i> ⊗	0.4	8.8	15.9	104
<i>G. venturianum</i> × <i>G. saglionis</i>	0.2	9.1	13.9	125
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	0.3	8.7	17.3	80
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	0.5	9.5	17.4	94
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	0.8	9.0	19.7	64
<i>G. venturianum</i> × <i>G. denudatum</i>	0.4	8.7	13.8	108
<i>G. mihanovichii</i> (Black) ⊗	0	0	0	0
<i>G. mih.</i> (Black) × <i>G. saglionis</i>	1.0	10.3	20.1	64
<i>G. mih.</i> (Black) × <i>G. denudatum</i>	2.1	12.5	29.8	238
<i>G. mih.</i> (Black) × <i>G. asterium</i>	2.2	12.3	29.9	614

Table 29. (continued)

Selfings or cross combinations	Characteristics of pod			Seeds per pod
	Weight (g)	Diameter (mm)	Length (mm)	
<i>G. denudatum</i> ⊗				
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	3.1	16.2	21.4	128
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	-	-	-	-
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	-	-	-	-
<i>G. denudatum</i> × <i>G. venturianum</i>	-	-	-	-
<i>G. denudatum</i> × <i>G. asterium</i>	-	-	-	-
<i>G. asterium</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	0	0	0	0
<i>G. asterium</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	0	0	0	0
<i>G.</i> (백탑) × <i>G. mih.</i> (Pink)	3.3	16.1	25.8	87
<i>G.</i> (백탑) × <i>G. mih.</i> (Red)	5.2	17.9	31.1	132
Total 26 combinations				

## 2) 교배 후대양성

1998 교배조합의 후대 양성을 위하여 *G. sag.*(신천지)⊗ 등 23조합 7,852 개의 종자를 기내에 파종하여 21조합 2,574 개가 ⊗ 과 중간 교배에서는 발아되어 평균 32.8 %의 발아율을 보였다(표. 30).

*G. sag.*(신천지)를 모본으로 한 조합을 보면 *G. sag.*(신천지) ⊗ 는 350 개의 종자 중 54개가 발아 15.4 %의 발아율을 보였으나 *G. sag.*(백색꽃) × *G. sag.*(연분홍꽃), *G. sag.*(연분홍꽃) × *G. sag.*(백색꽃) 조합의 발아율은 10.8 %, 69.8 %로 매우 다른 결과를 얻었다.

종간 교잡인 *G. sag.*(신천지)×*G. ven.*(비화옥) 은 8 %의 낮은 발아율을 보였으며 발아기도 37일로 계통간 교배보다 늦어졌다. 특히 *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란 B)은 21 %의 비교적 높은 발아율을 보였으나 *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란 P)는 발아하지 않아 대조를 보였으며 발아된 *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란 B)조합에서도 발아가 37일로 종내 교배에 비하여 발아기간이 오래 소요되었다.

*G. ven.*(비화옥)을 모본으로 한 조합에서는 ⊗은 46.2 %, 종간교잡 모두 34.5 %~93.3 %까지 높은 발아율을 보였으며 발아기는 ⊗은 40일 인데 반하여 종간 교잡 조합은 11~26일로 더 빨라지는 결과를 얻었다.

*G. mih.*(비모란)을 모본으로 한 종간 교잡 *G. mih.*(비모란 B)×*G. den.*(해왕환)은 12.4 %의 발아율을 보였으나 *G. mih.*(비모란 B)×*G. ast.*(봉두) 은 모두 발아하지 않아 대조를 보였다.

*G. den.*(해왕환)을 모본으로 한 조합은 ⊗ 에서 56 %의 발아율을 보였으며 종간 교잡 *G. den.*(해왕환)×*G. mih.*(비모란 B), *G. den.*(해왕환)×*G. mih.*(비모란 P), *G. den.*(해왕환)×*G. mih.*(비모란 R)가 각각 38.8 %, 18.3 %, 31.8 %로 ⊗ 에 비하여 약간 낮게 나타났고 *G. den.*(해왕환)×*G. ven.*(비화옥)은 44 %의 비교적 높은 발아율을 보였다.

기타 *G.*(벽탑)×*G. mih.*(비모란 P)은 37 %의 발아율을 보였으나, *G.*(벽탑)×*G. mih.*(비모란 R)은 발아하지 않았다. *G. car.*(광림옥)×*G. mih.*(비모란 R) 은 10 %의 발아율을 보였다.

이상의 결과를 종합해 보면 *G. ven.*(비화옥), *G. den.*(해왕환)을 모본으로 이용한 종간교잡 종자는 대부분 발아율이 높았으나 *G. sag.*(신천지), *G.*(벽탑), *G. mih.*(비모란)을 모본으로 이용한 종간교잡 종자는 발아율이 매우 낮거나 발아되지 않았다. 금후 효율적인 계통양성을 위하여 발아율 향상을 위한 배지의 선발과 미숙배를 적출하여 배양하는 배배양 기술 등에 대한 연구가 뒤따라야 될 것으로 생각된다.

Table 30. In vitro sprouting characteristics of seeds obtained from interspecific crossing in *Gymnocalycium* genus

Selfings and cross combinations	No. of seeds sowed	No. of germinated plants (B)	Rete of sprouting (%)	Required days for first sprouting	Required days for sprouting
<i>G. saglionis</i> ⊗	350	54	15.4	11	18
<i>G. sag.</i> (Wheat)× <i>G. sag.</i> (L Pink)	400	43	10.8	8	10
<i>G. sag.</i> (L Pink)× <i>G. sag.</i> (Wheat)	400	279	69.8	5	9
<i>G. saglionis</i> × <i>G. venturianum</i>	75	6	8.0	6	18
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	400	84	21.0	7	37
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	125	not sprouted	0	-	-
<i>G. venturianum</i> ⊗	221	102	46.2	15	40
<i>G. venturianum</i> × <i>G. saglionis</i>	339	206	60.8	10	26
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	250	87	34.8	13	11
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	250	187	74.8	10	19
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	400	252	63.0	7	18
<i>G. venturianum</i> × <i>G. denudatum</i>	300	280	93.3	7	12
<i>G. mih.</i> (Black)× <i>G. denudatum</i>	420	52	12.4	24	31
<i>G. mih.</i> (Black)× <i>G. asterium</i>	400	not sprouted	-	-	-
<i>G. denudatum</i> ⊗	452	253	56.0	6	15
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	500	194	38.8	17	25
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	420	77	18.3	22	29
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	400	127	31.8	23	30
<i>G. denudatum</i> × <i>G. venturianum</i>	400	176	44.0	7	25
<i>G. denudatum</i> × <i>G. asterium</i>	400	63	15.8	22	29
<i>G.</i> (백탑)× <i>G. mih.</i> (Pink)	400	37	9.3	25	38
<i>G.</i> (백탑)× <i>G. mih.</i> (Red)	400	not sprouted	-	-	-
<i>G. cardenasianum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	150	15	10.0	11	18
Total 23 combinations	7,852	2,574	32.8	-	-

### 3) '98교배 후대의 선발 및 특성검정

교배 후대의 조합별 분리를 조사한 결과 *G. mih.*(비모란 B)×*G. den.*(해왕환) 조합에서는 흑색, 녹색, 분홍색으로 구색이 분리되었으며, *G. ven.*(비화옥)을 모본으로 교배한 조합에서는 대부분 녹색으로 구색이 분리되지 않았고 형태도 비화옥에 가까웠으며 *G. ven.*(비화옥)×*G. den.*(해왕환)조합만 구색이 일부 연녹색과 녹색으로 분리되었다.

*G. den.*(해왕환)을 모본으로 한 조합에서는 ×*G. ven.*(비화옥), ×*G. asterium*(봉두) 조합에서 구색은 녹색이었으나 각각 비화옥과 해왕환, 봉두와 해왕환의 형태가 일부 분리되었다. 그러나 ×*G. mih.*(비모란) 조합에서는 구색과 구형 모두 비화옥의 형태를 보여 다시 정밀한 검토가 필요할 것 같다.

*G. sag.*(신천지)를 모본으로 한 조합 중 *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란 B) 조합은 구색과 구형 모두 신천지와 특성이 동일하였으며, *G. sag.*(신천지 LP), *G. sag.*(신천지 W)의 화색간 상호 교배 조합에서는 구색은 모두 녹색이었으나 가시의 색이 황갈색과 적갈색이 거의 1:1 비율로 분리되었다.

기타의 조합 중 *G. car.*(광립옥)×*G. mih.*(비모란 R), *G.*(벽담)×*G. mih.*(비모란 P) 모두 모본의 형태와 같아 구색으로 분리가 일어나지 않았으나 *G.*(능고)×*G. mih.*(비모란 B) 조합의 경우 형태는 능고+비모란의 형태가 많이 분리되었고 구색도 녹색, 흑색, 적색, 주황색 등으로 다양한 분리가 일어나 금 후 중간 교잡시 모본이나 부분으로 활용이 기대되었다.

교배 후대의 정식 1년 후의 생육을 조사한 결과 구경의 생육은 *G. ven.*(비화옥)을 모본으로 활용한 조합에서 신장이 빨랐으며, *G.*(벽담), *G. den.*(해왕환), *G. sag.*(신천지), *G.*(능고), *G. car.*(광립옥) 순 이었다. 자구의 수는 *G. mih.*(비모란 B)×*G. den.*(해왕환) 조합에서 12.5개로 가장 많았으며, *G.*(능고)×*G. mih.*(비모란 B) 5.9개, *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란 B) 4.3개, *G. sag.*(신천지) ⊗ 3.3개이었으며 나머지 모든 조합에서는 1.0개미만을 나타내었다.

Table 31. Separation characteristics of color and shape of offsprings obtained from interspecific crossing and selfing in *Gymnocalycium* genus

Cross combinations	Lines	Other characteristics
<i>G. mih.</i> (Black) × <i>G. denudatum</i>	47	흑, 녹색,분홍색으로 분리
<i>G. venturianum</i> ⊗	93	녹색, 대부분 비화옥의 형태
<i>G. venventurianum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	77	“
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	53	“
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	150	“
<i>G. venturianum</i> × <i>G. denudatum</i>	15	녹색, 연녹색, 녹황색분리
<i>G. venturianum</i> × <i>G. saglionis</i>	43	녹색, 대부분 비화옥의 형태
<i>G. venturianum</i> × <i>G. ven.</i> (Yellow C2)	47	녹색, 녹황색 분리
<i>G. denudatum</i> ⊗	184	녹색, 해왕환
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	51	녹색, 대부분 해왕환의 형태
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	60	“
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	28	“
<i>G. denudatum</i> × <i>G. venturianum</i>	56	해왕환, 비화옥의 형태 분리
<i>G. denudatum</i> × <i>G. asterium</i>	34	해왕환, 봉두의 형태 분리
<i>G. saglionis</i> ⊗	55	녹색, 신천지
<i>G. sag.</i> (L Pink) × <i>G. sag.</i> (White)	171	황갈색 적갈색가시 분리
<i>G. sag.</i> (White) × <i>G. sag.</i> (L Pink)	32	“
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	35	녹색, 대부분 신천지의 형태
<i>G.</i> (능고) × <i>G. mih.</i> (Black)	166	적색, 흑색, 녹색 등 분리
<i>G. cardenasianum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	7	회녹색, 광립옥형태
<i>G.</i> (벽탑) × <i>G. mih.</i> (Pink)	19	녹색, 대부분 벽탑형태
Total 21 combinations	1,423	

Table 32. Characteristics of offsprings obtained from interspecific crossing and selfing in *Gymnocalycium* genus

Cross combinations	No. of lines obtained	Diam. (mm)	No. of tubercles	No. of ribs	Length of spins
<i>G. mih.</i> (Black) × <i>G. denudatum</i>	47	40.5	12.5	9.0	5.5
<i>G. venturianum</i> ⊗	93	69.7	0.2	10.5	11.3
<i>G. venventurianum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	77	71.7	0.4	9.9	10.1
<i>G. venventurianum</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	53	68.8	2.3	10.2	9.6
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	150	77.8	0.4	10.7	11.5
<i>G. venturianum</i> × <i>G. denudatum</i>	15	61.7	0.4	8.7	10.6
<i>G. venturianum</i> × <i>G. saglionis</i>	43	73.1	0.4	10.7	10.5
<i>G. venturianum</i> × <i>G. ven.</i> (Yellow C2)	47	-	-	-	-
<i>G. denudatum</i> ⊗	184	65.8	0.7	7.6	11.4
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	51	63.8	0.5	7.8	11.5
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	60	62.1	0.3	7.7	13.4
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	28	61.6	0.7	8.0	12.3
<i>G. denudatum</i> × <i>G. venturianum</i>	56	68.4	0.2	7.8	12.1
<i>G. denudatum</i> × <i>G. asterium</i>	34	64.4	0.5	7.9	11.1
<i>G. saglionis</i> ⊗	55	52.9	3.3	8.3	18.7
<i>G. sag.</i> (L Pink) × <i>G. sag.</i> (White)	171	59.3	2.0	8.9	21.1
<i>G. sag.</i> (White) × <i>G. sag.</i> (L Pink)	32	57.9	1.0	8.5	21.6
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Black)	35	66.0	4.3	8.8	23.6
<i>G.</i> (능고) × <i>G. mih.</i> (Black)	166	50.8	5.9	9.0	11.7
<i>G. cardenasianum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	7	31.6	0	6.2	19.7
<i>G.</i> (벽담) × <i>G. mih.</i> (Pink)	19	64.1	0.9	8.1	9.2
<i>G.</i> (벽담) × <i>G. mih.</i> (Red)	5	66.6	0.4	8.6	10.7
<i>G.</i> (서운환) ⊗	174	60.9	4.2	9.5	8.9
Total 23 combinations	1,602				



다. 1999년 교배조합

1) 교 배

1999년 22조합에 대한 교배를 실시한 결과 22조합 227화 교배 중 16조합 102협이 결실되어 44.9 %의 결실율을 보였다(표 33).

주요 조합별 결실율은 *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란 Red) 조합은 *G. sag.*(신천지)의 계통간 교배의 결실율 51.4 % 보다 약간 낮은 31.7 %의 결실율을 보였으며 종자수도 약간 적은 1,495개였다.

*G. ven.*(비화옥) 황색을 육성하기 위하여 8개 조합 21화를 교배한 결과 7개조합 17협이 결실되어 평균 80.9 %의 결실율을 얻었다.

*G. mih.*(비모란)을 모본으로 한 중간교잡 *G. mih.*(비모란 Black)×*G. sag.*(신천지 Green), *G. mih.*(비모란 Black)×*G.* (종귀옥), *G. mih.*(비모란 Orange)×*G.* (능고)조합은 결실을 얻었으나 *G. mih.*(비모란 Orange)×*G. den.*(해왕환 Green) *G. mih.*(비모란 고양16호)×*G. ven.*(비화옥) 조합은 결실되지 않았다.

*G. den.*(해왕환)을 모본으로 한 *G. den.*(해왕환 Yellow)×*G. den.*(해왕환 Green)조합에서 2협을 얻었으며, *G. den.*(해왕환Green)×*G. mih.*(비모란 Orange)은 결실을 얻지 못했다.

기타 *G.* (종귀옥)×*G. mih.*(비모란 Red) 조합에서 1협을 얻었고 *G. car.*(광림옥)×*G. mih.*(비모란 Red), *G.* (능고)×*G. mih.*(비모란 Red) 조합에서는 결실을 얻지 못했다.

이상의 결과를 본다면 중간교잡시 품종이나 계통에 따라 결실율과 종자의 수에 많은 차이가 있음을 알 수 있었다.

Table 33. Seed-set characteristics of cacti obtained from interspecific crossing and selfing in *Gymnocalycium* genus in 1998 year

Cross combinations	No. of flowers crossed (A)	No. of pods set (B)	Required days for ripening	No. of seeds per pod	Cross -fertilization rate (%) (B/A)
<i>G. saglionis</i> × unknown <sup>z</sup>	35	18	62~67	1,628	51.4
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	41	13	60~79	1,495	31.7
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Orange)	29	12	-	-	41.4
<i>G. venturianum</i> (Yellow 9901) × <i>G. ven.</i> (Yellow 9902)	4	2	41	169	50.0
<i>G. venturianum</i> (Yellow 9902) × <i>G. ven.</i> (Yellow 9901)	1	1	39	46	100
<i>G. venturianum</i> (Yellow 9903) × <i>G. ven.</i> (Yellow 9901)	1	1	41	42	100
<i>G. venturianum</i> (Yellow 9904) × <i>G. ven.</i> (Yellow 9901)	1	0	0	0	0
<i>G. venturianum</i> (Green 9901) × <i>G. ven.</i> (Yellow 9901)	4	4	39	60	100
<i>G. venturianum</i> (Yellow 9902) × <i>G. ven.</i> (Yellow 9901)	2	2	39	94	100
<i>G. venturianum</i> (Green 9903) × <i>G. ven.</i> (Yellow 9901)	2	2	39	138	100
<i>G. venturianum</i> (Yellow 9904) × <i>G. ven.</i> (Yellow 9901)	6	5	39	100	83.3
<i>G. mihanovichii</i> (Black) × <i>G. saglionis</i>	21	3	63	8	14.3
<i>G. mihanovichii</i> (Black) × <i>G.</i> (종귀옥)	16	9	-	-	56.3
<i>G. mihanovichii</i> (Orange) × <i>G. denudatum</i>	2	0	0	0	0
<i>G. mihanovichii</i> (Orange) × <i>G.</i> (능고)	11	9	-	-	81.8
<i>G. mihanovichii</i> (Orange) × <i>G. cardenasianum</i>	25	18	-	-	72.0

Table 33. (continued)

Cross combinations	No. of flowers crossed (A)	No. of pods set (B)	Required days for ripening	No. of seeds per pod	Cross -fertilization rate (%) (B/A)
<i>G. mihanovichii</i> (Koyeong 16) × <i>G. venturianum</i>	5	0	0	0	0
<i>G. denudatum</i> (Yellow) × <i>G. denudatum</i> (Green)	7	2	68	44	33.7
<i>G. denudatum</i> (Green) × <i>G. mihanovichii</i> (Orange)	1	0	0	0	0
<i>G.</i> (중귀옥) × <i>G. mihanovichii</i> (Red)	5	1	51	75	10.4
<i>G. cardenasianum</i> × <i>G. mihanovichii</i> (Red)	5	0	0	0	0
<i>G.</i> (등고) × <i>G. mihanovichii</i> (Red)	3	0	0	0	0
Total 22 combinations	227	102 (16조합)			44.9

<sup>z</sup> : *G. sag.* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars

## 2) 교배 후대양성

1999년 교배조합 10조합 3,060개를 파종한 결과 7조합 321개체가 발아되어 10.5 %의 낮은 발아율을 보였다(표 34).

조합별로 보면 *G. ven.*(비화옥) 황색의 육성을 위한 조합인 *G. ven.*(Yellow 9902)×*G. ven.*(Yellow 9901), *G. ven.*(Yellow 9903)×*G. ven.*(Yellow 9901), *G. ven.*(Green 9901)×*G. ven.*(Yellow 9901) 조합에서 전혀 발아하지 못했으며 *G. ven.*(Yellow 9901)×*G. ven.*(Yellow 9902)은 16.9 %, *G. ven.*(Yellow 9902)×*G. ven.*(Yellow 9901)은 24.3 %, *G. ven.*(Green 9903)×*G. ven.*(Yellow 9901)은 59 %, *G. ven.*(Yellow 9904)×*G. ven.*(Yellow 9901)은 2.4 %의 발아율을 보여 조합간에 편차가 아주 크게 나타났다.

중간교잡인 *G. sag.*(신천지 Green)×*G. mih.*(비모란 Red)에서는 1,358개를 파종하여 16개가 발아 1.2 %의 낮은 발아율을 보였으며, *G. mih.*(비모란 Red)×*G. sag.*(신천지 Green)에서는 14개를 파종 14개가 발아되어 100 %의 발아율을 보여 금 후 별도의 검토가 필요할 것으로 생각된다.

*G. den.*(해왕환) 황색을 육성하기 위한 *G. den.*(Yellow)×*G. den.*(green) 조합에서는 68개를 파종하여 12개가 발아되어 10.5 %의 발아율을 보였다.

발아 개체에 대한 기내접목결과 8개 조합 322 개체 중 135개가 활착되어 41.9 %의 활착율을 보였으며 온실 순화 후 생육 중에 있다.

Table 34. In vitro sowing for fostering offsprings obtained from interspecific crossing and selfing in *Gymnocalycium* genus in 1999

Cross combinations	No. of seeds sowed	No. of plants sprouted	Rate of sprouting (%) *
<i>G. sag.</i> (Green) × <i>G. mih.</i> (Red)	1,358	16	1.2
<i>G. ven.</i> (Yellow9901) × <i>G. ven.</i> (Yellow9902)	360	61	16.9
<i>G. ven.</i> (Yellow9902) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	46	0	0
<i>G. ven.</i> (Yellow9903) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	42	0	0
<i>G. ven.</i> (Green9901) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	210	0	0
<i>G. ven.</i> (Yellow9902) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	189	46	24.3
<i>G. ven.</i> (Green9903) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	271	160	59.0
<i>G. ven.</i> (Yellow9904) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	502	12	2.4
<i>G. mih.</i> (Red) × <i>G. sag.</i> (Green)	14	14	100
<i>G. den.</i> (Yellow) × <i>G. den.</i> (green)	68	12	17.6
Total 10 combinations	3,060	321	10.5

\* Investigation of sprouting rate : One month after sowing

Table 35. In vitro grafting for fostering offsprings obtained from interspecific crossing and selfing in *Gymnocalycium* genus in 1999

Cross combinations	No. of plants grafted	No. of graft-take plants	Rate of graft-take	No. of fostered plants
<i>G. sag.</i> (Green) × <i>G. mih.</i> (Red)	16	5	31.3	5
<i>G. ven.</i> (Yellow9901) × <i>G. ven.</i> (Yellow9902)	61	25	41.0	25
<i>G. ven.</i> (Yellow9902) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	0	0	0	0
<i>G. ven.</i> (Yellow9903) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	0	0	0	0
<i>G. ven.</i> (Green9901) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	0	0	0	0
<i>G. ven.</i> (Yellow9902) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	46	6	13.1	6
<i>G. ven.</i> (Green9903) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	160	83	51.9	83
<i>G. ven.</i> (Yellow9904) × <i>G. ven.</i> (Yellow9901)	12	1	8.3	1
<i>G. mih.</i> (Red) × <i>G. sag.</i> (Green)	15	7	46.7	15
<i>G. den.</i> (Yellow) × <i>G. den.</i> (green)	12	8	66.7	8
Total 10 combinations	322	135	41.9	135

## 다. 2000년 교배조합

### 1) 교 배

2000년 *Gym.*속에 품종 및 중간 교배는 현재 모본으로 선발된 *G. mih.*(비모란) 등 4종을 이용하여 총 22조합 367화를 교배 111협이 결실되어 30.2 %의 결실율을 보였다(표. 36).

조합별 *G. mih.*(비모란)을 모본으로 한 *G. mih.*(비모란 R)×*G. ven.*(비화옥) 등 6개의 중간교잡 조합 중 *G. mih.*(비모란 P)를 모본으로 한 2개 조합에서 결실되지 않았으며 결실된 4개 조합에서도 결실율이 8.6 %~100 %까지 다양하였다.

*G. ven.*(비화옥)을 모본으로 한 비모란 3개 조합은 모두 결실되었으며, 해왕환을 모본으로 한 비모란 3개 조합도 모두 결실되었다. 신천지를 모본으로 한 비모란 3개 조합에서는 *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란 O) 조합이 결실되지 않았다.

기타 비화옥 황색을 육성하기 위한 *G. ven.*(비화옥금0001)×*G. ven.*(비화옥G) 조합 등 4개조합을 교배하여 3조합에서 결실을 얻었다.

결실된 종자: 2000. 12월 현재 후대 양성을 위하여 기내 파종 중에 있다

Table 36. Seed-set characteristics of cacti obtained from interspecific crossing and selfing in *Gymnocalycium* genus in 1999

Cross combinations	No. of flowers crossed (A)	No. of pods set (B)	Required days for ripening	No. of seeds per pod	Cross-fertilization rate (%) (B/A)
<i>G. mih.</i> (Red) × <i>G. venturianum</i>	13	2	-	-	15.4
<i>G. mih.</i> (Red) × <i>G. denudatum</i>	26	9	-	-	34.6
<i>G. mih.</i> (Red) × <i>G. saglionis</i>	35	3	-	-	8.6
<i>G. mih.</i> (Pink) × <i>G. venturianum</i>	22	0	-	-	0
<i>G. mih.</i> (Pink) × <i>G. denudatum</i>	4	0	-	-	0
<i>G. mih.</i> (Orange) × <i>G. venturianum</i>	18	15	-	-	83.3
<i>G. mih.</i> (Orange) × <i>G. denudatum</i>	14	14	-	-	100
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	14	4	60	-	28.6
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	13	3	60	23	23.1
<i>G. venturianum</i> × <i>G. mih.</i> (Orange)	9	1	60	14	11.1
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	22	7	90	186	29.2
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	17	7	90	110	41.2
<i>G. denudatum</i> × <i>G. mih.</i> (Orange)	11	2	90	278	18.2
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Red)	66	26	90	-	39.4
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Pink)	56	5	90	948	8.9
<i>G. saglionis</i> × <i>G. mih.</i> (Orange)	4	0	0	0	0
<i>G. ven.</i> (Green) × <i>G. ven.</i> (Yellow 0001)	7	4	-	65	57.1
<i>G. ven.</i> (Yellow 0001) × <i>G. ven.</i> (Green)	5	4	60	40	80.0
<i>G. ven.</i> (Green) × <i>G. ven.</i> (Yellow 0002)	11	5	-	68	45.5
<i>G. ven.</i> (Yellow 0002) × <i>G. ven.</i> (Green)	1	0	0	0	0
Total 22 combinations	367	111	-	-	30.2



## 5. *Gym.* 속의 종간교잡시 불임원인 및 화분저장에 관한 연구

### 가. *Gym.* 속의 종간교잡시 불임원인

종간교잡시 불임원인 구명을 위하여 주사전자현미경(SEM)을 이용 주두내 화분 발아 능력을 검정한 결과 *G. mih.*(비모란)×*G. ven.*(비화옥), *G. mih.*(비모란)×*G. den.*(해왕환), *G. mih.*(비모란)×*G. sag.*(신천지), *G. ven.*(비화옥)×*G. mih.*(비모란), *G. den.*(해왕환)×*G. mih.*(비모란), *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란)조합 모두에서 정상 발아하였으나, 주두내 침투에 있어서는 종내 정상 수분에 비하여 침투수가 적은 경향을 보였다.

배 발육상태를 조사하기 위하여 발아율이 낮았던 *G. mih.*(비모란)×*G. ven.*(비화옥), *G. ven.*(비화옥)×*G. mih.*(비모란), *G. mih.*(비모란)×*G. sag.*(신천지), *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란)를 교배한 결과 수정은 이루어지고 종자의 외관은 정상적으로 자랐으나 수정 30일 이후부터 배가 일부 배가 급격히 퇴화하기 시작하는 것으로 관찰되어 금후 여기에 관련한 정밀한 시험이 더 요구되며 아울러 조기에 배를 적출하여 배양하는 미숙배 배양기술의 개발이 요구된다.

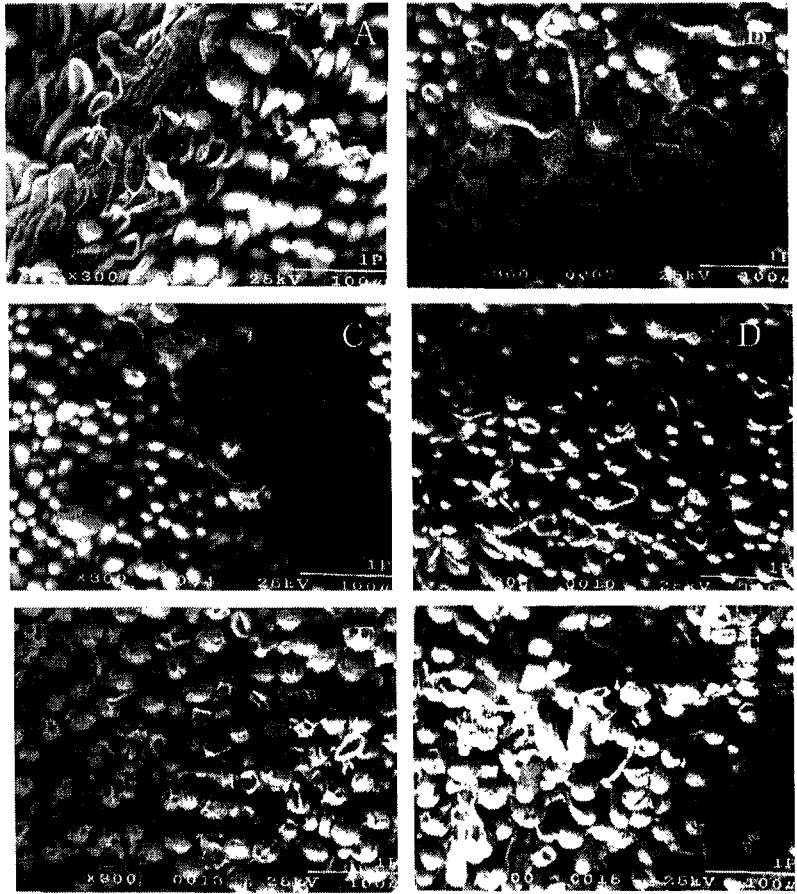


Fig. 2. Elongation of pollen tube 24 hours after pollination between species of *Gymnocalycium* genus. A, *G. mihanovichii* × *G. venturianum*; B, *G. mihanovichii* × *G. denudatum*; C, *G. mihanovichii* × *G. saglionis*; D, *G. venturianum* × *G. mihanovichii*; E, *G. denudatum* × *G. mihanovichii*; F, *G. saglionis* × *G. mihanovichii*. (photo was taken using SEM)

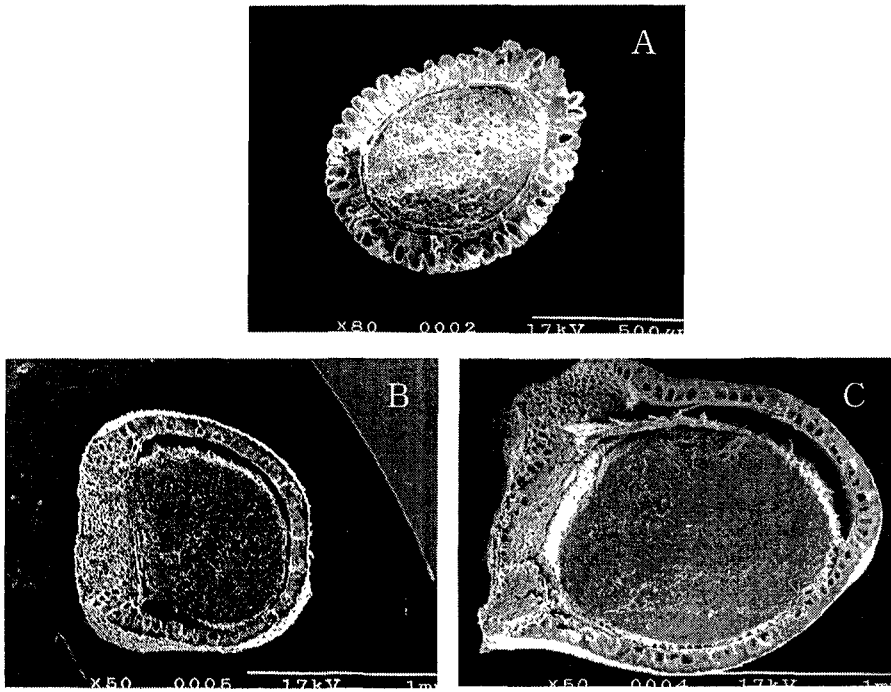


Fig. 3. Development of healthy embryo obtained from crossing between intra species of *Gymnocalycium* genus 60 days after pollination. A, *G. mihanovichii*; B, *G. venturianum*; C, *G. denudatum* (photo was taken using SEM).

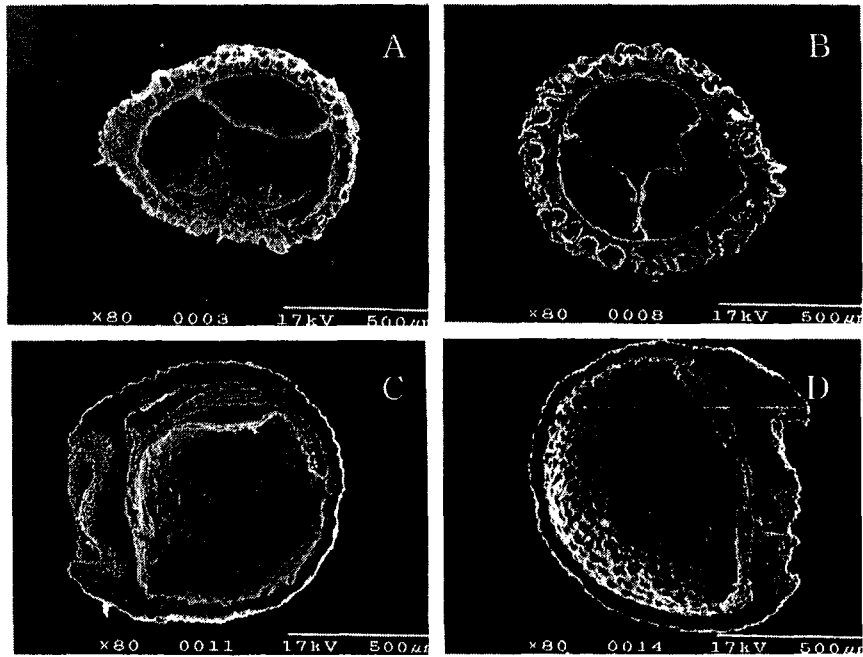


Fig.4. Development of healthy embryo obtained from interspecific crossing in *Gymnocalycium* genus 30 days and 60 days after pollination. A, *G. mihanovichii* × *G. venturianum* (30 days); B, *G. mihanovichii* × *G. venturianum* (30 days); C, *G. venturianum* × *G. mihanovichii* (30 days); D, *G. venturianum* × *G. mihanovichii* (30 days) (photo was taken using SEM)

나. 화분저장 시험

중간교잡시 종별 개화시기의 차이를 극복하기 위하여 온도조건 25(상온), 5, - 5℃저장온도와 저장기간을 0, 1주, 2주, 4주, 8주로 하여 처리별 각 10화씩 교배한 결과 아래와 같다 (표. 43).

비모란(*G. mih.*)에서는 화분의 채취와 동시에 수분한 처리에서 70 %의 결실율을 보였으며 상온에서는 2주 정도에서 50 %이상의 결실을 보였고, 5, - 5℃에서는 4주 이후에 50 % 이하로 급속히 떨어졌다. 종자의 수에 있어서도 무저장에 비하여 저장화분의 처리에서 종자수가 적은 경향을 보였다.

비화옥에서는 무저장한 수분에서 결실율 80 %, 협당 종자 수가 141개를 나타냈으나 상온에서는 2주까지 5, - 5℃ 처리에서는 4주까지 50 %이상의 결실율을 보였고 종자의 수는 상온에 비하여 5, - 5℃에 저장한 화분이 더 많았다.

해왕환에서는 무저장한 수분에서 결실율 70 %에 협당 종자수가 268개로 나타났으며 25, 5, - 5℃에 저장한 화분 모두 4주까지 50 %이상의 결실율을 보였고 종자수는 비화옥과 반대로 25℃에서 오히려 많았다.

이상의 결과로 보아 비모란, 비화옥은 25℃ 상온에서는 2주 5, - 5℃ 저장에서는 4주까지 저장이 가능하며 해왕환은 25, 5, - 5℃ 모두 4주까지 저장이 가능한 것으로 생각된다.

Table 43. Seed-set characteristics of *Gymnocalycium* genus according to the storage condition of pollens

Species	Temperature condition	Storage duration	Rate of seed-set (%)	No. of seeds per pod
<i>G. mihanovichii</i>	Ambient temperature (25±2℃)	1 wk	60	198
		2 wks	60	152
		4 wks	40	167
		8 wks	0	0
	5℃	1 wks	80	206
		2 wks	60	165
		4 wks	60	174
		8 wks	10	71
	- 5℃	1 wks	60	191
		2 wks	80	153
		4 wks	50	91
		8 wks	0	0
	Not stored	-	70	227

Table 43. (continued)

Species	Temperature condition	Storage duration	Rate of seed-set (%)	No. of seeds per pod
<i>G. venturianum</i>	Ambient temperature (25±2°C)	1 wks	70	39
		2 wks	60	42
		4 wks	30	8
		8 wks	0	0
	5°C	1 wk	70	128
		2 wks	60	100
		4 wks	50	82
		8 wks	0	0
	- 5°C	1 wk	60	191
		2 wks	80	153
		4 wks	60	91
		8 wks	0	0
	Nor stored	-	80	141
	<i>G. denudatum</i>	Ambient temperature (25±2°C)	1 wk	60
2 wks			70	266
4 wks			70	177
8 wks			10	85
5°C		1 wk	80	183
		2 wks	60	196
		4 wks	60	276
		8 wks	20	96
- 5°C		1 wk	70	66
		2 wks	80	47
		4 wks	70	190
		8 wks	0	0
Not stored		-	70	268

## 5. 2000 신품종 육성결과

### 가. 진적색 비모란 신품종 '단홍 (丹紅)' 육성

#### 1) 서 언

접목 선인장 비모란은 1940년 초 일본에서 육성한 것으로, 파라과이 원산인 5~6 cm 구형선인장 북단옥(Haustein 1986, Pilbeam 1995)에서 적색의 실생이 분리되었다. 이 계통들은 엽록소를 갖고 있지 않아 자급영양이 불가능하여 삼각주, 용신목, 와룡, 육각주 등 녹색을 가진 선인장을 대목으로 이용하여 접목 재배되고 있으며 유럽과 미주지역에서 중요한 관상식물 중의 하나로 취급되어진다. 국내에는 1960년 후반에 도입되었으나 본격적인 재배는 1970년대 후반부터이다.

초기의 국내 재배품종들은 일본에서 도입 재배되다가 몇몇 취미가와 독농가에서 품종간 교잡을 통하여 얻어진 개체 중 우수한 개체를 선발하여 재배하고 있으며 이에 대한 체계적인 연구는 세계적으로 미미하다.

원예연구소에서는 1989년부터 구색이 선명하며 번식력이 높고 생육이 빠른 국제 기호성 신품종의 육성을 목표(농진청 1991)로 국내외 유전자원을 수집 특성을 조사하고 그중 우수한 계통을 선발 교배육종을 시작하였다. 金 등(1990)은 기존의 온실파종에 의한 낮은 계통 양성율을 높이기 위하여 기내파종과 기내접목을 통한 새로운 계통양성법을 개발하였고, 鄭 등(1994, 1997, 1998, 1999)은 1994년 적색 비모란 '紅日', '紅雨', '紅霞', '紅潮'를 육성 농가에 보급하였으며, 1997년 적황색인 '明月', '鮮紅', 적색인 '紅光'을 육성하였다. 1998년에는 '靑實', '紅實', '연지', '곤지', '紅月'을, 1999년에는 진적색 '雪紅', '眞紅', '滿紅', 적색 '紅水', 적황색 '憐憫', '色同', 흑·분홍색 '烏鵲', 분홍색 '新星', '氷花', 황색 '後光'을 육성 다양한 구색을 가진 품종을 보급하여 소비자의 선택의 폭을 넓혀 주었다. 2000년 농림특정과제 수행 중 선발된 비모란 '원교G1-83', '원교G1-84'은 기존 진적색계 품종에서 조직이 약하여 재배나 수송 중 부패가 많았던 결점이 보완된 품종으로 2000년 최종 선발되어 농진청 직부육성품종 심의회에서 우량품종으로 선정 '丹紅'으로 명명되었기에 그 특성을 소개한다.

2) 육성경위

1989~1991년 원예연구소에서 수집한 국내·외 유전자원 중 적색계는 구색이 선명하지 않은 결점이 있었으며 1993년 수집된 진적색 품종은 형태와 자구의 착생 위치가 불안정하고 조직이 약하여 재배나 수송 중에 부패에 의한 피해가 많이 발생하였다. 이러한 결점을 보완하고자 93년 적색으로 형태가 우수하고 조직이 단단한 'IG9214'(우)×'IG9208(Sun)'(송)을 교배하여 적색으로 조직이 단단하고 형태가 우수한 '930903'을 선발하였다. 1997년 '930903'을 모본으로 진적색인 'IG9332'를 교배하여 400개의 종자를 기내에 파종하고 기내 접목과 순화를 거쳐 최종 124계통을 양성하였다. 양성계통 중 1998년 구색이 선명한 12계통을 1차 선발하고 1999~2000년 2회의 특성검정을 마치고 그중 구색, 생육, 번식력 등이 우수하고 특히 조직이 강하며 자구 착생위치가 중앙에 안정된 '원교G1-83'을 육성하였다. '원교G1-83'은 2000년 12월 농진청 직무육성 선정위원회에서 '단홍'으로 품종화되어 2001년부터 농가에 보급할 예정이다.

Year	1997	1998	1999	2000
Generation	Crossing	Seeding F <sub>1</sub> V <sub>0</sub>	F <sub>1</sub> V <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> V <sub>2</sub>
	930903 × IG9332	9728001 9728002 9728003 · · · · · · 9728124	- 9728020V <sub>1</sub> - 9728035V <sub>1</sub> - 9728037V <sub>1</sub> - 9728038V <sub>1</sub> - 9728044V <sub>1</sub> · - 9728101V <sub>1</sub>	- 9728035V <sub>2</sub> - 9728038V <sub>2</sub> — WonkyoG1-83 - 9728046V <sub>2</sub> - 9728067V <sub>2</sub> - 9728082V <sub>2</sub> - 9728084V <sub>2</sub>
No. of lines		124	12	6
Major procedure	Artificial cross	Individual selection	Lines selected	Named

Fig. 5. The breeding pedigree of *Gymnocalycium mihanovichii* var. 'Danhong'



### 3) 주요특성

#### ○ 구색 및 형태적 특성

비모란 '단홍'은 기존 육성품종인 진홍과 같이 진적색이나 구색이 더 밝고 선명하다. 구형은 국내의 재배품종 중 가장 오랜 기간 재배되었던 'Sun' 품종의 모양으로 대부분의 진적색 재배품종이 원형이나 편원형인데 비하여 편편형이다. 자구의 착생 위치는 중앙에 안정되어 있고 결각은 10~11개로 기존 육성품종인 진홍의 8~9개에 비하여 약간 많은 편이다. 농선의 모양은 약간 톱니 모양으로 돌출되어 있으며 깊이는 중 정도로 전체적인 선이 대비품종에 비하여 부드럽다. 가시는 백색 밝은 느낌을 주며 길이는 짧아 찢림이 적어 작업에 유리하다. 특히 '단홍' 품종은 가지자리에 백색 모용이 잘 발달되어 있어 밝은 느낌을 준다.

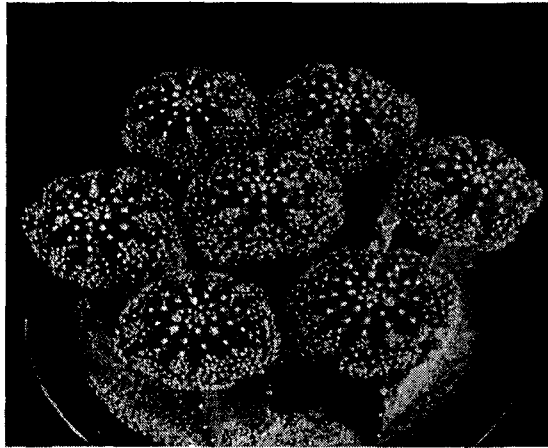


Fig. 6. *Gymnocalycium mihanovichii* var. 'Danhong'

Table 37. Characteristics of *Gymnocalycium mihanovichii* var. 'Danhong' and 'Jinhong'

Cultivar	Color <sup>1</sup> (H, V/C)			Rib	
	Globe	Tubercles	No.	Shape	Depth
Danhong (G1-83)	Dark Red (7.5R 4/16)	Dark Red	10~11	Project	Medium
Jinhong (Check)	Dark Red (5R 4/13)	Dark Red	8~9	Project	Deep

Table 37. (continued)

Cultivar	Spine <sup>2</sup>			Shape of globe	Degree of Preference <sup>3</sup>
	Color	Shape	Length		
Danhong (G1-83)	White	Straight	Short	Flat	4.0
Jinhong (Check)	Dark Brown	Straight	Short	Flat Round	3.0

1 Color : RY - Red and Yellow, HV/C - Korea standard color(Hue Value/Chroma)

2 Spine Length : Short - Shorter than 5mm, Medium - 5~10mm,  
Long - Longer than 10mm

3 Preference : Low (1) ~ High (5)

○ 생육 특성

선발 계통에 대하여 15cm 삼각주에 접목하여 선인장 용토(모래 50 : 돈분 50)에 정식하여 2차의 생육특성을 검정한 결과 정식 10개월 후의 구경의 증가량이 대비 품종인 진홍에 20.8 mm에 비하여 '단홍'은 25.3 mm로 생육이 빠르다. 자구의 착생 수는 12.8로 대비 품종인 진홍의 19.7개에 비하여 적게 착생한다. 그러나 대비품종인 진홍 품종의 경우 많은 자구의 착생으로 증식력은 우수하나 상품생산에서는 조잡하게 보여 오히려 품질을 떨어뜨리는 원인으로 작용하므로 품질에서는 '단홍'이 더 우수하였으며 증식도 적절한 편이다. 진적색 품종의 결점인 구의 조직 강도가 높아 재배시에 부패가 적고 장시간 수송에도 더 유리하다. 특히 '단홍' 품종은 생육이 빠르고 경도도 높아 생육이 느린 벤치재배에 적합하다.

Table 38. Growth characteristics of 'Danhong' and 'Jinhong' ten months after planting

Cultivar	Increased diameter of globe (mm) <sup>J</sup>			No. of tubercles			Hardness
	1st	2nd	Average	1st	2nd	Average	
Danhong (G1-83)	26.7	23.9	25.3	12.3	13.3	12.8	45
Jinhong (Check)	23.2	18.4	20.8	18.5	20.9	19.7	36

J : 1st value is obtained from subtracting diameter of planting period from those of 10 months after planting, and 2nd value is measured 8 months after planting

#### 4) 적응지역 및 재배상의 유의점

쥬복선인장 비모란은 시설재배 작물로 15~35 °C 범위의 경기 이남지역에서는 어디에서나 재배가 가능하며 교잡종이므로 영양번식에 의하여 특성이 유지된다. 특히 진적색 품종의 경우 엽록소가 없으므로 녹색의 선인장에 접목 재배 하여야 하며 표피가 약하여 과도한 차광이나 강광 노출되면 퇴색될 수 있으므로 4~10월 40~50 % 차광 재배하여야 한다(정 1995). 바이러스 감염에 의한 생육저하와 퇴색, 접목 활착을 저하 등을 일으킬 수 있으므로 바이러스 감염에 유의하여야 한다.

## 나. 진적색 비모란 신품종 '비홍(飛紅)' 육성

### 1) 서 언

접목 선인장 비모란은 1940년 초 일본에서 육성한 것으로, 파라과이 원산인 5~6 cm 구형선인장 목단옥(Haustein 1986, Pilbeam 1995)에서 적색의 실생이 분리되었다. 이 계통들은 엽록소를 갖고 있지 않아 자급영양이 불가능하여 삼각주, 용신목, 와룡, 육각주 등 녹색을 가진 선인장을 대목으로 이용하여 접목 재배되고 있으며 유럽과 미주지역에서 중요한 관상식물 중의 하나로 취급되어진다. 국내에는 1960년 후반에 도입되었으나 본격적인 재배는 1970년대 후반부터로 재배면적은 1999년 55.6ha, 생산량은 천주며 수출액은 2,904천\$로 지속적인 수출 가능 작목이다.

원예연구소에서는 1989년부터 구색이 선명하며 번식력이 높고 생육이 빠른 국제 기호성 신품종의 육성을 위한 연구를 시작하여 1994년 적색 비모란 '紅日' 등 4품종 1997년 적황색인 '明月' 등 3품종, 1998년에는 녹색 '靑實' 등 5품종, 1999년에는 진적색 '雪紅' 등 10품종을 육성 보급하였다. 2000년 농림특정과제 수행 중 선발된 비모란 '원교G1-84'은 기존 진적색계 품종에서 조직이 약하여 재배나 수송 중 부패가 많았던 결점이 보완된 품종으로 2000년 최종 선발되어 농진청 직무육성 선정 심의위원회에서 우량품종으로 선정 '飛紅'으로 명명되었기에 그 특성을 소개한다.

### 2) 육성경위

1989~1991년 원예연구소에서 수집한 국내·외 유전자원 중 적색계는 조직이 강하고 부패가 적으나 색이 선명하지 않으며 진적색 품종은 구색은 선명하나 형태와 자구의 착생 위치가 불안정하고 조직이 약하여 재배나 수송 중에 부패에 의한 피해가 많이 발생하였다. 이러한 결점을 보완하고자 93년 적색으로 형태가 우수하고 조직이 단단한 'IG9214'(우)×'IG9208(Sun)')(♂)을 교배하여 적색으로 조직이 단단하고 형태가 우수한 '930903'을 선발었으며 1997년 '930903'을 모본으로 진적색인 'IG9332'를 부분으로 교배하여 1997년 400개의 종자를 가내에 파종하여 기내접목과 순화를 거쳐 최종 124계통을 양성하였다. 양성계통 중 1998년 구색이 선명한 12계통을 1차 선발하고 1999~2000년 2회의 특성검정을 마치고 그 중 구색, 생육, 번식력 등이 우수하고 특히 조직이 강하며 자구 착생위치가 중앙에 안정된 '원교G1-84'를 육성하였다. 2000년 12월 농진청 직무육성 심의위원회에서 우량품종으로 선정 '飛紅'으로 품종화되어 2001년부터 농가에 보급할 예정이다.

Year	1997	1998	1999	2000	
Generation	Crossing	Seeding F <sub>1</sub> V <sub>0</sub>	F <sub>1</sub> V <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> V <sub>2</sub>	
	930903 × IG9332	9728001 9728002 9728003 . . . . . 9728124	- 9728020V <sub>1</sub> - 9728035V <sub>1</sub> - 9728037V <sub>1</sub> - 9728038V <sub>1</sub> - 9728044V <sub>1</sub> . - 9728101V <sub>1</sub>	- 9728035V <sub>2</sub> - 9728038V <sub>2</sub> - 9728046V <sub>2</sub> - 9728067V <sub>2</sub> — WonkyoG1-84 - 9728082V <sub>2</sub> - 9728084V <sub>2</sub>	
No. of lines		124	12	6	1
Major procedure	Artificial cross	Individual selection	Lines selected	Named	

Fig. 7. The breeding pedigree of *Gymnocalycium mihanovichii* var. 'Bihong'

### 3) 주요특성

#### ○ 구색 및 형태적 특성

비모란 '비홍'은 기존 육성품종인 진홍과 같이 진적색이나 구색이 더 밝고 선명하다. 구형은 편편형으로 국내의 재배품종 중 가장 오랜기간 재배되었던 'Sun' 품종의 모양을 하고 있으며 대부분의 진적색 재배품종이 원형이나 편원형과 다르다. 자구의 착생 위치는 중앙에 안정되어 있고 결각은 9~12개 사이로 기존 육성품종인 진홍의 8~9개에 비하여 약간 많은 편이다. 능선의 모양은 모두 톱니 모양으로 돌출되어 있으며 깊이는 중 정도로 전체적인 선이 대비품종에 비하여 부드러운 편이다. 가시는 갈색으로 약간 어두운 느낌을 준다. 가시 길이는 짧아 찢림이 적고 작업에 유리하다.

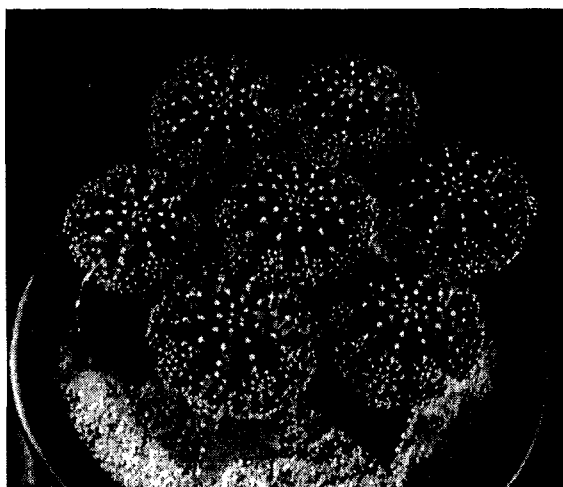


Fig. 8. *Gymnocalycium mihanovichii* var. 'Bihong'

Table 39. Characteristics of *Gymnocalycium mihanovichii* var. 'Bihong' and 'Jinhong' for comparison

Cultivar	Color <sup>1</sup> (H, V/C)			Rib	
	Globe	Tubercles	No.	Shape	Depth
Bihong (G1-84)	Dark Red (7.5R 4/16)	Dark Red	9~12	Projecting	Medium
Jinhong (Check)	Dark Red (5R 4/13)	Dark Red	8~9	Projecting	Deep

Table 39. (continued)

Cultivar	Spine <sup>p</sup>			Shape of globe	Preference <sup>q</sup>
	Color	Shape	Length		
Bihong (G1-84)	Brown	Straight	Short	Flat	3.9
Jinhong (Check)	Dark Brown	Straight	Short	Flat Round	3.0

♪ Color : RY - Red and Yellow, HV/C - Korea standard color(Hue Value/Chroma)

♪ Spine Length : Short - Shorter than 5mm, Medium - 5~10mm,  
Long - Longer than 10mm

♪ Preference : Low (1) ~ High (5)

#### ○ 생육 특성

선발 계통에 대하여 15cm 삼각주에 접목하여 선인장 용토 (모래 50 : 돈분 50)에 정식하여 2차의 생육특성을 검정한 결과 정식 10개월 후의 구경의 증가량이 대비 품종인 '진홍'에 20.8 mm에 비하여 '비홍'은 19.4 mm로 대비 품종과 비슷하였다. 자구의 착생 수는 대비 품종인 '진홍'의 19.7개에 비하여 12.5개로 적게 착생하였다. 그러나 대비품종인 진홍 품종의 경우 많은 자구의 착생으로 증식력은 우수하나 상품생산에서는 조잡하게 보여 오히려 품질을 떨어뜨리는 원인으로 작용하므로 품질에서는 '비홍' 품종이 더 우수하였으며 증식도 적절한 편이다. 진적색 품종의 결점인 구의 조직 경도가 높아 재배시에 부패가 적고 장시간 수송에도 더 유리하다. 특히 단홍 품종의 경우 구의 경도가 강하나 생육이 약간 느려 도장의 염려가 있는 토양베드재배에 적합하다.

Table 40. Growth characteristics of *Gymnocalycium mihanovichii* var. 'Bihong' and 'Jinhong' six months after planting

Cultivar	Increased diameter of globe (mm) <sup>↓</sup>			No. of tubercles			Hardness
	1st	2nd	Average	1st	2nd	Average	
Bihong (G1-84)	20.5	18.2	19.4	11.5	11.9	12.5	48
Jinhong (Check)	23.2	18.4	20.8	18.5	20.9	19.7	36

↓ : 1st value is obtained from subtracting diameter of planting period from those of 10 months after planting, and 2nd value is measured 8 months after planting

#### 4) 적응지역 및 재배상의 유의점

접목선인장 비모란은 시설재배 작물로 15~35 ℃ 범위의 경기 이남지역에서는 어디에서나 재배가 가능하며 교잡종이므로 영양번식에 의하여 특성이 유지된다. 특히 진적색 품종의 경우 엽록소가 없으므로 녹색의 선인장에 접목 재배 하여야 하며 표피가 약하여 과도한 차광이나 강광 노출되면 퇴색될 수 있으므로 4~10월 40~50 % 차광 재배하여야 한다(정 1995). 접목 재배되므로 용구에 의한 바이러스 감염이 용이하고 감염시 생육저하와 퇴색, 접목 활착을 저하 등을 일으킬 수 있으므로 바이러스 감염에 유의하여야 한다.



## 다. 황색 해왕환 (*Gymnocalycium denudatum*)신품종 '황금 ( 黄金 )'육성

### 1) 서 언

해왕환 선인장은 브라질 우르과이 아르헨티나에 자생하는 구형 선인장(Haustein 1986)이다. 이 선인장은 녹색으로 결각이 낮고 선이 부드럽고 외관이 수려하다. 그러나 꽃의 색이 백색으로 국내시장에서는 인기가 적은 편이다. 번식은 주로 종자에 의해서 이루어지며 일부 분구에 의한 영양번식이 이루어지기도 한다. 그러나 최근 재배되고 있는 해왕환은 종자증식 과정에서 중간교잡된 실생묘가 많아 화색과 형태가 많이 분리되어 나타나고 있다. 해왕환에서 나타나는 구색변이는 주로 황색으로 일본에서는 해왕환금(*Gym. denudatum* var. *paraguayense* f. *aureova iegatum hort*)으로 분류하고 있으며 주로 접목에 의하여 증식되어 진다. 해왕환 금은 자구가 적어 경제적이지 못하며 접목시 지나친 신장으로 구경이 3~5cm 이상에서 구가 터지는 결점을 가지고 있다. 국내에서도 일부 독농가에서 실생과종 중 나타난 변이를 수집하여 품종화 한 사례가 있다. 현재 황색 해왕환의 결점인 구의 터짐과 자구 발생이 적은 결점이 해결되면 수출에 크게 기여할 것으로 생각된다.

### 2) 육성경위

1994년 이후 원예연구소에서 수집한 해왕환 유전자원 중 황색으로 구색이 화려하고 외관이 수려하나 구의 터짐과 자구가 적은 해왕환 금의 결점을 보완하고자 1995~1996년 계통간 교배를 하였으나 해왕환금은 웅성 불임으로 화분이 없고 임성이 낮아 종자획득에 실패하였다. 1997년 해왕환금(*Gym. denudatum* var. *paraguayense* f. *aureova iegatum hort*)을 모본으로 녹색의 해왕환 10계통이상의 화분을 혼합(*Gym. denudatum* var. *paraguayense* 'unknown' (Green))하여 100화를 교배 2협 44립의 종자를 얻었다. 1997년 기내 파종과 기내 접목을 거쳐 최종 9계통을 양성하였다. 양성계통 중 1998년 구색이 황색으로 선명한 3계통을 1차 선발하고 1999~2000년 2회의 특성검정을 마치고 그중 구색, 생육, 번식력 등이 우수하고 특히 구의 터짐이 없고 자구착생이 많은 '원교G3-1'을 육성하였다. 2000년 12월 농진청 직무육성 선정위원회에서 우량품종으로 선정 '黄金'으로 품종화되어 2001년부터 농가에 보급할 예정이다.

Year	1997	1998	1999	2000	
Generation	Crossing	Seeding	F <sub>1</sub> V <sub>0</sub>	F <sub>1</sub> V <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> V <sub>2</sub>
	해완환금 (Yellow) × unknown <sup>↓</sup> (Green)	970101 970102 970103 · · · · · 970112	- 970104V <sub>1</sub> - 970105V <sub>1</sub> - 970117V <sub>1</sub>	- 970104V <sub>2</sub> - 970105V <sub>2</sub>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Wonkyo 3-1</div>
No. of lines		12	3	2	1
Major procedure	Artificial cross	Individual selection		Lines selected	Named

↓: *Gym. denudatum* var. *paraguayense* was pollinated with mixed pollens of unknown 10 cultivars

Fig. 9. The pedigree of *Gym. denudatum* var. *paraguayense* 'Hwangkum'

### 3) 주요특성

#### ○ 구색 및 형태적 특성

비모란 '황금'은 기존 재배품종으로 대비품종으로 활용한 해완환 금보다 밝은 황색으로 더 선명하며 정단부에 녹색무늬를 강하게 가지고 있다. 구형은 원형으로 5~6개의 중 정도의 넓은 결각을 가지며 능의 선은 직선으로 전체적 선이 부드럽고 외관이 수려하다. 가시는 갈색으로 길이는 중 정도로 직립한다. 농가의 기호도를 조사한 결과 기존 진흥품종을 3.0으로 볼 때 4.2로 아주 높은 기호도를 보였다.

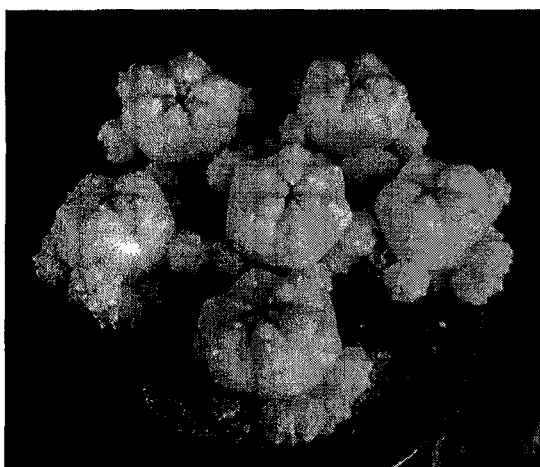


Fig. 10. *Gym. denudatum* var. *paraguayense* 'Hwangkum'

Table 41. Characteristics of *Gym. denudatum* var. *paraguayense* 'Hwangkum' and 'Gold'

Cultivar	Color <sup>1</sup> (H, V/C)		Color of apex			Rib	
	Globe	Tubercles	Color	Degree	No.	Shape	Depth
Hwangkum (G3-1)	Yellow (5Y 8.5/12)	Yellow	Green	Dark	5~6	Straight	Medium
Gold (Check)	Yellow (7.5Y 8.5/12)	Yellow	Green	Medium	5~7	Straight	Medium

Table 41. (continued)

Cultivar	Spine <sup>♪</sup>			Shape of globe	Preference <sup>♫</sup>
	Color	Shape	Length		
Hwangkum (G3-1)	Brown	Straight	Medium	Round	4.2
Gold (Check)	Brown	Straight	Medium	Round	3.0

♩ Color : RY - Red and Yellow, HV/C - Korea standard color(Hue Value/Chroma)

♪ Spine Length : Short - Shorter than 5mm, Medium - 5~10mm,  
Long - Longer than 10mm

♫ Preference : Low (1) ~ High (5)

○ 생육 특성

선발 계통에 대하여 15 cm 삼각주에 접목하여 선인장 용토(모래 50 : 돈분 50)에 정식하여 2차의 생육특성을 검정한 결과 정식 10개월 후의 구경의 증가량이 대비 품종인 해왕환금에 37 mm에 비하여 황금은 35 mm로 생육이 약간 느리다. 자구의 착생 수는 대비 품종인 해왕환금의 2.1개에 비하여 12.9개로 많아 증식력도 우수한 편이다. 특히 새로 육성된 해왕환 선인장 황금은 기존 해왕환금의 후기 구가 갈라지는 결점이 완전히 보완된 품종으로 증식력도 우수하여 금후 농가의 소득 증대에 크게 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 42. Growth characteristics of *Gym. denudatum* var. *paraguayense* cv. 'Hwangkum' and 'Gold' ten months after planting

Cultivar	Increased diameter of globe (mm) <sup>1</sup>			No. of tubercles		
	1st test	2nd	Average	1st	2nd	Average
Hwangkum (G3-1)	38.6	31.3	35.0	10.5	15.2	12.9
Gold (Check)	40.0	34.0	37.0	2.9	1.3	2.1

#### 4) 적응지역 및 재배상의 유의점

점복선인장 해왕환은 시설재배 작물로 15~35 ℃ 범위의 경기 이남지역에서는 어디에서나 재배가 가능하며 교잡종이므로 영양번식에 의하여 특성이 유지된다. 특히 황색 품종의 경우 엽록소가 없으므로 녹색의 선인장에 접목 재배 하여야 하며 표피가 약하여 과도한 차광이나 강광 노출시 퇴색될 수 있으므로 4~10월 40~50 % 차광 재배하여야 한다 (정 1995). 점복 재배되므로 용구에 의한 바이러스 감염이 용이하고 감염시 생육저하와 퇴색, 점복 활착을 저하 등을 일으킬 수 있으므로 바이러스 감염에 유의하여야 한다.

## 제 4 절 결 론

집목선인장 신품종 육성을 위하여 관련 유전자원을 수집 평가, 개화조절, 종내 또는 종간교잡, 종간교잡의 불임원인 구명과 화분저장 등에 연구를 1997. 10~2000. 10월까지 실시하였으며 이에 대한 분야별 주요 결과는 아래와 같다.

### 1. 유전자원 수집 및 특성검정

#### ○ 비모란(*Gym. mihanovichii.*)의 유전자원 수집 및 특성평가

- 가. 집목선인장 비모란 신품종육성을 위하여 43품종의 유전자원을 국·내외에서 수집하였으며 이에 대한 특성평가를 실시하였다.
- 나. 비모란 유전자원의 구색은 단색인 적색, 진적색, 분홍색, 황색, 주황색, 녹황색, 흑색이 있었으며 복색으로는 흑·적색, 적·황색, 흑·분홍색, 백·분홍색 등으로 매우 다양하였다.
- 다. 구형은 대부분 편원형 이었으며 원형, 장원형, 철화형도 일부 수집되었다.

#### ○ *Gymnocalycium* 속 식물의 유전자원 수집 및 특성검정

- 가. *Gym.* 속 선인장의 신품종 육성을 위하여 국내외에서 유전자원을 수집한 결과 국내에서 *G. mih.* 등 10종, 국외에서 *G. wei.* 등 23종을 수집, 총 33종을 수집하여 특성검정하였다.
- 나. 수집된 대부분의 종들은 구색이 녹색이었으나 *G. mih.* *G. pfl.* 는 적자색을 나타내어 특이하였다.
- 다. 구경 및 결각의 수는 종에 따라 차이가 많았으며, 꽃색은 백색, 분홍, 적색, 백자색 등이었다.
- 라. 집목선인장의 새로운 종간 교잡종 육성을 위하여 비모란, 비화옥, 해왕환, 신천지를 모본으로 선발하였으며 선발된 4종의 화분조사 결과 불임화분의 비율은 5% 미만이었고 크기와 모양에서 모두 차이를 보였다.

## 2. 비모란 선인장 개화조절 연구

### ○ 성장조정제 처리에 의한 개화조절

비모란의 개화 유도를 위하여 '블랙루비', '엽록소', '고양16호', '오렌지' 품종을 이용 성장조정제 NAA, BA, GA3를 50, 100, 200 ppm을 처리한 결과 무 처리에서 4품종 모두 개화되지 않았으며, 성장조정제 처리에서는 농도에 관계없이 '고양 16호' 에서만 10~30 % 개화되었다.

### ○ 온도처리에 의한 개화조절

비모란의 개화 유도를 위하여 '블랙루비', '엽록소', '고양16호', '오렌지' 품종을 이용 주야 온도를 30/25, 25/20, 20/15 °C로 처리한 결과 온도에 관계없이 4품종 모두 개화가 이루어지지 않았으며 구경생육은 온도가 낮을수록 생장이 적었다.

### ○ 대목 종류에 따른 생육 및 개화반응

- 가. 대목별로 비모란의 구경생육은 삼각주가 가장 61 mm로 가장 컸으며, 자구가 많이 달렸던 규면각이 가장 적었다.
- 나. 자구를 포함한 수관폭에서는 비모란의 품종별 차이가 컸으며, 대목별로 볼 때 규면각이 가장 컸으며 삼각주, 와룡, 쏘대 순이었다.
- 다. 대목별로 비모란의 평균 만개기는 쏘대가 5.5일로 가장 빠르고 와룡, 규면각 삼각주 순이었으며 특히 삼각주는 비모란의 일부 품종에서는 개화가 되지 않았다.
- 라. 대목별로 비모란의 평균 꽃수는 쏘대 31.4개, 규면각 24.3개, 와룡 14.7개, 삼각주가 3.4개로 가장 적었으며 규면각은 자방이 적었다.
- 마. 비모란의 개화를 위한 적정대목으로 쏘대, 와룡을 선발하였으며 삼각주보다 1개월 이상 개화를 앞당길 수 있어 중간 교잡시 개화기를 맞출 수 있다.

## 3. 비모란 선인장 신품종 육성

- 가. 비모란 신품종을 육성하기 위하여 4년간(1997~2000) 16조합 240화를 교배한 결과 240협이 결실되어 60.4 %의 결협율을 보였다.
- 나. 교배 조합의 후대 양성을 위하여 3,200립을 기내에 파종하여 1,948립이 발아하였으며, 이중 1,316개를 기내 접목하여 890개가 활착 65.6 %의 활착율을 보였고 순화 및 온실 접목을 통하여 최종 660개체를 양성하였다.

- 다. 2000 교배 조합은 현재 기내 파종중이며 1999 교배조합 중 구색과 형태가 우수한 15 계통 2차 선발되었다.
- 라. 1997, 1998 교배 조합 중 3계통 '원교G1-83', '원교G1-84', '원교G1-85' 계통이 최종 선발되어 이중 '원교G1-83'은 '丹紅', '원교G1-84'는 '飛紅'으로 품종화 되었다.

#### 4. *Gymnocalycium*속 식물 종간 교잡종 육성 연구

- 가. *Gym.* 속 종간교잡종 육성을 위하여 70조합 1,199화를 교배 453협을 얻어 37.8 %의 결협율을 얻었다.
- 나. 교배조합의 후대 양성을 위하여 1,1256립을 파종하여 3,007립이 발아 26.7 %의 발아율을 보였으며 기내 접목 및 순화를 거쳐 1,668계통을 양성하였다.
- 다. 2000 교배조합은 수확 및 기내 파종 중에 있으며 1999 교배조합 135계통은 1차 선발을 위한 생육 조사중이며, 1998 교배조합은 1,426계통 중 100계통을 1차 특성 검정에 있다.
- 라. 1997교배조합 107계통은 1차, 2차 특성 검정을 마치고 황색 해완환 '원교G3-1'계통이 최종 선발되어 '黃金'으로 품종화 되었다.

#### 5. *Gym.* 속의 종간교잡시 불임원인 및 화분저장에 관한 연구

##### ○ 종간교잡시 불임원인

- 가. 종간교잡시 불임원인 구명을 위하여 주사전자현미경(SEM)을 이용 주두내 화분 발아능력을 검정한 결과 *G. mih.*(비모란)×*G. ven.*(비화옥) 등 6조합 모두에서 정상 발아하였으나, 주두내 침투에 있어서는 종내 정상 수분에 비하여 침투 화분관이 적었다.
- 나. 배 발육상태를 조사하기위하여 발아율이 낮았던 *G. mih.*(비모란)×*G. ven.*(비화옥), *G. ven.*(비화옥)×*G. mih.*(비모란), *G. mih.*(비모란)×*G. sag.*(신천지), *G. sag.*(신천지)×*G. mih.*(비모란)를 교배한 결과 수정은 이루어져 종자의 외관은 정상적으로 자랐으나 수정 30일 이후부터 배가 급격히 퇴화하였다.



○ 화분저장 시험

- 가. 비모란(*G. mih.*)은 무저장한 처리에서 70 %의 결실율을 보였으며 25 °C 2주에서 50 %이상의 결실을 보였고, 5 °C, - 5 °C에서는 4주 이후에 50 % 이하로 급속히 떨어졌다.
- 나. 비화옥(*G. ven.*)은 무저장한 수분에서 결실율 80 %, 25 °C 2주, 5, - 5 °C 처리에서는 4주까지 50 %이상의 결실율을 보였으며 종자 수는 25 °C에 비하여 5, - 5 °C에 저장한 화분이 더 많았다.
- 다. 해왕환(*G. den.*)은 무저장한 처리에서 70 %에 결실율을 보였으며 25, 5, - 5 °C에 저장한 화분 모두 4주까지 50 %이상의 결실율을 보였다.
- 라. 이상의 결과로 보아 비모란, 비화옥은 25 °C 상온에서는 2주 5, - 5 °C 저장에서는 4주까지 저장이 가능하며 해왕환은 25, 5, - 5 °C 모두 4주까지 저장이 가능한 것으로 생각된다.

## 제 5 절   참 고 문 헌

1. 阿部定夫. 1986. 花卉園藝の事典. 朝倉邦造 . pp 704~714.
2. 農村振興廳. 1991. 農業科學技術研究開發 中長期計劃(下). pp. 583-628.
3. 農林水産部. 1999. '99 花卉栽培現況. pp. 197.1
4. ガーデンライフ. 1977. サボテンと多肉植物. 誠文堂新光社. pp. 44-48
5. Alvarez, M. N., P. D. Ascher and D. W. Davis. 1981. Interspecific hybridization in *Euphaseolus* through embryo rescue. HortScience 10(4) : 541-543
6. Asano, Y. 1980. Studies on crosses between distantly related species of lilies. 5. Characteristics of newly obtained hybrids through embryo culture. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 49 : 241-250.
7. Braak, J. P. and E. Kooistra 1975. A successful cross between *Phaseolus vulagris* L. and *Phaseolus ritensis* Jones with the aid of embryo culture. Euphytica 24 : 669-679.
8. Brouce, P., J. Douglas, J. P. Grace and D. R. Marshall. 1982. Interspecific hybridization of soybeans and perennial *Glycine* species indigenous to Australia via embryo culture. Euphytica 31 : 715-724
9. Clark, D. R. and R. J. Campbell. 1978. Interspecific hybridization of *Lilium longiflorum* using stvlar amputation pollinations stigmatic exudate and embryo culture. HortScience 13 : 350-351
10. De Lautour, G., W. T. Jones and M. D. Ross. 1978. Production of interspecific hybrids in *Lotus* aided by endosperm transplants. New Zealand of Botany 16:61-68

11. Frank, D. V. 1974. Cacti. Golden press. N.Y. P112-115
12. Gill, M. S. and Y. P. S. Bajaj. 1984. Interspecific hybridization in the genus *Gossypium* through embryo culture. Euphytica 33 : 305-311
13. Gosal, S. S. and Y. P. S. Bajaj. 1983. Interspecific hybridization between *Vigna mungo* and *Vigna radiata* through embryo culture. Euphytica 32 : 129-137
14. Hadley, H. H., and S. J. Openshaw. 1980. Interspecific and Intergeneric hybridization. P. 133-159. In. W. R. Fehr and H. H. Hadley(eds) Hybridization of Crop Plants. Am. Soc. of Agro., Madison.
15. Haustein, E. 1986. The cactus handbook. Hamlyn. pp. 184~185
16. 정명일. 1995. 緋牡丹의着色 및生育에 미치는光質과光량의影響. 원광대학교 대학원 석사논문. pp. 38
17. 정명일, 정봉남, 허건양, 김영진, 정순경, 권영삼. 1996. 繁殖力이優秀한眞赤色緋牡丹仙人掌'紅日'育成. 농업논문집(원예) 38(2) : 558~568.
18. 정명일, 정봉남, 김재영. 1992~1999. 接木仙人掌國際嗜好性品種育成. 원예연구소 연구보고서
19. 정명일, 김재영, 정봉남. 1997. 接木仙人掌農家性能檢定. 園藝研究所 研究報告書 : 475~477.
20. 정명일, 정봉남, 이영란, 배수영, 김재영, 김병현. 1998. 赤黃色系緋牡丹新品種'明月'育成. 농업논문집(원예) 40(2) : 112~115
21. 정명일, 정봉남, 김재영, 배수영, 이영란, 김병현. 1998. 赤色系緋牡丹新品種'紅光'育成. 농업논문집(원예) 40(2) : 123~126

22. Johri, B. M. and S. S. Bhojwani. 1965. Growth responses of mature endosperm in culture. *Nature* 208 : 1345-1347
23. Kaneko, k. 1957. Studies of the embryo culture on the interspecific hybridization of *chrysanthmum*. *Jap. j. Genet.* 32:300-305.
24. 김재영, 최국선, 최용문, 정명일, 조점덕. 1997. 韓國에 있어 仙人掌과 多肉植物의 바이러스 病에 관한 研究. 園藝學會 發表要旨. 14(1) : 440~441.
25. 김영진, 홍永杓, 최주건. 1990. 花卉類 組織培養에 관한 研究 원예시험장 연구보고서. pp. 224~248.
26. Ladizinsky, G. D. Cohen and F. J. Muehlbauer. 1985. Hybridization in the genus *Lens* by means of embryo culture. *Theor . Appl.Genet.* 70:97-101
27. Lewis, D. and L. Crowe. 1958. Unilateral interspecific incompatibility in flowering plants. *Heredity* 12:233-256
28. Marubashi W. and T, Nakajima. 1985. Overcoming crossincompatibility between *Nicotiana tabacum L.* and *N. rustica L.* by test-tube pollination and ovule culture. *Japan. J. Breed.* 35:429-437.
29. Mayhew, D. E., and A. L. wiens, 1995. Viruses in cacti and other Succulents. *Cactus and succulent Journal.* 66(3) : 117-121
30. Millbrath, G. M., M. R. Nelson, and R. E. Wheeler, 1973. The Distnbution and Electron Microscopy of uiruses of cacti in Southern Arizona. *Phytopathology* 63 : 1133-1139
31. Milbrath, G. M. 1971. Etiology and epidemiology of viruses of native cactus species. in Arizona Dissertation Abracts 31 : 7033B

32. Narayanaswami, S. and T. Tashiro and K. Norstog. 1964. Plant embryo culture. Bot. Rev. 30 : 587-628
33. Nishi, S., J. Kawata and M. Toda 1959. On the breeding of interspecific hybrids between two genomes, "c" and "a" through the application of embryo culture techniques. Jap. J. Breed. 8 : 215-222
34. 박효근. 1986. 배, 배유 및 배유배양을 통한 종속간 잡종 식물의 획득. 경북대학교 심포지엄. P31-44
35. Pilbeam, J. 1995. *Gymnocalycium* a collector's guide. A. A. Balkema Publishers pp. 99~102
36. Shintaku, Y., K. Yamamoto and T. Nakajima. 1985. Overcoming hybrid inviability in interspecific cross between *Nicotiana repanda* Willd and *N. tabacum*. Jap. J. Breed. 35 : 76-79
37. 下村 孝, 土原健三. 1976. サボテンにおける接木中合過程の組織観察. 日園雑. 44:402-408.
38. 下村 孝. 1980. サボテン接木苗の生育に及ぼす臺木サイズ及び施肥の影響. 日園雑. 48: 316-317.
39. Shimomura, T. 1982. サボテンの接木苗生産における枯死株發生の要因. 日園雑. 51:70-74.
40. 松木弘義. 1979. 靜剛縣松市のサボテン生産. 農耕と園藝 34(10):165~167.
42. Stebbins, G. L. Jr. 1958. The inviability, weakness, and sterility of interspecific hybrids. Adv. Genet. 9 : 147-215.

42. Takeshita, M., M. Kato and S. Tokumasu. 1980. Application of ovule culture to the production on intergeneric and interspecific hybrids in *Brassica and Raphanus* Jap. J. Genet. 55 : 373-387
43. Wall. J. R. 1954. Interspecific hybrids of *Curcubita* obtained by embryo culture. Proc. Am. Soc. hort. Sci. 63:427-430
44. Williams, E. G. and G. de Lautour. 1980. The use of embryo culture with transplanted nurse endosperm for the production on interspecific hybrids in pasture legumes. Bot. Gaz. 141(3) : 252-257

## 제 3 장 자구 대량증식 기술개발

### 제 1 절 서 설

국내 대부분 선인장 재배농가의 비모란 접목묘는 소자구를 대목에 접목하여 생산하고 있다. 비모란 소자구는 모구에서 보통 주당 4-5개 형성이 되며 이를 채취하여 이용한다. 자구의 증식은 비모란의 품종과 대목에 따라 그 증식 효율에 차이가 있으며 일부 계통은 자구 증식이 거의 되지 않아 적심을 하여 측구를 유도하는 방법을 쓰기도 하지만 인력 소요에 따른 생산비 증가의 주요 요인이 되기도 한다. 접목선인장의 대목으로는 삼각주가 일반적으로 이용되는데, 대목의 요건으로서 자구증식 효율이 중요하며 대목의 길이나 굵기 등 규격화가 무엇 보다 중요하다.

자구 증식율을 높이기 위해 성장조절제를 처리하기도 하는데 약제의 종류와 농도에 따라 비모란 액아로부터 자구가 형성되는 정도나 자구의 크기가 달라 적정 처리 방법이 개발되어야 할 것이다.

비모란 선인장의 대량증식을 위해 조직배양 기술이 적용될 수 있으나 현재 해외에서 보고된 선인장류의 조직배양은 대부분 희귀식물의 유전자원 보존 차원이나 생리활성물질을 대량생산하기 위한 수단으로서 이용되고 있는데, 국내에서는 비모란 대량증식을 위해 조직배양 기술이 거의 활용되고 있지 않으며, 품종 육성시 배배양이나 기내발아에 일부 활용되고 있을 뿐이다.

본 연구는 비모란의 자구를 대량으로 증식하는 기술 개발을 위해, 자구 증식에 효율적으로 이용될 수 있는 대목의 종류를 비교하였으며, 성장조절제 처리 방법, 그리고 조직배양을 활용한 자구증식 기술을 개발하고자 수행되었다.

## 제 2 절 재료 및 방법

### 1. 비모란 품종의 대목별 자구 증식 능력 구명

대목에 따른 주요 비모란 품종의 자구형성 능력을 검정하여 품종별로 적합한 대목의 선정 및 자구 대량증식 기술 개발의 기초 자료로 이용하고자 실험을 수행하였다. 적색계, 분홍색계, 황색계, 혼합색계에 속하는 비모란 품종을 원예연구소와 천안지역 선인장 재배 농가로부터 분양 또는 구매를 하여 본 실험에 이용하였다. 자구는 직경 2cm 크기를 선별하여 사용하였으며, 삼각주, 소데가우라 그리고 귀면각을 대목으로 하여 관행 기술을 이용 접목을 하고 음지에 일주일간 두었다가 정식을 하였다. 온실의 용토는 모래흙에 부숙 토향분을 10% 첨가한 것으로 토양 온도는 연중 20℃ 이상을 유지하였다.

접목묘는 품종별로 시험구당 3주씩 3반복으로 완전임의 배치하였으며, 생육기간 중 증식된 자구수, 자구경, 모구경 등을 조사하였다. 이 실험은 1998년도와 1999년도 2회 반복하였다.

### 2. 생장조절제 및 적심 처리가 비모란 품종별 자구 증식에 미치는 효과

삼각주 대목에 접목을 한 비모란 접목묘를 적색계, 분홍색계, 황색계, 혼합색계별로 품종을 선정하여 적심과 생장조절제 처리 효과를 조사하였다. 적심은 예리한 면도날로 정아부분을 깊이 5mm를 도려내었다. 생장조절제는 시토키닌류로서 kinetin, BA, Thiadiaduron (TDZ), 그리고 2-ip를 처리하였다. 농도는 100, 200, 300 mg/L를 각 1회 처리하였으며, 농도별로 횟수(1, 2, 3회)를 달리하여 처리하며 자구 증식 효과를 조사하였다. GA와 Ethephon의 자구 증식 및 비대 효과도 조사하였다. 시험구는 실험에 따라 생장조절제의 종류, 농도, 살포 횟수를 주요 요인으로 하여 처리하여 각 요인 및 요인간 상호작용 효과를 통계적으로 검정하였다.



### 3. 조직배양을 이용한 자구 증식 실험

#### 가. 액아배양

액아의 분열조직을 배양하므로써 자구를 대량증식하기 위한 실험을 하였다. 품종별로 자구를 채취하여 70% ethyl alcohol에 30초 처리한후 0.5% 차아염소산나트륨 용액에서 10분간 표면멸균한후 멸균수에 3회 이상 세척을 하였다. MS 기본배지에 자당 3%를 넣고 pH를 5.8로 조정한후 한천을 0.7g/L 첨가하여 121℃에서 20분간 고온멸균하였다. 멸균된 배지를 20mL씩 Petri-dish에 분주하여 액아배양에 사용하였다. 배지의 조성을 실험하기 위하여 NAA와 시토키닌류의 성장조절제를 조합처리하여 자구 형성에 효과적인 조건을 구명하고자 하였다.

#### 나. 배발생켈러스배양

액아배양이 갖는 단점을 극복하고 대규모 증식에 활용할 수 있는 배양방법으로서 체세포배발생 켈러스배양을 시도하였다. 위 액아배지의 성장조절제 조성 대신에 2,4-D 또는 picloram을 1mg/L 첨가한 켈러스 유도 배지를 사용하였다. 절편체로는 자구의 액아와 함께 미숙화피를 크기별로 치상하면서 형태형성능 켈러스를 유도하였다. 배발생켈러스가 유도되면 동일한 배지에서 4주마다 계대배양 하였으며 3,4회 계대배양 후 켈러스가 1cm 정도 커지면 250-mL 플라스크에 옮겨 한천을 첨가하지 않은 액체배지를 넣어 진탕배양을 하였다. 식물체 재분화를 위해 켈러스를 호르몬이 첨가되지 않은 MS 고체배지에 이식하였다. 식물체 재분화 조건을 구명하기 위하여 배지에 활성탄, GA 등을 처리하였다.

## 제 3 절 결과 및 고찰

### 1. 비모란 품종의 대목별 자구 증식 능력 구명

현재 접목묘로 가장 널리 사용되는 ‘삼각주’를 포함하여 ‘소데가우라’와 ‘귀면각’ 선인장을 대목으로 사용하였을 때 비모란의 자구 증식에 미치는 영향을 조사하였다(표1,2). 표1은 1998년도의 실험 결과로서 ‘블랙루비’, ‘명월’, ‘핑크’ 품종의 대목별 자구 증식 정도를 보여 주고 있다. ‘블랙루비’의 경우에는 ‘삼각주’와 ‘소데가우라’ 대목에 접을 하였을 때 ‘귀면각’ 보다 더 많은 자구가 형성되었다. ‘명월’의 경우에는 ‘귀면각’ 대목이 가장 효과적이었으며 ‘핑크’에서는 대목간 유의성이 없었다.

동일한 실험을 1999년도에 실시한 결과, ‘명월’ 품종에서도 ‘삼각주’가 현저한 자구 증식 효과를 보였고, ‘블랙루비’와 ‘핑크’의 경우에는 ‘삼각주’와 ‘귀면각’ 간의 유의할만한 차이가 보이지 않았으며, ‘핑크’는 대목에 따른 차이가 없었다(표2). 따라서 일반적인 비모란 접목묘의 자구 증식에 있어서, 현행 사용되고 있는 ‘삼각주’가 ‘소데라우라’나 ‘귀면각’ 보다 낮거나 최소한 비슷한 효과를 갖고 있다는 것이 판별되었고 현재 ‘귀면각’ 등의 대목의 비용이 더 고가인 것을 고려하면 ‘삼각주’를 보편적으로 사용하는 것이 문제가 없다는 것이 확인되었다.

Table 1. Influence of graft stock plants on the proliferation of tubercles of *Gymnocalycium nihanovichii* var.

Cultivar	Stocks	Require days for forming tubercles	No. of tubercles	Tubercle formation rate (%)	Tubercle attaching position	Diam. of tubercles	Size of globe	Graft-take rate(%)
Blockruby	<i>Hylocereus trigonus</i>	61 a	5.9 a	100	2,3	10 a	37 a	100
	<i>Eriocereus jusbertii</i>	39 c	4.1 a	33	2,3	11 a	31 b	95
	<i>Cereus peruvianus</i>	50 b	2.4 b	67	2,3	11 a	35 ab	100
Myungwall	<i>Hylocereus trigonus</i>	53 a	6.9 b	80	2,3	7 a	35 a	93
	<i>Eriocereus jusbertii</i>	37 b	7.6 b	87	2,3	8 a	32 b	87
	<i>Cereus peruvianus</i>	43 b	11.7 a	100	2,3,4	5 b	28 c	100
Pink	<i>Hylocereus trigonus</i>	63 a	7.1 a	57	2,3	7 a	28 a	87
	<i>Eriocereus jusbertii</i>	42 a	4.6 a	88	2,3	7 a	26 a	60
	<i>Cereus peruvianus</i>	49 a	6.0 a	100	2,3,4	4 b	25 a	100

\* Rate of tubercle formation: Number of tubercle formed plants/Total grafted plants  
 Position : First tubercle sprouted position (Top of globe = 1)

Table 2. Influence of graft stock plants on the proliferation of tubercles of *Gymnocalycium nihanovichii* var. in 1999

Stocks	Blackruby				Myungwal				Pink			
	Weight of tubercle (g)	No. of tube (ea)	Diam. of globe (mm)	Graft-take rate (%)	Weight of tubercle (g)	No. of tube (ea)	Diam. of globe (mm)	Graft-take rate (%)	Weight of tubercle (g)	No. of tube (ea)	Diam. of globe (mm)	Graft-take rate (%)
<i>Hylocereus trigonus</i>	1.1b	17.4a	46.3a	100	0.5c	28.9a	41.8a	100	0.4b	18.00a	36.2a	100
<i>Eriocereus jusbertii</i>	0.9b	5.4b	39.6b	95	0.7b	23.2b	37.0b	86.6	0.4b	13.77ab	35.5a	60
<i>Cereus peruvianus</i>	2.0a	10.1ab	48.7a	100	1.0a	26.4ab	47.0a	93.3	0.6a	20.38a	37.7a	86.6

## 2. 생장조절제 및 적심 처리가 비모란 품종별 자구 증식에 미치는 효과

### 가. 자구 형성에 미치는 생장조절제 효과

시토키닌류의 생장조절제인 BA, TDZ, kinetin을 100mg/L의 농도로 횃수를 달리하여 비모란 접목선인장에 처리하였을 때 자구수와 형성된 자구의 크기에 현저한 영향을 미치는 것이 1998년도 실험에서 확인되었다(표3). ‘명월’ 품종의 경우 TDZ를 2회 처리하였을 때 가장 자구 증식이 촉진되었으며, 자구도 무처리에 비해 큰 것으로 확인되었다. ‘블랙루비’, ‘썬’, ‘홍일’에서도 TDZ를 처리하였을 때 무처리에 비해 자구수와 자구경의 증가에 효과적임이 밝혀졌으며, ‘핑크’의 경우에만 처리 효과가 확인되지 않아 TDZ가 효과적임이 확인되었다.

유사한 실험을 1999년에 반복한 결과, 대부분의 공시품종인 ‘블랙루비’, ‘홍일’, ‘썬’, ‘명월’, ‘고양16호’, ‘오렌지’에서 TDZ 처리가 자구수의 증가에 효과적임이 확인되었고, 자구수 증가에 따라 자구경의 크기가 감소하지 않는다는 사실이 확인되었다. 다만 ‘핑크’ 품종에서 전년도와 마찬가지로 처리에 따른 유의할만한 효과가 확인되지 않았다. 이는 이 품종 자체가 자구 형성이 잘 되기 때문에 처리효과가 두드러지지 않은 것으로 판단된다(표4).

Table 3. Influence of plant growth regulators on the proliferation of tubercles of *Gymnocalycium nihanovichii* var. (in 1998)

Treatment	Myungwal			Pink			
	Require days for forming tubercles	No. of tubercles	Diam. of tubercle (mm)	Require days for forming tubercles	No. of tubercles	Diam. of tubercle (mm)	
Control	65.8a	20.6b	8.6ab	68.7ab	16.1a	7.9a	
'BA	1time	69.6a	23.7b	8.4ab	65.4ab	15.6a	7.6a
	2times	69.7a	19.9b	8.6ab	67.8ab	16.0a	7.9a
	3times	67.6a	21.9b	8.7ab	61.8ab	19.5a	9.0a
TDZ	1time	72.2a	19.0b	7.1b	66.3ab	20.5a	7.9a
	2times	64.9a	34.7a	9.6a	68.1ab	19.5a	8.7a
	3times	69.7a	28.2ab	7.4b	68.0ab	15.8a	9.4a
Kinetin	1time	69.2a	19.6b	8.2ab	66.3ab	17.7a	8.7a
	2times	69.9a	23.4b	7.7ab	65.9ab	18.2a	8.3a
	3times	69.1a	20.7b	8.1ab	74.8a	15.1a	6.9a

Table 3. (continued)

Treatment	Blackrubby		Require days for forming tubercles	Sun		Require days for forming tubercles	Hongil		
	No. of tubercles of	Diam. of tubercle (mm)		No. of tubercles	Diam. of tubercle (mm)		No. of tubercles	Diam. of tubercle (mm)	
Control	10.9c	11.3a	72.1ab	18.0c	7.7ab	70.2a	12.2b	10.1a	
'BA	1time	10.4bc	9.5a	69.8ab	22.5bc	7.2ab	70.1a	11.5b	9.8a
	2times	12.6bc	10.5a	69.4b	21.8bc	7.6ab	65.9a	10.7b	8.0a
	3times	12.7bc	11.6a	72.1ab	27.4ab	8.1ab	71.4a	9.5b	8.2a
TDZ	1time	15.0ab	10.4a	77.0a	25.8ab	6.5b	66.2a	16.8ab	10.0a
	2times	18.1ab	10.2a	71.3ab	30.2ab	8.0ab	67.7a	18.2ab	9.2a
	3times	20.3a	10.2a	67.5b	33.6a	8.7ab	66.8a	23.4a	9.5a
Kinetin	1time	11.2bc	10.3a	68.3b	25.4ab	9.12a	68.0a	14.1b	9.7a
	2times	10.6bc	9.4a	70.3ab	21.8bc	8.2ab	69.8a	12.2b	9.6a
	3times	8.10d	9.4a	77.3a	27.8ab	7.3ab	71.1a	12.9b	9.6a

Table 4. Influence of plant growth regulators on the proliferation of tubercles of *Gymnocalycium nihanovichii* var. (in 1998)

Treatment		Blackruby			Hongil		
		Weight of tubercle (g)	No. of tubercle (ea)	Diam. of globe (mm)	Weight of tubercle (g)	No. of tubercle (ea)	Diam. of globe (mm)
Control		3.9ab	12.4b	48.4a	3.6abc	12.4bc	44.9a
<sup>z</sup> BA	1time	5.1a	10.0b	48.5a	3.5abc	12.5bc	43.3a
	2times	4.3ab	11.4b	48.5a	4.4a	10.7c	42.0a
	3times	3.9ab	11.4b	43.7a	4.0ab	10.8c	42.5a
TDZ	1time	4.2ab	11.7b	49.7a	2.8abc	16.3abc	44.7a
	2times	2.7b	16.0a	44.2a	2.3bc	18.5ab	41.9a
	3times	2.7b	16.9a	45.6a	1.9c	21.8a	41.2a
Kinetin	1time	4.7a	10.7b	50.2a	2.9abc	17.4abc	43.8a
	2times	4.7a	10.0b	46.0a	3.3abc	13.8bc	44.1a
	3times	4.7a	10.5b	47.3a	3.5abc	12.6bc	44.3a



Table 4. (continued)

Treatment	Pink			Koyang16			Orange			
	Weight of tubercle (g)	No. of tubercle (ea)	Diam. of globe (mm)	Weight of tubercle (g)	No. of tubercle (ea)	Diam. of globe (mm)	Weight of tubercle (g)	No. of tubercle (ea)	Diam. of globe (mm)	
Control	2.1a	19.1a	40.1a	0.2b	8.6bcd	35.9a	0.3c	6.8bc	31.0a	
BA	1time	1.9a	20.4a	37.5a	0.2b	7.1d	37.8a	0.7abc	3.0c	33.1bc
	2times	1.9a	20.3a	39.2a	0.5b	6.8d	39.8a	0.6abc	7.5abc	35.7abc
	3times	1.6a	23.5a	38.7a	0.4b	7.8cd	39.7a	0.9a	5.0bc	35.1abc
TDZ	1time	1.6a	23.5a	38.3a	0.4b	14.3a	38.3a	0.5abc	10.0abc	35.7abc
	2times	1.6a	23.3a	37.4a	0.4b	13.1abc	37.1a	0.4bc	14.0a	33.8bc
	3times	1.3a	22.8a	38.3a	0.1b	13.8ab	35.6a	0.4bc	11.1ab	32.0bc
Kinetin	1time	1.8a	22.0a	40.2a	1.5b	4.8d	40.2a	0.5abc	7.5abc	37.0abc
	2times	1.9a	20.6a	40.5a	0.7b	6.6d	37.1a	0.8ab	7.8abc	40.2a
	3times	2.1a	17.5a	37.4a	0.4b	5.8d	38.0a	0.3c	9.83abc	38.2ab

<sup>2</sup>PGR concentration = 100mg/L

Table 4. (continued)

Treatment	Sun			Myungwal			Koyang16		
	Weight of tubercle (g)	No. of tubercle (ea)	Diam. of globe (mm)	Weight of tubercle (g)	No. of tubercle (ea)	Diam. of globe (mm)	Weight of tubercle (g)	No. of tubercle (ea)	Diam. of globe (mm)
Control	1.8a	22.5c	40.5ab	1.8ab	24.6b	44.6a	1.6ab	3.6bc	34.4a
<sup>z</sup> BA 1time	1.4a	29.8abc	41.3ab	2.0a	22.5b	44.4a	2.1a	2.8c	37.4a
2times	1.7a	24.6bc	38.5ab	1.9a	23.4b	44.5a	1.0ab	4.6bc	37.9a
3times	1.2a	32.6abc	40.5ab	1.8ab	23.7b	42.6a	1.7ab	3.3c	36.8a
TDZ 1time	1.5a	26.0bc	37.4b	2.0a	21.6b	44.1a	2.1a	8.0abc	37.8a
2times	1.0a	37.7ab	39.1ab	1.3b	33.7a	44.8a	0.5b	12.3a	34.7a
3times	0.9a	41.4a	40.8ab	1.5ab	29.5ab	45.3a	0.6b	9.5ab	34.2a
Kinetin 1time	1.4a	29.7abc	42.1a	1.9ab	23.2b	44.1a	0.8ab	5.3bc	36.6a
2times	1.7a	25.6bc	40.9ab	1.5ab	28.5ab	43.2a	2.0a	4.3bc	38.9a
3times	1.3a	30.6abc	40.2ab	1.8ab	23.4b	42.0a	1.1ab	4.8bc	35.8a

## 나. 품종별 성장조절제 처리에 따른 자구 증식 효과

시토키닌류로서 BA와 TDZ를 비교하였으며, 그외에 GA와 Ethephon 효과도 조사하였다. 성장조절제를 농도와 처리 횟수를 달리한 요인분석실험의 결과를 품종별로 정리하였다(표5,6,7,8,9).

### 1) '명월'

성장조절제 종류와 농도, 그리고 처리횟수가 자구수와 자구중에 미치는 영향을 분석한 바, 요인간의 상호작용은 확인되지 않았으며, 성장조절제 효과만이 통계적인 유의차를 보였다. TDZ를 100mg/L 처리하였을 때 자구수가 44% 증가하는 것이 확인되었으나, 자구수 증가에 따라 자구중이 36% 감소하는 것으로 밝혀졌다. 따라서 TDZ 처리가 '명월' 품종의 자구수 증가에 효과적이며 자구 비대를 위해 자구 채취를 위한 재배기간을 연장해야 할 것으로 판단되었다(표5).

GA처리는 적심 효과와 마찬가지로 자구수의 증가에는 영향을 미치지 못하였으나 자구중을 78%나 증가시켜 자구의 비대 촉진에 효과적임이 밝혀졌다.

### 2) '핑크', '블랙루비'

두 품종 모두 '명월' 품종과 마찬가지로 TDZ 처리가 자구수 증가에 가장 효과적이었으며, 자구중은 감소하였다. GA에 의해 자구중이 증대되는 것이 확인되었으며, 적심의 효과는 유의할 만큼 나타나지 않았다(표6,7)

### 3) '고양72호', '산취'

'고양72호'와 '산취' 두 품종 모두 성장조절제 처리 효과가 확인되지 않았다(표8,9). 특히 산취는 자구가 많이 형성되는 품종이어서 처리에 따른 효과가 두드러지지 못했고, 오히려 TDZ에 의해 자구수가 감소하는 결과를 나타내었다. GA에 의한 자구비대 효과가 확인되었다(표9).

Table 5. Effect of plant growth regulators and pinching on proliferation of tubercles of *Gymnocalycium nihanovichii* var. 'Myungwal' (in 2000)

PGR	Conc	Time	Number of Tubercles	Weight of Tubercle
Control			25.32bc	0.19b
Scoping			30.32bc	0.34a
BA	100	1	20.0	0.24
		2	22.3	0.20
	300	1	28.0	0.21
		2	24.3	0.18
mean		23.65bc	0.20b	
TDZ	100	1	28.3	0.14
		2	35.3	0.13
	300	1	35.3	0.12
		2	45.3	0.12
mean		36.05a	0.12c	
GA	100	1	14.6	0.34
		2	34.6	0.39
	300	1	22.0	0.29
		2	19.0	0.35
mean		22.55bc	0.34a	
Ethephon	100	1	17.0	0.20
		2	20.6	0.17
	300	1	21.6	0.19
		2	23.3	0.19
mean		20.63bc	0.18b	
LSD			8.585	0.054
Significances				
PGR			**	**
CON			NS	NS <sup>z</sup>
TIME			NS	NS
PGR × CON			NS	NS
PGR × TIME			NS	NS
CON × TIME			NS	NS
PGR × CON × TIME			NS	NS

<sup>z</sup>NS, \*, \*\* Nonsignificant and significant at P = 0.05 or 0.01, respectively.

Table 6. Effect of plant growth regulators and pinching on proliferation of tubercles of *Gymnocalycium nihanovitchii* var. 'Pink'. (in 2000)

PGR	Conc	Time	Number of Tubercles	Weight of Tubercle
Control			19.32bc	0.17b
Scooping			24.04ab	0.22b
BA	100	1	22.02	0.16
		2	17.31	0.21
	300	1	19.10	0.22
		2	13.02	0.26
mean		17.86bc	0.21b	
TDZ	100	1	27.31	0.15
		2	31.03	0.13
	300	1	24.61	0.07
		2	27.32	0.10
mean		27.56a	0.11b	
GA	100	1	9.21	0.48
		2	14.03	0.48
	300	1	31.02	0.20
		2	17.65	0.29
mean		17.97bc	0.36a	
Ethephon	100	1	14.67	0.14
		2	21.05	0.19
	300	1	14.33	0.19
		2	15.32	0.13
mean		16.34c	0.16b	
LSD		7.284	0.105	
Significances				
PGR			*	**
CON			NS <sup>z</sup>	NS
TIME			NS	NS
PGR × CON			NS	NS
PGR × TIME			NS	NS
CON × TIME			NS	NS
PGR × CON × TIME			NS	NS

<sup>z</sup>NS, \*, \*\* Nonsignificant and significant at P = 0.05 or 0.01, respectively.

Table 7. Effect of plant growth regulators and pinching on proliferation of tubercles of *Gymnocalycium nihanovichii* var. 'Blackruby' (in 2000)

PGR	Conc	Time	Number of Tubercles	Weight of Tubercle
Control			14.67ab	0.30ab
Scooping			20.34a	0.45ab
BA	100	1	12.06	0.28
		2	12.67	0.22
	300	1	17.12	0.25
		2	16.35	0.21
mean			14.55ab	0.24b
TDZ	100	1	18.51	0.28
		2	11.12	0.29
	300	1	27.21	0.17
		2	28.34	0.14
mean			21.29a	0.22b
GA	100	1	12.68	0.40
		2	10.23	0.62
	300	1	16.04	0.28
		2	8.68	0.50
mean			11.90b	0.45a
Ethephon	100	1	11.26	0.28
		2	8.05	0.34
	300	1	15.13	0.24
		2	13.42	0.32
mean			11.96b	0.29ab
LSD			7.669	0.156
Significances				
PGR			**	**
CON			*	*
TIME			NS <sup>z</sup>	NS
PGR × CON			NS	NS
PGR × TIME			NS	NS
CON × TIME			NS	NS
PGR × CON × TIME			NS	NS

<sup>z</sup>NS, \*, \*\* Nonsignificant and significant at P = 0.05 or 0.01, respectively.

Table 8. Effect of plant growth regulators and pinching on proliferation of tubercles of *Gymnocalycium nihanovichii* var. '72ho' (in 2000)

PGR	Conc	Time	Number of Tubercles	Weight of Tubercle
Control			11.32bc	0.37ab
Scooping			16.50ab	0.24bc
BA	100	1	11.55	0.37
		2	9.34	0.33
	mean		10.45bc	
	300	1	7.05	0.25
		2	12.02	0.40
mean		9.54bc		
mean				0.33bc
TDZ	100	1	6.33	0.35
		2	15.32	0.17
	mean		10.83bc	
	300	1	24.01	0.16
		2	19.32	0.13
mean		21.67a		
mean				0.20c
GA	100	1	7.33	0.65
		2	12.61	0.36
	mean		9.97bc	
	300	1	8.62	0.57
		2	11.33	0.47
mean		9.98bc		
mean				0.51a
Ethephon	100	1	7.01	0.49
		2	10.32	0.33
	mean		8.67c	
	300	1	14.64	0.31
		2	11.33	0.22
mean		12.99bc		
mean				0.33bc
LSD			7.498	0.150
Significances				
PGR			**	**
CON			*	NS <sup>2</sup>
TIME			NS	NS
PGR×CON			*	NS
PGR×TIME			NS	NS
CON×TIME			NS	NS
PGR×CON×TIME			NS	NS

<sup>2</sup>NS, \*, \*\* Nonsignificant and significant at P = 0.05 or 0.01, respectively.

Table 9. Effect of plant growth regulators and pinching on proliferation of tubercles of *Chamecereus silverstri*. (in 2000)

PGR	Con.	Time	Number of Tubercles	Weight of Tubercle
Control			33.43ab	0.68ab
Scooping			42.67a	0.75ab
BA	100	1	19.13	0.60
		2	20.30	0.66
	300	1	17.09	0.90
		2	26.11	0.40
mean			20.56bc	0.64ab
TDZ	100	1	2.53	0.96
		2	1.52	0.52
	300	1	12.02	0.34
		2	-	-
mean			4.01d	0.45b
GA	100	1	14.34	0.50
		2	28.03	1.22
	300	1	9.68	1.51
		2	8.67	0.96
mean			15.18cd	1.04a
Ethephon	100	1	21.35	1.05
		2	34.66	0.81
	300	1	24.35	0.67
		2	22.39	0.70
mean			25.68bc	0.80ab
LSD			13.395	0.422
Significances				
PGR			**	NS <sup>z</sup>
CON			NS	NS
TIME			NS	NS
PGR × CON			NS	NS
PGR × TIME			NS	NS
CON × TIME			NS	NS
PGR × CON × TIME			NS	NS

<sup>z</sup>NS, \*, \*\* Nonsignificant and significant at P = 0.05 or 0.01, respectively.



### 3. 조직배양을 이용한 자구 증식 실험

#### 가. 액아배양

액아배양을 통해 자구를 다수 증식시키기 위하여 다신초 조직배양에 일반적으로 효과적인 시토키닌류와 오옥신을 조합처리한 배지에서 액아를 배양하였다. 표10의 '홍일'의 경우 BA에 의해 액아가 활성화하여 90% 까지 자구를 형성하였다. 그러나 유도된 자구는 더 이상 증식하지 않아 다수의 자구를 형성하는 번식체로 배양되지 않았다. NAA의 농도를 0.3mg/L로 높이거나 kinetin이나 TDZ를 혼용하였을 때 많은 액아에서 캘러스가 형성되었다(표13, 그림1A,B,C). 농도를 달리한 NAA와 함께 다양한 시토키닌류를 조합처리한 '블랙루비'의 액아배양에서도 시토키닌의 농도 증가에 따라 대부분의 액아에서 캘러스가 유도되었고 소수의 액아에서만 자구가 형성되어 대량증식에 적합하지가 않았다(표11). 'RY'형의 액아배양에서는 캘러스는 형성되지 않았으나 소수의 액아 절편체에서만 자구가 유도되었고(표12), '썬'은 TDZ가 자구형성에 효과적이었으나 캘러스 형성이 심하게 일어나는 현상을 보였다(표14).

형성된 자구도 투명화 현상이 심하게 일어나 캘러스를 형성하거나 과수화하여 비정상적인 형태로 변형되는 경우가 많았다. 과수화 현상을 억제하기 위하여 한천의 농도를 높이거나 활성탄을 첨가하므로써 투명화를 억제할 수 있었으나 자구의 증식은 매우 제한적으로 일어났다.

#### 나. 배발생 캘러스 배양

액아배양을 대체할 수 있는 새로운 조직배양 체계를 병행 시도하기 위하여 생장과 발달이 빠른 화기 구조에서 배발생캘러스를 유도하여 이를 급속 증식하고, 이로부터 고효율로 배를 발달시켜 식물체를 유도하는 방법을 시도하게 되었다. 크기 5mm 이하의 비모란 화퇴를 채취하여 MS 배지에 2,4-D 또는 picloram을 1 mg/L 함유시킨 배지에 치상한 결과 5% 미만의 효율로 배발생캘러스를 유도할 수 있었다(그림1D). 액아나 선인장의 줄기 조직을 배양할 때 팽창된 세포로 구성된 치밀하지 않은 조직의 형태가 아니라 다른 식물의 Type I 배발생캘러스에 해당하는 치밀하고 단단하며 흑과 같은 구조를 갖는 배발생캘러스의 형태적 특성을 보여 주었다. 이들 배발생캘러스는 액체배지에서 진탕배양하면 빠른 속도로 증식하여 깨주 계대배양을 해야 하는 세포주로 배양되었으며, '홍일', '핑크', '블랙루비' 세 품종에서 이러한 세포주가 확보되었다(그림1E). 이들로부터 배발생을 통한 식물체 분화를 유도하기 위하여 호르몬이 첨가되지 않은 한천배지에 치상하면 자구가 형성되었으나 그 속도가 매우 늦고 생장이 억제되는 현상을 나타내고 있다(그림1F). 배지의 수분압 조절이나 배발달이나 생장을 촉진하기 위한 GA 처리 등을 통해 배의 성숙화 및 발아를 촉진하는 실험이 진행중이다.

Table 10. Effect of plant growth regulators on tubercle formation from the in-vitro-cultured axillary buds of Bimoran cactus "Hongil"

Plant growth regulators (mg/L)		No. of buds cultured	No. of buds forming tubercles (%)
NAA	BA		
0	0.01	6	0 ( 0)
	0.1	11	2 (18)
	1.0	12	5 (41)
	3.0	7	4 (57)
0.01	0.01	18	2 (11)
	0.1	14	7 (50)
	1.0	8	4 (50)
	3.0	12	7 (58)
0.03	0.01	14	4 (29)
	0.1	17	13 (76)
	1.0	11	8 (73)
	3.0	11	10 (91)
0.1	0.01	17	10 (59)
	0.1	18	13 (72)
	1.0	7	3 (43)
	3.0	9	4 (44)

Table 11. Effect of plant growth regulators on tubercle formation from the in-vitro-cultured axillary buds of Bimoran cactus "Black rubi"

Plant growth regulators (mg/l)		No. of buds cultured	No. of buds forming callus	No. of buds forming tubercles	Tubercle diameter (mm)
NAA 0.0	BA				
	0.1	13	7	-	
	0.3	25	10	-	
	1.0	16	12	-	
	3.0	21	13	-	
NAA 0.1	BA				
	0.1	17	5	1	2.0
	0.3	29	9	3	7.7
	1.0	80	57	2	10.5
	3.0	27	20	-	
NAA 0.3	BA			-	
	0.1	21	15	1	9.0
	0.3	10	9	-	
	1.0	10	10	-	
	3.0	15	15	-	
NAA 0.1	kinetin				
	0.1	89	3	3	4.3
	0.3	81	9	8	6.6
	1.0	89	37	13	6.5
	3.0	88	46	12	5.6
NAA 0.1	TDZ				
	0.1	27	23	-	
	0.3	73	54	2	2.0
	1.0	16	16	1	2.0
	3.0	73	65	3	3.0

Table 12. Effect of plant growth regulators on tubercle formation from the in-vitro-cultured axillary buds of RY-type Bimoran cactus

Plant growth regulators (mg/l)		No. of buds cultured	No. of buds forming callus	No. of buds forming tubercles	Tubercle diameter (mm)
NAA 0.0	BA				
	0.1	17	0	0	
	0.3	23	0	0	
	1.0	35	0	0	
	3.0	37	0	0	
<hr/>					
NAA 0.1	BA				
	0.1	52	0	9	5.1
	0.3	40	0	0	
	1.0	23	0	3	9.3
	3.0	27	0	0	
<hr/>					
NAA 0.3	BA				
	0.1	35	0	1	2.5
	0.3	20	0	0	
	1.0	27	0	0	
	3.0	29	0	0	
<hr/>					
NAA 0.1	kinetin				
	0.1	24	0	0	
	0.3	27	0	0	
	1.0	18	0	1	4.0
	3.0	23	0	0	
<hr/>					
NAA 0.1	TDZ				
	0.1	12	0	0	
	0.3	35	0	1	3.5
	1.0	42	0	0	
	3.0	38	0	0	

Table 13. Effect of plant growth regulators on tubercle formation from the in-vitro-cultured axillary buds of Bimoran cactus "Hongil"

Plant growth regulators (mg/L)		No. of buds cultured	No. of buds forming callus	No. of buds forming tubercles	Tubercle diameter (mm)
NAA 0.0	BA 0.1	78	0	1	2.0
	0.3	84	0	0	
	1.0	85	0	3	2.9
	3.0	80	0	4	3.9
NAA 0.1	BA 0.1	12	0	0	
	0.3	20	0	4	5.3
	1.0	23	5	1	2.0
	3.0	19	0	2	4.4
NAA 0.3	BA 0.1	93	63	0	
	0.3	22	8	0	
	1.0	90	74	3	3.5
	3.0	94	89	1	2.8
NAA 0.1	kinetin 0.1	93	17	3	2.8
	0.3	87	35	3	3.4
	1.0	80	34	4	3.7
	3.0	100	49	3	2.7
NAA 0.1	TDZ 0.1	88	72	2	2.0
	0.3	90	8	6	2.6
	1.0	80	46	4	3.3
	3.0	90	69	14	3.7

Table 14. Effect of plant growth regulators on tubercle formation from the in-vitro-cultured axillary buds of Bimoran cactus "Sun"

Plant growth regulators (mg/l)		No. of buds cultured	No. of buds forming callus	No. of buds forming root	No. of buds forming tubercles	Tubercle diameter (mm)
NAA 0.0	BA 0.1	56	0	0	0	
	0.3	73	0	0	3	4.1
	1.0	54	0	0	5	10.6
	3.0	78	0	0	5	6.3
NAA 0.1	BA 0.1	50	0	4	0	
	0.3	29	0	2	0	
	1.0	51	0	0	0	
	3.0	53	0	0	0	
NAA 0.3	BA 0.1	79	0	40	4	4.1
	0.3	77	0	44	4	3.5
	1.0	35	0	8	0	
	3.0	51	0	6	0	
NAA 0.1	kinetin 0.1	45	0	0	0	
	0.3	63	0	0	0	
	1.0	51	0	0	0	
	3.0	72	0	0	1	8.2
NAA 0.1	TDZ 0.1	90	39	0	5	6.2
	0.3	77	32	0	3	5.5
	1.0	78	34	0	6	3.8
	3.0	95	26	0	6	5.1

Table 15. Effect of plant growth regulators on tubercle formation from the in-vitro-cultured axillary buds of Bimoran cactus "Hongil"

Plant growth regulators (mg/l)		No. of buds cultured	No. of buds forming callus	No. of buds forming tubercles	No. of buds forming tubercles	Tubercle diameter (mm)
NAA 0.0	BA					
	0.1	83	0	0	0	
	0.3	85	0	0	0	
	1.0	90	0	0	0	
	3.0	81	0	0	0	
NAA 0.1	BA					
	0.1	23	0	0	0	
	0.3	34	0	0	0	
	1.0	14	0	0	0	
	3.0	54	0	0	2	4.0
NAA 0.3	BA					
	0.1	37	0	0	0	
	0.3	37	0	0	0	
	1.0	33	0	0	0	
	3.0	61	9	0	0	
NAA 0.1	kinetin					
	0.1	13	0	0	0	
	0.3	33	0	0	1	4.0
	1.0	37	0	0	0	
	3.0	6	0	0	0	
NAA 0.1	TDZ					
	0.1	85	33	0	0	
	0.3	73	26	0	0	
	1.0	49	21	0	0	
	3.0	35	9	0	1	2.0

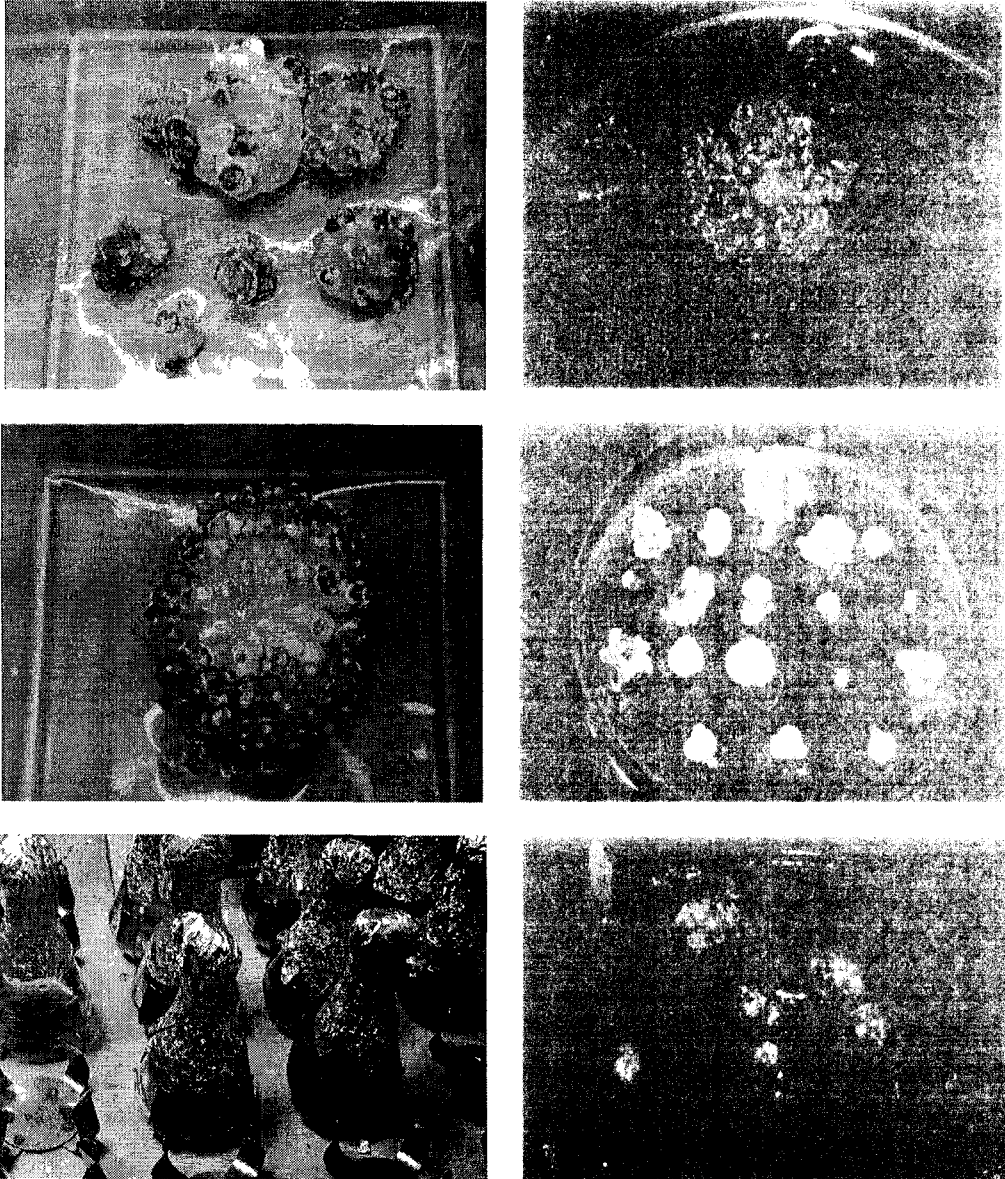


Figure 1. In vitro axillary culture and embryogenic callus culture of 'Bimoran' cactus: (A) Tubercles formation from axillary buds, (B) Proliferation of the tubercles, (C) Growth of a tubercle with secondary tubercle formation, (D) Callus formation from immature flower buds, (E) Liquid agitation cultures of embryogenic cell clumps, (F) Tubercle formation from the embryogenic cell clumps on regeneration medium.



## 제 4 절 결 론

### 1. 비모란 품종의 대목별 자구 증식 능력 구명

‘말레루비’의 경우에는 ‘삼각주’와 ‘소테가우라’ 대목에 접을 하였을 때 ‘귀면각’보다 더 많은 자구가 형성되었다. ‘명월’의 경우에는 ‘귀면각’ 대목이 가장 효과적이었으며 ‘핑크’에서는 대목간 유의성이 없었다. 따라서 일반적인 비모란 접목묘의 자구 증식에 있어서, 현재 사용되고 있는 ‘삼각주’나 ‘소테가우라’나 ‘귀면각’ 보다 낮거나 최소한 비슷한 효과를 갖고 있다는 것이 판별되었고 현재 ‘귀면각’ 등의 대목의 비용이 더 고가인 것을 고려하면 ‘삼각주’를 보편적으로 사용하는 것이 문제가 없다는 것이 확인되었다.

### 2. 생장조절제 및 적심 처리가 비모란 품종별 자구 증식에 미치는 효과

‘명월’, ‘핑크’, ‘말레루비’ 등의 비모란 품종에서 TDZ 처리가 ‘명월’ 품종의 자구수 증가에 효과적이며, 자구수 증가에 따른 자구 크기 감소를 보완하기 위해 재배기간을 연장해야 할 것으로 판단되었다.

GA 처리는 적심 효과와 마찬가지로 자구수의 증가에는 영향을 미치지 못하였으나 자구중을 78% 까지 증가시켜 자구의 비대 촉진에 효과적임이 밝혀졌다.

### 3. 조직배양을 이용한 자구 증식 실험

비모란의 액아 기내배양시 BA 등의 시토키닌류에 의해 액아가 활성화하여 90% 까지 자구를 형성하였다. 그러나 유도된 자구는 더 이상 증식하지 않아 다수의 자구를 형성하는 분식체로 배양되지 않았으며, NAA의 농도를 0.3mg/L로 높이거나 kinetin이나 TDZ를 혼용하였을 때 많은 액아에서 캘러스가 형성되었다. 형성된 자구도 투명화 현상이 심하게 일어나 캘러스를 형성하거나 과수화하여 비정상적인 형태로 변형되는 경우가 많았다.

액아배양을 대신 5mm 이하의 미숙화뢰를 2,4-D 또는 picloram을 1 mg/L 함유시킨 배지에서 배양하여 배발생캘러스를 유도할 수 있었다. 액체배지에서 진탕배양하면 빠른 속도로 증식하여 배주 계대배양을 해야 하는 세포주로 배양되었으며, ‘홍일’, ‘핑크’, ‘말레루비’ 세 품종에서 이러한 세포주가 확보되었다. 재분화 배지에서 자구를 형성하였으나 그 속도가 늦고 생장이 억제되는 현상이 나타나고 있으나, 배의 성숙화 및 발아 촉진을 통해 개선되고 있다.

## 제 5 절 참 고 문 헌

1. Ault, J.R. and W.J. Blackmon. 1985. Invitro propagation of selected native cacti species. HortScience 20:541. (Abstr.)
2. Ault, J.R. and W.J. Blackmon. 1987. In vitro propagation of *Ferocactus acanthodes* (Cactaceae). HortScience 22:126-127.
3. Clayton, P.W. 1987. Micropropagation as a means of conservation and commercialization of members of the subtribe Cactinae(Cactaceae). MS thesis, New Mexico State Univ., Las Cruces.
4. Dunstan, D.I. and K.C. Short. 1977. Improved growth of tissue cultures of the onion, *Allium cepa*. Physiol. Plant. 41:70-72
5. Escobar, H.A., V.M. Villalobos, and A. Villegas. 1986. *Opuntia* micropropagation by axillary proliferation. Plant Cell Tissue Organ Cult. 7:269-277
6. Gladfelter, H.J. and G.C. Phillips. 1987. De novo shoot organogenesis of *Pinus elliottii* Medw. in vitro: I. Reproducible regeneration from long-term callus cultures. Plant Cell Rpt. 6:163-166.
7. Havel, L. and Z. Kolar. 1983. Microexplant isolation from Cactaceae. Plant Cell Tissue Organ Cult. 2:349-353.
8. Lee, M. and R.L. Phillips. 1988. The chromosomal basis of somaclonal variation. Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol. 39:413-437.
9. Rubluo, A., V. Chavez, O. Martinez, and A. Martinez. 1986. The recovery of endangered Mexican plant population through tissue culture, p.428. In: D.A. Somers, B.G. Gengenbach, D.D. Biesboer, W.P. Hackett, and C.E. Green (eds.). VI Intl. Congr. Plant Tissue Cell Culture Abstr. Univ. of Minnesota, Minneapolis.

10. Sluis, C.J. and Z.S. Wochok. 1980. In vitro propagation of an endangered *Pediocactus* species. *Plant Physiol.* 65:S-36
11. Starling, R.J. 1985. In vitro propagation of *Leuchtenbergia principis*. *Cact. Succ. J. (U.S.)* 57:114-115
12. Vyskot, B. and Z. Jara. 1984. Clonal propagation of acati through axillary buds in vitro. *J. Hort. Sci.* 59:449-452.
13. Schenk, R.U. and A.C. Hildebrandt. 1972. Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. *Can. J. Bot.* 50:199-204.
14. Phillips, G.C. and G.B. Collins. 1979. In vitro tissue culture of selected legumes and plant regeneration of red clover. *Crop Sci.* 19:59-64.
15. Mauseth, J.D. and W. Halperin. 1975. Hormonal control of organogenesis in *Opuntia Polyacantha* (Cactaceae). *Amer. J. Bot.* 62:869-877.
16. Mauseth, J.D. 1979. A new method for the propagation of cacti: sterile culture of axillary buds. *Cact. Succ. J. (U.S.)* 51:186-187.
17. Minocha, S.C. and P.N. Mehra. 1974. Nutritional and morphogenetic investigations of callus cultures of *Neomammillaria prolifera* Miller (Cactaceae). *Amer. J. Bot.* 61:168-173.
18. Kolar, Z., J. Barták, and B. Vyskot. 1976. Vegetative propagation of the cactus *Mammillaria woodsii* through tissue cultures. *Experientia* 32:668-669.
19. Johnson, J.L. and E.R. Emimo. 1979a. In vitro propagation of *Mammillaria elongata*. *HortScience* 14:605-606.
20. Johnson, J.L. and E.R. Emimo. 1979b. Tissue culture in the Cactaceae. *Cact. Succ. J. (U.S.)* 51:275-277.

## 제 4 장 접목선인장 우량대목 생산기술 연구

### 제 1 절 서 설

선인장은 남북아메리카의 건조지대에 약 2,500여종이 자생하고 있으며 (Bus, 1950), 비모란 접목선인장은 1960대로 일본에서 파라과이 원산인 목단옥(*Gymnocalycium mihanovichii* Britt. and Rose)에서 적색의 실생이 분리되면서부터 시작되었으며 이 계통은 엽록소가 적어서 자급영양이 불가능하여 녹색의 대목에 접목하여 재배하게 되었다. (Koehler, 1972)

국내에서 접목선인장 중 비모란에 대한 연구는 1986년부터 시작되어 많은 연구가 수행되었으나 삼각주에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

김 등 (1990)은 삼각주의 생장점 배양으로 삼각주의 무병주를 년 5회 계대배양할 경우 10만배 이상 번식이 가능하다고 보고하였으며, 허 등 (1990)은 삼각주의 무병대목과 기존 사용되고 있는 이병대목과의 비교실험에서 무병대목은 91.1%의 활착율을 보여 기존대목의 75.5%에 비하여 15.6% 향상되었으며 생육도 현저하게 증가되었다고 하였다.

삼각주의 접목 활착율 증대를 위한 식물체내 C/N을 구명연구에서 C/N율이 증가할수록 접목활착율이 증가하여 27%에서 가장 좋은 접목 활착율을 나타내었다고 하였다. (張, 1991)

李(1998)는 주야 온도차인 DIF가 正(+)의 방향으로 증가할수록 삼각주의 초장과 건물중이 증가하여 30/15℃에서 이상적인 규격대목 생산이 가능하다는 결과를 얻었으며, 엽록소 역시 + DIF가 클수록 증가하는 경향을 나타낸다고 하였으며, 손 등(1997)은 비모란 접목시 삼각주의 적정예취길이 및 예취부위 구명시험에서 삼각주 길이 80cm일때 예취하여 접목하였을 때 접목활착율이 높다고 하였으며, 예취부위는 측지의 하단부를 예취하여 접목하였을 때 자구 생산량이 많다고 하였다.

삼각주 규격대목 수량증대를 위한 적심재배는 본당 측지 3분을 남기고 재배하였을 때 재배에 비해 15% 증대되었으며 (손 등 1998) 삼각주 생산성 향상을 위한 양액농도 및 공급횟수 시험결과 측지생산 길이는 선인장 표준농도 1일 1회 공급에서 주당 119.0cm로 가장 길었고, 모든 양액재배 처리구에서 관행의 토양재배에 비해 측지생산 길이가 길었다고 하였다. (홍 등 1998)

접목선인장 생산성 및 품질향상을 위하여 우량 규격대목 재배기술 확립이 요구되고 있다. 이러한 접목선인장 대목으로 주로 이용하고 있는 삼각주는 열대 삼림지역 (tropical forest region)이 자생지로 나무의 수관을 타고 올라가며 성장하고 기근을 발생시키는 착생식물의 특성을 가지고 있으나 (Rowley, 1978), 우리나라에서 접목선인장의 대목용으로 재배되는 삼각주는 그 이용 목적 때문에 식물체의 생육습성과는 달리 삼각주를 일정한 길이로 절단하여 삽수를 조제한 후 식재하여 삽수에서 발생하는 측지를 수확 절단하여 대목으로 이용하고 있다.

삼각주를 대목으로 사용하고 있는 이유는 번식과 생육이 빠르고 접목활착율이 높으며, 무게가 가벼운 장점을 가지고 있어 다른 대목보다 수출시에 유리하기 때문이다.

우리나라에서 생산되고 있는 접목선인장은 선택과 품질이 우수하여 세계시장에서 선호하고 있어 세계유통량의 70%이상을 점하고 있으나, 지속적인 국제시장 선도를 위해서는 품질 좋은 삼각주의 재배기술 개발이 요구된다.

그러나 삼각주는 광, 건조 등 재배환경에 민감하게 반응하는 재배가 까다로운 작물이다. 따라서 지속적인 국제 경쟁력을 유지하면서 접목 선인장 수출증대를 위해서는 대목으로 사용하고 있는 삼각주의 규격대목 생산성 향상을 위한 재배기술 개발이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 우량 규격대목 생산을 위한 재식거리, 삽수길이, 유인방법, 상토깊이 등 고품질의 우량대목 생산기술을 개발코자 본 시험을 수행하였다.

## 제 2 절 재 료 및 방 법

### 1. 삼각주 재식거리 구명 시험

#### 가. 1차 시험

본 시험은 삼각주 재배시 규격대목 수량증대를 위한 적정 재식거리를 구명하기 위해 고양선인장시험장의 2중 PE하우스내에서 수행하였다.

재식거리는 조간을 10,20cm, 주간을 10,15,20cm로 하였고 삽수길이는 20cm를 절단하여 7일간 건조후 '98년 3월 13일에 정식하였다.

용토는 모래와 둔분을 부피의 비율로 1:1로 혼합하여 15cm 두께로 편후 표면에 모래를 1cm 두께로 처리하였다. 초기관수는 정식후 20일에 하였고 4월중순~9월하순까지 PE하우스 외부에 55% 차광망을 설치하였다.

2년간 ('98~'99) 5회 수확하여 매수확시마다 측지수, 측지길이, 측지폭, 규격대목 수량과 생체중, 건물중을 조사하였다.

규격대목 수량은 수출용 접목선인장 재배시 사용되는 폭 2.6~ 3.5cm, 길이 9cm 대목의 수량을 조사하였다.

#### 나. 2차 시험

1차시험 장소와 같은 고양선인장시험장의 PE하우스내에서 시험을 수행하였다.

1차시험에서 재식거리가 가장 좁았던 조간 10cm, 주간 10cm에서 규격대목 수량이 가장 많아 2차시험에서는 조간거리 5cm를 추가 (주간 10,15,20cm는 동일하게 수행)하여 시험을 수행하였다.

'99년 11월 24일에 정식하였으며 2000년에 2회 수확하여 측지수, 측지길이, 측지폭, 규격대목수량, 생체중과 건물중을 조사하였다.

## 2. 삼각주 삼수길이 구명시험

대목용 삼각주의 대목을 조기에 다량으로 생산할 수 있는 방법을 구명하기 위해 삼수길이를 10, 20, 30, 40cm로 하여 정식후 수량을 검토하였다.

'98년 3월 13일에 정식하였으며 2년간 ('98~'99) 5회 수확하여 매 수확시마다 측지수, 측지길이, 측지폭과 규격대목수량, 생체중, 건물중을 조사하였다.

고양선인장 시험장 내의 2중 PE하우스에서 재배하였으며 재배관리는 삼각주 재식거리 구명시험과 동일하게 수행하였다.

## 3. 삼각주 유인방법 시험

삼각주 재배시 유인방법 효과를 구명하기 위해 무처리를 대조로하여 지주대유인, 네트유인(1단), 네트유인(2단)을 하여 시험을 수행하였다.

정식시 삼수길이는 40cm로 하였고 지주대 유인은 직경 0.7cm의 터널 재배용 PVC를 50cm로 절단하여 삼수측면에 꽃은후 칼라타이를 이용하여 삼수를 고정시켰으며, 네트유인 재배는 15×15cm의 절화망을 이용하여 네트1단 재배는 삼수의 상단부에 설치하였고, 네트 2단재배는 삼수의 상단부와 측지의 하단부에 설치하였다.

재식거리는 조간 20cm, 주간 10cm로 하여 '98년 10월 15일에 정식하였으며, 2년간 ('99~2000) 5회 수확하여 매수확시마다 측지수, 측지장, 측지폭, 규격대목수량, 생체중, 건물중을 조사하였다. 고양선인장시험장내의 2중 PE 하우스내에서 시험을 수행하였고, 재배관리는 삼각주 재식거리 구명시험과 동일하게 하였다

## 4. 삼각주 상토깊이 구명시험

삼각주 재배시 적절한 상토깊이를 구명하기 위해 모래와 둔분을 부피의 비율로 5:5로 혼합한 상토를 10, 15, 20, 25cm 깊이로 투입하여 시험을 수행하였다.

삼수길이는 20cm로 하여 '98년 10월 13일에 주간 20cm, 조간을 10cm로 정식하였고, 2년간 ('99~2000) 5회 수확하여 생육 및 수량을 검토하였다.

상토깊이에 따른 측지수, 측지길이, 측지폭 규격품 생산량을 조사 하였으며 일반관리는 재식거리 구명시험과 동일하게 하여 수행하였다.

## 5. 삼각주 적심시기 구명시험

삼각주 재배시 적합한 적심시기를 구명하고자 고양선인장시험장 내의 2중 PE 하우스내에 길이 20cm의 삽수를 '98년 10월 15일에 정식하여 시험을 수행하였다.

적심시기별로 3월 1일, 3월 15일, 4월 1일과 4월 15일에 적심하여 생육 및 수량성을 검토하였다. 2년간 ('99~2000) 5회 수확하여 측지수, 측지생산길이, 측지폭, 규격대목 수량 생체중을 조사하였고 일반관리는 삼각주 재식거리 구명 시험과 동일하게 하여 수행하였다.



# 제 3 절 결 과 및 고 찰

## 1. 삼각주 재식거리 구명시험

가. 1 차 시 험

1) 재식거리별 생육상황

○ 측 지 수

재식거리별 주당 측지수는 표1에서와 같이 조간 10, 20cm 모두 주간이 넓을수록 측지수가 많은 경향이였다. 조간 10cm에서는 주간10cm에서 주당 측지수가 9.6개였으나 주간 20cm에서는 10.8개로 1.2개가 많았으며 조간 20cm에서도 주간10cm에서는 11.5개, 15cm에서 12.0개, 20cm에서는 13.3개로 많아지는 경향이였다. 조간 10cm와 주간 20cm간 에는 조간 10cm에 비해 20cm에서 측지수가 다소 많았다.

**Table 1.** Effect of various planting space on Number of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Planting space(cm)		No. of lateral branches per plant					
Interrow spacing	Intrarow spacing	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	4th harvest	5th harvest	Total
10	10	1.3	1.4	2.5	3.1	1.3	9.6
	15	1.3	1.5	3.0	3.3	1.4	10.5
	20	1.3	1.6	3.1	3.2	1.6	10.8
	Mean	1.3	1.5	2.9	3.2	1.4	10.3
20	10	1.5	1.7	3.4	3.4	1.5	11.5
	15	1.4	1.7	3.4	3.9	1.6	12.0
	20	1.8	1.9	3.7	4.2	1.7	13.3
	Mean	1.6	1.8	3.5	3.8	1.6	12.3

LSD(5%)

Interrow spacing ----- 0.76

Intrarow spacing ----- 0.93

Interrow spacing × Intrarow spacing ----- N S

○ 측지길이 및 측지폭

측지길이를 5회 수확하여 조사한 결과는(표2)와 같다. 측지수와 동일한 경향으로 조간 10cm, 20cm 모두 주간을 넓게할수록 측지길이가 길어지는 경향이었다. 조간10cm에서는 주간이 10cm에서 주당 측지길이가 363.8cm, 15cm에서 420.6cm, 20cm에서 430.9cm로 길어졌으며, 조간 20cm에서도 동일한 경향을 나타내어, 주간10cm에서460.4cm, 15cm에서 505.6cm, 20cm에서 543.1cm로 길어지는 경향이었다. 조간 간에는 조간10cm에서는 405.1cm 였으나, 조간20cm에서는 503.0cm로 97.9cm가 긴 경향으로 조간거리를 넓게하여 삼각주를 재배하였을 때 측지길이가 긴 경향이었다. 수확횟수별 측지길이는 4회수확에서 가장 길었으며 5회에서는 측지길이가 짧았다. 재식거리별 측지폭은 조간 10cm에서 3.4~4.8cm 범위였으며 주간20cm에서는 3.6~4.8 범위이고 평균 측지폭은 조간 10cm에서 3.8cm ,조간 20cm에서 4.0cm로 조간 10cm에 비해 조간 20cm에서 다소 넓었다. ( 표3 )

Table 2. Effect of various planting space on length of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Planting space(cm)		Length of lateral branches (cm/plant)					
Interrow spacing	Intrarow spacing	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	4th harvest	5th harvest	Total
10	10	66.7	65.0	74.1	102.2	55.8	363.8
	15	69.3	76.6	91.8	117.9	65.0	420.6
	20	69.6	80.8	97.6	115.2	67.7	430.9
	Mean	68.5	74.1	87.8	111.8	62.8	405.1
20	10	77.6	87.6	101.8	123.6	69.8	460.4
	15	82.7	94.7	105.6	139.0	83.6	505.6
	20	88.6	96.3	118.5	151.1	88.6	543.1
	Mean	83.0	92.9	108.6	137.9	80.7	503.0

LSD(5%)

Interrow spacing -----17.89

Intrarow spacing -----21.91

Interrow spacing × Intrarow spacing ----- N S

Table 3. Effect of various planting space on width of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Planting space(cm)		Width of lateral branches (cm)					
Interrow spacing	Intrarow spacing	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	4th harvest	5th harvest	Mean
10	10	3.4	3.6	4.5	3.9	3.4	3.8
	15	3.4	3.5	4.8	4.0	3.6	3.9
	20	3.4	3.6	4.7	4.0	3.6	3.9
	Mean	3.4	3.6	4.7	4.0	3.5	3.9
20	10	3.6	3.6	4.8	4.0	3.7	3.9
	15	3.6	3.6	4.7	4.0	3.7	3.9
	20	3.7	4.0	4.7	4.0	3.8	4.0
	Mean	3.6	3.7	4.7	4.0	3.7	3.9

○ 생체중 및 건물중

생체중 및 건물중도 조간에 관계없이 주간이 넓을수록 무거운 경향으로 조간을 10cm로 하였을 때 주간 10cm에서 주당 535.2g이었으나, 주간 20cm에서는 652.6g으로 117.4g이 증가하였고, 조간 20cm에서는 주간 10cm로 재배하였을 때 주당 702.8g에 비해 주간 20cm에서는 887.5g으로 184.7g이 증가하여 주간거리가 넓을수록 생체중이 증가하였다.

한편 조간 10cm와 20cm에서의 생체중은 조간 10cm에서 주당 606.7g이었으나, 조간 20cm에서 794.3g으로 187.6g이 증가되었으며, 재식주수가 같은 조간10cm×주간20cm와 주간20cm×조간10cm를 비교하면 조간 10cm×주간20cm에서 652.6g이었으나, 주간20cm×조간10cm에서 702.8g으로 50.2g이 증가하여 주간거리를 넓게 하였을 때 생체중이 증가됨을 알 수 있었다 ( 표4 )

**Table 4.** Effect of various planting space on fresh and dry weight of *H.trigouns* Haw.

Planting space(cm)		Fresh weight of lateral branches (g/plant)	Dry weight of lateral branches (g/plant)	Percentage of dry matter
Interrow spacing	Intrarow spacing			
10	10	535.2	30.4	5.7
	15	632.2	37.3	5.9
	20	652.6	37.8	5.8
	Mean	606.7	35.2	5.8
20	10	702.8	40.4	5.7
	15	792.6	45.6	5.8
	20	887.5	52.2	5.9
	Mean	794.3	46.1	5.8

(나) 규격품 생산량

재식거리별 주당 규격대목 생산량은 (표5)와 같다. 측지길이 및 생체중과 동일한 경향으로 조간 10cm에 비해 조간 20cm 로 식재하여 재배한 처리에서 수량이 증가하였으며, 10a당 규격대목 수량은 조간 10cm와 20cm 모두 주간거리가 좁을수록 증대되었으며 조간 10cm, 주간 15cm(관행) 534,600개에 비해 재식거리가 가장 좁은 조간 10cm, 주간 10cm에서 730,620개가 생산되어 37% 증수되었다 (표5)

**Table 5.** Effect of various planting space on Number of produced stock.

Planting space(cm)		No.of plant per 10a	No. of produced stock per plant	No. of produced stock per 10a	Index
Interrow spacing	Intrarow spacing				
10	10	99,000	12.3	730,620	137
	15	66,000	13.5	534,600	100
	20	49,500	14.3	424,710	79
	Mean	71,500	13.4	563,310	-
20	10	49,500	16.0	475,200	89
	15	33,000	17.1	338,580	63
	20	24,750	18.8	279,180	52
	Mean	35,750	17.3	364,320	-

LSD(5%)

Interrow spacing ----- 17,186

Intrarow spacing ----- 21,048

Interrow spacing × Intrarow spacing ----- NS

나. 2 차 시 험

○ 재식거리에 따른 생육 및 수량

재식거리간의 측지수와 측지폭은 차이가 없었으나 측지길이는 조간5cm, 10cm, 20cm 모두 주간거리가 넓을수록 긴 경향이였다. 조간 5cm에서는 주간 10cm에서 주당 71.1cm에 비해 15cm에서는 89.4cm로 18.3cm 증가하였고 20cm에서는 104.2cm로 33.1cm가 증가하여 주간거리가 넓을수록 증가하였으며 조간 10cm와 20cm에서도 같은 경향이였다. 조간간에도 조간거리가 넓을수록 측지길이가 길었으며, 재식거리가 가장 좁은 조간5cm, 주간 10cm의 71.1cm에 비하여 재식거리가 가장 넓은 조간 20cm, 주간20cm에서 171.1cm로 가장 길어서 100cm가 증가하였다. 생체중도 측지길이와 같은 경향으로 조간거리와 주간거리 모두 넓을수록 무거운 경향이였다. (표6)

Table 6. Effect of various planting space on growth and yield of *H.trigonus* Haw.

Planting space(cm)		No of lateral branches per plant	Width of lateral branches(cm)	Length of lateral branches (cm/plant)	Fresh weight of lateral branches (g/plant)	Dry weight of lateral branches (g/plant)	Percentage of dry matter
Interrow spacing	Intrarow spacing						
5	10	2.6	4.0	71.1	90.72	6.02	6.6
	15	2.6	4.2	89.4	116.90	7.88	6.7
	20	2.7	4.2	104.2	137.70	9.45	6.9
	Mean	2.6	4.1	88.2	115.11	7.78	6.8
10	10	3.4	4.1	105.8	141.43	9.51	6.7
	15	3.3	4.3	119.8	167.96	11.63	6.9
	20	3.3	4.2	132.1	187.74	14.18	7.6
	Mean	3.3	4.2	119.2	165.71	11.77	7.1
20	10	3.8	4.0	129.9	183.51	13.84	7.5
	15	4.0	4.2	167.4	250.09	17.85	7.1
	20	3.9	4.3	171.1	263.42	18.36	7.0
	Mean	3.9	4.2	156.1	232.34	16.68	7.2

LSD(5%)

Interrow spacing -----45.24

Intrarow spacing-----13.36

Interrow spacing×Intrarow spacing-----N.S.

○ 규격품 생산량

주당 규격대목 수량은 조간거리 5cm와 10cm에서 주간거리가 넓을수록 많은 경향이었고 조간거리 20cm에서는 주간거리 10cm의 4.2개에 비하여 주간거리 15cm에서 6.0개로 1.8개가 증가하였으나 주간거리 20cm에서는 5.9개로 주간거리 15cm와 차이가 없는 경향이었다. 조간간에는 조간거리가 넓을수록 주당 규격대목 수량이 증가하였다. 10a당 수량은 조간 5cm, 10cm, 20cm 모두 주간거리가 좁을수록 수량이 증대되었으며 조간 10cm×주간 15cm(관행) 수량 162,360개에 비하여는 재식거리가 가장 좁은 조간5cm 주간 10cm에서 249,480개가 생산되어 54%가 증대되었으며 조간간에도 조간거리가 좁을수록 규격대목 수량이 증대되었다. (표7) 재식거리가 좁아질수록 10a당 재식주수가 증가하여 수량이 증가하는 경향이었으나 초기 삼수소요량과 수확노력과 같은 경영비 및 작업성을 종합적으로 고려하면 조간10cm, 주간10cm의 재식거리가 대목용 삼각주 재배시 적정 재식거리로 판단되었다.

Table 7. Effect of various planting space on Number of produced stock.

Planting space(cm)		No.of plant per 10a	No.of total produced stock per plant	No.of total produced stock per 10a	Index
Interrow spacing	Intrarow spacing				
5	10	118,800	2.1	249,480	154
	15	79,200	2.7	213,840	132
	20	59,400	3.4	201,960	124
	Mean	85,800	2.7	221,760	-
10	10	59,400	3.5	207,900	128
	15	39,600	4.1	162,360	100
	20	29,700	4.2	124,740	77
	Mean	42,900	3.9	165,000	-
20	10	29,700	4.2	124,740	77
	15	19,800	6.0	118,800	73
	20	14,850	5.9	87,615	54
	Mean	21,450	5.4	110,385	-

LSD(5%)

Interrow spacing-----81,942

Intrarow spacing-----30,344

Interrow spacing×Intrarow spacing-----N.S.

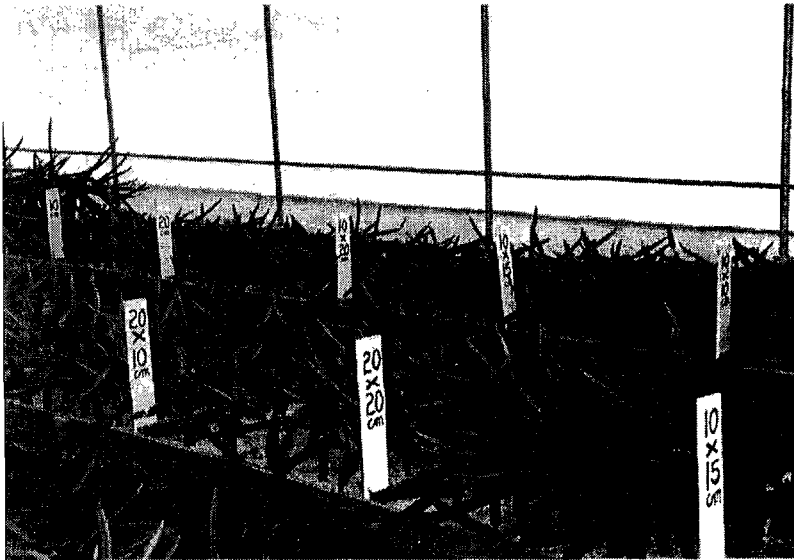


Fig.1. Photograph of experimental plot.



## 2. 삼각주 삼수길이 구멍시험

### 가. 측지수

삼수길이별로 5회 수확하여 생산된 측지수는 삼수길이가 가장 짧은 10cm에서 주당 9.7개로 가장 적었고 삼수길이 20cm에서 11.5개, 30cm에서 14.7개, 40cm에 15.3개로 삼수길이가 길수록 측지수가 증가하는 경향이였다. (표8)

Table 8. Effect of various cutting length on Number of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Cutting length (cm)	No. of lateral branches per plant					
	1st	2nd	3rd	4th	5th	Total
10	1.1	1.8	3.0	2.5	1.3	9.7 c <sup>1</sup>
20	1.5	1.8	3.7	3.3	1.2	11.5 bc
30	1.9	2.5	4.4	4.5	1.4	14.7 ab
40	1.5	2.5	4.8	5.0	1.5	15.3 a

1 DMRT at 5% level

### 나. 측지길이 및 측지폭

주당 생산된 측지길이도 삼수길이가 길수록 긴 경향이며, 관행인 삼수길이 20cm에서 450.0cm가 생산되었으나 삼수길이 40cm에서 717.1cm가 생산되어 관행에 비해 267.1cm가 증가하여 최고수량을 나타내었다. (표9) 삼수길이에 따른 1~5회 수확시까지의 측지폭 범위는 3.3~4.8cm였으며, 평균 측지폭은 삼수길이 10cm에서 3.7cm였으며, 삼수길이가 가장 긴 40cm에서 4.1cm로 측지폭이 넓은 경향이였다 (표10)

**Table 9.** Effect of various cutting length on length of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Cutting length (cm)	Length of lateral branches (cm/plant)					
	1st	2nd	3rd	4th	5th	Total
10	55.6	71.2	78.0	75.7	44.9	325.4d <sup>↓</sup>
20	78.1	89.9	117.8	110.9	53.3	450.0 c
30	101.3	125.9	143.0	138.3	80.5	589.0 b
40	104.2	155.2	183.5	178.3	95.9	717.1 a

↓ DMRT at 5% level

**Table 10.** Effect of various cutting length on width of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Cutting length (cm)	Width of lateral branches (cm)					
	1st	2nd	3rd	4th	5th	Mean
10	3.3	3.4	4.3	3.9	3.5	3.7
20	3.3	3.8	4.7	3.9	3.7	3.9
30	3.5	3.7	4.6	4.1	3.8	3.9
40	3.7	3.8	4.8	4.1	3.9	4.1

다. 규격품 생산량 및 생체중, 건물중

삽수길이에 따른 규격대목 수량은 삽수길이 10cm에서 주당 11.6개였으나 삽수길이가 길수록 증가하여 삽수길이 40cm에서 26.3개로 최고수량을 나타내었으며 삽수길이 20cm(관행) 14.8개에 비해 삽수길이 40cm에서 11.5개가 증가하는 효과가 있었다. 10a당 수량도 같은 경향으로 삽수길이가 길수록 증대되었으며 삽수길이 20cm(관행) 439,560개에 비해 삽수길이 40cm에서 78% 증대되는 효과가 있었다. (표11) 생체중을 표12 에서 보면 삽수길이가 가장 짧은 10cm에서 주당 489.4g이었으나, 삽수길이가 길수록 생체중도 증가하여 삽수길이 40cm에서 1,203.6g 으로 가장 무거웠다.

**Table 11.** Effect of various cutting length on Number of produced stock of *H.trigonus* Haw.

Cutting length ( cm )	No.of total produced stock per plant	No. of produced medium size(9cm) stock per plant	No. of produced medium size stock per 10a	Index	Quality
10	36.2	11.6 d <sup>j</sup>	344,520	78	Medium
20	50.0	14.8 c	439,560	100	Medium
30	65.4	19.0 b	564,300	128	High
40	79.7	26.3 a	781,110	178	High

J DMRT at 5% level

**Table 12.** Effect of various cutting length on fresh and dry weight of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Cutting length ( c m )	Fresh weight of lateral branches (g/plant)	Dry weight of lateral branches (g/plant)	Percentage of dry matter
10	489.4	26.3	5.4
20	705.4	40.2	5.7
30	967.9	54.4	5.6
40	1203.6	72.2	6.0



Fig.2. Photograph of experimental plot

### 3. 삼각주 유인방법 시험

#### 가. 유인방법별 생육

유인방법별 측지수, 측지길이는 정식후 90일과 120일에 처리간 차이가 없는 경향이였으나, 5회 수확한 정식후 720일의 측지수는 무처리 주당 18.4개에 비해 지주대 및 네트유인 재배에서 1.4~3.8개가 적었으며 무처리에서 측지수가 많았던 것은 규격대목으로 사용할 수 없는 측지가 발생한다에 기인한 것으로 판단되었다. 측지길이는 무처리 주당 567.1cm에 비해 지주대유인 및 네트유인 재배에서 5.7~64.1cm가 증가하였으며 네트유인 1단 재배에서 631.2cm로 가장 길었다. (표13)

Table 13. Effect of various training method on growth of *H.trigonus* Haw.

Training method	90days after Planting			120days after Planting			720days after Planting		
	No. of lateral branches per plant	Length of lateral branches (cm/plant)	Width of lateral branches (cm)	No. of lateral branches per plant	Length of lateral branches (cm/plant)	Width of lateral branches (cm)	No. of lateral branches per plant	Length of lateral branches (cm/plant)	Width of lateral branches (cm)
Control	0.48	1.38	0.94	1.91	6.06	1.23	18.4	567.1b <sup>↓</sup>	3.8
Pole training	0.57	1.30	0.88	2.09	7.23	1.16	15.8	572.8ab	3.8
One layer net training	0.53	1.12	1.10	1.81	6.07	1.59	17.0	631.2a	3.7
Two layer net training	0.38	1.13	1.48	1.21	3.76	1.47	14.6	573.1ab	3.8

↓DMRT at 5% level

#### 나. 수확시기별 측지수 및 측지길이

수확시기별 측지수는 무처리에서 2회, 3회, 4회에 지주대 및 네트 유인재배보다 많았고 총생산된 측지수도 무처리에서 많았다. (표14) 무처리에서 측지수가 많은 것은 삼수가 휘거나 도복되는 등 측지생육이 불량하게 되어 새로운 측지가 발생한 것으로 판단되었다. 수확시기별 생산된 측지길이는 1회와 2회 수확시에는 일정한 경향이 없었으나 3회부터 5회 수확시에는 네트유인 (1단) 재배에서 가장 길었다.(표15)

Table 14. Effect of various training method on Number of lateral branches of *Htrigonus* Haw.

Training method	No.of lateral branches per plant					Total
	1st(250 days after planting)	2nd(340 days after planting)	3rd(460 days after planting)	4th(610 days after planting)	5th(720 days after planting)	
Control	4.1	3.2	3.2	6.1	1.8	18.4
Pole training	4.3	2.4	2.8	4.7	1.6	15.8
One layer net training	4.0	2.4	2.8	5.7	2.1	17.0
Two layer net training	3.0	2.7	2.4	4.8	1.7	14.6

Table 15. Effect of various training method on length of lateral branches of *Htrigonus* Haw.

Training method	Length of lateral branches (cm/plant)					Total
	1st(250 days after planting)	2nd(340 days after planting)	3rd(460 days after planting)	4th(610 days after planting)	5th(720 days after planting)	
Control	128.6	125.1	55.2	187.9	70.3	567.1
Pole training	143.4	105.7	70.5	175.3	77.9	572.8
One layer net training	134.7	111.7	73.0	211.4	100.4	631.2
Two layer net training	115.9	115.1	65.3	191.2	85.6	573.1

다. 수확시기별 측지 폭

수확시기별 측지 폭은 처리간 차이가 없었으며, 3회와 4회 수확시 다른 수확시기에 비해 넓은 경향이였다. 삼각주는 저온에서 생육하게 되면 측지폭이 넓어져 3회와 4회 수확시 측지폭이 넓었다. 3회는 1월에 수확하여 11월~1월의 저온조건에서 생육되었고 4회는 6월에 수확하여 1~3월의 저온조건에서 생육하게 되어 측지폭이 넓었던 것으로 판단된다. (표16)

Table 16. Effect of various training method on width of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Training method	Length of lateral branches (cm/plant)					Mean
	1st(250 days after planting)	2nd(340 days after planting)	3rd(460 days after planting)	4th(610 days after planting)	5th(720 days after planting)	
Control	3.6	3.4	4.5	4.3	3.0	3.8
Pole training	3.5	3.5	4.7	4.1	3.0	3.8
One layer net training	3.6	3.5	4.5	4.1	3.0	3.7
Two layer net training	3.6	3.4	4.8	4.3	3.1	3.8

라. 규격품 생산량

규격품 생산량은 무처리에 비해 유인 재배에서 많았다. 유인방법간에는 지주대 유인 재배에 비해 네트유인 재배에서 많았고 네트유인 (1단)재배에서 주당 41.9개로 가장 많았으며, 무처리 35.6개에 비해 6.3개가 증가하였다. 규격대목 (9cm) 수량도 같은 경향으로 무처리에 비해 유인재배에서 많았으며, 네트유인 1단 재배에서 주당 26.3개로 가장 많았고 무처리 16.9개에 비해 9.4가 많았다. 10a당 규격대목 수량은 무처리 501,930개에 비해 유인재배에서 25~56% 증가 되었고 네트유인 1단 재배에서 56%가 증가되어 가장 수량이 많았다. (표17)

Table 17. Effect of various training method on Number of produced stock of *H.trigonus* Haw.

Training method	No.of total produced stock per plant	No.of produced medium size(9cm) stock per plant	No.of produced medium size(9cm) stock per 10a	Index
Control	35.6	16.9c <sup>↓</sup>	501,930	100
Pole training	37.6	21.2bc	629,640	125
One layer net training	41.9	26.3a	781,110	156
Two layer net training	38.1	22.2ab	659,340	131

↓ DMRT at 5% level

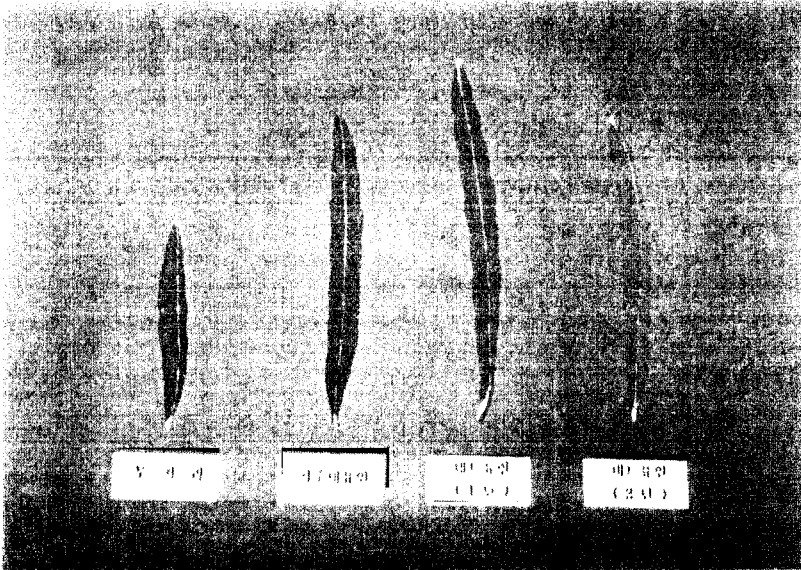


Fig.3. Growth comparison of *H.trigonus* Haw.  
(left : control, right : training by one layer net)



#### 4. 상토깊이 구멍시험

##### 가. 상토깊이별 생육

상토깊이에 따른 정식후 90일과 120일의 상토깊이별 삼각주 생육은 차이가 없었고 정식 후 730일까지 5회 수확한 측지수도 별차이가 없었으나 생산된 측지길이는 상토깊이가 깊은 처리에서 긴 경향을 나타내었고 상토깊이 20cm에서 566.3cm로 가장 길었으며 상토깊이 15cm(관행)의 510.4cm에 비하여 55.9cm가 길었다. (표18)

Table 18. Effect of various bed soil depth on growth of *H. trigonus* Haw.

Bed soil depth	90days after Planting			120days after Planting			730days after Planting		
	No. of lateral branches per plant	Length of lateral branches (cm/plant)	Width of lateral branches (cm)	No. of lateral branches per plant	Length of lateral branches (cm/plant)	Width of lateral branches (cm)	No. of lateral branches per plant	Length of lateral branches (cm/plant)	Width of lateral branches (cm)
10cm	2.03	3.15	0.82	3.78	10.96	1.20	15.7	491.5b <sup>1</sup>	3.7
15cm	1.23	3.10	1.21	2.39	7.89	1.28	15.5	510.4ab	3.8
20cm	1.30	1.85	0.75	2.85	7.89	1.20	15.8	566.3a	3.8
25cm	0.86	1.59	0.85	2.38	7.18	1.24	16.6	551.1ab	3.7

<sup>1</sup> DMRT at 5% level

##### 나. 수확횟수별 측지생육

수확시기별 생산된 측지수는 수확횟수별로는 1회와 4회수확시 다른 시기에 비해 많았으나 상토깊이에 따른 차이는 없는 경향이였다. (표19)

삼각주 재배 1차년도인 1회, 2회에 수확한 측지길이는 상토깊이별 차이가 없었으나 2차년도인 3회에서 5회까지 수확한 측지길이는 차이가 있어서 대체로 상토깊이가 깊은곳에서 측지길이가 길었으며, 상토깊이 20cm에서 주당 566.3cm로 가장 길었고 상토깊이 15cm(관행)에 비하여는 55.9cm가 길었다. (표20) 상토깊이에 따른 측지폭은 차이가 없었으나 수확시기별로는 1,2,5회에 수확한 것에 비해 3회, 4회에 수확한 것이 측지폭이 넓었으며 이것은 삼각주 유인방법 시험에서와 같이 생육시기에 저온을 경과하여 넓었던것으로 판단된다. (표21)

**Table 19.** Effect of various bed soil depth on Number of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Bed soil depth	No. of lateral branches per plant					
	1st(250 days after planting)	2nd(340 days after planting)	3rd(460 days after planting)	4th(610 days after planting)	5th(730 days after planting)	Total
10cm	3.6	2.2	2.7	4.6	2.6	15.7
15cm	3.0	2.3	2.7	4.9	2.6	15.5
20cm	3.1	2.6	2.9	4.4	2.8	15.8
25cm	3.8	2.5	2.5	4.9	2.9	16.6

**Table 20.** Effect of various bed soil depth on length of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Bed soil depth	Length of lateral branches (cm/plant)					
	1st(250 days after planting)	2nd(340 days after planting)	3rd(460 days after planting)	4th(610 days after planting)	5th(730 days after planting)	Total
10cm	123.7	91.7	48.1	148.2	79.8	491.5
15cm	114.3	84.2	51.2	162.0	98.7	510.4
20cm	118.4	107.8	53.6	164.3	122.2	566.3
25cm	123.6	94.8	52.7	166.6	113.4	551.1

**Table 21.** Effect of various bed soil depth on width of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Bed soil depth	Width of lateral branches (cm)					
	1st(250 days after planting)	2nd(340 days after planting)	3rd(460 days after planting)	4th(610 days after planting)	5th(730 days after planting)	Mean
10cm	3.6	3.4	4.3	3.9	3.1	3.7
15cm	3.5	3.5	4.5	4.0	3.3	3.8
20cm	3.7	3.5	4.4	4.1	3.3	3.8
25cm	3.3	3.5	4.6	4.0	3.3	3.7

#### 다. 규격품 생산량

상토깊이에 따른 규격대목 생산량도 측지생산 길이와 같은 경향으로 상토깊이가 깊은 처리에서 생산량이 많은 경향이었고, 상토깊이 20cm에서 주당 36.1개로 가장 많았으며, 상토깊이 15cm(관행)에 비하여 3.2개가 증대 되었다. 규격대목 (9cm) 수량도 이와 동일한 경향으로 상토깊이가 깊은 처리에서 많았으며, 상토깊이 20cm에서 주당 20.7개가 생산되어 가장 많았고 따라서 10a당 규격대목 수량도 상토깊이 20cm에서 614,790개가 생산되어 최고 수량을 나타내었고 상토깊이 15cm(관행)에 비하여 10% 증대되는 효과가 있었다. (표22)

Table 22. Effect of various bed soil depth on Number of produced stock of *H.trigonus* Haw.

Bed soil depth	No.of total produced stock (ea/plant)	No.of produced medium size(9cm) stock (ea/plant)	No.of produced medium size(9cm) stock (ea/10a)	Index
10cm	30.2	17.0b <sup>↓</sup>	504,900	90
15cm	32.9	18.9a	561,330	100
20cm	36.1	20.7a	614,790	110
25cm	34.4	19.3a	573,210	102

↓ DMRT at 5% level

## 5. 적심시기 구명시험

### 가. 적심시기별 생육

정식후 90일과 120일의 측지수, 측지길이, 측지폭은 적심시기간 차이가 없는 경향이었으나, 정식후 730일까지 5회 수확한 결과 측지수는 별 차이가 없었으나 측지길이는 대체로 적심시기가 빠를수록 긴 경향으로 적심시기가 가장 늦은 4월 15일 적심에서 주당 418.6cm였으나 적심시기가 가장 빠른 3월 1일에 적심한 처리에서는 477.5cm로 4월 15일 적심에 비해 58.9cm가 길었다. (표23)

Table 23. Effect of various pinching time on growth of *H. trigonus* Haw.

Pinching time	90days after Planting			120days after Planting			730days after Planting		
	No.of lateral branches per plant	Length of lateral branches (cm/plant)	Width of lateral branches (cm)	No.of lateral branches per plant	Length of lateral branches (cm/plant)	Width of lateral branches (cm)	No.of lateral branches per plant	Length of lateral branches (cm/plant)	Width of lateral branches (cm)
Mar. 1	1.27	1.91	0.95	2.51	7.24	1.21	13.2	477.5a <sup>1</sup>	3.8
Mar.15	1.41	3.44	1.03	2.76	10.40	1.40	12.3	447.7b	3.8
Apr. 1	1.48	3.11	0.98	2.84	10.27	1.41	12.7	417.4ab	3.8
Apr.15	1.58	3.36	0.98	2.79	10.59	1.44	12.4	418.6ab	3.8

### 나. 수확시기별 측지생육

적심시기별 측지수는 일정한 경향이 없었으며, 1회~5회 까지 수확된 측지수는 4월 15일 적심 주당 12.4개에 비해 3월 1일 적심에서 13.2개로 0.8개가 많았다. (표24) 1회부터 5회 까지 수확된 측지길이는 대체로 적심시기가 늦은 4월 1일과 4월 15일 적심보다 3월 1일과 3월 15일에 적심한 처리에서 긴 경향이었다. (표25) 측지폭은 삼각주 유인방법 시험과 상토깊이 구명시험과 동일한 경향으로 생육시 저온의 영향을 받았던 3회와 4회 수확시에 측지폭이 4.1~4.4cm로 다른 수확시기보다 넓은 경향이었다. (표26)

**Table 24.** Effect of various pinching time on Number of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Pinching time	No. of lateral branches per plant					
	1st(250 days after planting)	2nd(340 days after planting)	3rd(460 days after planting)	4th(610 days after planting)	5th(730 days after planting)	Total
Mar. 1	3.4	2.3	2.4	3.1	2.0	13.2
Mar.15	3.1	2.3	2.3	2.9	1.7	12.3
Apr. 1	2.7	2.4	2.7	2.9	2.0	12.7
Apr.15	2.9	2.4	2.5	2.9	1.7	12.4

**Table 25.** Effect of various pinching time on length of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Pinching time	Length of lateral branches (cm/plant)					
	1st(250 days after planting)	2nd(340 days after planting)	3rd(460 days after planting)	4th(610 days after planting)	5th(730 days after planting)	Total
Mar. 1	150.5	97.0	46.6	116.1	67.3	477.5
Mar.15	136.2	89.1	48.8	105.3	68.3	447.7
Apr. 1	119.6	93.9	45.0	95.7	63.2	417.4
Apr.15	128.2	95.2	40.4	91.7	63.1	418.6

**Table 26.** Effect of various pinching time on width of lateral branches of *H.trigonus* Haw.

Pinching time	Width of lateral branches (cm)					
	1st(250 days after planting)	2nd(340 days after planting)	3rd(460 days after planting)	4th(610 days after planting)	5th(730 days after planting)	Mean
Mar. 1	4.2	3.5	4.3	4.1	3.1	3.8
Mar.15	3.8	3.3	4.4	4.2	3.3	3.8
Apr. 1	3.9	3.4	4.2	4.1	3.2	3.8
Apr.15	3.9	3.4	4.2	4.2	3.3	3.8

다. 규격품 생산량

규격품 생산량도 적심시기가 빨랐던 처리에서 많은 경향이며 4월 1일과 4월 15일 적심에 비해 3월 1일과 3월 15일 적심시 규격품 생산량이 많았으며, 적심시기가 가장 빨랐던 3월 1일 적심에서 32.2개로 적심시기가 가장 늦은 4월 15일 적심재배시 28.3개에 비해 3.9개가 증가하였다. 규격대목 수량도 규격품 생산량과 같은 경향으로 3월 1일 적심재배에서 주당 19.8개로 4월 15일 적심재배보다 3.5개 증가하였으며, 10a당 수량도 4월 15일 적심재배 484,110개에 비해 21% 증대되는 효과가 있었다. (표27)

Table 27. Effect of various pinching time on Number of produced stock of *H. trigrorus* Haw.

Pinching time	No.of total produced stock per plant	No.of produced medium size(9cm) stock per plant	No.of produced medium size(9cm) stock per 10a	Index
Mar. 1	32.2	19.8a <sup>↓</sup>	588,060	121
Mar.15	30.0	17.4ab <sup>↓</sup>	516,780	107
Apr. 1	27.5	15.9b	472,230	98
Apr.15	28.3	16.3b	484,110	100

↓ DMRT at 5% level

## 제 4 절 적 요

### 1. 삼각주 채식거리 구멍시험

#### 가. 1 차 시험

- 1) 채식거리별 축지수는 채식거리가 넓을수록 많았고, 조간 10cm 주당 10.3개에 비해 조간 20cm에서 12.3개로 2.0개가 많았다.
- 2) 축지길이도 채식거리가 넓을수록 길었고 채식거리가 가장 넓은 조간20cm, 주간 20cm에서 주당543.1cm로 가장 길었다.
- 3) 규격대목 수량은 채식거리가 가장 좁은 조간 10cm, 주간 10cm에서 10a당 730,620개로 가장 많았으며, 조간 10cm, 주간15cm(관행)에 비하여 37% 증대되었다.

#### 나. 2 차 시험

- 1) 축지길이는 조간과 주간 모두 채식거리가 넓을수록 긴 경향이었고 조간 20cm 주간 20cm에서 주당 171.1cm로 가장 길었으며 조간 10cm×주간 15cm (관행) 119.8cm에 비하여 51.3cm가 길었다.
- 2) 규격대목 수량은 채식거리가 좁을수록 많았으며 조간 5cm 주간 10cm에서 249,480개가 생산되어 수량이 가장 많았으며 조간 10cm×주간 15cm(관행)에 비하여 54%가 증대되었다.

### 2. 삼각주 삼수길이 구멍

- 가. 축지수는 삼수길이를 40cm로 하여 재배하였을때 주당 15.3개로 가장 많았고 삼수길이 20cm(관행)에 비하여 3.8개가 많았다.
- 나. 축지길이와 규격대목 수량은 삼수길이가 길수록 증가하였고, 축지길이는 삼수길이 40cm에서 주당 717.1cm로 가장 길었고, 규격대목 수량도 삼수길이 40cm에서 10a당 781,110개가 생산되어 최고의 수량을 나타내었고, 삼수길이 20cm(관행)에 비해 78% 증가되었다.

### 3. 삼각주 유인방법 시험

- 가. 측지길이는 네트유인(1단) 재배에서 주당 573.1cm로 가장 길었고 무처리에 비해 64.1cm가 길었다.
- 나. 규격대목 수량은 무처리에 비해 지주대유인 및 네트유인 재배에서 많았으며, 네트유인(1단) 재배에서 10a당 781,110개로 가장 많았고 무처리에 비해 56% 증대되었다.

### 4. 상토깊이 구명시험

- 가. 측지길이는 대체로 상토깊이가 깊은 곳에서 길었으며 상토깊이 20cm에서 주당 566.3cm로 가장 길었다.
- 나. 10a당 규격대목 수량은 관행(상토깊이 15cm) 561,330개에 비해 상토깊이 20cm에서 614,790개가 생산되어 10%의 증수효과가 있었다.

### 5. 삼각주 적심시기 구명시험

- 가. 적심시기별 측지길이는 대체로 적심시기가 빠를수록 길었으며, 적심시기가 가장 빠른 3월 1일 적심에서 477.5cm로 가장 길었다.
- 나. 10a당 규격대목 수량은 적심시기가 가장 빨랐던 3월 1일 적심에서 588,060개로 가장 많았으며, 4월 15일 적심재배에 비해 21% 증대되었다.



## 제 5 절 인 용 문 헌

1. Bus, B.F. 1950. Morphology of cacti. Abbey Garden Press, California. p.223.
2. 홍승민, 박영철, 이상덕, 박인태, 1998. 삼각주 養液재배기술 개발시험. 경기도원 시험연구보고서. pp. 806~815.
3. 허건양, 홍영표, 최주건, 1990. 원예연구소 시험연구보고서 pp. 199~207
4. 장현유, 1991, 仙人掌 *Gymnocalycium mihanovichii* var. *friedrichii* Werd의 接木 繁殖 生理에 관한 연구. 건국대학교 석사학위논문.
5. 김영진, 홍영표, 최주건. 1990. 원예연구소 시험연구보고서. pp. 224-248.
6. Keohler, K.H. 1972. Phtocontrol of betacyanin synthesis in *Amaranthus caudatus* seedling in the presence of kinetin. *Phytochemistry* 11 : 133-137
7. 이상덕. 1998. 接木仙人掌 생산성 향상을 위한 定植방법 및 적정 생육온도 구명. 건국대학교 석사학위 논문.
8. Rowley, G. 1978. The illustrated encyclopedia of succulent. pp.190-191. Crown publishers Inc. New York.
9. 손재현, 박영철, 이상덕, 1997. 삼각주 적정규격시험. 경기도원 시험연구보고서. pp.897-902
10. 손재현, 박영철, 이상덕. 1998. 삼각주 적심방법이 수량 및 품질에 미치는 영향. 경기도원 시험연구보고서. pp.777-780.