

최 종  
연구보고서

분화 및 실내조경용 유망 식충식물의  
대량생산과 신품종 육성

Mass Production and Breeding of Promising  
Insectivorous Plants for Pot and Indoor Garden

연구기관  
충북대학교

농 립 부

최 종  
연구보고서

분화 및 실내조경용 유망 식충식물의  
대량생산과 신품종 육성

Mass Production and Breeding of Promising  
Insectivorous Plants for Pot and Indoor Garden

연구기관  
충북대학교

농 립 부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “분화 및 실내 조경용 유망 식충식물의 대량  
생산과 신품종 육성” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005. 11. 14.

주관연구기관명 : 충북대학교

총괄연구책임자 : 이 철 희

연 구 원 : 황 주 광

연 구 원 : 정 진 아

연 구 보 조 원 : 김 진 경

연 구 보 조 원 : 신 소 립

연 구 보 조 원 : 이 무 열

연 구 보 조 원 : 김 영 중

연 구 보 조 원 : 김 민 아

연 구 보 조 원 : 조 향 태

위탁연구책임자 : 최 수 영

연 구 원 : 서 동 구

연 구 원 : 한 나 영

연 구 원 : 이 우 복

# 요 약 문

## I. 제목

분화 및 실내 조경용 유망 식충식물의 대량생산과 신품종 육성

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

식충식물은 전 세계에 9과 19속 600여종이 존재하는데 대부분이 열대 또는 아열대 지방에서 서식하며, 우리나라에는 끈끈이귀개과(Droseraceae), 끈끈이귀개속(*Drosera*)의 3종, 벌레먹이말속(*Aldrovanda*)의 1종, 그리고 통발과(Lentibulariaceae) 통발속(*Utricularia*)의 6종, 벌레잡이제비꽃속(*Pinguicula*)의 2종 등 모두 2과 4속 12종이 자생하고 있는 것으로 알려져 있다. 이들 대부분이 희귀식물로서 보호대상 야생식물로 지정되어 있다.

식충식물의 먹이포획 기작은 오랫동안 생물학자들의 관심의 대상이 되어왔다. 일반적으로 이들은 향, 색, 과즙 등으로 먹잇감을 유혹하는데, 먹잇감을 포획하기 위해 독특한 조직인 끈끈이 함정(flypaper trap)이나 주머니식 함정(pitfall trap), 뚜껑이 달린 함정(clamshell trap) 등을 지니고 있다. 이러한 독특한 생육 특성과 형태 때문에 외국의 경우 식충식물에 대한 원예적 관심도가 매우 높은 편이다. 또한 끈끈이주걱(sundews)의 경우 전통적으로 사마귀, 티눈, 화상 등의 치료에 이용하거나 잎의 추출물이나 차를 각종 질병 치료에 이용하여 왔으며, 최근에는 일부 종에서 항경련제가 발견되었다고 보고되었다. 파리지옥은 항암제, 면역조절제 등의 원료로 다년간 이용되어 왔으며, 네펜테스와 벌레잡이제비꽃 또한 다양한 질병의 치료제로 이용되고 있다. 이처럼 식충식물은 많은 생리활성 물질을 함유하고 있을 것으로 기대되고 있어 앞으로 많은 연구가 필요한 식물이다.

외국의 경우 이미 식충식물에 관련된 많은 조직이 있어 재배가들 사이의 정보교환, 식물보존 및 번식법의 개발이 이루어지고 있으며, 활발한 시장이 형성되어 식물체 및 종자의 매매가 이루어지고 있는데, 년 간 규모가 1,000억 원 이상인 것으로 추정되고 있다.

국내에서는 최근 식충식물에 대한 호기심 및 인지도가 급상승하고 있으며, 인터넷의 발달과 함께 동호회 형식의 모임이나 판매업체가 서서히 형성되고 있는 실정이다. 그러나 일부 종을 제외하고는 대량번식 및 재배법의 개발이 미흡하여 공급이 수요에 절대적으로 미치지 못하고 있으며, 상당수 수입한 식물체가 고가로 매매되고 있는 실정이다 (현재 연 30억원 규모).

그러므로 식충식물의 번식과 육종방법에 관한 체계적인 모델 시스템을 개발하여 생산성 향상과 비용절감 효과를 추구하고, 또한 우수한 신품종을 개발하여 농가에 보급함으로써 새로운 수요를 창출하고 농가소득 향상에도 기여하고자 한다. 본 과제에서 얻은 결과들은 이후 각종 식충식물 관련 연구에 중요 기초정보로 제공될 것으로 생각되며, 멸종위기에 처해있는 토종 식충식물의 보존 및 개발에도 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

식충식물의 대량번식 체계 확립과 신품종 육성을 위한 본 과제에서는 품종별로 기내 배양을 이용한 대량번식에 적합한 조건을 구명하고, 유식물체의 순화에 미치는 영향을 조사하고자 실험을 실시하였다. 또한 육묘 과정에서 토양, 관수, 차광 등이 식물체 생육에 미치는 영향을 구명함으로써 체계적인 식물체 생산 시스템을 구축하고자 실험을 실시하였다. 인위적인 돌연변이 유도를 통한 신품종 육성을 위한 연구에서는 EMS, NMU,  $\text{NaN}_3$  등의 화학적 돌연변이원과 배수체 유기원인 colchicine을 기내배양중인 식물체에 처리하여, 적정 처리조건 및 방법을 구명함으로써 우수한 형질을 가진 돌연변이 품종을 단기간에 육성할 수 있는 방법을 개발하고자 하였다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### 1. 우수한 종의 선발

가. 식충식물의 특성분석

나. 관상 및 실내조경용으로 가치가 높으며 산업적으로 활용 가능한 식충식물 선발

#### 2. 조직배양을 이용한 대량번식 방법의 확립

가. 적정배지 개발

1/8, 1/4, 1/2, 1, 2MS배지 및 Parliman배지 등의 배양조건에서 재생된 식물체의 개체 수 및 생육을 조사하여 적정 배지를 구명함.

나. 적정배양재료 구명

식물체를 엽신, 엽병으로 나누어 배양한 후 재생된 식물체의 수와 생육을 조사함

다. 생장조절물질의 종류 및 농도 구명

- 생장조절물질의 종류: BA, kinetin, 2ip, 2,4-D, NAA, IAA 등
- 생장조절물질의 농도: 1~50 $\mu$ M 농도수준
- 처리방법: 단용처리, 혼용처리(단용처리 결과를 토대로 생장조절물질의 조합 및 농도 결정)

라. 적정 질소원의 종류 및 농도 구명

- 종류:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 와  $\text{KNO}_3$
- 전체농도 : 식물에 따라 15, 30, 60mM
- 질소원의 비율( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ )을 30:0, 25:5, 20:10, 15:15, 10:20, 5:25, 0:30mM로 조절하여 식물체의 재생률과 생육을 비교 조사함

마. 적정 탄소원의 종류 및 농도 구명

Sucrose, 0, 1, 2, 3, 4%첨가

### 3. 기내배양묘의 순화조건 확립

가. 적합한 배양토의 개발

피트모스, 코코피트, 원예용 상토, 버미큘라이트, 펄라이트, 수태 등 각종 배양토를 단용 및 혼용하여 재배함

나. 적합한 관수방법 개발

스프레이관수 및 저면관수 및 심지관수법 등을 실시하여 적정관수법을 구명하고 관수시기 및 횟수를 구명함

다. 적정 차광율 구명

0, 30, 50, 70% 등 차광율을 달리하여 재배한 후 생육 특성을 조사하여 적정조건을 구명함

라. 피복효과의 구명

기외이식한 배양묘를 비닐 랩으로 0, 1, 2, 4주간 피복하여 재배한 후 생육특성을 조사함

마. 발근촉진제 처리효과 구명

Ruton, IAA(100, 200, 400mg  $\cdot$  L<sup>-1</sup>), 및 IBA(100, 200, 400mg  $\cdot$  L<sup>-1</sup>)로 침지 처리한 후 재배하여 생육특성을 조사함

#### 4. 우량묘 육성방법의 확립

##### 가. 적합한 배양토의 개발

피트모스, 코코피트, 원예용 상토, 버미큘라이트, 펄라이트, 수태 등 각종 배양토를 단용 및 혼용하여 재배함

##### 나. 적합한 관수방법 개발

스프레이관수 및 저면관수 등을 실시하여 적정관수법을 구명하고 관수시기, 횟수를 구명함

##### 다. 적정 차광율 구명

0, 30, 50, 70% 등 차광율을 달리하여 재배한 후 생육특성을 조사하여 적정조건을 구명함

##### 라. 적정 시비방법의 구명

Hyponex 0, 0.2, 0.5, 1.0g · L<sup>-1</sup>의 용액을 2주당 1회씩 엽면살포 하거나 Hyponex 0, 0.05, 0.1, 0.2g · L<sup>-1</sup>의 용액을 이용하여 지속적으로 저면관수한 후 생육특성을 조사함

#### 5. 인위적인 돌연변이에 의한 신품종 육성

##### 가. 기내 돌연변이원 처리의 적정 조건 구명

- 화학돌연변이원 처리(Colchicine, EMS, MMU, NaN<sub>3</sub> 등)의 적정조건 구명
- UV 시 적정 선량 구명

##### 나. 재생된 식물체의 특성분석 및 변이식물체 선발

### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

#### 1. 연구개발 결과

가. 분화용 및 실내 조경용 소재로 활용가치가 높은 식충식물 중 *Brocchinia*속 1종, *Byblis*속의 3종 및 품종, *Cephalotus*속 1종, *Darlingtonia*속 1종, *Dionaea*속 19품종, *Drosera*속의 25종 및 품종, *Genlisea*속의 2종 및 품종, *Heliophora*속 2종, *Ibica*속 1종, *Nepenthes*속 8종, *Pinguicula*속 5종, *Sarracenia*속의 17종 및 품종, *Utricularis*속 1종 등 총 13속 86개의 종 및 품종을 수집하여 기내배양하였다.

나. *Dionaea*속 1종, *Drosera*속 7종, *Byblis*속 1종, *Sarracenia*속 1종, *Darlingtonia*속 1종, *Heliophora*속 1종 등 12종의 기내배양에 적합한 배지 종류와 성장조절물질의 처리조건, 적정 질소원, sucrose 농도 그리고 agar 첨가량 등을 구명하였다.

다. *Dionaea*속 1종, *Drosera*속 11종, *Byblis*속 1종, *Brochina*속 1종, *Cephalotus*속 1종, *Sarracenia*속 2종, *Darlingtonia*속 1종, *Heliophora*속 1종, *Pinguicula*속 3종, *Nepenthes*속 1종 등 총 23종의 기내배양묘를 재료로 하여 기외순화시 적정 배양토를 선별하였으며, 또한 기내증식된 식충식물의 순화시 차광율, 관수방법, 피복처리 및 발근 촉진제 처리의 효과를 구명하였다.

라. *Dionaea*속 1종, *Drosera*속 4종, *Pinguicula*속 1종, *Sarracenia*속 1종의 유식물체 재배에 적합한 배양토, 차광조건, 관수방법을 구명하였으며, Hyponex의 농도 및 시비 방법이 생육에 미치는 영향을 구명하였다.

마. *Dionaea muscipula*, *Drosera capensis*, *Drosera esmellerdae*, *Drosera intermedia*, *Drosera niditormis*, *Drosera rotundifolia*, *Byblis filifolia*, *Sarracenia purpurea* 및 *Pinguicula moranensis* 등 9종의 기내배양중인 식물체에서 엽 절편을 취하여, UV 처리와 EMS, NMU,  $\text{NaN}_3$  및 colchicine 등 화학돌연변이원 처리의 적정조건을 구명하였으며, 기외이식한 식물체에서 형태적 특성을 분석하여 변이주를 선발하였다.

## 2. 활용에 대한 건의

가. 식충식물의 주년 대량번식체계 확립하여 기술이전에 의한 재배농가의 현장 애로 해결

나. 우수 신품종 육성에 의한 신수요 창출로 산업체 소득증대

다. 식충식물을 이용한 신품종 육성 모델 시스템을 확립하여 기술이전을 통한 첨단기술 개발활용

라. 지속적인 연구개발로 전 세계 600종에 달하는 식충식물의 산업화

마. 확립된 식충식물의 대량번식체계를 활용하여 생리활성 물질 탐색 등 획기적인 사업화 방안 모색.

바. 지속적인 연구개발로 식충식물의 생물학적 방제의 실용화 (각종 시설하우스, 버섯재배사, 축사 등)

## SUMMARY

### **Title : Mass Production and Breeding of Promising Insectivorous Plants for Pot and Indoor Garden.**

#### **Subtitle I : Selection of promising insectivorous plants for pot and indoor garden.**

Eighty-six species or varieties belonging to 13 genera in promising insectivorous plants for pot and indoor garden were collected and introduced *in vitro*. They are 1 species of *Brocchinia*, 3 species or varieties of *Byblis*, 1 species of *Cephalotus*, 1 species of *Darlingtonia*, 19 varieties of *Dionaea*, 25 species or varieties of *Drosera*, 2 species or varieties of *Genlisea*, 2 species of *Heliamphora*, 1 species of *Ibicella*, 8 species of *Nepenthes*, 5 species of *Pinguicula*, 17 species or varieties of *Sarracenia*, and 1 species of *Utricularis*.

#### **Subtitle II : Development of mass-propagation methods using tissue culture.**

This study was performed to investigate the effect of materials, culture media, medium components (growth regulators, nitrogen, sucrose, activated charcoal, anti-oxidizer, agar), and medium pH on shoot regeneration in order to establish the *in vitro* mass-propagation system.

##### **1. *Dionaea muscipula***

The ideal material for *in vitro* shoot regeneration of *Dionaea muscipula* was the upper part of petiole. Modified Parlman medium was suitable for shoot multiplication. The highest number of shoot regeneration (39.8/explant) was

observed on modified Parlman medium supplemented with 5  $\mu\text{M}$  kinetin and 1  $\mu\text{M}$  IAA among the various combinations of growth regulators and media tested, and the shoot growth was relatively good. The best shoot regeneration was observed on the medium solidified with 0.6% agar, but growth was better on the lower concentration of agar.

The addition of  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  was favorable for shoot proliferation, with the optimum concentrations, 22.3  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  and 0.025  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  respectively. Anti-oxidizers, such as PVP, DTT and DTE, inhibited the regeneration and growth of shoots. Ascorbic acid and citric acid were favorable for shoot regeneration with the best results on 200  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  ascorbic acid. Activated charcoal had great influence on the shoot regeneration and growth. The maximal shoot formation, 88.5 shoots/explant, was achieved on high concentration (2%) of activated charcoal. Dark pretreatment, up to 4 weeks, enhanced shoot multiplication and growth.

## 2. 6 species of *Drosera*

Six species belonged to *Drosera* had a different response to culture condition. The best shoot proliferation from leaf sections of *Drosera* species was achieved, when cultured on MS medium containing 0.02~0.05  $\mu\text{M}$  kinetin and 0.005  $\mu\text{M}$  IAA.

*Drosera* species showed generally low nutrient requirement. The highest shoot production was obtained with 1/4 strength of MS medium for *D. binata*, *D. capensis*, *D. burmanni*, and with 1/2 strength of MS medium for *D. spatulata*, *D. tokaiensis*, than with any other strength of MS medium tested. The nitrogen requirement of *Drosera* species were also relatively low. The maximum shoot regeneration was achieved when cultured in 1/4 strength of nitrogen contained MS medium, except *D. tokaiensis* and *D. burmanni* required 1/2 strength of nitrogen.

The optimum sucrose concentration for each species was different, such as 4% for *D. binata*, *D. burmanni* and *D. spatulata*; 3% for *D. capensis*; 2% for *D. tokaiensis*; 1% for *D. rotundifolia*. In general, activated charcoal had positive effect on shoot proliferation, but had negative effect on root formation of *Drosera* species. The best shoot regeneration was achieved on MS medium containing 0.05% activated charcoal for *D. binata*, *D. burmanni*, *D. spatulata*, and 0.01% for *D. capensis*, *D. tokaiensis*, *D. rotundifolia*.

Shoot regeneration of *Drosera* species was better in MS liquid medium, except *D. capensis* and *D. spatulata* showing best results on 0.6% agar. The maximal shoot proliferation was achieved on the media adjusted to pH 4.5 for *D. spatulata* and *D. burmanni*, pH 5.0 for *D. binata*, pH 5.5 for *D. tokaiensis* respectively.

### 3. *Byblis liniflora*

In order to establish and optimize an *in vitro* micropropagation method of *Byblis liniflora* the effects of plant growth regulator types and concentrations on shoot proliferation and callus formation were investigated, using node explants. The highest number of shoots (16.7/explant) was observed on medium supplemented with 10  $\mu\text{M}$  BA and 2  $\mu\text{M}$  IAA. The callus formation were most effective on medium supplemented with 10  $\mu\text{M}$  BA.

### 4. *Sarracenia purpurea*

In this work, *in vitro* clonal propagation of *Sarracenia purpurea* was obtained from seedlings germinated *in vitro*. The shoot proliferation was most effective on medium supplemented with 1  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  kinetin and 1  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  NAA. The sucrose concentration had a dramatic effect, with 5% being optimal, while varying pH level of media had only a moderate effect. Shoot proliferation was promoted by the addition of ascorbic acid and citric acid, and optimum content of activated charcoal was 5%. The regeneration capacity of explants was influenced by medium type and agar content, the highest number of plants was obtained on Parliman liquid medium.

### 5. *Drosera alelea*

The highest number of plants regenerating from leaf explants of *Drosera alelea* was obtained on medium supplemented with 0.02  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  or 0.05  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  BA. Shoot proliferation was more effect on modified Parliman medium than any other medium type, but root formation was improved on 1/4MS medium. The highest shoot production was obtained in 1/4 strength of nitrogen contained MS medium, and optimum ratio of  $\text{NH}_4\text{Cl}:\text{KNO}_3$  was 15:15 mM. The regeneration capacity of explants was promoted by addition of 0.3~0.4% sucrose. Liquid culture medium significantly increased regeneration capacity of leaf tissue, but plant growth improved in 0.6~

0.7% agar. The most effective temperature for plantlet regeneration was 25°C.

### **6. *Darlingtonia californica***

Shoot proliferation from plantlets of *Darlingtonia californica* was most effective on 1/2MS medium supplemented with 2 mg·L<sup>-1</sup> BA. While varying concentration of total nitrogen source had only a moderate effect, optimum ratio of NH<sub>4</sub>Cl:KNO<sub>3</sub> was 10:20 mM. The highest number of plants was obtained in 3% sucrose and the shoot proliferation was most effective on medium without activated charcoal. Liquid culture medium significantly increased regeneration capacity of leaf tissue and fresh weight.

### **7. *Heliamphora minor***

In this work, *in vitro* clonal propagation of *Heliamphora minor* was obtained from seedlings germinated *in vitro*. Shoot proliferation was most effective on medium supplemented with 1 mg·L<sup>-1</sup> BA and 2 mg·L<sup>-1</sup> NAA. The shoot regeneration capacity was influenced by medium type, the highest number of plants was obtained on MS basal medium, but plant growth was more improved on 1/4MS medium. The shoot regeneration was most effective in NH<sub>4</sub>Cl:KNO<sub>3</sub> =5:25 mM, but plant growth was most vigorous in NH<sub>4</sub>Cl:KNO<sub>3</sub> = 15:15 mM. Generally, low concentration of sucrose (1~2%) was more effective on shoot regeneration. Optimum agar content of medium was 0.6%, Liquid culture medium significantly increased regeneration capacity of leaf tissue and fresh weight.

## **Subtitle III : Establishment of acclimatization conditions of shoots cultured *in vitro*.**

Experiments were conducted to find the optimal acclimatization condition for plantlets of insectivorous plant cultured *in vitro*, various acclimatizing conditions were compared regarding both survival rate and growth of the plantlets.

### **1. *Dionaea muscipula* and *Drosera tokainsis***

Growth of *Dionaea muscipula* plantlets was not influenced by soil media, and also differences of anthocyanin or chlorophyll contents were significant among plantlets grown in different soil types. The highest grow rate was observed when *Dionaea muscipula* plantlets were acclimatized at 25°C. Plantlet growth of *Drosera tokainsis* was most effective in pots filled with a mixture of peatmoss:vermiculite (2:1), and anthocyanin content was highest in peatmoss: vermiculite (3:1). Plantlets acclimatized at 25°C exhibited the further growth and chlorophyll content of leaf was also highest at 25°C.

### **2. 5 species of *Drosera***

Independent of species, the best growth of plantlets was observed when plantlets were acclimatized in pots filled with peatmoss only at 25°C, and plant growth and shoot regeneration was more effective on 50% shading than any other shading conditions.

### **3. *Byblis filifolia***

Survival rate and plantlets growth exhibited the best result when plantlets were acclimatized in compost with fertilizer with 70% shading. Among the various watering method, the further growth of plantlets was observed in spray irrigation 2 time/day. When *Byblis filifolia* plantlets transplanted to pots, wrapping was effective, with 4 weeks being optimal, but soaking in rooting promoters, such as Ruton, IAA (100, 200, 400 mg · L<sup>-1</sup>) or IBA(100, 200, 400 mg · L<sup>-1</sup>) inhibited the survival and growth of plantlets.

### **4. *Nepenthes ventricosa***

The best growth of plantlets was observed when plantlets were acclimatized in pots filled with compost without fertilizer. Among the various watering method, survival rate and plantlet growth, such as leaf length and plant width, exhibited the best result in flooding 2 times/day. When *Nepenthes ventricosa* plantlets transplanted to pots, wrapping for 1 week was improved plantlet growth.

### **5. *Brochinia reducta* and 16 species**

The optimum soil medium for acclimatization was so different according to species, such as peatmoss:perlite (5:1) for *Brochinia reducta*, *Drosera burmanni*, *Drosera lanata*, *Drosera petiolaris* 'all red', *Drosera occidentalis* 'white flower', *Pinguicula ehlersae*, *Pinguicula moranensis*; peatmoss:perlite (3:1) for *Byblis filifolia*, *Heliophora minor*; peatmoss only for *Cephalotus forlicularis*, *Dionaea muscipula* 'E', *Drosera occidentalis* 'pink flower', *Drosera regia*, *Darlingtonia californica*, *Pinguicula primuiflora*, *Sarracenia leucophylla* f. red tubes, *Sarracenia purpurea*. Among the various watering method, survival rate of *Darlingtonia californica* plantlets was highest in spray irrigation 1 time/day, and survival rate and growth of *Darlingtonia californica* plantlets exhibited the best results in flooding 2 times/day for 45 min.

#### **Subtitle IV : Establishment of growing process to excellent plantlets.**

This study was performed to investigate the effect of soil media, shading, watering, and fertilization method on growth of insectivorous plants.

##### **1. *Dionaea muscipula***

Plant growth of *Dionaea muscipula* was excellent in peatmoss only, peatmoss:vermiculite (2:1) or peatmoss:perlite (2:1) treatment with 30% shading. Among the various watering methods, the further growth of plants was observed in spray irrigation 2 times/day or 2 days flooding-1 day ebbing treatment. Survival ratio and plant growth were influenced by Hyponex concentration and fertilization method, the best results observed in foliar application with  $1.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

##### **2. *Drosera aliciae***

Plant growth of *Drosera aliciae* was excellent in peatmoss only or mixture peatmoss and other soil. Survival rate and plant growth exhibited the best result when plants were cultivated with 30% shading. Among the various watering methods, the best result was observed in 1 day flooding-2 days ebbing treatment. Survival ratio and plant growth were influenced by Hyponex concentration and

fertilization method, the best survival rate and further growth were exhibited in foliar application with  $0.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  or soil application with  $0.1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

### **3. *Drosera capensis***

Plant growth of *Drosera capensis* was excellent in sphagnum moss only or peatmoss:perlite (2:1) or peatmoss:vermiculite (2:1) treatment. Survival rate and plant growth exhibited the best result when plants were cultivated with 50% shading. Among the various watering methods, the best result was observed in 1 day flooding-2 days ebbing treatment. Survival ratio and plant growth were influenced by Hyponex concentration and fertilization method, the best survival rate and further growth were exhibited in foliar application with  $0.5\text{--}1.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  or soil application with  $0.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

### **4. *Drosera rotundifolia***

The optimum soil medium for cultivation of *Drosera rotundifolia* was peatmoss:perlite (2:1) treatment. Survival rate and plant growth exhibited the best result when plants were cultivated with 30% shading. Among the various watering methods, the best result was observed in 3 days flooding-1 day ebbing treatment. Survival ratio and plant growth were influenced by Hyponex concentration and fertilization method, the best survival rate and further growth were exhibited in foliar application with  $0.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  or soil application with  $0.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

### **5. *Drosera tokaiensis***

The optimum soil media for cultivation of *Drosera tokaiensis* were sphagnum moss only or peatmoss:vermiculite:perlite (2:1:1) treatment. Survival rate and plant growth exhibited the best result when plants were cultivated with 30% shading. Among the various watering methods, the best result was observed in 1 day flooding-1 day ebbing treatment. Survival rate and plant growth were influenced by fertilization method of Hyponex, with foliar application being more effective than soil application

### **6. *Pinguicula moranensis***

The optimum soil media for cultivation of *Pinguicula moranensis* were sphagnum

moss only or compost only treatment. Survival rate was excellent when plants were cultivated with 0–30% shading, but plant growth was vigorous at 50% shading. Among the various watering methods, the best result was observed in spray irrigation 2 times/day. Survival rate and plant growth were influenced by Hyponex concentration and fertilization method, foliar application with  $0.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  was most effective.

### **7. *Sarracenia purpurea***

The optimum soil media for cultivation of *Sarracenia purpurea* were peatmoss only or peatmoss:vermiculite (2:1) only treatment. Survival rate and plant growth exhibited the best result when plants were cultivated with 30% shading. Among the various watering methods, the further growth of plants was observed in spray irrigation 1 time/day or flooding 1day–ebbing 3day treatment. Survival rate and plant growth were influenced by Hyponex concentration and fertilization method, the best survival rate and further growth were exhibited in foliar application with  $1.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  or soil application with  $0.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

## **Subtitle V : Breeding of new varieties by induced mutation.**

To induce mutation from explants of insectivorous plants, the effects of chemical mutagen and UV ray treatments on survival rate of explants and mutant induction was investigated according to the treatment time and concentration.

### **1. Investigation of optimum condition for induced mutation *in vitro*.**

In most species, the optimum condition of EMS for mutation was determined to be 20 mM for 1 or 3 hours. In case of NMU,  $LD_{50}$  was close to 2 mM for 1 or 3 hours. When  $\text{NaN}_3$  treated on explants, The 0.5 mM  $\text{NaN}_3$  treatment for 1 or 3 hours resulted in about 50% survival rate to non-mutagenized. In most species, the optimum condition of colchicine for mutation was determined to be 0.05% for 1 or 2 days. Among the various treatment periods of UV ray for mutation, survival rate to non-mutagenized was 46.2% in explants of *Drosera rotundifolia* treated with UV

ray for 10 min.

## **2. Variant selection and characteristics analysis**

The frequencies of variant induction varied according to mutagen type and plant species, generally low in most of *Drosera* spp. and *Sarracenia purpurea*. The best result was observed in *Pinguicula moranensis*, which total 177 lines were obtained from EMS, colchicine and NaN<sub>3</sub> treatments. Especially, 116 lines were selected from EMS treatment. Selected lines had various leaf colors (variegated white, yellow, red or dark green) and leaf shapes (spatulate, crispate or legginess).

# CONTENTS

## **Chapter I . Introduction / 20**

**Section 1. Necessity of study / 20**

**Section 2. Purpose and category of study / 21**

## **Chapter II . Research trends of domestic and overseas / 23**

## **Chapter III. Contents and research / 24**

**Section 1. Selection of promising insectivorous plants for  
pot and indoor garden /24**

1. Introduction / 24
2. Results and discussion / 25
3. Summary / 28

**Section 2. Development of mass-propagation methods  
using tissue culture / 28**

1. Introduction / 28
2. Materials and methods / 29
3. Results and discussion / 35

**Section 3. Establishment of acclimatization conditions of shoots cultured *in vitro* / 107**

1. Introduction / 109
2. Materials and methods / 110
3. Results and discussion / 114
4. Summary / 153

**Section 4. Establishment of growing process of excellent plantlets / 154**

1. Introduction / 154
2. Materials and methods / 155
3. Results and discussion / 157
4. Summary / 189

**Section 5. Breeding of new varieties by induced mutation / 191**

1. Introduction / 191
2. Materials and methods / 192
3. Results and discussion / 193
4. Summary / 229

**Chapter IV. Achievement of the purpose and contribution industry / 231**

**Chapter V. The usual plan of research results / 232**

**Chapter VI. Information of new technology obtained  
overseas through experimental course / 233**

**Chapter VII. References / 234**

# 목 차

## 제 1 장 연구개발과제의 개요 / 20

### 제 1 절 연구개발의 필요성 / 20

### 제 2 절 연구개발의 내용 및 범위 / 21

## 제 2 장 국내외의 기술개발 현황 / 23

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 / 24

### 제 1 절 우수한 종의 선발 / 24

1. 서 언 / 24
2. 결과 및 고찰 / 25
3. 적 요 / 28

### 제 2 절 조직배양을 이용한 대량번식법 개발 / 28

1. 서 언 / 28
2. 재료 및 방법 / 29
3. 결과 및 고찰 / 35
4. 적 요 / 107

### 제 3 절 기내배양묘의 순화조건 확립 / 109

1. 서 언 / 109
2. 재료 및 방법 / 110
3. 결과 및 고찰 /114
4. 적 요 / 153

#### 제 4 절 우량묘 육성방법의 확립 / 154

1. 서 언 / 154
2. 재료 및 방법 / 155
3. 결과 및 고찰 / 157
4. 적 요 / 189

#### 제 5 절 인위적 돌연변이에 의한 신품종 육성 / 191

1. 서 언 / 191
2. 재료 및 방법 / 192
3. 결과 및 고찰 / 193
4. 적 요 / 229

#### 제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도 / 231

#### 제 5 장 연구개발결과의 활용계획 / 232

#### 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 / 233

#### 제 7 장 참고문헌 / 234

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 필요성

### 1. 기술적 측면

- 가. 전 세계적으로 식충식물에 대한 연구가 미흡한 상태임
- 나. 선도 기술 축적을 통한 전 세계 식충식물의 개발을 가능케 함
- 다. 식충식물의 번식과 육종방법에 대한 모델 시스템의 개발 및 제시의 필요성
- 라. 식충식물 관련 각종 연구에 중요 기초정보로 제공됨
- 마. 가정해충의 생물학적 방제 필요함

### 2. 경제·산업적 측면

- 가. 원예적 가치 및 희소성이 높아 수출에 의한 외화획득의 가능성이 높음
- 나. 부가가치가 높은 식충식물의 대량생산법의 개발에 의한 수요 충족
- 다. 우수한 품종개발 및 보급에 의한 신수요 창출로 농민소득에 증대함
- 라. 신품종개발에 의한 생산성 향상, 비용절감 효과 및 수출품목으로 활용 가능성 매우 높음
- 마. 국내에서 소비되는 외래 식충식물 종자 및 종묘의 수입대체 효과
- 바. 국제 경쟁력 제고에 의한 외화획득
- 사. 신품종 특허와 대량번식법의 이전에 의한 높은 시장성
- 아. 관상 및 실내조경용 신소재 개발에 의한 신수요 창출
- 자. 농가 작물선택의 폭 확대

### 3. 사회·문화적 측면

- 가. 생물종다양성협약에 의해 전 세계적으로 유전자원의 중요성이 크게 부가되고 있음
- 나. 멸종위기에 있는 많은 식충식물의 멸종방지 및 보존이 요구됨
- 다. 식충식물을 대중화하여 교육 부교재로의 활용 필요

## 제 2 절 연구개발의 내용과 범위

### 1. 우수한 종의 선발

가. 식충식물의 특성분석

나. 관상 및 실내조경용으로 가치가 높으며 산업적으로 활용 가능한 식충식물 선발

### 2. 조직배양을 이용한 대량번식방법 개발

가. 적정 배지 개발

1/8, 1/4, 1/2, 1, 2MS배지 및 Parlman배지 등의 배양조건에서 재생된 식물체의 개체수 및 생육을 조사하여 적정 배지를 구명함.

나. 적정 배양재료 구명

식물체를 엽신, 엽병으로 나누어 배양한 후 재생된 식물체의 수와 생육을 조사함

다. 적정 성장조절물질의 종류 및 농도 구명

- 성장조절물질의 종류: BA, kinetin, 2ip, 2,4-D, NAA, IAA 등
- 성장조절물질의 농도: 1~50 $\mu$ M 농도수준
- 처리방법: 단용처리, 혼용처리(단용처리 결과를 토대로 성장조절물질의 조합 및 농도 결정)

라. 적정 질소원의 종류 및 농도 구명

- 종류:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 와  $\text{KNO}_3$
- 전체농도 : 식물에 따라 15, 30, 60mM
- 질소원의 비율( $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ )을 30:0, 25:5, 20:10, 15:15, 10:20, 5:25, 0:30mM로 조절하여 식물체의 재생률과 생육을 비교 조사함

마. 적정 탄소원의 종류 및 농도 구명

Sucrose : 0, 1, 2, 3, 4% 첨가

### 3. 기내배양묘의 순화조건 확립

가. 적합한 배양토의 개발

피트모스, 코코피트, 원예용 상토, 버미큘라이트, 펄라이트, 수태 등 각종 배양토를 단용 및 혼용하여 재배함

나. 적합한 관수방법 개발

스프레이관수 및 저면관수 등을 실시하여 적정관수법을 구명하고 관수시기, 횟

수를 구명함

다. 적정 차광율 구명

0, 30, 50, 70%로 차광율을 달리하여 재배한 후 생육특성을 조사함

라. 피복효과의 구명

기외이식한 배양묘를 비닐 랩으로 0, 1, 2, 4주간 피복하여 재배한 후 생육특성을 조사함

마. 발근촉진제 처리효과 구명

Ruton, IAA(100, 200, 400mg · L<sup>-1</sup>), 및 IBA(100, 200, 400mg · L<sup>-1</sup>)로 침지 처리한 후 재배하여 생육특성을 조사함

#### 4. 우량묘 육성방법의 확립

가. 적합한 배양토의 개발

피트모스, 코코피트, 원예용 상토, 버미큘라이트, 펄라이트, 수태 등 각종 배양토를 단용 및 혼용하여 재배함

나. 적합한 관수방법 개발

스프레이관수 및 저면관수 등을 실시하여 적정관수법을 구명하고 관수시기, 횟수를 구명함

다. 적정 차광율 구명

0, 30, 50, 70% 차광로 차광율을 달리하여 재배한 후 생육특성을 조사함

라. 적정 시비방법의 구명

Hyponex 0, 0.2, 0.5, 1.0g · L<sup>-1</sup>의 용액을 2주당 1회씩 엽면살포 하거나 Hyponex 0, 0.05, 0.1, 0.2g · L<sup>-1</sup>의 용액을 이용하여 지속적으로 저면관수한 후 생육특성을 조사함

#### 5. 돌연변이 육종에 의한 신품종 육성

가. 기내 돌연변이원 처리의 적정 조건 구명

- 화학돌연변이원 처리(Colchicine, EMS, NMU, NaN<sub>3</sub> 등)의 적정조건 구명
- UV시 적정 조건 구명

나. 재생된 식물체의 특성분석 및 변이 식물체 선발

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

국외의 경우 식충식물의 포충 특성에 관한 생리학적 연구가 일찍부터 다양하게 이루어져 왔으며, 또한 조직배양기술의 발달과 함께 기내번식을 통한 대량증식법의 개발에 관한 연구가 보고되고 있다. Adams 등(1979)은 *Pinguicula moranensis*의 기내배양에 관하여 보고하였고, 관상가치가 높은 *Dionaea muscipula* 또한 무균발아된 유식물체로부터 부정아의 형성을 통한 대량번식이 연구되었다(Beebe, 1980; Hutchinson, 1984). Latha와 Seeni(1994)는 멸종 위기에 처한 인도 자생 식충식물인 *Nepenthes khasiana*의 효과적인 번식방법을 보고하는데, BA 2.2 $\mu$ M이 첨가된 Woody Plant 배지가 줄기 부위 배양에 효과적이었다고 하였다. Kawiak 등(2003)은 *Drosera anglica*, *D. binata* 및 *D. cuneifolia*를 위한 효과적인 기내번식 방법을 보고하였고, 멸종 위기에 처한 서부 지중해 자생의 *Drosophyllum lusitanicum* 또한 기내 영양번식을 통하여 효율적으로 번식되었다고 하였다(Gonçalves와 Romano, 2005).

한편 *Drosera*속 및 *Dionaea muscipula* 등은 항균 및 면역조절활성을 지니고 있는 것으로 알려져 있는데, 기내배양된 *Drosera spathulata*(Budzianowski, 1995), *Dionaea muscipula*(Pakulski와 Budzianowski, 1996) 및 *Drosera rotundifolia*와 *Drosera intermedia*(Budzianowski, 1996) 등에서 ellagic acid의 유도체 및 naphthoquinones과 같은 항균활성을 지닌 물질들이 검출되었다고 하였다. 또한 Didry 등(1998)은 *Drosera peltata*의 지상부로부터 구강세균에 대한 항균활성 검출하였고, Melzig 등(2001)은 *Drosera*속 식물의 추출물로부터 항염 및 진경성 물질을 탐색하였다고 하였다.

국내의 경우 외국에 비하여 식충식물에 관한 인지도 및 연구개발은 많이 뒤쳐져 있는 상황이며 1999년에 최초로 조직배양에 의한 *Drosera burmanni*의 대량번식법 개발 연구가 보고되었다. 그 후 장 등(1997)이 *Drosera rotundifolia*의 기내대량번식방법을 연구하였으며, 1999년에는 신초 배양을 통한 파리지옥의 대량번식에서 배지 형태, MS배지 농도, pH, 사이토키닌과 옥신의 종류가 신초 증식 및 뿌리 형성에 미치는 영향을 구명하였다(Jang 등, 1999). 또한 최근에는 *Drosera peltata*의 신초 tip 배양에 의한 미세대량번식 및 순화에 관한 연구보고가 있었다(Kim과 Jang, 2004). 국내의 경우 이처럼 최근에 들어 식충식물의 기내대량번식에 관한 연구들이 다수 보고되고 있으나, 아직 일부 품종에 제한되어 있으며 또한 외국의 경우처럼 연구의 내용 및 폭 또한 다양하지 못하여 한계점을 보이고 있다. 그러므로 차후 보다 다각적이고 집중적인 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 우수한 종의 선발

#### 1. 서 언

식충식물은 전 세계에 9과 19속 600여종이 존재하는 것으로 알려져 있다. 식충식물 중 가장 많은 수는 *Utricularia*속으로 사막을 제외한 전 세계지역에 300여종이 존재하며, 그 다음은 *Drosera*속으로 역시 사막을 제외한 전 세계에 약 120여종이 분포하고 있다. *Pinguicula*속 식물들은 구열대 및 대양주를 제외한 지역에 50여 종이 분포하고 있으며, *Nepenthes*속 식물들은 동남아시아의 열대지역에서 79종이 자생하고 있다. 반면 *Aldrovanda*속, *Cephalotus*속, *Darlingtonia*속, *Dionaea*속 및 *Drosophyllum*속 식충식물들은 1종만 존재하는 것으로 알려져 있다(Juniper 등, 1989).

식충식물은 포충방법에 따라 3가지 종류로 나눌 수 있다(Schnell, 2002). 먼저 포충낭이라 불리는 잎이 변형된 주머니꼴의 기관을 가진 종류가 있는데, 여기에 속하는 *Nepenthes*(Clarke, 1997)는 잎이 변형된 포충기(捕蟲器)를 여러 개 가지고 있으며, 그 속에는 수액이 들어있어 작은 벌레가 빠지면 죽게 되고 이를 소화시켜 영양분을 흡수한다. 습생식물인 통발과의 통발 등도 잎이 변형된 벌레잡이주머니가 있어서 곤충 등을 먹이로 한다. 두 번째는 개폐기구가 있는 포충엽을 지닌 종류로 육상생활을 하는 종류에는 끈끈이귀개과에 속하는 끈끈이주걱, 긴잎끈끈이주걱, 끈끈이귀개 등이 있고, 수중생활을 하는 종류로는 벌레잡이풀과에 속하는 벌레먹이말 등이 있다. 마지막으로 점액을 분비하는 선모(腺毛)가 밀생하여 작은 벌레들이 여기 닿으면 달라붙게 되어 이를 잡아먹는 종류가 있는데, 통발과에 속하는 벌레잡이제비꽃, 털잡이제비꽃 등이 여기에 속한다(Adamec, 1997; Pietropaolo와 Pietropaolo, 1986; Karlsson와 Carlsson 1984).

우리나라에 자생하고 있는 식충식물은 2과 4속의 12종으로 알려져 있는데(Table 1-1), 급속한 산업발전과 인구증가 그리고 무분별한 채취 등으로 자연서식지가 급속히 파괴되고 있는 실정이어서 보존 대책이 시급하다.

최근 관상용, 자연학습용 및 해충구제용 등으로 식충식물에 관한 대중의 인지도 및 관심이 급증하면서 시중에서 식충식물은 화분당 1만원~5만원에 판매되고 있다.

*Drosera*속 및 *Byblis*속과 같은 식충식물들은 모기, 하루살이, 날파리 등의 작은 곤충을 끈끈한 점액으로 유인·포획으로써 자연학습용 및 해충구제용으로 인기가 많고, *Nepenthes*속과 같은 대형 식충식물이나 *Pinguicula*속과 같이 잎의 형태나 꽃의 모양이 아름다운 식충식물들은 관상식물로써 가치가 높다.

식충식물의 이용도는 점점 다양화되고 있으며 그러므로 이들의 상품적 가치를 확대하고 또한 자생지에서 급속히 사라지고 있는 희귀 식충식물의 보존을 위해서는 안정적인 번식방법의 확립이 필수적이다. 본 과제에서는 분화용 및 실내 조경용으로의 개발 가치가 높은 우수 종을 선발 및 수집하였다

Table 1-1. Insectivorous plants native to Korea.

Family	Species	Genus	Korean name
Droseraceae	<i>Aldrovanda</i>	<i>A. vesiculosa</i>	벌레떡이말
	<i>Drosera</i>	<i>D. rotundifolia</i>	끈끈이주걱
		<i>D. anglica</i>	긴잎끈끈이주걱
		<i>D. peltata</i> var. <i>nipponica</i>	끈끈이귀개
Lentibulariaceae	<i>Utricularia</i>	<i>U. bifida</i>	땅귀개
		<i>U. yakusimensis</i>	자주땅귀개
		<i>U. racemosa</i>	이삭귀개
	<i>Pinguicula</i>	<i>U. japonica</i>	통발
		<i>U. intermedia</i>	개통발
		<i>U. pilosa</i>	들통발
		<i>P. vulgaris</i> var. <i>macroceras</i>	벌레잡이제비꽃
	<i>P. villosa</i>	털잡이제비꽃	

## 2. 결과 및 고찰

식충식물의 종자 또는 식물체를 각각 수집하여 70% 에탄올 및 2% NaOCl로 멸균 처리한 후 기내에 접종하여 배양하였다. 현재까지 기내배양중인 식충식물은 *Brocchinia*속 1종, *Byblis*속의 3종 및 품종, *Cephalotus*속 1종, *Darlingtonia*속 1종, *Dionaea*속 19품종, *Drosera*속의 25종 및 품종, *Genlisea*속의 2종 및 품종, *Heliophora*속 2종, *Ibicella*속 1종, *Nepenthes*속 8종, *Pinguicula*속 5종, *Sarracenia*속의 17종 및 품종, *Utricularis*속 1종 등 총 13속 86개의 종 및 품종이었다(Table 1-2). 이들 86종의 식충식물체 중에서 58종은 분화용 및 실내 정원용 소재로 아주 우수한 형질을 지닌 것이었으며, 22종 또한 관상용 식물로의 개발 가능성이 높은 종이었다.

Table 1-2. Promising insectivorous plants for pot and indoor garden.

Plants introduced <i>in vitro</i>		Value of horticultural usage
Genus	Species	
<i>Brocchinia</i>	<i>B. reducta</i>	*** <sup>z</sup>
<i>Byblis</i>	<i>B. filifolia</i>	***
	<i>B. filifolia</i> 'Giant'	***
	<i>B. liniflora</i>	***
<i>Cephalotus</i>	<i>C. follicularis</i>	***
<i>Darlingtonia</i>	<i>D. californica</i>	***
<i>Dionaea</i>	<i>D. muscipula</i>	***
	<i>D. muscipula</i> B	**
	<i>D. muscipula</i> C	**
	<i>D. muscipula</i> D	**
	<i>D. muscipula</i> E	**
	<i>D. muscipula</i> 'Red'	***
	<i>D. muscipula</i> 'Saw Tooth'	***
	<i>D. muscipula</i> 'Big Traps'	***
	<i>D. muscipula</i> 'Big Vigorous'	***
	<i>D. muscipula</i> 'Burbanks Best'	***
	<i>D. muscipula</i> 'Dutch'	***
	<i>D. muscipula</i> 'Fang'	***
	<i>D. muscipula</i> 'Fast'	***
	<i>D. muscipula</i> 'Low Giant'	***
	<i>D. muscipula</i> 'Paradisia'	***
	<i>D. muscipula</i> 'Red-purple'	***
	<i>D. muscipula</i> 'Vigorous'	***
<i>D. muscipula</i> 'Fine Tooth * Red'	***	
<i>D. muscipula</i> 'Sharks Teeth'	***	
<i>Drosera</i>	<i>D. adelae</i>	***
	<i>D. aliciae</i>	***
	<i>D. binata</i>	**
	<i>D. burmanni</i>	***
	<i>D. capensis</i> '60cm tall'	***
	<i>D. capensis</i> 'Alba'	***
	<i>D. capensis</i> 'Narrow'	***
	<i>D. capensis</i> 'Red'	***
	<i>D. capensis</i> 'Typical'	***
	<i>D. dilatato-petiolaris</i>	**
	<i>D. esmelerdae</i>	*
	<i>D. indica</i>	*
	<i>D. intermedia</i>	*
	<i>D. intermedia</i> type	*
<i>D. intermedia</i> 'Giant'	*	
<i>D. lanata</i>	**	
<i>D. nidiformis</i>	**	

<sup>z</sup>\*\*\*: excellent, \*\*: good, \*: moderate

Table 1-2. (Continued)

Plants introduced <i>in vitro</i>		Value of horticultural usage
Genus	Species	
<i>Drosera</i>	<i>D. occidentalis</i> 'pink flower'	** <sup>z</sup>
	<i>D. occidentalis</i> 'white flower'	**
	<i>D. petiolaris</i> 'All Red'	**
	<i>D. regia</i>	***
	<i>D. rotundifolia</i>	*
	<i>D. tokaiensis</i>	**
	<i>D. trinervia</i>	**
	<i>D. whittakerii</i>	**
<i>Genlisea</i>	<i>G. violacea</i>	***
	<i>G. violacea</i> 'Serra da Caraca'	**
<i>Heliampora</i>	<i>H. minor</i>	**
	<i>H. nutans</i>	***
<i>Ibicella</i>	<i>I. lutea</i>	***
<i>Nepenthes</i>	<i>N. alata</i> var. <i>biflora</i>	***
	<i>N. 'Allardii'</i>	**
	<i>N. khasiana</i>	***
	<i>N. rafflesiana</i>	***
	<i>N. sanguinea</i>	***
	<i>N. truncata</i>	***
	<i>N. ventricosa</i>	***
<i>Pinguicula</i>	<i>P. ehlersae</i>	***
	<i>P. grandiflora</i>	**
	<i>P. moranensis</i>	**
	<i>P. primuliflora</i>	***
	<i>P. vulgaris</i>	**
<i>Sarracenia</i>	<i>S. flava</i>	***
	<i>S. flava</i> Generic	***
	<i>S. flava gestreeped</i>	***
	<i>S. flava</i> ssp. <i>grupelii</i> 'Milton Florida'	***
	<i>S. flava</i> 'Copperlid'	***
	<i>S. leccoplvio</i>	***
	<i>S. leucophylla</i>	***
	<i>S. leucophylla</i> f. Red Tube	***
	<i>S. minor</i>	***
	<i>S. rubra</i>	***
	<i>S. rubra</i> ssp. <i>gulfensis</i> 'Stocky'	***
	<i>S. rubra</i> ssp. <i>werryii</i>	***
	<i>S. psittacina</i>	***
	<i>S. purpurea</i>	***
<i>S. purpurea</i> ssp. <i>purpurea</i>	***	
<i>S. surprise</i>	***	
<i>S. willisii</i> × <i>leucophylla</i>	**	
<i>Utricularis</i>	<i>U. bifida</i>	**

<sup>z</sup>\*\*\*: excellent, \*\*: good, \*: moderate

### 3. 적 요

분화용 및 실내 정원용 소재로 활용가치가 높은 13속 86종 및 품종을 수집하여 기내 배양하였다. 이들은 *Brocchinia*속 1종, *Byblis*속의 3종 및 품종, *Cephalotus*속 1종, *Darlingtonia*속 1종, *Dionaea*속 19품종, *Drosera*속의 25종 및 품종, *Genlisea*속의 2종 및 품종, *Heliophora*속 2종, *Ibicella*속 1종, *Nepenthes*속 8종, *Pinguicula*속 5종, *Sarracenia*속의 17종 및 품종, *Utricularis*속 1종 등이었다.

## 제 2 절 조직배양을 이용한 대량번식법 개발

### 1. 서 언

일찍이 *Pinguicula moranensis*(Adams 등 1970), *Dionaea muscipula* (Parlimam 등, 1982; Hutchinson, 1984; Minocha, 1985), *Nepenthes khasiana*( Latha와 Seeni, 1994), *Drosera rotundifolia*(Jang과 Park, 1999), *Drosera peltata*(Kim과 Jang, 2004), *Drosophyllum lusitanicum*(Gonçalves와 Romano, 2005) 등의 식충식물에서 조직배양을 이용한 식물체 대량번식에 적합한 배양방법 및 조건을 찾기 위한 다각적인 연구들이 이루어졌으며, 나아가 기내배양된 *Drosera spathulata*(Budzianowski, 1995), *Drosera intermedia*(Budzianowski, 1996), *Drosera rotundifolia* 및 *Drosera spathulata* (Budzianowski, 1997) 등의 식물체로부터 항균활성을 지닌 물질의 분리하고자 하는 연구들이 보고되었다.

조직배양기술은 이와 같이 관상가치 높은 또는 멸종위기에 처해있는 식충식물의 효율적인 번식방법으로 이용되고 있으며, 또한 대량생산된 식충식물에서 유용성분을 추출하는 단계에까지 확대되어 활용되고 있다.

식충식물의 기내배양시 종에 따라 적합한 접종재료 및 배양조건이 다르기 때문에 본 연구는 기내배양중인 86종의 식충식물 중 12종 식물체의 신초나 일부 조직을 실험재료로 하여, 성장조절물질의 조합, 배지의 종류 그리고 질소원, sucrose, agar, 활성탄 등 배지 조성물질의 농도 및 pH가 식물체 증식과 기내 생육에 미치는 영향을 구명하여 기내 대량번식체계를 확립하고자 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 기내배양 조건 탐색 1차 실험 (*Dionaea muscipula*)

#### 1) 실험재료

*D. muscipula*의 종자는 70% 에탄올로 30초간 살균한 후, Tween 20을 한 방울 첨가한 2% NaOCl로 20분간 처리하고 멸균수로 3회 헹구어 주었다. 멸균한 종자는 MS 기본배지(Murashige와 Skoog, 1962)에 접종하여 배양하였다. 발아된 식물체는 8주 간격으로 동일한 배지에 계대배양하여 길이가 3cm 정도 자란 식물체를 배양재료로 사용하였다.

#### 2) 배양조건

실험에 사용한 MS배지(Murashige와 Skoog, 1962)와 변형 Parlman배지(Parlman 등, 1982)는 각각 sucrose 3%, agar 0.8%를 첨가하였고 pH는 5.5로 조절하였다(Table 2-1). 모든 실험은 100mL 배양병에 실험배지를 30ml씩 부어 절편을 4개씩 치상하였으며, 처리구당 3반복으로 실시하였다. 배양온도는  $25 \pm 1$  °C였으며,  $40 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 광으로 16시간 조명하였다. 12주간 배양한 후 생체중과 신초의 수와 길이, 뿌리의 수와 길이를 조사하였다.

#### 3) 배양재료 선발

파리지옥의 조직배양에 적합한 재료를 구하기 위하여 식물체를 엽신과 뿌리 그리고 엽병의 상부, 중부, 하부 등 5종의 조직으로 각각 나누어 배양하였고, 사용된 배지는 BA 1 $\mu\text{M}$ 과 NAA 1 $\mu\text{M}$ 이 첨가된 변형 Parlman배지였다.

#### 4) 적정 배지 조성물질

*Dionaea muscipula*의 식물체 재생에 적합한 배지를 알아보기 위한 실험에서는 MS, 1/2MS, 1/4MS 및 변형 Parlman배지에 엽병 상부조직(1×1cm)을 각각 배양하였다. Kinetin과 옥신류(NAA, IAA)의 혼용처리가 식물체 재생에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 변형 Parlman 배지에 kinetin 1, 2, 5, 10 $\mu\text{M}$ 과 NAA 및 IAA를 각각 0.5, 1, 2 $\mu\text{M}$ 의 농도로 혼용처리하여 실험하였다. 배지의 물리성이 식물체 재생에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 배지에 agar를 0, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0%로 달리 첨

가하여 엽병 상부조직을 배양하였다.

Table 2-1. Compositions of MS and modified Parlman medium used in this study.

Components	Concentration ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	
	MS medium	Modified Parlman medium
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	1,650	825
$\text{KNO}_3$	1,900	950
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	440	220
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370	185
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	170	85
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27.8	13.9
$\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	37.3	18.65
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	22.3	11.15
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8.6	4.3
$\text{H}_3\text{BO}_3$	6.2	3.1
KI	0.83	0.415
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.25	0.125
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.025	0.0125
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.025	0.0125
Inositol	100	100
Thiamine · HCl	0.1	1.0
Nicotinamide	0.5	2.0
Pyridoxine · HCl	0.5	2.0
Glycine	2.0	-
Ca pantothenate	-	1.0
Biotin	-	1.0
Folic acid	-	0.5
Choline chloride	-	1.0
P-Aminobenzoic acid	-	0.5
Riboflavin	-	0.5
Vitamin B12	-	0.0015

### 5) 산화방지물질 처리 효과

산화환원반응에 관여하는 것으로 알려진 금속이온과 산화방지물질로서 페놀류 생합성을 억제하는 것으로 알려진 산화억제물질들 그리고 암처리가 파리지옥의 엽병 배양에 미치는 영향을 구명하기 위하여 다음과 같이 실험을 수행하였다.  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 는 0, 5.6, 11.2, 22.3,  $44.6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도로 처리하였으며,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 는 0, 0.006, 0.013, 0.025,  $0.05\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도로 배지에 각기 첨가하여 실험하였다. 산화방지제인 PVP는 0.025, 0.05, 0.1mM의 농도로, DTT와 DTE는 각각 1, 2, 5mM의 농도로 배지에 첨가하여 엽병조직을 배양하였다. Ascorbic acid와 citric acid는 0, 100,  $200\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도로 단용 또는 혼용처리 하였다. 조직배양에서 일반적으로 생장억제물질을 흡착하거나 배지의 산화방지에 효과가 있는 것으로

알려진 활성탄은 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2%의 농도로 배지에 첨가하여 실험하였다. 폐놀의 생합성과 산화효소의 활성을 억제하는데 있어 암처리가 갖는 효과를 알아보기 위하여, 배지에 절편을 접종한 후 지속적으로 암배양 혹은 명배양 하였으며, 또는 1, 2, 3, 4주간 암배양한 후 명배양으로 옮겨 배양하였다.

모든 실험은 처리당 3반복이었으며, 30mL의 배지를 분주한 100mL 배양병에 절편체 4개씩 치상하여 배양하였다. 배양온도는  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 였으며,  $40\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광으로 16시간 조명하였다. 12주간 배양한 후 생체중과 신초의 수와 길이, 뿌리의 수와 길이를 조사하였다.

## 나. 기내배양 조건 탐색 2차 실험 (*Drosera*속 6종)

### 1) 실험재료

기내배양중인 *D. binata*, *D. burmanni*, *D. capensis*, *D. rotundifolia*, *D. spatulata*, *D. tokaiensis*의 식물체의 엽 절편을 공시재료로 이용하였다.

### 2) 배양조건

기본배지는 sucrose 3%, agar 0.7%를 첨가한 MS배지였으며, pH는 5.5로 조절하였다. 모든 실험은 처리구당 3반복으로 실시하였고, 각각 배지 30mL를 분주한 100mL 배양병에 절편체를 4개씩 치상하였다. 배양온도는  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 였고,  $40\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광으로 16시간 조명하였다. 8주간 배양한 후 생체중과 신초의 수 및 길이, 뿌리의 수 및 길이를 조사하였다.

### 3) 적정 배지 조성물질

*Drosera*속 식충식물의 엽 절편 배양에 적합한 성장조절물질의 종류 및 농도를 알아보기 위하여, MS배지를 기본배지로 하여 BA, kinetin, IAA 및 NAA를 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1,  $10\mu\text{M}$ 의 농도로 첨가하여 배양하였다. 성장조절물질 단용처리 실험결과에서 식물체 재생에 효과적이었던 kinetin과 IAA를 선택하여 kinetin 0, 0.02, 0.05,  $0.1\mu\text{M}$ 과 IAA 0, 0.002, 0.005,  $0.01\mu\text{M}$ 을 각각 혼용처리하여 실험하였다. MS 배지 조성물질의 농도가 식물체 재생에 미치는 영향을 알아보기 위하여, MS배지의 무기물 및 비타민 농도를 1/8, 1/4, 1/2, 1 및 2배로 각각 조절하여 실험하였다. 식물체 재생에 적합한 배지의 총 질소함량을 알아보기 위하여, kinetin  $0.05\mu\text{M}$ 과 IAA  $0.005\mu\text{M}$ 을 첨가한 배지에  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 와  $\text{KNO}_3$ 를 제외한 배지조성은 MS배지와 동일하게 하고, 총 질소함량을 MS배지( $\text{NH}_4\text{NO}_3$   $1,650\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $\text{KNO}_3$   $1,900\text{mg}\cdot$

$L^{-1}$ 의 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2배로 각각 조절하여 엽절편을 배양하였다. 배지의 sucrose의 농도(0, 1, 2, 3, 4, 5%), 활성탄의 농도(0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1%) 및 agar의 농도(0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0%)가 식물체 재생에 미치는 영향을 각각 구명하였다. 배지의 pH가 식물체 재생에 미치는 영향을 알아보기 위하여, pH를 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0으로 조절한 액체배지에서 엽신 절편을 배양하였다.

#### 다. 기내배양 조건 탐색 3차 실험 (*Byblis liniflora*)

##### 1) 실험재료

기내배양중인 *B. liniflora*의 식물체에서 엽병을 취하여 배양재료로 사용하였다.

##### 2) 성장조절물질 처리 조건

*B. liniflora*의 엽병을 취하여 성장조절물질 BA, kinetin, IAA 및 NAA를 각각 0, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 및 10.0 $\mu$ M의 농도로 단용처리 하였으며, 또한 사이토키닌류 BA와 kinetin(5, 10, 20, 50 $\mu$ M) 그리고 옥신류 NAA와 IAA(5, 10, 20, 50 $\mu$ M)을 각각의 농도별로 사이토키닌과 옥신의 조합으로 혼용처리 하였다. 또한 *B. liniflora*의 절을 취하여 BA, kinetin, IAA 및 NAA가 0, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 및 10.0 $\mu$ M의 농도로 단용처리된 배지와 BA 5, 10 $\mu$ M과 IAA 0, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 10 $\mu$ M가 각각 혼용처리된 배지에서 배양하였다.

모든 실험은 MS배지를 기본배지로 하여 sucrose 3%, agar 0.7%를 첨가하였으며, pH는 5.5로 조절하였다. 배양온도는  $25\pm 1^{\circ}C$ 였으며,  $40\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 의 광 조건하에서 16시간 일장처리하였다.

#### 라. 기내배양 조건 탐색 4차 실험 (*Sarracenia purpurea*)

##### 1) 실험재료

기내배양중인 *S. purpurea*의 유식물체를 배양재료로 사용하였다.

##### 2) 적정 배지 조성물질

기본배지는 1/2M배지(배지 종류별 실험제외)에 sucrose 3%(sucrose 농도별 실험 제외), pH 5.5(pH별 실험 제외), agar 0.6%(agar 농도별 실험 제외)를 첨가하여 사용하였다. *Sarracenia purpurea*의 식물체 재생 및 생육에 성장조절물질이 미치는 영향을 알아보기 위하여 kinetin 0, 1, 2, 5, 10 $mg \cdot L^{-1}$ 과 NAA 0, 1, 2 $mg \cdot L^{-1}$ 를 각각 혼용 처리하

였다. *S. purpurea*의 배양에 적합한 sucrose 농도를 찾기 위하여 0, 1, 2, 3, 4, 5%로 농도를 달리 첨가하여 유식물체를 배양하였다. Ascorbic acid 및 citric acid가 식물체 재생에 미치는 영향을 알아보기 위하여 0, 100, 200mg · L<sup>-1</sup>의 농도로 혼용처리 하였으며, 활성탄의 영향을 구명하기 위하여 0, 0.5, 1, 2%로 배지에 달리 처리하였다. 배지의 적정 pH를 선별하기 위하여 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0의 구간에서 *S. purpurea*의 유식물체를 배양하였으며, 암 전처리의 영향을 구명하기 위하여 0, 1, 2, 4주간 암배양한 후 명배양하였다. 적정 배지를 선별하기 위하여 1/4, 1/2, 1MS 및 Parlman배지에 agar의 함량을 각각 0, 0.6, 0.8%로 달리 첨가하여 실험하였다.

## 마. 기내배양 조건 탐색 5차 실험 (*Drosera adelea*)

### 1) 실험재료

기내배양중인 *D. adelea*의 유식물체에서 엽 절편을 취하여 배양재료로 사용하였다.

### 2) 배양 조건

*D. adelea*의 엽 절편을 취하여 처리구당 4개씩 3반복으로 접종하였으며, 배양온도는 25±1℃에서 40μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>의 광으로 16시간 동안 일장처리 하였다. 배양기간 6주 후에 생체중, 신초 수 및 길이, 뿌리 수 및 길이 등을 조사하였다.

### 3) 적정 배지 조성물질

*D. adelea*의 식물체 재생 및 성장에 성장조절물질의 종류 및 농도가 미치는 영향을 알아보기 위한 실험에서 기본배지는 1/2MS(sucrose 3%, agar 0.7%, pH 5.5)를 사용하였으며, 사이토키닌류(BA, kinetin) 0.01, 0.02, 0.05 mg · L<sup>-1</sup>의 농도와 옥신류(NAA, IAA) 0, 0.01, 0.02, 0.05 mg · L<sup>-1</sup>의 농도를 각각 혼용 처리하여 실험하였다. 배지 종류가 식물체 재생에 미치는 영향을 알아보기 위하여 MS, 1/2MS, 1/4MS, parlman배지에 BA 0.02 mg · L<sup>-1</sup>를 첨가하여 엽 절편을 배양하였다.

이상의 성장조절물질 및 배지별 실험결과를 참고하여 이하의 실험에서 기본배지는 1/2MS(sucrose 3%, agar 0.7%, pH 5.5)에 BA 0.02mg · L<sup>-1</sup>를 첨가하여 실험하였으며, 처리구당 엽 절편 4개씩 5반복으로 접종하였다. *D. adelea*의 식물체 재생에 적합한 총 질소함량(MS배지의 1배, 1/2배, 1/4배), 질소급원의 비율 NH<sub>4</sub>Cl:KNO<sub>3</sub>(30:0, 25:5, 20:10, 15:15, 10:20, 5:25, 0:30mM), sucrose의 농도(0, 1, 2, 3, 4, 5 %), 활성탄의 농도(0, 0.5, 1, 2 %)를 구명하기 위하여 각각 처리조건을 달리하여 실험하였으며, 또한 생육에 적합한 물리적 조건을 찾기 위하여, agar 농도(0, 0.6, 0.8, 1 %), 배지 내 pH(4.0, 4.5, 5.0,

5.5 6.0), 배양온도(15, 20, 25, 30°C) 등을 달리하여 *D. adelea*의 엽 절편을 배양하였다.

#### 바. 기내배양 조건 탐색 6차 실험(*Darlingtonia californica*와 *Helianphora minor*)

##### 1) 실험재료

기내배양중인 *D. californica*와 *H. minor*의 유식물체를 배양재료로 사용하였으며, 성장조절물질 처리 실험에서는 유식물체와 엽 절편을 배양재료로 하여 실험하였다.

##### 2) 배양조건

기본배지로는 *D. californica*의 경우 BA 2mg·L<sup>-1</sup>를 첨가한 1/2MS배지(sucrose 3%, agar 0.7, pH 5.5)를 사용하였으며, *H. minor*는 동일 배지에 BA 1mg·L<sup>-1</sup>과 NAA 2mg·L<sup>-1</sup>를 첨가하여 실험하였다. 200mL 배양용기에 처리당 4개체씩 5반복 치상하였으며, 25±1°C, 3000lx의 광조건 하에서 16시간 일장처리하며 배양하였다. 90일간 배양한 후 생체중, 신초 수와 길이, 뿌리 수와 길이를 조사하였다.

##### 3) 적정 배지 조성물질

성장조절물질의 적정 처리조건을 찾기 위하여, BA 0, 1, 2, 5, 10 mg·L<sup>-1</sup>와 NAA 0, 1, 2 mg·L<sup>-1</sup>을 혼용처리 유식물체를 배양하였다. 배지종류별로는 MS, 1/2MS, 1/4MS, 변형 Parlman배지를 사용하였으며, agar 농도별로는 0, 0.6, 0.8, 1% 수준으로 첨가하였다. 활성탄은 0, 0.5, 1, 2%로, sucrose는 0, 1, 2, 3, 4, 5%수준으로 첨가하여 실험하였다. 총질소의 함량별로는 MS배지의 질소함량(60mM)을 기준으로 하여 각각 1, 1/2, 1/4배로 첨가하였으며, 질소급원의 농도별로는 NH<sub>4</sub>Cl과 KNO<sub>3</sub>를 암모니아태와 질산태 질소로 하여 각각 30:0, 25:5, 20:10, 15:15, 10:20, 5:25, 0:30mM로 첨가하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. *Dionaea muscipula*의 기내배양 조건

**배양재료의 영향:** 기내배양중인 파리지옥의 식물체를 엽신, 뿌리 및 엽병의 상부, 중부, 하부로 구분하여 배양한 결과 각각 나타난 성장반응은 Table 2-2 및 Fig. 2-1과 같았다. 곤충을 포획하는 부위인 엽신의 경우 절편 모두가 고사하였으며, 뿌리 또한 전혀 재생 반응이 일어나지 않았다. 그러나 엽병의 경우 상부, 중부, 하부 모든 부위에서 식물체 재생이 관찰되었다. 특히 엽병의 상부에서 절편체당 33.5개로 가장 많은 식물체가 발달되었고, 중간 부위에서는 21.0개, 하부에서는 19.3개의 식물체가 각각 재생되었다. 식물체의 생장은 재생된 신초 수가 적었던 엽병의 하부 조직에서 신초 길이 1.3cm로 가장 양호했다. 뿌리의 발달은 엽병의 상부와 중간 부위에서 모두 활발하였다. 그러므로 파리지옥의 경우 엽병의 상부조직이 식물체 재생에 가장 적합한 재료임을 확인할 수 있었으며, 이후 모든 실험에서는 엽병의 상부조직을 배양재료로 사용하였다.

Table 2-2. Effect of explants on plant regeneration of *Dionaea muscipula* after 12 weeks in culture<sup>z</sup>.

Explant	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Leaf petiole upper	325.2±38.7 <sup>y</sup>	33.5±2.5	0.6±0.1	34.0±3.5	0.7±0.1
middle	313.6±28.6	21.0±3.0	1.0±0.2	38.5±3.4	0.7±0.1
lower	283.3±25.5	19.3±2.7	1.3±0.1	14.5±2.6	0.4±0.2
Leaf blade			Dead		
Root			Dead		

<sup>z</sup>Used modified Parlman medium contained 1μM BA and 1μM NAA.

<sup>y</sup>Mean ±SE.

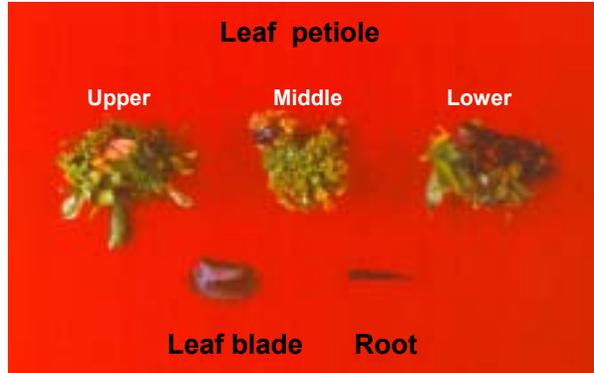


Fig. 2-1. Cultural response from 5 different explants of *Dionaea muscipula* grown on modified Parlman medium for 12 weeks.

**배지 종류의 영향:** 파리지옥의 엽병 상부조직을 변형 Parlman배지와 MS 기본 배지의 무기물 함량을 1/4~1배로 각각 조절한 배지에 치상하여 배양하였다. MS배지의 경우 무기물 농도가 낮을수록 식물체 재생이 활발하였는데, 1/4MS배지에서 28.3개로 가장 많은 싹초가 형성되었다(Table 2-3, Fig. 2-2). 그러나 전체적으로 절편체당 가장 많은 수의 싹초가 발생하였던 배지는 무기물 함량이 1/2MS배지와 동일한 변형 Parlman배지였다. 변형 Parlman배지에서는 1/2MS배지에서 형성된 싹초 수(25.2개) 보다 많은 34.0개의 식물체가 재생되었는데, 식물체의 생육 또한 다른 배지에 비하여 왕성하였다. 이는 Parlman배지(Table 2-1)에 첨가된 비타민의 영향인 것으로 추정되며, 그러므로 차후 비타민의 종류 및 농도가 파리지옥의 식물체 재생에 미치는 영향을 구명할 필요성이 있을 것으로 생각되었다.

Table 2-3. Effect of cultural media on plant regeneration from leaf petiole of *Dionaea muscipula* after 12 weeks in culture.

Medium	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Modified Parlman	571.5±28.5 <sup>z</sup>	34.0±3.2	0.9±0.2	12.3±1.4	0.8±0.1
MS	213.7±37.3	18.0±1.7	0.3±0.1	4.0±0.6	0.5±0.1
1/2 MS	370.5±48.2	25.2±3.5	0.5±0.1	5.3±1.0	0.5±0.1
1/4 MS	414.0±48.9	28.3±3.1	0.7±0.3	6.2±1.3	0.4±0.1

<sup>z</sup>Mean ±SE.

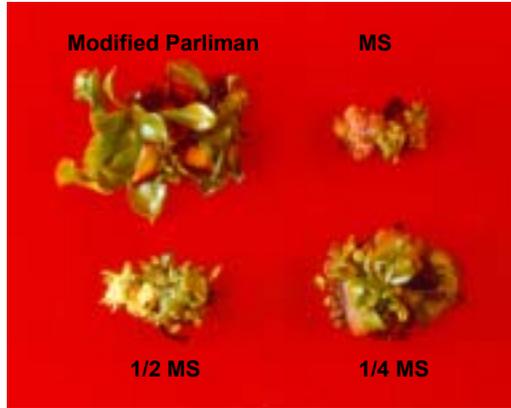


Fig. 2-2. Cultural response from leaf petiole of *Dionaea muscipula* grown on 4 different media for 12 weeks.

**생장조절물질의 영향:** 변형 Parliman 배지에 kinetin과 NAA 및 IAA를 혼용으로 첨가하여 엽병 상부조직을 배양하였다. Kinetin과 NAA를 혼용한 경우 NAA 1 $\mu$ M의 처리구에서 식물체 재생이 전반적으로 양호하였다. 특히 kinetin 2 $\mu$ M과 NAA 1 $\mu$ M을 혼용처리한 배지에서 절편체당 34.9개로 가장 많은 식물체가 형성되었다. 식물체의 생육 및 뿌리의 생장은 모든 처리구에서 별다른 차이를 보이지 않았으나, 뿌리의 발생은 kinetin 5 $\mu$ M과 NAA 1 $\mu$ M을 혼용 첨가한 구에서 절편체당 49.5개로 가장 높았다(Table 2-4).

Kinetin과 IAA를 혼용한 경우 NAA를 혼용처리한 실험에 비하여 식물체 재생이 더욱 촉진되는 것으로 나타났는데, 특히 IAA 1 $\mu$ M를 첨가한 모든 구에서 절편체당 30개 이상의 많은 식물체가 형성되었다. 그 중 가장 많은 식물체가 재생된 조합은 kinetin 5 $\mu$ M과 IAA 1 $\mu$ M의 혼용처리구로 절편체당 39.8개의 식물체가 형성되었다. 뿌리의 발달 역시 대부분의 처리구에서 대조구에 비하여 크게 향상되었는데, 특히 kinetin 10 $\mu$ M과 IAA 0.5 $\mu$ M의 혼용구에서 59.0개로 가장 높았다(Table 2-5).

Table 2-4. Effect of kinetin and NAA on plant regeneration from leaf petiole of *Dionaea muscipula* cultured on modified Parliman medium for 12 weeks.

Growth regulator ( $\mu$ M)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)	
Control	372.3 $\pm$ 39.6 <sup>z</sup>	20.8 $\pm$ 2.9	1.2 $\pm$ 0.2	13.9 $\pm$ 2.0	0.9 $\pm$ 0.2	
Kinetin 1 + NAA	0.5	354.4 $\pm$ 60.6	27.3 $\pm$ 1.0	1.2 $\pm$ 0.1	34.1 $\pm$ 3.8	1.0 $\pm$ 0.1
	1.0	287.7 $\pm$ 58.7	29.5 $\pm$ 2.2	1.0 $\pm$ 0.1	34.6 $\pm$ 5.4	0.9 $\pm$ 0.1
	2.0	435.3 $\pm$ 50.1	29.5 $\pm$ 2.2	1.3 $\pm$ 0.1	42.3 $\pm$ 3.9	1.1 $\pm$ 0.0
Kinetin 2 + NAA	0.5	480.5 $\pm$ 52.3	30.5 $\pm$ 1.4	1.1 $\pm$ 0.1	41.8 $\pm$ 4.0	0.9 $\pm$ 0.1
	1.0	471.4 $\pm$ 58.0	34.9 $\pm$ 3.4	1.1 $\pm$ 0.1	49.1 $\pm$ 5.2	0.9 $\pm$ 0.1
	2.0	391.5 $\pm$ 49.7	28.9 $\pm$ 1.6	1.0 $\pm$ 0.1	40.6 $\pm$ 3.9	0.9 $\pm$ 0.1
Kinetin 5 + NAA	0.5	535.3 $\pm$ 43.0	29.2 $\pm$ 3.0	1.0 $\pm$ 0.1	41.5 $\pm$ 5.2	0.9 $\pm$ 0.1
	1.0	556.9 $\pm$ 56.1	32.4 $\pm$ 2.7	1.3 $\pm$ 0.1	49.5 $\pm$ 6.1	1.1 $\pm$ 0.1
	2.0	312.7 $\pm$ 42.7	26.9 $\pm$ 1.6	1.0 $\pm$ 0.1	35.4 $\pm$ 4.0	0.9 $\pm$ 0.1
Kinetin 10 + NAA	0.5	353.2 $\pm$ 43.1	27.1 $\pm$ 2.7	0.9 $\pm$ 0.1	36.0 $\pm$ 2.8	0.8 $\pm$ 0.1
	1.0	448.5 $\pm$ 40.1	29.9 $\pm$ 3.6	1.0 $\pm$ 0.1	44.0 $\pm$ 4.3	1.1 $\pm$ 0.1
	2.0	283.1 $\pm$ 26.0	25.7 $\pm$ 2.3	1.0 $\pm$ 0.1	37.9 $\pm$ 3.8	0.7 $\pm$ 0.1

<sup>z</sup>Mean  $\pm$ SE.

Table 2-5. Effect of kinetin and IAA on plant regeneration from leaf petiole of *Dionaea muscipula* cultured on modified Parliman medium for 12 weeks.

Growth regulator ( $\mu$ M)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)	
Control	372.3 $\pm$ 39.6 <sup>z</sup>	20.8 $\pm$ 2.9	1.2 $\pm$ 0.2	13.9 $\pm$ 2.0	0.9 $\pm$ 0.2	
Kinetin 1 + IAA	0.5	438.5 $\pm$ 15.5	23.7 $\pm$ 1.2	1.2 $\pm$ 0.1	40.3 $\pm$ 4.9	1.2 $\pm$ 0.2
	1.0	412.6 $\pm$ 64.9	32.6 $\pm$ 1.7	1.1 $\pm$ 0.1	47.0 $\pm$ 4.6	0.8 $\pm$ 0.1
	2.0	370.2 $\pm$ 50.3	22.4 $\pm$ 3.2	1.2 $\pm$ 0.1	36.1 $\pm$ 5.7	0.9 $\pm$ 0.1
Kinetin 2 + IAA	0.5	450.0 $\pm$ 43.0	27.0 $\pm$ 4.0	1.0 $\pm$ 0.1	42.0 $\pm$ 7.9	1.0 $\pm$ 0.1
	1.0	550.2 $\pm$ 58.6	35.7 $\pm$ 4.4	1.2 $\pm$ 0.2	48.8 $\pm$ 5.3	0.8 $\pm$ 0.1
	2.0	375.2 $\pm$ 48.5	24.0 $\pm$ 3.8	1.0 $\pm$ 0.1	45.4 $\pm$ 6.6	0.9 $\pm$ 0.1
Kinetin 5 + IAA	0.5	476.5 $\pm$ 54.3	32.4 $\pm$ 3.2	1.2 $\pm$ 0.1	54.9 $\pm$ 5.7	1.0 $\pm$ 0.1
	1.0	502.4 $\pm$ 34.0	39.8 $\pm$ 3.1	1.1 $\pm$ 0.1	53.0 $\pm$ 5.0	0.9 $\pm$ 0.1
	2.0	386.4 $\pm$ 58.8	26.6 $\pm$ 2.0	1.0 $\pm$ 0.0	40.5 $\pm$ 4.5	1.1 $\pm$ 0.1
Kinetin 10 + IAA	0.5	576.3 $\pm$ 34.7	36.3 $\pm$ 5.3	1.2 $\pm$ 0.1	59.0 $\pm$ 7.0	1.1 $\pm$ 0.1
	1.0	494.1 $\pm$ 62.4	31.0 $\pm$ 2.1	1.1 $\pm$ 0.1	51.6 $\pm$ 2.5	1.0 $\pm$ 0.1
	2.0	266.4 $\pm$ 42.8	23.4 $\pm$ 2.5	1.0 $\pm$ 0.1	37.4 $\pm$ 5.4	0.9 $\pm$ 0.1

<sup>z</sup>Mean  $\pm$ SE.

**Agar 농도의 영향:** 배지의 agar 농도를 0, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0%로 달리하여 엽병의 상부조직을 배양하였다. 그 결과 0.6%까지는 agar 농도가 높아짐에 따라 식물체의 재생이 증가하는 경향을 보여, 0.6% 첨가구에서 절편체당 25.7개로 가장 많은 식물체가 형성되었다(Table 2-6). 그러나 agar 첨가량이 0.8% 이상 높아지자 식물체의 재생은 점차 감소하였다. Agar를 첨가하지 않은 액체배지의 경우 식물체의 재생률은 다소 저조하였으나, 신탄의 생장은 agar 첨가구에 비하여 양호하였고 뿌

리의 발달도 왕성하여 식물체의 생육상태가 좋았다. 이는 액체배지의 경우 절편체로부터 분비되는 독성물질이 배지로 확산이 잘되고, 배지 내에 영양분의 구배가 적어 생육을 촉진한 결과로 생각되었다. 한편 agar 농도가 높아질수록 신초 및 뿌리의 발달은 점차 억제되었는데, 특히 1% 첨가구에서 식물체의 생육이 가장 불량하게 조사되었다.

이상의 실험결과를 볼 때 조직배양기술을 이용하여 파리지옥을 대량번식 하는데 있어 가장 적합한 배양재료는 엽병의 상부조직인 것으로 판단되며, 무기물 함량이 높은 배지보다 낮은 배지에서 식물체 재생이 향상됨을 알 수 있었다. 특히 변형 Parlman배지에서 식물체 재생이 가장 양호하였는데, 이는 변형 Parlman배지의 무기물 함량이 비교적 낮고 반면 비타민 농도가 높아서 식물체 재생 및 생육을 촉진시킨 결과로 추정되었다.

Table 2-6. Effect of agar concentration on plant regeneration from leaf petiole of *Dionaea muscipula* after 12 weeks in culture.

Agar (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	341.0±48.9 <sup>c</sup>	20.0±1.1	1.5±0.2	16.0±1.7	1.9±0.3
0.4	435.0±55.0	23.0±2.0	1.1±0.2	14.5±0.1	0.9±0.4
0.6	435.0±15.0	25.7±2.3	0.7±0.2	13.0±4.0	0.9±0.5
0.8	265.0±43.1	22.8±1.3	0.5±0.2	13.0±2.0	0.4±0.1
1.0	185.0±23.6	19.2±1.1	0.3±0.1	11.5±0.5	0.3±0.1

<sup>c</sup>Mean±SE.

**Mn<sup>++</sup> 및 Cu<sup>++</sup>의 영향:** 변형 Parlman배지에 MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O과 CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O의 농도를 달리 첨가하여 엽병을 배양한 결과 나타난 성장반응은 Table 2-7과 같았다. MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O와 CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 모두 일정한 농도까지는 농도가 높아질수록 재생된 식물체의 수가 다소 증가하는 경향을 보였다. 가장 효과적인 농도는 MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O의 경우 22.3mg·L<sup>-1</sup>였으며, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O는 0.025mg·L<sup>-1</sup>이었는데, 각각 25.0개 및 29.0개의 신초가 형성되었다. 그러나 농도가 그 보다 높아질 경우 MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O와 CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 모두 식물체 재생이 다소 억제되었다. 뿌리의 재생은 처리한 농도 중에서 가장 높은 농도였던 MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 44.6mg·L<sup>-1</sup>와 CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 0.5mg·L<sup>-1</sup>에서 가장 양호하였다.

Cresswell과 Nitsch(1975)는 조직배양시 배지에 Mn<sup>++</sup>과 Cu<sup>++</sup>을 소량 첨가하는 것이 좋다고 하였으나, 파리지옥의 엽병은 MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O와 CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O를 각각 MS배지에 첨가되는 농도인 22.3 mg·L<sup>-1</sup>와 0.025mg·L<sup>-1</sup> 만큼 첨가한 배지에서

식물체 재생이 향상되었다. 그러므로 파리지옥은  $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ 와  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 의 농도를 MS기본배지 수준으로 첨가하여 절편체를 배양하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

Table 2-7. Effect of  $MnSO_4 \cdot 4H_2O$  and  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  on plant regeneration from leaf petiole of *Dionaea muscipula* after 12 weeks in culture<sup>z</sup>.

Component (mg · L <sup>-1</sup> )	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)	
$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	0	290.1±69.0 <sup>y</sup>	23.2±1.4	0.7±0.1	10.4±1.5	0.7±0.1
	5.6	307.0±68.5	23.9±2.7	0.5±0.1	6.3±1.2	0.4±0.2
	11.2	370.5±50.6	24.4±1.5	0.5±0.1	9.8±3.0	0.6±0.2
	22.3	392.3±27.7	25.0±2.8	0.7±0.1	10.7±1.9	0.7±0.1
	44.6	360.7±35.1	24.7±3.7	0.6±0.2	14.7±0.9	1.1±0.4
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0	303.5±12.5	25.8±3.9	0.7±0.2	7.3±2.0	0.9±0.2
	0.006	409.8±79.4	26.4±2.9	0.7±0.1	8.0±1.8	1.0±0.2
	0.013	459.5±48.5	26.3±0.7	0.7±0.0	10.0±0.3	0.7±0.1
	0.025	509.0±48.0	29.0±2.2	0.8±0.1	12.4±2.0	0.6±0.1
	0.05	495.2±31.0	26.3±1.5	0.7±0.2	16.3±2.3	0.6±0.1

<sup>z</sup>Used modified Parlman medium contained 1μM BA and 1μM NAA.

<sup>y</sup>Mean±SE.

**PVP, DTT, 및 DTE의 영향:** 산화억제물질로 알려진 PVP, DTT, DTE의 농도를 각각 달리하여 엽병을 배양한 결과, 무처리구에 비하여 전반적으로 식물체 재생 및 생육이 억제되었다(Table 2-8). PVP를 첨가한 경우 가장 낮은 농도인 0.025mM에서 25개의 식물체가 재생되었고 9.5개의 뿌리가 발달되었는데, 농도가 높아질수록 식물체 재생이나 뿌리의 발달은 현저히 감소되었다. Komalavalli와 Rao(2000) 또한 약용 허브인 *Gymnema sylvestre*의 기내배양에서 50~200mg · L<sup>-1</sup> 농도의 PVP를 첨가하여 액아를 배양한 결과, 무처리구에 비하여 신초 형성이 억제되었다고 하였다. DTT를 첨가한 배지의 경우 PVP를 첨가한 실험구보다도 식물체 재생이 더욱 저조하였는데, 1mM에서 14.7개의 식물체가 재생되었을 뿐 고농도(2~5mM) 첨가구에서는 모든 절편체가 고사하였다. DTE 역시 1mM과 2mM을 첨가한 배지에서 대조구보다 적은 식물체가 재생되었으며 5mM에서는 모든 절편체가 고사하였다. DTT나 DTE를 고농도로 첨가한 경우 절편체를 접종한지 약 1주일이 지나자 절편 가장자리에서부터 갈변되기 시작하여 결국에는 모든 부위가 갈변하여 고사하였다.

식물조직배양에서 산화가 잘 일어나는 조직을 배양할 때 250~1000mg · L<sup>-1</sup> 농도 수준의 PVP나 2mM 정도의 DTT 및 DTE, 혹은 MBT(mercaptobenzothiazole) 80mg · L<sup>-1</sup>, DIECA(diethyl-dithiocarbonate) 2g · L<sup>-1</sup>, phloroglucinol 150mg · L<sup>-1</sup>,

rutin  $50\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  등의 산화억제물질을 첨가해 주면 식물체 형성을 촉진하는 것으로 알려져 있다. 이러한 점을 볼 때 파리지옥은 다른 일반적인 식물에 비하여 PVP, DTT 및 DTE 등의 산화억제물질에 보다 민감한 반응을 보이는 것으로 생각되었다.

Table 2-8. Effect of PVP, DTT, DTE on plant regeneration from leaf petiole of *Dionaea muscipula* after 12 weeks in culture<sup>z</sup>.

Chemicals (mM)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Control	293.3±31.3 <sup>y</sup>	25.4±3.3	0.8±0.1	15.5±3.1	0.7±0.1
PVP 0.025	201.0±13.5	25.0±1.8	0.6±0.3	9.5±0.5	0.7±0.3
0.05	192.5±21.5	19.0±2.3	0.4±0.1	8.7±0.9	0.4±0.1
0.1	144.0±35.0	16.0±2.3	0.4±0.1	6.0±1.5	0.4±0.0
DTT 1	189.0± 7.0	14.7±0.9	0.6±0.3	3.5±1.5	0.5±0.3
2			Dead		
5			Dead		
DTE 1	163.3±34.6	15.3±0.6	0.6±0.1	9.0±3.0	0.5±0.1
2	130.5± 9.5	13.5±3.5	0.6±0.1	4.0±0.5	0.3±0.1
5			Dead		

<sup>z</sup>Used modified Parlman medium contained  $1\mu\text{M}$  BA and  $1\mu\text{M}$  NAA.

<sup>y</sup>Mean±SE.

**Ascorbic acid 및 citric acid의 영향:** 조직배양에서 갈변화 방지에 일반적으로 사용되는 ascorbic acid와 citric acid를  $0, 100, 200\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도로 단용 또는 혼용처리하여 파리지옥의 엽병조직을 배양한 결과, 무처리구에 비하여 전반적으로 식물체 재생 및 생장이 향상되었다(Table 2-9, Fig. 2-3). 특히 ascorbic acid를  $200\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도로 단용처리한 배지에서 절편체당 38.7개로 가장 많은 식물체가 재생되었다. 그러나 식물체의 성장 및 뿌리의 발달은 citric acid를  $200\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도로 첨가한 구에서 가장 왕성하게 이루어졌다.

Komalavalli와 Rao(2000)에 따르면 배지에 ascorbic acid와 citric acid를 첨가하여 *Gymnema sylvestre*의 액아를 배양한 결과 싹 형성률이 향상되었다고 하였다. 특히  $100\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 citric acid를 첨가한 배지에서 싹 형성이 대조구의 2.5배 이상 높아졌다고 하였는데, ascorbic acid 및 citric acid의 이러한 효과는 페놀류의 산화를 억제함으로써 절편체의 갈변화를 감소시키기 때문인 것으로 추정된다.

Table 2-9. Effect of ascorbic acid and citric acid on plant regeneration from leaf petiole of *Dionaea muscipula* after 12 weeks in culture<sup>z</sup>.

Ascorbic acid (mg · L <sup>-1</sup> )	Citric acid (mg · L <sup>-1</sup> )	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	0	450.8±62.6 <sup>y</sup>	24.0±2.6	0.7±0.2	14.0±1.5	0.3±0.1
0	100	421.5±51.5	21.0±3.1	0.7±0.2	16.5±4.5	0.5±0.2
0	200	480.5±55.0	23.3±3.2	1.2±0.2	25.0±5.8	0.5±0.1
100	0	536.8±41.9	29.7±4.2	0.7±0.1	17.0±1.0	0.4±0.2
100	100	450.4±44.0	25.9±3.4	0.8±0.1	31.0±1.0	0.7±0.1
100	200	718.5±53.2	31.0±2.5	1.1±0.3	17.5±3.5	0.4±0.2
200	0	732.3±47.3	38.7±2.6	0.8±0.1	17.0±2.0	0.1±0.1
200	100	655.0±43.0	33.3±4.1	0.6±0.1	21.5±3.5	0.4±0.2
200	200	537.3±19.5	28.3±0.3	0.6±0.1	19.0±1.0	0.3±0.1

<sup>z</sup>Used modified Parlman medium contained 1μM BA and 1μM NAA.

<sup>y</sup>Mean±SE.

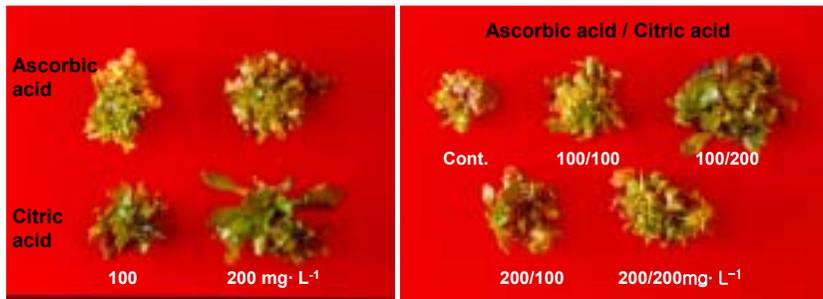


Fig. 2-3. Cultural response from leaf petiole of *Dionaea muscipula* grown on modified Parlman medium for 12 weeks supplemented with different concentration of ascorbic acid and citric acid.

**활성탄의 영향:** 배지에 활성탄의 첨가량을 0, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2%로 달리하여 엽병조직을 배양한 결과, 고농도 첨가구에서 식물체의 재생 및 생장이 전반적으로 양호하게 조사되었다(Table 2-11, Fig. 2-4). 특히 2%의 활성탄이 첨가된 배지에서 절편체당 88.5개로 가장 많은 식물체가 발달되었다. 그러나 식물체의 성장과 뿌리의 발달은 활성탄 0.5%를 첨가한 배지에서 가장 활발하였다.

활성탄을 첨가하여 엽병조직을 배양한 경우 배양초기에는 식물체의 재생이 잘 이루어지지 않았으나, 일정한 기간이 경과하자 신초의 발생이 급격히 이루어지는 경향을 보였다. 이는 활성탄이 배지 내의 성장조절물질과 영양분의 농도를 균일하게 조절하고, 또한 페놀류 등 성장억제물질을 흡착함으로써 전 배양기간 동안에 식물체의 재생과 성장을 촉진하기 때문인 것으로 생각되었다.

Table 2-11. Effect of activated charcoal on plant regeneration from leaf petiole of *Dionaea muscipula* after 12 weeks in culture<sup>z</sup>.

Activated charcoal <sup>z</sup> (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	318.2±43.4 <sup>y</sup>	28.2±2.2	0.7±0.1	16.3±4.8	0.6±0.1
0.1	375.5±27.5	46.0±2.1	0.7±0.2	19.0±6.0	0.5±0.2
0.2	396.7±29.8	50.5±2.5	0.7±0.3	22.5±0.5	0.7±0.0
0.5	570.0±48.3	61.7±6.3	1.4±0.1	49.0±6.3	1.1±0.1
1.0	695.3±18.6	76.0±3.0	1.3±0.3	40.0±3.8	1.0±0.2
2.0	795.7±56.7	88.5±3.5	1.3±0.6	40.0±1.0	0.7±0.2

<sup>z</sup>Used modified Parlman medium contained 1μM BA and 1μM NAA.

<sup>y</sup>Mean ±SE.

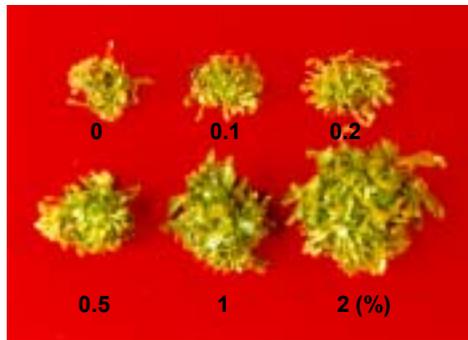


Fig. 2-4. Cultural response from leaf petiole of *Dionaea muscipula* grown on modified Parlman medium for 12 weeks supplemented with different concentrations of activated charcoal.

**암처리의 영향:** 파리지옥의 엽병 배양에서 광이 미치는 효과를 알아보기 위하여 배양기간 동안에 명조건 및 암조건을 달리하여 절편체를 배양하였다. 그 결과, 암처리 기간이 증가할수록 재생된 식물체의 수가 증가하였고 성장도 촉진되었다 (Table 2-12). 특히, 4주간 암배양한 후 명배양한 처리구에서 절편체당 24.8개로 가장 많은 식물체가 재생되었다. 식물체의 성장 및 뿌리의 발달(17.1개/절편체) 역시 4주간 암처리한 구에서 가장 왕성하였다. 반면 지속적으로 암배양만 한 경우에는 지속적으로 명배양만 한 경우보다도 오히려 식물체의 재생이 감소하였다.

Kouider 등(1984)은 조직배양에서 배양초기 2~3주간 암처리를 하면 폴리페놀 산화제의 활동이 감소하여 페놀과 관련된 독성물질의 생성이 감소되거나 phytochrome이 활성화되어 신초 형성을 촉진한다고 하였다. 본 실험에서도 암처리를 하지 않은 명배양에 비하여 배양초기에 암처리를 한 경우에 식물체의 재생률이 증가하였으며, 암처리 기간이 길어질수록 재생된 신초 수가 많아졌다. 그러므로 파

리지옥의 엽병 배양에서 암 처리는 식물체 재생을 촉진함을 확인할 수 있었다.

또한 암처리한 실험구의 경우 배지의 갈변화가 전혀 관찰되지 않았는데, 이는 암 처리에 의하여 페놀의 생합성 및 산화에 관련된 효소의 활성이 감소한다는 보고 (Cresswell과 Nitsch, 1975)와 일치하는 결과였다.

이상의 연구결과에 의하면  $Mn^{++}$ ,  $Cu^{++}$ , ascorbic acid, citric acid 그리고 활성탄을 배지에 첨가하거나 배양초기에 암처리를 함으로써, 파리지옥의 절편체 및 배지의 갈변화를 감소시키고 신초의 재생률을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 PVP, DTT, DTE 등의 산화억제물질들은 실험된 농도범위에서 오히려 신초 재생을 억제시키고 절편의 갈변화를 촉진하는 경향을 보였다. 이는 아마도 실험에 사용된 이들 물질의 농도가 너무 높았기 때문으로 생각되었다.

Table 2-12. Effect of dark pretreatment on plant regeneration from leaf petiole of *Dionaea muscipula* after 12 weeks in culture<sup>z</sup>.

Duration of dark pretreatment <sup>z</sup> (weeks)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	234.2±45.3 <sup>y</sup>	21.4±2.3	0.8±0.3	11.7±3.1	0.7±0.2
1	340.6±71.5	21.0±4.2	0.6±0.3	9.0±2.3	0.4±0.1
2	416.8±45.5	22.8±2.3	0.8±0.1	10.1±2.0	0.5±0.2
3	500.2±71.6	23.5±1.2	0.9±0.2	12.4±2.9	1.0±0.1
4	576.4±63.3	24.8±1.9	1.3±0.2	17.1±2.6	1.0±0.2
Continuous dark	498.1±48.1	16.0±1.1	1.4±0.2	8.3±1.2	2.2±0.3

<sup>z</sup>Used modified Parlman medium contained 1 $\mu$ M BA and 1 $\mu$ M NAA.

<sup>y</sup>Mean  $\pm$ SE.

## 나. *Drosera binata* 의 5종의 기내배양 조건

### 1) *Drosera binata*

**생장조절물질의 영향:** 성장조절물질 kinetin과 IAA를 단용 및 혼용으로 처리한 배지에서 *D. binata*의 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-13 및 Fig. 2-5와 같았다. 식물체 재생은 IAA 0.005 $\mu$ M이 첨가된 배지에서 전반적으로 양호하였다. 특히, kinetin 0.05 $\mu$ M과 IAA 0.005 $\mu$ M을 혼용처리한 경우에 절편체당 8.3개로 가장 많은 식물체가 재생되었고 생육 역시 양호하였다. 뿌리는 kinetin 0.02 $\mu$ M과 IAA 0.005 $\mu$ M을 혼용한 첨가구에서 8.0개로 가장 많이 형성되었으나 생장은 저조하였다.

*D. binata*의 엽 절편 배양과정에서 절편체의 절단면으로부터 식물체가 곧바로 재

생되었는데, 이는 절편체의 기계적 상처가 주변 세포에 영향을 주어 신초 형성을 촉진시킨 결과로 생각되었다. 일반적으로 식물체가 상처를 받게 되면 그 부위에 내생 옥신이나 에틸렌의 농도가 증가하는 것으로 알려져 있는데(Moncousin 등, 1989), 이러한 변화와 외부에서 첨가된 식물생장조절물질이 상호작용하여 신초 형성을 촉진하는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 1997).

Table 2-13. Effect of kinetin and IAA on plant regeneration from leaf explant of *Drosera binata* cultured on MS medium for 8 weeks.

Growth regulator ( $\mu\text{M}$ )	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)	
Kinetin 0 + IAA 0	60.8 $\pm$ 14.1 <sup>z</sup>	4.8 $\pm$ 0.8	1.0 $\pm$ 0.2	7.0 $\pm$ 1.2	0.3 $\pm$ 0.1	
	0.002	64.4 $\pm$ 26.8	5.0 $\pm$ 0.8	1.3 $\pm$ 0.4	7.2 $\pm$ 3.7	0.6 $\pm$ 0.5
	0.005	70.2 $\pm$ 10.2	5.5 $\pm$ 1.5	1.8 $\pm$ 0.2	7.0 $\pm$ 0.0	0.8 $\pm$ 0.1
	0.01	50.2 $\pm$ 6.8	5.0 $\pm$ 2.0	0.9 $\pm$ 0.6	7.5 $\pm$ 6.5	0.2 $\pm$ 0.1
Kinetin 0.02 + IAA 0	65.0 $\pm$ 18.6	5.3 $\pm$ 0.7	0.6 $\pm$ 0.3	3.0 $\pm$ 0.7	0.2 $\pm$ 0.1	
	0.002	76.7 $\pm$ 11.9	4.7 $\pm$ 0.7	0.7 $\pm$ 0.3	4.7 $\pm$ 2.0	0.3 $\pm$ 0.1
	0.005	90.2 $\pm$ 8.5	7.0 $\pm$ 1.0	1.6 $\pm$ 0.0	8.0 $\pm$ 1.0	0.1 $\pm$ 0.0
	0.01	10.8 $\pm$ 1.4	3.0 $\pm$ 1.4	0.3 $\pm$ 0.2	1.0 $\pm$ 0.2	0.1 $\pm$ 0.0
Kinetin 0.05 + IAA 0	61.4 $\pm$ 19.6	4.4 $\pm$ 0.8	1.1 $\pm$ 0.2	4.3 $\pm$ 0.6	0.4 $\pm$ 0.1	
	0.002	86.7 $\pm$ 14.5	7.5 $\pm$ 2.6	1.2 $\pm$ 0.2	6.8 $\pm$ 1.7	0.4 $\pm$ 0.2
	0.005	72.5 $\pm$ 27.5	8.3 $\pm$ 2.0	1.9 $\pm$ 0.4	6.0 $\pm$ 2.6	0.4 $\pm$ 0.1
	0.01	40.3 $\pm$ 11.5	4.0 $\pm$ 0.7	0.9 $\pm$ 0.6	6.5 $\pm$ 5.5	0.3 $\pm$ 0.2
Kinetin 0.1 + IAA 0	60.7 $\pm$ 10.2	4.0 $\pm$ 2.0	1.3 $\pm$ 0.2	7.9 $\pm$ 2.1	0.3 $\pm$ 0.1	
	0.002	45.6 $\pm$ 5.6	3.5 $\pm$ 0.5	1.3 $\pm$ 0.2	6.5 $\pm$ 1.5	0.4 $\pm$ 0.2
	0.005	57.5 $\pm$ 14.9	5.4 $\pm$ 1.1	0.8 $\pm$ 0.2	3.8 $\pm$ 0.9	0.2 $\pm$ 0.1
	0.01	45.2 $\pm$ 13.2	4.7 $\pm$ 1.2	0.6 $\pm$ 0.2	4.0 $\pm$ 0.6	0.2 $\pm$ 0.0

<sup>z</sup> Mean  $\pm$ SE.

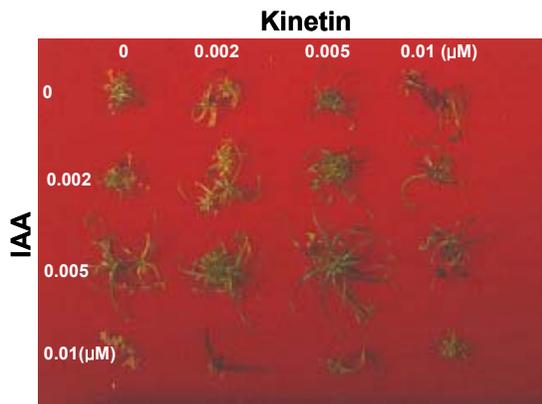


Fig. 2-5. Cultural response from leaf explant of *Drosera binata* on MS medium containing kinetin and IAA for 8 weeks.

**MS배지 농도의 영향:** MS배지의 무기물 및 비타민 농도를 달리하여 *D. binata*의 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-14와 같았다. 재생된 식물체의 수는 1/4MS배지에서 절편체당 11.3개로 가장 많았으며, 신초 길이 2.7cm로 식물체의 생육 역시 가장 왕성하였다. 뿌리의 발달 및 성장 또한 다른 배지에 비하여 1/4MS배지에서 양호하였는데, 뿌리 수는 절편체당 9.7개였고 뿌리 길이는 1.7cm였다. 반면 배지 내 무기염류의 농도가 MS기본배지의 1/4배 보다 높아질 경우 식물체의 재생이 감소하였는데, 특히 2MS배지에서는 모든 절편체가 생존하지 못하고 고사하였다.

Jang과 Park(1999)에 의하면 *D. rotundifolia*는 1/2MS배지에서 신초 증식이 가장 양호하였다고 하였다. 그러므로 *Drosera*속 식물 간에도 종에 따라 식물체 재생에 적합한 배지의 무기염류 농도가 다소 다른 것으로 생각된다.

Table 2-14. Effect of culture media on plant regeneration from leaf explant of *Drosera binata* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Medium	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
1/8 MS	103.6±26.0 <sup>y</sup>	7.8±1.4	1.7±0.3	5.4±1.5	0.8±0.2
1/4 MS	189.4±38.1	11.3±1.9	2.7±0.3	9.7±1.9	1.7±0.5
1/2 MS	132.5±24.1	9.3±1.6	1.4±0.3	7.9±1.1	0.8±0.1
MS	68.0±12.0	5.6±0.9	1.2±0.2	5.0±0.8	0.2±0.0
2 MS			Dead		

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean ±SE.

**총 질소함량의 영향:** MS기본배지의 질소함량인  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  1,650mg · L<sup>-1</sup>와  $\text{KNO}_3$  1,900mg · L<sup>-1</sup>의 농도를 각기 1/8배~2배 수준으로 조절하여 엽 절편을 배양한 결과, 질소원이 MS배지의 1/4배로 첨가된 배지에서 절편체당 23.4개로 가장 많은 식물체가 형성되었다(Table 2-15, Fig. 2-6). 식물체의 생장은 질소원의 함량이 낮아질수록 왕성하여 MS배지의 1/8배 농도구에서 신초 길이 2.8cm로 가장 양호하였다. 뿌리의 형성 및 생육은 1/4배 처리구에서 가장 좋았는데, 절편체당 뿌리의 수는 12.8개였다. 반면 질소함량이 MS배지의 2배인 처리구에서는 모든 절편체가 생존하지 못하고 고사하였다.

앞서 MS배지의 전체 무기물 농도를 달리하여 실험한 결과에서도 1/4배 농도구에서 가장 많은 식물체가 재생되었는데, 그러므로 *D. binata*의 기내배양에서 배지의 질소함량이 중요한 요인으로 작용함을 확인할 수 있었다.

뿌리의 발달 및 성장 역시 질소함량이 MS기본배지의 1/4배인 처리구에서 양호하였는데, 이는 질소화합물의 농도가 높을수록 뿌리의 형성이 저하된다는

Haissig(1974)의 보고나 Eggens와 Wright(1985)의 보고와 일치하는 결과였다.

Table 2-15. Effect of total nitrogen concentration on plant regeneration from leaf explant of *Drosera binata* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Total nitrogen concentrations	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
×1/8 of MS	157.4±36.6 <sup>y</sup>	13.1±1.7	2.8±0.3	10.1±2.3	1.1±0.2
×1/4 of MS	357.0±46.0	23.4±2.5	2.1±0.2	12.8±2.6	1.2±0.2
×1/2 of MS	289.0±32.7	15.5±2.9	1.8±0.2	11.4±1.5	0.9±0.2
×1 of MS	78.2±24.8	6.6±0.7	1.2±0.3	10.0±0.8	0.4±0.1
×2 of MS			Dead		

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean ±SE.



Fig. 2-6. Cultural response from leaf explant of *Drosera binata* on 5 different media for 12 weeks.

**Sucrose 농도의 영향:** 배지 내의 sucrose 농도를 0, 1, 2, 3, 4, 5%로 달리하여 엽 절편을 배양한 결과, 전반적으로 sucrose의 농도가 높아질수록 식물체 재생이 증가되는 경향을 보였다(Table 2-16, Fig. 2-7). 가장 많은 식물체가 재생된 처리구는 4%의 sucrose가 첨가된 배지였는데, 절편체당 9.3개의 신초가 발달하였고 생육 또한 양호하였다. 그러나 5%의 고농도구에서는 식물체의 재생 및 생장이 억제되었다. 뿌리의 형성은 sucrose의 농도가 높아질수록 많아지는 경향을 보여, 5%에서 9.0개로 가장 많이 발생하였다.

한편 모든 sucrose 처리구에서 무처리구에 비하여 식물체 재생이 현저히 향상되어, *D. binata*의 신초 형성 및 뿌리의 발달에 탄소원의 첨가가 필수적임을 확인할 수 있었다.

Table 2-16. Effect of sucrose on plant regeneration from leaf explant of *Drosera binata* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Sucrose (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	60.4± 8.2 <sup>y</sup>	4.0±0.6	0.7±0.0	3.0±0.0	0.3±0.0
1	71.1±10.3	5.9±1.1	1.1±0.2	3.3±0.9	0.4±0.1
2	71.2±29.0	7.3±1.8	1.1±0.2	5.0±2.1	0.4±0.2
3	91.0±33.8	8.0±0.6	1.6±0.2	5.0±1.5	0.3±0.0
4	96.9±26.6	9.3±1.4	1.7±0.2	7.4±1.2	0.4±0.1
5	64.3±15.8	7.5±1.4	0.7±0.2	9.0±4.0	0.4±0.2

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean ±SE.

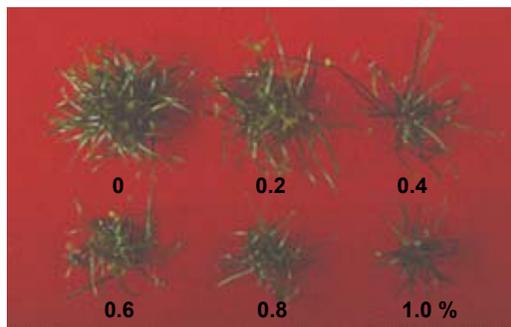


Fig. 2-7. Cultural response from leaf explant of *Drosera binata* on MS medium containing different concentrations of agar for 8 weeks.

**활성탄의 영향:** 배지에 활성탄의 첨가량을 0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1%로 달리하여 엽 절편을 배양한 결과 나타난 성장반응은 Table 2-17과 같았다. 신초의 재생은 0.05%에서 가장 활발하였으나 처리구간에 큰 차이는 볼 수 없었다. 식물체의 생육은 무처리구에 비하여 대부분의 첨가구에서 왕성하였는데, 특히 0.05% 첨가구에서 신초 길이 2.1cm로 가장 양호하였다. 뿌리 형성은 0.01~0.05%의 활성탄이 첨가된 배지에서 향상되었다. 그러나 고농도인 0.1% 첨가구에서는 오히려 뿌리의 형성이 억제되었으며 생육도 불량하였다.

일반적으로 활성탄은 배양 절편으로부터 유출되는 독성물질을 흡수하고, 배양액의 갈변화를 방지하여 생존율을 높이며, 배형성이나 뿌리의 발생을 촉진시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. *D. binata*의 경우 고농도의 활성탄은 오히려 뿌리의 발생과 성장에 억제적으로 작용하였다. 그러므로 배지에 첨가된 활성탄의 효과는 식물의 종에 따라 다르며, 또한 첨가량이 중요한 요인으로 작용함을 알 수 있었다.

Table 2-17. Effect of activated charcoal on plant regeneration from leaf explant of *Drosera binata* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Activated charcoal (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	125.6±22.0 <sup>y</sup>	6.8±0.8	1.5±0.3	9.7±1.8	0.8±0.2
0.01	127.7±21.1	7.0±2.0	1.9±0.3	11.3±3.3	1.0±0.3
0.02	135.7±25.8	6.7±1.3	1.7±0.6	11.0±4.0	1.1±0.1
0.05	184.8±33.9	7.3±1.7	2.1±0.4	11.4±2.3	1.1±0.2
0.1	142.3±23.3	7.0±1.3	2.0±0.1	7.3±1.3	0.5±0.1

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean ±SE.

**Agar 농도의 영향:** *D. binata*의 식물체 재생에 적합한 배지의 agar 농도를 알아보기 위하여, 첨가량을 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0%로 달리하여 실험한 결과는 Table 2-18과 같았다. 신토 재생 및 뿌리의 발달은 무첨가구에서 가장 활발하였으며, agar 농도가 높아질수록 전반적으로 억제되는 경향을 보였다. 즉 식물체의 형성과 뿌리의 발달은 액체배지(agar 0%)에서 1% 첨가구에 비하여 약 3~4배 촉진되었는데, 절편체당 신토 수는 12.0개였고 뿌리 수는 10.3개였다.

대부분의 식충식물이 습지대에서 자생하는 점을 고려할 때, 이러한 결과는 자생지 환경처럼 수분 공급이 충분히 이루어지는 즉, agar 첨가량이 낮은 배지조건에서 식물체의 재생 및 생육이 촉진되기 때문인 것으로 여겨진다.

Table 2-18. Effect of agar on plant regeneration from leaf explant of *Drosera binata* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Agar (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	201.4±27.5 <sup>y</sup>	12.0±1.8	2.4±0.2	10.3±2.7	0.5±0.1
0.2	152.4±40.9	6.8±0.3	1.5±0.3	7.5±2.9	0.6±0.2
0.4	105.2±20.7	6.1±1.2	1.4±0.3	4.0±0.7	0.7±0.3
0.6	104.5±15.3	6.3±1.3	1.4±0.2	6.2±1.6	0.4±0.1
0.8	92.0±28.0	5.0±1.0	2.0±1.3	3.5±2.5	0.5±0.2
1.0	69.0±20.5	4.8±1.2	1.2±0.2	2.5±0.5	0.3±0.0

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean ±SE.

**배지 pH의 영향:** 배지의 pH를 4.0~6.0으로 각각 조절한 액체배지에서 엽 절편을 배양한 결과, 식물체 재생률은 pH 5.0의 배지에서 절편체 당 14.5개로 가장 높았으며, 그 밖의 처리구에서는 별 다른 차이를 보이지 않았다(Table 2-19, Fig. 2-8) 식물체의 생육은 모든 처리구에서 대체적으로 양호하였다. 뿌리는 pH 4.0 배

지에서 절편체당 15개로 가장 많이 형성되었고, 뿌리의 생육은 pH 4.5에서 가장 양호하였다.

Parliman 등(1982)에 의하면 *D. muscipula* 역시 pH 4.9의 배지에서 식물체 증식이 효과적이었다고 하였다. 이는 대부분의 식충식물이 pH 3~5 범위의 낮은 산도의 토양에서 자생하기 때문인 것으로 여겨진다. 그러나 Jang과 Park(1999)에 따르면 *D. rotundifolia*는 pH 5.7~6.7의 배지에서 신초 증식 및 뿌리 발달이 활발하였다고 하였다. 그러므로 *Drosera*속 식물들 간에도 종에 따라서 배지의 적정 pH 조건은 다소 다른 것으로 생각되었다.

Table 2-19. Effect of pH on plant regeneration from leaf explant of *Drosera binata* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

pH	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
4.0	874.0±57.0 <sup>y</sup>	10.3±0.9	4.5±0.2	15.0±1.0	1.5±0.2
4.5	837.3±95.0	11.6±1.1	4.5±0.4	13.8±2.1	1.8±0.2
5.0	880.7±85.5	14.5±2.4	4.0±0.2	13.5±1.4	1.4±0.2
5.5	864.4±63.9	10.0±1.3	4.5±0.3	11.0±0.9	1.6±0.1
6.0	857.8±81.9	11.5±1.6	3.9±0.2	13.9±1.2	1.2±0.2

<sup>z</sup> Used media contained 0.05μM kinetin and 0.005μM IAA.

<sup>y</sup> Mean±SE.

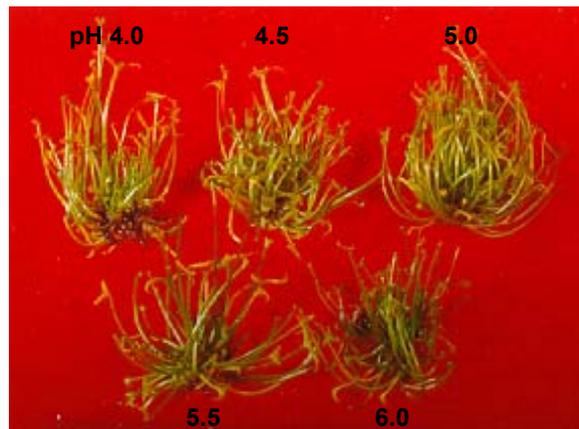


Fig. 2-8. Cultural response from leaf explant of *Drosera binata* on MS medium with different pH for 8 weeks.

## 2) *Drosera burmanni*

**MS배지 농도의 영향:** MS배지의 전체 조성물질의 농도를 1/8~2배 수준으로 조절하여 *D. burmanni*의 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-20과 같았다.

식물체의 재생은 1/8MS배지와 1/4MS배지에서 비교적 양호하였는데, 특히 1/4MS배지에서 절편체당 5.9개로 가장 많은 식물체가 형성되었다. 그러나 식물체의 생육은 무기물 함량 및 비타민 농도가 그보다 높은 MS배지에서 비교적 양호하였다. 즉 *D. burmanni*는 신초 재생단계에 비하여 식물체 성장과정에서 무기물 요구도가 다소 높은 것으로 추정되었다. 또는 1/8MS배지나 1/4MS배지에 비하여 MS배지에서 식물체 재생이 보다 빠르게 일어났을 가능성도 추정되었다. 절편체당 뿌리 수는 1/4MS배지에서 10.3개로 가장 많았으며, 뿌리의 생육 또한 가장 양호하였다. 그러나 고농도의 무기염류가 함유된 2MS배지에서는 모든 절편체가 생존하지 못하고 고사하였다.

Table 2-20. Effect of culture media on plant regeneration from leaf explant of *Drosera burmanni* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Medium	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
1/8 MS	238.2±23.6 <sup>y</sup>	5.2±0.8	0.6±0.1	7.3±1.1	2.8±0.5
1/4 MS	259.0±26.0	5.9±1.6	0.8±0.1	10.3±1.5	3.0±0.5
1/2 MS	238.8±18.9	4.8±0.9	0.8±0.1	7.8±1.1	2.6±0.4
MS	237.6±32.6	3.9±0.5	0.9±0.1	5.9±1.1	2.4±0.2
2 MS			Dead		

<sup>z</sup> Used media contained 0.05μM kinetin and 0.005μM IAA.

<sup>y</sup> Mean±SE.

**총 질소함량의 영향:** MS배지의 질소원 농도를 1/8~2배로 조절한 배지에서 엽 절편을 배양한 결과, 식물체의 재생은 MS배지의 질소함량을 1/2배로 낮춘 배지에서 절편체당 4.2개로 가장 양호하였으나 2배 첨가구를 제외한 나머지 첨가구와 비교하여 큰 차이는 볼 수 없었다(Table 2-21). 뿌리의 형성은 1/4배 처리구에서 8.2개로 가장 많았는데, 질소원의 첨가량이 높아질수록 뿌리의 수가 감소하여 MS배지의 질소함량을 배가한 배지에서는 모두 고사하였다.

MS배지의 질소함량을 1/2배 첨가한 배지에서 식물체 재생이 가장 양호하였던 본 실험결과와 앞서 1/4MS배지에서 식물체 재생이 가장 양호하였던 실험결과를 비교할 때, 다른 무기물에 비하여 질소원의 요구도가 다소 높은 것으로 생각되었다. 그러므로 다른 무기물 및 비타민은 MS배지의 1/4배로 조절하고 총 질소함량은

1/2배로 조절하여 *D. burmanni*의 엽 절편을 배양하면 식물체 재생률을 보다 향상시킬 수 있을 것으로 생각되었다.

Table 2-21. Effect of total nitrogen concentration on plant regeneration from leaf explant of *Drosera burmanni* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Total nitrogen concentration	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
×1/8 of MS	165.0±25.0 <sup>y</sup>	3.7±0.9	0.8±0.0	8.0±1.0	2.4±0.7
×1/4 of MS	354.6±37.5	4.0±0.5	1.0±0.2	8.2±0.9	4.3±0.3
×1/2 of MS	354.3±45.5	4.2±0.8	0.9±0.2	5.6±2.3	1.3±0.2
×1 of MS	96.2± 5.0	4.0±1.5	0.5±0.1	3.5±0.5	0.9±0.2
×2 of MS			Dead		

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean±SE.

**Sucrose 농도의 영향:** 배지의 탄소원으로 가장 많이 사용되고 있는 sucrose가 *D. burmanni*의 식물체 재생에 미치는 효과를 알아보기 위하여, 0, 1, 2, 3, 4, 5%의 농도로 배지에 첨가하여 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-22와 같았다.

모든 sucrose 첨가구에서 무처리구에 비하여 식물체의 재생이 전반적으로 향상되었는데, 특히 4% 첨가구에서 절편체당 4.8개로 가장 많은 식물체가 형성되었다. 뿌리의 발달은 3% 농도에서 8.9개로 가장 많았으며, 5%의 고농도에서는 단지 1.5개의 뿌리가 형성되어 고농도의 당은 뿌리의 발달을 억제함을 알 수 있었다.

Minocha(1985)는 파리지옥의 식물체를 sucrose 2%가 첨가된 MS배지에서 배양한 결과 뿌리의 형성이 촉진되었다고 하였다. 그러므로 식충식물의 배양에서 2~4%의 sucrose는 일반적으로 신초 형성 및 뿌리의 발달을 촉진시키는 것으로 여겨지며, 다만 5% 이상 고농도를 첨가할 경우 오히려 식물체의 재생 및 뿌리의 발달이 억제되는 것으로 생각되었다.

Table 2-22. Effect of sucrose on plant regeneration from leaf explant of *Drosera burmanni* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Sucrose (%)	Total freshwt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	68.5±8.5 <sup>y</sup>	2.2±0.2	0.9±0.1	3.0±0.6	1.1±0.1
1	293.8±42.1	3.0±0.3	1.3±0.0	5.5±0.8	2.8±0.2
2	392.7±37.7	3.7±0.4	1.3±0.2	8.3±1.3	2.9±0.4
3	374.8±65.2	3.6±0.4	1.0±0.1	8.9±1.1	2.7±0.2
4	426.4±21.0	4.8±0.6	1.1±0.1	7.2±0.9	2.8±0.2
5	270.0±47.2	3.5±1.0	0.7±0.1	1.5±0.2	1.5±0.2

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean±SE.

**활성탄 농도의 영향:** 배지에 활성탄의 첨가량을 0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1%로 달리 첨가하여 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-23과 같았다. 활성탄 0.05%를 첨가한 배지에서 6.5개로 가장 많은 식물체가 재생되었으나, 식물체의 생육은 처리구간에 별다른 차이가 없었다. 뿌리는 무처리구에서 12.7개로 가장 많이 형성되었으며, 농도가 높아질수록 점차 감소하였다.

일반적으로 활성탄은 배양 절편으로부터 유출되는 독성물질을 흡수하고 배양액의 갈변화를 방지하여 생존율을 높이며, 배형성이나 뿌리의 발생을 촉진키는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 실험결과 *D. burmannii*는 0.02~0.05%의 활성탄 첨가구에서 신초 형성이 촉진되었으나, 뿌리의 발달은 모든 첨가구에서 전반적으로 억제되었다. 그러므로 0.05%의 활성탄이 첨가된 배지에서 엽 절편을 배양하여 신초 증식률을 향상시키고 재생된 식물체를 활성탄이 첨가되지 않은 배지에 계대하여 뿌리의 발달을 촉진시킴으로써 질 좋은 식물체를 얻을 수 있을 것으로 생각되었다.

Table 2-23. Effect of activated charcoal on plant regeneration from leaf explant of *Drosera burmannii* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Activated charcoal (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	442.7±52.5 <sup>y</sup>	4.3±0.6	1.2±0.1	12.1±1.5	2.2±0.2
0.01	420.1±62.1	4.6±0.3	1.1±0.1	8.1±1.0	3.6±0.3
0.02	412.4±61.3	6.3±0.9	1.2±0.3	8.1±0.9	3.0±0.4
0.05	538.6±43.8	6.5±0.7	1.2±0.1	8.7±0.9	3.7±0.3
0.1	327.7±29.7	4.3±0.6	1.0±0.1	6.4±1.2	3.0±0.5

<sup>z</sup> Used media contained 0.05μM kinetin and 0.005μM IAA.

<sup>y</sup> Mean±SE.

**Agar의 농도:** *D. burmannii*의 식물체 재생에 적합한 agar의 농도를 알아보기 위하여, 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0%의 농도로 배지에 각각 첨가하여 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-24와 같았다. Agar가 첨가되지 않은 액체배지(0%)에서 절편체당 5.5개로 가장 많은 식물체가 재생되었는데, agar의 농도가 높아질수록 식물체의 재생이 억제되었다. 식물체의 생육 역시 액체배지에서 가장 좋았다. 뿌리 수는 신초 수와 마찬가지로 agar의 첨가량이 적을수록 많았으나 뿌리의 생육은 오히려 저조하였다.

이처럼 agar가 첨가되지 않은 액체배지에서 *D. burmannii*의 식물체 재생이 촉진되는 것은 자생지 환경처럼 수분이 충분히 공급되는 즉, agar 함유량이 낮은 배지가 신초 형성 및 생육에 보다 적합하기 때문인 것으로 추정된다.

Table 2-24. Effect of agar on plant regeneration from leaf explant of *Drosera burmanii* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Agar (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	437.0±70.8 <sup>y</sup>	5.5±0.7	1.2±0.1	10.5±1.5	1.9±0.4
0.2	508.9±81.6	4.9±0.5	1.4±0.1	10.0±1.3	2.6±0.3
0.4	419.4±62.8	4.2±0.6	1.1±0.1	9.2±1.9	2.5±0.2
0.6	342.7±57.5	4.2±0.8	1.0±0.1	8.2±1.1	2.8±0.2
0.8	321.9±42.5	3.8±0.5	1.0±0.1	9.3±1.0	2.5±0.1
1.0	187.2±27.4	3.4±0.6	0.9±0.1	5.3±0.7	2.3±0.3

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean±SE.

**배지 pH의 영향:** 배지의 pH를 4.0~6.0 범위로 조절하여 엽 절편을 배양한 결과, pH 4.5의 배지에서 절편체당 10.1개로 가장 많은 식물체가 재생되었다(Table 2-25). 식물체의 생육은 모든 pH 구간에서 별다른 차이없이 전반적으로 양호하였다. 뿌리의 형성 역시 pH 4.5에서 절편체당 19.3개로 가장 많았으며, pH 4.0 및 6.0 배지에서는 다소 감소하였다. 뿌리의 생육은 모든 처리구간에 별 차이없이 나타났다.

Parlman 등(1982)에 의하면 *D. muscipula*는 pH 4.9의 배지에서 식물체의 증식이 향상되었다고 하였다. 반면 Jang과 Park(1999)은 *D. rotundifolia*의 신초 형성에 가장 적합한 배지의 pH는 5.7~6.7이었으며, 강한 산성배지에서는 식물체 재생이 억제되었다고 하였다. 그러므로 식충식물의 종류에 따라서 신초 형성에 적합한 배지의 pH는 다소 다른 것으로 여겨지며, 실험결과 *D. burmanni*는 비교적 넓은 범위의 pH에서 식물체 재생 및 생육이 가능한 것으로 확인되었다.

Table 2-25. Effect of pH on plant regeneration from leaf explant of *Drosera burmanni* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

pH	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
4.0	1812.0±71.7 <sup>y</sup>	9.5±0.9	2.0±0.2	13.4±0.7	2.6±0.0
4.5	1910.0±46.6	10.1±0.5	2.4±0.0	19.3±1.1	2.7±0.1
5.0	1647.8±20.4	9.2±0.2	2.3±0.1	14.2±0.9	2.5±0.1
5.5	1674.0±57.2	9.2±0.9	2.3±0.0	14.0±1.5	2.4±0.2
6.0	1366.7±97.8	8.8±0.4	2.4±0.0	12.5±0.4	2.5±0.1

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean±SE.

### 3) *Drosera capensis*

**생장조절물질의 영향:** MS 기본배지에 kinetin, BA, IAA, NAA를 농도별로 단용 처리 하여 엽신 절편을 배양한 결과, 전반적으로 저농도의 사이토키닌 및 옥신 첨가구에서 식물체 재생이 양호하였다(Table 2-26).

사이토키닌의 경우 BA보다 kinetin을 첨가한 배지에서 식물체 재생이 전반적으로 향상되었는데, 특히 kinetin 0.01 $\mu$ M을 첨가한 배지에서 절편체당 4.2개로 가장 많은 식물체가 형성되었다. *D. rotundifolia*(Jang과 Park, 1999)와 *D. peltata*(Kim과 Jang, 2004)의 기내배양 시 kinetin이나 BA 등의 성장조절물질을 첨가하지 않은 배지에서 식물체의 재생률이 더 높았다고 하였는데, 이는 본 실험과 비교할 때 사용된 성장조절물질의 농도가 상대적으로 너무 높았기 때문인 것으로 생각된다. 한편 이들의 보고에서도 kinetin보다 BA가 신초 증식을 억제하는 경향이 높았다고 하였다. 뿌리의 형성 수는 kinetin 보다 BA를 첨가한 배지에서 더욱 높았는데, 특히 BA 0.01 $\mu$ M 첨가구에서 7.0개로 가장 양호하였다. 그러나 뿌리의 생장은 kinetin 첨가구에서 더욱 왕성하였으며, BA를 고농도(10 $\mu$ M)로 첨가한 구에서는 신초 및 뿌리의 발달이 전혀 관찰되지 않았다.

옥신 처리 실험의 경우 IAA와 NAA 모두 저농도구에서 식물체의 재생률이 비교적 높았다. 특히 IAA를 0.001 $\mu$ M로 첨가한 배지에서 절편체당 6.0개로 가장 많은 식물체가 재생되었다. 뿌리는 NAA 10 $\mu$ M을 첨가한 구에서 절편체당 10.5개로 가장 많았고 생육 역시 왕성하였다. 성장조절물질 단용처리 실험에서 식물체의 재생에 효과적이었던 kinetin과 IAA를 혼용처리하여 엽신 절편을 배양한 실험결과는 Table 2-27 및 Fig. 2-92와 같았다.

전반적으로 kinetin 0.02 $\mu$ M이 첨가된 처리구에서 많은 식물체가 형성되었으며 생육도 왕성하였다. 특히 kinetin 0.02 $\mu$ M과 IAA 0.005 $\mu$ M을 혼용 첨가한 구에서 6.8개로 가장 많은 식물체가 재생되었고 생장 역시 월등하였다. 반면 kinetin 0.1 $\mu$ M과 IAA 0.01 $\mu$ M을 첨가한 배지에서는 무처리구보다도 식물체의 재생이 저조하였다. 뿌리는 IAA 0.01 $\mu$ M을 단용으로 첨가한 구에서 6.0개로 가장 많이 형성되었으나, 생육은 저조하였다. 한편 kinetin 0.05 $\mu$ M과 IAA 0.005 $\mu$ M이 혼용 첨가된 배지의 경우 5.7개의 뿌리가 형성되었으며 생육도 왕성하였다. 그러므로 *Drosera capensis*의 뿌리 형성에는 IAA 0.01 $\mu$ M을 단용으로 첨가하는 것보다 kinetin 0.05 $\mu$ M과 IAA 0.005 $\mu$ M을 혼용하는 것이 더 효과적임을 알 수 있었다.

*D. capensis*의 엽 절편 배양과정에서 절편체 절단면으로부터 식물체가 곧바로 재생되는 것을 관찰할 수 있었는데, 이는 상처가 주변의 세포에 영향을 주어 신초 형

성이 활발히 진행되도록 유도한 것으로 여겨진다. 식물의 상처 부위에서는 내생 옥신 및 에틸렌의 농도가 증가한다는 보고가 있으며(Moncousin 등, 1989), 일반적으로 이러한 변화가 외부에서 첨가한 식물생장조절물질과 상호작용하여 신초 형성을 유도하는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 1997).

Table 2-26. Effect of growth regulators on plant regeneration from leaf explant of *Drosera capensis* cultured on MS medium for 8 weeks.

Growth regulator ( $\mu$ M)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)	
Control	50.2±16.2 <sup>z</sup>	0	-	2.5±2.1	0.7±0.5	
BA	0.001	27.5± 4.3	1.6±0.4	0.5±0.2	5.0±1.0	0.6±0.4
	0.01	35.4±15.2	2.0±0.2	0.7±0.3	7.0±2.0	0.7±0.2
	0.1	52.5±14.9	2.0±0.4	0.4±0.2	4.5±0.5	0.5±0.1
	1	26.0± 6.6	1.5±0.5	0.1±0.0	-	-
	10			Dead		
Kinetin	0.001	75.8±24.9	3.0±0.4	0.7±0.2	3.0±1.7	1.4±0.4
	0.01	95.2±25.0	4.2±1.0	0.4±0.3	3.5±0.5	1.5±0.5
	0.1	50.5± 5.8	3.0±1.2	0.4±0.1	1.7±0.3	0.7±0.2
	1	40.0±11.5	2.0±0.3	0.4±0.1	2.3±0.7	0.7±0.3
	10	32.6± 7.4	2.2±0.2	0.4±0.0	1.7±0.3	0.5±0.3
NAA	0.001	100.4±12.6	4.3±0.8	0.4±0.0	6.8±1.8	0.5±0.1
	0.01	85.2± 5.2	2.5±0.5	0.4±0.1	5.0±0.5	1.5±0.1
	0.1	35.6± 7.1	1.5±0.5	0.2±0.1	3.4±0.6	1.2±0.5
	1	27.5± 1.6	-	-	2.2±0.4	1.0±0.3
	10	25.0± 6.1	-	-	1.5±0.2	1.1±0.1
IAA	0.001	75.2±15.0	6.0±1.5	0.6±0.2	5.7±2.3	1.5±0.5
	0.01	45.8±10.4	2.5±0.5	0.5±0.1	3.5±0.9	1.3±0.4
	0.1	20.3± 0.3	2.8±0.9	0.4±0.1	3.0±1.2	0.9±0.6
	1	13.3± 3.3	2.7±0.7	0.1±0.0	2.0±1.0	0.4±0.2
	10	13.3± 3.3	2.5±1.5	0.1±0.0	1.0±0.0	0.1±0.0

<sup>z</sup> Mean ±SE.

Table 2-27. Effect of kinetin and IAA combinations on plant regeneration from leaf explant of *Drosera capensis* cultured on MS medium for 8 weeks.

Growth regulator ( $\mu$ M)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Kinetin 0 + IAA 0	24.2± 6.8 <sup>z</sup>	2.2±0.4	0.3±0.1	2.0±1.0	1.7±0.8
	33.6±11.2	3.0±0.4	0.5±0.1	4.3±1.3	1.6±1.0
	25.0± 2.9	3.4±1.2	0.5±0.1	4.6±1.9	1.3±0.4
	31.4± 6.2	3.0±0.7	0.4±0.1	6.0±1.0	0.8±0.4
Kinetin 0.02 + IAA 0	40.2±10.4	4.3±0.3	0.5±0.1	4.7±1.7	1.3±0.5
	61.4±11.9	5.3±1.3	0.5±0.2	4.5±1.2	2.8±1.6
	55.6±13.2	6.8±1.4	0.6±0.1	3.8±1.4	1.8±0.4
	40.6± 3.8	4.3±0.7	0.6±0.1	4.3±0.9	1.9±0.2
Kinetin 0.05 + IAA 0	45.0±13.2	3.6±0.5	0.6±0.1	4.8±1.3	2.1±0.1
	37.5± 8.5	4.6±0.8	0.3±0.1	4.0±0.6	0.8±0.1
	50.0±10.4	4.0±0.0	0.5±0.0	5.7±1.2	2.1±0.3
	46.7± 3.3	4.2±1.0	0.5±0.1	4.5±0.7	2.8±1.3
Kinetin 0.1 + IAA 0	15.2± 5.0	4.0±1.0	0.2±0.0	3.5±0.5	0.3±0.0
	27.5± 6.3	4.5±1.3	0.5±0.1	3.0±0.7	0.5±0.2
	13.3± 3.3	3.6±1.3	0.5±0.1	3.2±1.6	0.7±0.3
	12.5± 2.5	2.0±0.0	0.3±0.0	1.5±0.3	0.4±0.1

<sup>z</sup> Mean± SE.

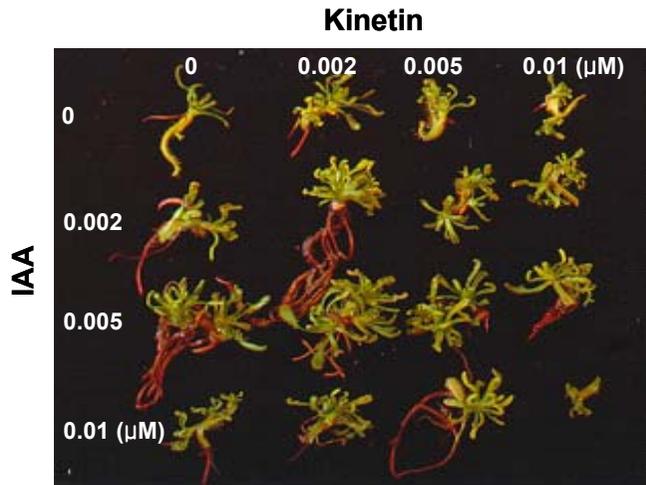


Fig. 2-9. Cultural response from leaf explant of *Drosera capensis* on MS medium containing kinetin and IAA for 8 weeks.

**MS배지 농도의 영향:** MS배지 전체 조성물질의 농도를 1/8~2배까지 조절하여 *D. capensis*의 엽신 절편을 배양한 결과 나타난 성장반응은 Table 2-28과 같았다. 재생된 식물체의 수는 1/4MS배지에서 절편체당 3.9개로 가장 많았다. 식물체의 생육은 모든 처리구에서 대체적으로 비슷하였는데, 1/8MS와 1/4MS배지에서 신초 길이가 1.7cm로 가장 길었다. 뿌리는 1/2MS배지에서 절편체당 9.8개로 가장 많이 형

성되었다. MS기본배지의 경우 식물체의 재생 및 뿌리 형성이 억제되었으며, 2MS 배지에서는 모든 절편체가 고사하여 고농도의 무기염류는 *Drosera capensis*의 식물체 재생에 적합하지 않음을 확인할 수 있었다.

Kim과 Jang(2004)의 실험에 의하면, *D. peltata* 배양시 1/2MS배지에서 식물체 및 뿌리의 발생이 양호하였다고 하였다. 그러므로 *Drosera*속에서 식물 중간에 배지의 영양요구도가 다소 다른 것으로 생각된다.

한편 다른 식물들과 비교할 때 식충식물들은 영양요구도가 비교적 낮음을 확인할 수 있었다. 이는 식충식물이 척박한 자생지 환경에 오랫동안 적응하여 생존하는 과정에서 필수 영양분을 뿌리로부터 흡수하기보다는 곤충 및 작은 동물을 분해하여 얻는 습성을 지니게 되었기 때문인 것으로 여겨진다(Schnell, 2002).

Table 2-28. Effect of culture media on plant regeneration from leaf explant of *Drosera capensis* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Media	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
1/8 MS	196.3±36.7 <sup>y</sup>	2.3±0.5	1.7±0.4	8.4±1.6	2.7±0.2
1/4 MS	204.9±24.6	3.9±0.8	1.7±0.2	8.6±0.7	2.3±0.1
1/2 MS	254.9±24.2	3.3±0.5	1.5±0.2	9.8±2.3	2.6±0.4
MS	193.2±32.9	3.0±0.7	1.5±0.2	6.8±1.2	2.4±0.3
2 MS			Dead		

<sup>z</sup> Used media contained 0.05 $\mu$ M kinetin and 0.005 $\mu$ M IAA.

<sup>y</sup> Mean  $\pm$ SE.

**총 질소함량의 영향:** MS배지의 질소원 농도를 1/8~2배로 각기 조절한 배지에서 엽신 절편을 배양한 결과 나타난 성장반응은 Table 2-29와 같았다. MS기본배지의 1/4배 수준의 질소원을 첨가한 배지에서 절편체당 4.7개로 가장 많은 식물체가 재생되었으며, 식물체 성장 또한 신초 길이 2.7cm로 가장 왕성하였다. 뿌리의 발달도 질소함량이 MS의 1/4배인 배지에서 10.9개로 가장 높았으며, 뿌리의 생육도 가장 양호하였다. 반면 질소함량이 MS배지의 1/2배 이상 첨가된 경우 식물체 재생이 감소되었으며, 특히 2배 농도구의 경우 모든 절편체가 고사하였다.

위와 같이 배지내의 질소함량이 *D. capensis*의 신초 재생에 중요한 요인으로 작용함을 확인할 수 있었는데, 뿌리 또한 질소함량이 낮은 곳에서 많이 형성되었다. 이는 질소화합물의 농도가 높을수록 뿌리 형성이 저하된다는 Haissig(1974)의 보고나 Eggens와 Wright(1985)의 보고와 일치하는 결과로 기내배양에서 뿌리의 발생수와 생장은 배지 조성물질 중에서 특히 질소원의 함량에 많은 영향을 받는 것을 확인할 수 있었다.

Table 2-29. Effect of total nitrogen concentrations on plant regeneration from leaf explant of *Drosera capensis* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Total nitrogen concentration	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
×1/8 of MS	343.3±67.0 <sup>y</sup>	4.6±0.8	2.4±0.4	9.4±1.1	2.9±0.2
×1/4 of MS	438.5±50.4	4.7±0.7	2.7±0.3	10.9±1.5	3.3±0.2
×1/2 of MS	359.6±76.2	4.3±0.6	1.9±0.3	9.1±1.0	2.8±0.2
×1 of MS	203.0±61.7	3.5±0.5	0.9±0.1	4.1±1.0	2.3±0.3
×2 of MS			Dead		

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean ±SE.



Fig. 2-10. Cultural response from leaf explant of *Drosera capensis* on MS medium containing different concentrations of nitrogen source for 8 weeks.

<sup>z</sup>Times of total nitrogen concentration compared to MS medium.

**Sucrose 농도의 영향:** 배지에 공급되는 탄소원으로 가장 많이 사용되고 있는 sucrose의 농도를 0, 1, 2, 3, 4, 5%로 조절하여 각각 *D. capensis*의 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-30 및 Fig. 3-11과 같았다. 신초 형성은 3%의 sucrose가 첨가된 배지에서 6.6개로 가장 높았는데, 생육은 그보다 낮은 농도인 1% 첨가구에서 신초 길이 1.4cm로 가장 양호하였다. 뿌리는 1%의 sucrose를 첨가한 배지에서 절편체당 5.0개로 가장 많이 형성되었고, 농도가 2% 이상 높아지자 점차 억제되는 경향을 보였다. Minocha(1985)는 파리지옥의 식물체를 sucrose 2%가 첨가된 MS배지에서 배양한 결과 많은 뿌리를 유도할 수 있었다고 하였다.

그러므로 식충식물은 1~3% 농도의 sucrose 첨가에 의하여 신초 형성 및 뿌리의 발달을 촉진시킬 수 있는 것으로 여겨지며, 그러나 4% 이상 고농도를 첨가할 경우 오히려 신초 형성 및 뿌리의 발달이 억제됨을 알 수 있었다.

Table 2-30. Effect of sucrose on plant regeneration from leaf explant of *Drosera capensis* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Sucrose (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	39.0± 3.9 <sup>y</sup>	1.7±0.4	1.0±0.2	2.0±0.6	0.7±0.1
1	67.9± 8.6	2.9±0.5	1.4±0.1	5.0±0.9	1.2±0.1
2	78.7±12.2	4.7±1.2	1.1±0.2	4.6±0.5	1.0±0.1
3	92.1±15.2	6.6±1.2	0.7±0.1	4.3±0.9	0.9±0.2
4	68.3±10.9	4.3±0.3	0.7±0.3	3.5±0.5	1.0±0.6
5	40.3± 7.2	2.0±0.4	0.5±0.2	2.0±0.6	0.7±0.4

<sup>z</sup> Used media contained 0.05μM kinetin and 0.005μM IAA.

<sup>y</sup> Mean ±SE.



Fig. 2-11. Cultural response from leaf explant of *Drosera capensis* on MS medium containing different concentrations of sucrose concentration for 8 weeks.

**활성탄 농도의 영향:** 배지에 활성탄의 첨가량을 0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1%로 달리 하여 엽 절편을 배양한 결과, 신초 형성은 0.01%에서 절편체당 12.7개로 조사되어 가장 양호하였다(Table 2-31). 그러나 활성탄의 첨가량이 그보다 높아지자 신초 수가 점점 감소하였으며, 특히 0.1% 처리구에서 5.7개로 가장 저조하였다. 뿌리는 무첨가구에서 8.5개로 가장 많이 형성되었고, 첨가량이 높아질수록 감소되는 경향을 보였다. 즉 고농도의 활성탄은 *D. capensis*의 식물체 재생 및 뿌리 형성을 억제하는 것으로 판단되었다. 그러므로 *D. capensis*의 엽신 절편 배양에서 활성탄은 0.01% 이하의 농도로 사용하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

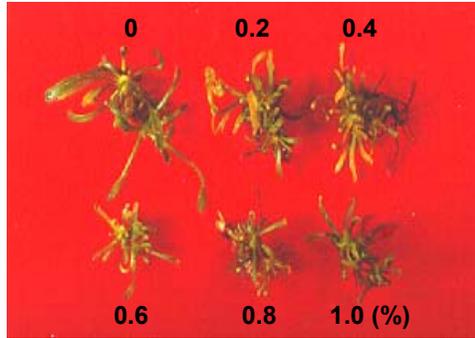


Fig. 2-12. Cultural response from leaf explant of *Drosera capensis* on MS medium containing different concentrations of agar for 8 weeks.

Table 2-31. Effect of activated charcoal on plant regeneration from leaf explant of *Drosera capensis* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Activated charcoal (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100.7±27.8 <sup>y</sup>	7.6±1.7	1.1±0.2	8.5±1.0	2.0±0.4
0.01	113.3±28.4	12.7±1.6	1.1±0.1	7.0±1.3	2.2±0.4
0.02	92.0±13.3	8.7±0.9	1.0±0.1	4.2±0.7	2.2±0.5
0.05	90.3±22.1	9.5±1.5	0.8±0.2	3.7±0.9	1.6±0.9
0.1	85.2±18.4	5.7±1.0	1.0±0.2	3.0±1.2	2.2±0.6

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean ±SE.

**Agar 농도의 영향:** 배지의 agar 첨가량을 0~1.0%로 달리하여 *D. capensis*의 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-32 및 Fig. 2-12와 같았다. Agar 0.6%를 첨가한 배지에서 절편체당 3.8개로 가장 많은 식물체가 재생되었으나 모든 처리구에서 식물체 수가 3.1개~3.8개로 별다른 차이를 보이지 않았다. 신초의 생장은 액체배지에서 1.6cm로 가장 양호하였고, 뿌리의 형성은 1.0%를 첨가한 구에서 8.3개로 가장 높았으며 생육 또한 좋았다.

즉 0.6%의 agar 첨가는 *D. capensis*의 신초 형성을 다소 촉진하였으나, 식물체의 생장은 전체 처리구에서 별 다른 차이를 보이지 않음을 확인할 수 있었다. 식충식물의 경우 재생지가 대부분 습지대인 만큼 자생지 환경과 유사한, 즉 agar 함유량이 낮은 배지에서 신초 재생 및 식물체 생육이 양호할 것으로 여겨지고 있으나, 실험결과 *D. capensis*는 0.6%의 agar가 함유된 배지에서 신초 재생이 가장 양호하였고 식물체 생장은 agar 함유량에 의하여 별다른 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

Table 2-32. Effect of agar on plant regeneration from leaf explant of *Drosera capensis* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Agar (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	160.9±29.7 <sup>y</sup>	3.1±0.4	1.6±0.3	4.5±0.5	0.6±0.1
0.2	166.0±12.4	3.0±1.0	1.3±0.3	5.3±3.3	0.8±0.4
0.4	132.8±22.8	3.0±0.3	1.2±0.3	6.0±1.9	1.3±0.3
0.6	117.5± 9.9	3.8±0.6	0.9±0.2	4.3±0.3	0.9±0.2
0.8	123.9±32.6	3.5±0.6	0.9±0.1	5.7±0.9	1.2±0.2
1.0	121.8±30.2	3.4±0.3	1.3±0.1	8.3±1.4	1.2±0.1

<sup>z</sup> Used media contained 0.05 $\mu$ M kinetin and 0.005 $\mu$ M IAA.

<sup>y</sup> Mean±SE.

#### 4) *Drosera rotundifolia*

**생장조절물질의 영향:** 사이토키닌류의 kinetin과 BA 및 옥신류의 IAA와 NAA를 각각 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10 $\mu$ M의 농도로 첨가하여 끈끈이주걱의 엽 절편을 배양하였다. 사이토키닌류의 경우 kinetin보다 BA를 첨가한 배지에서 신초 증식이 더욱 촉진되었으며, 특히 BA 0.01 $\mu$ M을 첨가한 배지에서 절편체당 5.3개로 가장 많은 식물체가 재생되었다(Table 2-33). 식물체의 생육 역시 BA 처리구에서 비교적 양호하였는데, 특히 0.001 $\mu$ M 처리구에서 가장 좋았다. 뿌리의 발달 또한 kinetin 처리구 보다 BA를 처리한 배지에서 더욱 활발하였는데, BA 0.01 $\mu$ M 첨가구에서 5.3개로 가장 많이 형성되었다. 그러나 kinetin과 BA 모두 10 $\mu$ M의 고농도를 처리한 경우 뿌리의 형성이 전혀 관찰되지 않았다.

옥신류는 NAA와 IAA 모두 0.001 $\mu$ M의 저농도구에서 절편체당 4.3개의 식물체가 형성되어 재생률이 높았으나, 사이토키닌류 처리구와 비교할 때 공히 식물체 재생이 감소하였다. 뿌리의 발달 역시 0.001 $\mu$ M의 농도구에서 가장 양호하였으나, 전반적으로 사이토키닌류에 비하여 저조한 결과를 보였다.

Table 2-33. Effect of growth regulators on plant regeneration from leaf explant of *Drosera rotundifolia* cultured on MS medium for 60 days.

	Growth regulator ( $\mu$ M)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
BA	0.001	23.8 a <sup>z</sup>	5.0 a	1.1 a	4.8 a	0.2 a
	0.01	18.3 a	5.3 a	0.3 b	5.3 a	0.2 a
	0.1	13.3 a	3.6 b	0.3 b	3.0 b	0.2 a
	1	15.8 a	3.2 b	0.3 b	3.2 b	0.2 a
	10	23.0 a	0 c	- b	0 c	- b
Kinetin	0.001	15.0 c	3.5 ab	0.3 a	3.8 a	0.2 b
	0.01	20.0 abc	4.3 a	0.5 a	4.3 a	0.3 a
	0.1	15.7 bc	4.1 a	0.4 a	4.1 a	0.2 ab
	1	24.4 a	4.7 a	0.5 a	4.9 a	0.3 a
	10	22.0 ab	2.8 b	0.3 a	0 b	- c
IAA	0.001	11.4 c	4.3 a	0.2 d	3.9 ab	0.1 b
	0.01	16.7 ab	3.8 ab	0.3 c	3.7 ab	0.1 ab
	0.1	12.5 bc	3.5 ab	0.2 d	3.5 ab	0.1 b
	1	17.1 a	2.9 b	0.5 a	2.8 b	0.1 ab
	10	17.5 a	3.1 a	0.4 b	3.0 a	0.2 a
NAA	0.001	14.0 b	4.3 a	0.3 b	4.3 a	0.1 ab
	0.01	17.5 a	3.5 b	0.3 b	2.8 bc	0.1 b
	0.1	12.5 b	3.3 b	0.3 b	3.1 b	0.1 b
	1	13.3 b	2.0 c	0.4 a	2.5 c	0.2 a
	10			Dead		

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

**MS배지 농도의 영향:** MS배지의 무기물 및 비타민 농도를 1/8, 1/4, 1/2, 1 및 2배로 조절하여 엽 절편을 배양한 결과, 전반적으로 무기물 농도가 낮은 배지에서 신초 증식 및 식물체 생육이 양호하였다(Table 2-34). 가장 많은 식물체가 재생된 배지는 1/4MS배지였는데, 절편체당 4.8개의 신초가 형성되었다. 식물체의 생육 역시 1/4MS배지에서 가장 왕성하였다. 반면 고농도의 무기염류를 함유한 2MS배지에서는 모든 절편체가 생존하지 못하고 고사하였다.

대부분의 식충식물들은 영양분이 없는 척박한 환경에서 자생하며(Schnell, 2002), 생존에 필요한 질소원이나 인 등의 영양분을 주로 먹이 포획을 통해 흡수하는 것으로 알려져 있다(Aldeninus 등, 1983; Karlsson 등 1991). 그러므로 식충식물들은 배지의 영양요구도가 비교적 낮을 것으로 여겨지며, 실험결과 끈끈이주걱의 경우 무기물 함량이 낮은 1/4MS배지에서 식물체의 재생 및 생육이 촉진됨을 확인할 수 있었다.

Table 2-34. Effect of inorganic salts concentrations of MS medium on plant regeneration from leaf explant of *Drosera rotundifolia* after 60 days in culture.

Media	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
1/8MS	59.2 a <sup>z</sup>	4.0 ab	0.8 b	6.7 a	1.2 a
1/4MS	82.5 a	4.8 a	1.0 a	7.3 a	1.4 a
1/2MS	56.4 a	4.4 ab	0.8 b	6.6 a	1.2 a
1MS	25.5 b	3.0 b	0.6 c	3.4 b	0.7 b
2MS			Dead		

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

**총 질소함량의 영향:** 배지의 총 질소함량을 MS배지의 1/8~2배 수준으로 조절하여 엽 절편을 배양한 결과, 1/4~1/2배의 농도 구간에서 신초 형성이 양호하였다. 그러나 재생된 식물체의 생육은 모든 처리구간에 별다른 차이를 보이지 않았다(Table 2-35, Fig.3-13). 뿌리의 발달 역시 신초 형성에서 나타난 결과와 마찬가지로 1/4~1/2배의 농도 구간에서 전반적으로 양호하였으며 생육도 왕성하였다. 반면 총 질소함량을 MS배지의 2배로 첨가한 배지에서는 뿌리의 형성과 생육이 현저히 억제되었다.

이는 끈끈이주걱의 배양에서 식물체 재생 및 생장에 필요한 질소원의 요구도가 낮다는 것을 의미하며, 또한 앞서 MS배지의 전체 무기물 농도를 달리하여 실험한 결과와 유사한 양상이었다. 그러므로 끈끈이주걱의 식물체 재생 및 생장에서 배지의 총 질소함량이 중요한 요인으로 작용함을 알 수 있었다.

Table 2-35. Effect of total nitrogen concentration on plant regeneration from leaf explant of *Drosera rotundifolia* after 60 days in culture.

Total nitrogen concentration	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
×1/8 of MS	18.8 bc <sup>z</sup>	3.3 b	0.5 a	4.4 ab	0.7 ab
×1/4 of MS	25.0 ab	4.9 a	0.5 a	5.5 a	0.7 ab
×1/2 of MS	34.6 a	5.3 a	0.6 a	5.5 a	0.7 a
×1 of MS	16.0 bc	2.2 b	0.5 a	3.2 bc	0.5 b
×2 of MS	10.9 c	2.5 b	0.6 a	2.5 c	0.2 c

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

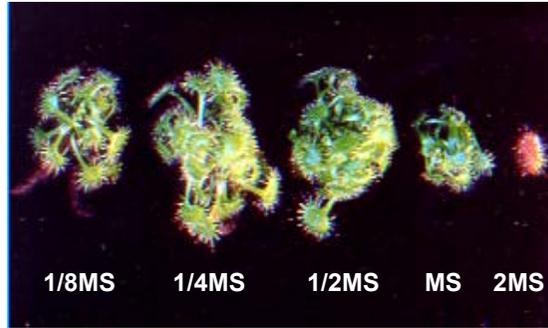


Fig. 2-13. Plant regeneration from leaf explant of *Drosera rotundifolia* as influenced by different inorganic salt concentration.

**Sucrose 농도의 영향:** 배지의 sucrose 농도를 달리하여 끈끈이주걱의 엽 절편을 배양한 결과, 식물체의 재생은 3% 처리구에서 절편체당 3.9개로 가장 많았으나 0~3%의 구간에 유의차는 없었다(Table 2-36). 반면 sucrose의 농도가 4% 이상 높아질 경우 식물체의 재생이 다소 억제되는 경향을 보였다. 식물체의 생육은 sucrose의 농도가 낮을수록 촉진되어 0~1%의 처리구에서 전반적으로 양호하였다. 뿌리의 발달은 신탄 형성에서 나타난 경향과 유사하여 뿌리의 형성은 2~3% 첨가구에서 양호하였던 반면, 생육은 0~1%의 농도구에서 0.6~0.7cm로 가장 왕성하였다. 뿌리의 발달 역시 sucrose 농도가 4% 이상 높아지자 저농도구에 비하여 억제되었다.

그러므로 끈끈이주걱의 신탄 형성 및 뿌리의 발달에서 sucrose는 필요 불가결의 요인은 아닌 것으로 여겨지며, 4% 이상 고농도의 sucrose는 오히려 식물체의 재생과 생육에 부정적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

Table 2-36. Effect of sucrose on plant regeneration from leaf explant of *Drosera rotundifolia* after 60 days in culture.

Sucrose (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	35.5 a <sup>z</sup>	3.1 a	0.8 a	3.1 b	0.6 a
1	30.0 ab	3.1 a	0.7 a	3.4 ab	0.7 a
2	24.2 bc	3.8 a	0.5 b	4.2 a	0.4 b
3	18.2 c	3.9 a	0.4 bc	4.1 a	0.4 bc
4	20.0 c	2.9 ab	0.4 c	2.9 b	0.3 cd
5	10.0 d	2.8 b	0.1 d	2.8 b	0.1 d

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

**배지 pH의 영향:** 배지의 pH를 4.0~6.0으로 달리하여 끈끈이주걱의 엽 절편을 배양한 결과, pH 6.0에서 식물체 재생이 다소 향상되었으나, 다른 처리구와 유의차는 없었다.

다(Table 2-37). 반면 식물체의 생장은 pH가 4.0인 배지에서 가장 양호하였다. 뿌리의 형성 및 생장은 모든 처리구간에 별다른 차이를 보이지 않았다.

일찍이 Parliman 등(1982)은 pH 4.9의 배지에서 *D. muscipula*의 식물체 증식이 효과적이었다고 하였다. 한편 Kim과 Jang(2004)은 *D. peltata*의 신초 tip 배양시 적정 pH는 5.7이었으며, 3.7~4.7의 산성배지는 신초 형성을 억제하였다고 하였다. 그러므로 *Drosera*속 식물들의 기내배양에서 식물체 재생 및 생장에 적합한 배지의 pH는 종에 따라 다소 다른 것으로 생각되며, 끈끈이주걱은 비교적 넓은 pH 범위에 내성을 지니는 것으로 생각된다.

Table 2-37. Effect of pH on plant regeneration from leaf explant of *Drosera rotundifolia* after 60 days in culture.

pH	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
4.0	26.7 a <sup>z</sup>	2.8 a	0.6 a	2.8 a	0.5 a
4.5	18.2 b	2.7 a	0.4 b	2.7 a	0.3 a
5.0	21.8 ab	2.6 a	0.5 ab	2.6 a	0.5 a
5.5	17.3 b	2.6 a	0.4 b	2.6 a	0.4 a
6.0	22.8 ab	3.3 a	0.5 ab	3.5 a	0.4 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

### 5) *Drosera spatulata*

**MS배지 농도의 영향:** MS배지의 무기물 및 비타민 농도를 달리하여 *D. spatulata*의 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-38 및 Fig. 2-14와 같았다. 식물체는 1/2MS배지에서 가장 많이 재생되었는데, 절편체당 8.0개이었고, 식물체의 길이도 1/2MS배지에서 1.1cm로 가장 왕성한 생육을 보였다. 뿌리 역시 1/2MS배지에서 절편체당 16.9개로 가장 많이 형성되었으며, 뿌리의 생육도 1/2MS배지에서 가장 왕성하여 MS 기본배지의 1/2배 농도가 *D. spatulata*의 생육에 가장 적합함을 확인할 수 있었다. 반면 무기염류의 농도가 가장 높은 2MS배지에서는 아무런 성장반응 없이 모든 절편체가 고사하였다.

Table 2-38. Effect of culture media on plant regeneration from leaf explant of *Drosera spatulata* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Media	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
1/8 MS	253.0±49.6 <sup>y</sup>	6.3±1.6	0.7±0.1	9.7±2.4	1.9±0.3
1/4 MS	334.0±56.5	7.6±2.0	0.9±0.1	14.0±2.0	2.4±0.3
1/2 MS	456.7±50.6	8.0±1.1	1.1±0.1	16.9±1.8	3.1±0.1
MS	232.4±47.7	7.0±1.3	0.6±0.1	4.5±1.0	2.7±0.3
2 MS			Dead		

<sup>z</sup>Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup>Mean±SE.

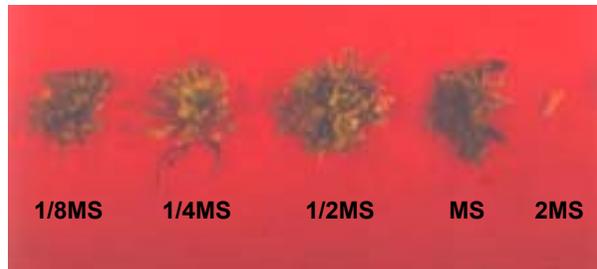


Fig. 2-14. Cultural response from leaf explant of *Drosera spatulata* on 5 different media for 12 weeks.

**총 질소함량의 영향:** MS배지의 질소성분인  $\text{NH}_4\text{NO}_3$   $1,650\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 와  $\text{KNO}_3$   $1,900\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 기본으로 하여 배지의 총 질소함량을 MS의 2배, 1배, 1/2배, 1/4배, 1/8배로 각각 첨가한 배지에서 *D. spatulata*의 엽병을 배양한 결과는 Table 2-39와 같았다.

신초 증식 및 식물체의 생육은 전반적으로 질소함량이 낮은 배지에서 양호하였는데 특히, MS배지에 함유된 질소량의 1/4배를 첨가한 구에서 절편체당 10.4개로 가장 많은 식물체가 재생되었다. 또한 1/8배 처리구에서도 9.3개의 식물체가 재생되어 비교적 양호한 결과를 보였다. 뿌리도 1/4~1/8배의 첨가구에서 많은 형성율을 보였는데, 1/4배를 첨가한 배지에서 절편체당 19.4개로 가장 많은 뿌리가 형성되었다. 배지의 총 질소함량이 MS의 1/2배 이상 높아지자 식물체의 재생이나 뿌리의 형성이 감소하는 경향을 보였는데, 특히 MS배지의 2배 첨가구에서는 모든 절편이 고사하였다. 그러므로 *D. spatulata*는 기내배양에서 배지의 질소함량에 대한 요구도가 비교적 낮은 편임을 확인할 수 있었다. 또한 이는 낮은 무기염류가 첨가된 배지에서 많은 식물체 재생을 보인 MS배지의 농도별 실험과 유사한 결과였다.

Table 2-39. Effect of total nitrogen concentration on plant regeneration from leaf explant of *Drosera spatulata* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Total nitrogen concentration	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
×1/8 of MS	289.9±80.5 <sup>y</sup>	9.3±0.9	0.7±0.1	13.6±2.6	2.5±0.2
×1/4 of MS	327.7±79.7	10.4±1.4	0.9±0.1	19.4±3.3	2.5±0.2
×1/2 of MS	246.5±65.8	7.7±1.1	0.7±0.1	10.7±2.3	2.2±0.2
×1 of MS	226.5±62.4	6.5±1.2	0.5±0.1	4.8±1.1	2.4±0.6
×2 of MS			Dead		

<sup>z</sup> Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup> Mean ±SE.

**Sucrose 농도의 영향:** Sucrose가 *D. spatulata*의 식물체 재생에 미치는 효과를 알아보기 위하여, 처리농도를 0, 1, 2, 3, 4, 5%로 달리하여 배양한 결과는 Table 2-40과 같았다. Sucrose의 농도가 높아질수록 식물체의 재생이 증가하였는데, 4% 첨가구에서 절편체당 8.5개로 가장 많은 식물체가 재생되었다. 또한 무첨가구에 비해 식물체의 생육도 4%의 농도에서 가장 왕성하였다. 뿌리는 2%에서 절편체당 5.4개로 가장 많이 형성되었으며, 3% 이상으로 농도가 증가할수록 뿌리의 수가 감소하였다. 그러므로 *D. spatulata*의 기내배양에서 2~4%의 sucrose는 식물체의 생장 및 재생을 촉진하는 것으로 생각되며, 그러나 4% 이상 고농도는 뿌리의 발달을 저해함을 알 수 있었다.

Table 2-40. Effect of sucrose on plant regeneration from leaf explant of after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Sucrose (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	55.1± 4.0 <sup>y</sup>	3.9±0.5	0.5±0.0	1.2±0.2	0.9±0.3
1	87.4±10.2	6.4±0.6	0.6±0.1	2.3±0.8	1.6±0.3
2	92.4±18.1	6.0±0.7	0.6±0.1	5.4±0.3	1.1±0.3
3	101.0±17.4	7.0±0.6	0.6±0.1	3.9±0.6	1.3±0.2
4	218.3±4.8	8.5±0.9	0.7±0.2	3.5±0.5	1.4±0.3
5	53.5±7.2	6.0±1.0	0.5±0.1	1.1±0.3	0.6±0.1

<sup>z</sup>Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup>Mean ±SE.

**활성탄 농도의 영향:** *D. spatulata*의 식물체 재생에 활성탄이 미치는 효과를 알아보기 위하여, 0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1%의 농도로 배지에 첨가하여 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-41과 같았다. 활성탄 0.05%를 첨가한 배지에서 절편체당 4.7개

로 가장 많은 식물체가 재생되었으나 처리구간에 커다란 유의차는 보이지 않았다. 식물체의 생육은 0.02%의 활성탄을 첨가한 구에서 가장 왕성하였다. 뿌리는 0.02% 첨가구에서 절편체당 6.1개가 형성되었으며, 생육도 0.02%~0.1%를 첨가한 구에서 양호하였는데, 0.02%의 농도구에서 뿌리 길이가 1.7cm로 다른 처리구 보다 길었다. 이상의 실험결과에 의하면 *D. spatulata*의 기내배양에서 저농도의 활성탄 처리는 생육과 뿌리의 발달을 다소 촉진하는 경향이 있으나 무처리구와 비교하여 큰 차이는 보이지 않음을 확인할 수 있었다.

Table 2-41. Effect of activated charcoal on plant regeneration from leaf explant of *Drosera spatulata* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Activated charcoal (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	140.1±35.6 <sup>y</sup>	4.3±0.5	0.5±1.6	4.3±0.9	1.2±0.1
0.01	140.9±28.0	4.6±0.7	0.5±0.1	4.0±1.3	1.1±0.2
0.02	180.4±30.1	4.6±0.7	0.7±0.1	6.1±1.0	1.7±0.1
0.05	183.8±42.8	4.7±0.5	0.5±0.0	5.3±1.0	1.6±0.2
0.1	144.0±38.6	4.0±0.6	0.4±0.1	5.3±1.8	1.6±0.1

<sup>z</sup>Used media contained 0.05 $\mu$ M kinetin and 0.005 $\mu$ M IAA.

<sup>y</sup>Mean  $\pm$ SE.

**Agar 농도의 영향:** 배지의 agar 첨가량을 달리하여 *D. spatulata*의 엽 절편을 배양한 결과, agar의 농도가 증가할수록 식물체의 재생이 많아 0.6%에서 가장 많은 식물체가 재생되었다(6.3개). 그러나 agar의 농도가 0.8% 이상으로 높아질수록 식물체의 재생이 감소하였다. 식물체 생육 또한 0.6%에서 왕성하여 신초 길이가 0.9cm이었다(Table 2-42). 뿌리 역시 0.6%의 농도에서 절편체당 13.8개로 가장 많이 형성되었으며 생육도 왕성하였다. 그러나 더 높은 농도의 agar를 첨가할수록 뿌리의 수가 감소하여 1.0% 첨가구에서는 가장 적은 수의 뿌리가 형성되었다.

이상의 실험에서 *D. spatulata*는 기내배양에서 0.6%의 agar 농도가 식물체 재생 및 생육에 적당하며 다른 식물과는 달리 0.8% 이상의 배지에서 배양할 경우 뿌리의 발달이 저해됨을 확인할 수 있었다.

Table 2-42. Effect of agar on plant regeneration from leaf explant of *Drosera spatulata* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Agar (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	195.7±21.3 <sup>y</sup>	5.0±0.9	0.6±0.1	7.3±3.8	0.8±0.5
0.2	329.0±41.8	5.9±1.2	0.8±0.1	6.7±1.9	1.1±0.2
0.4	544.4±28.6	5.5±1.2	0.8±0.1	10.8±2.7	1.7±0.2
0.6	784.3±50.3	6.3±0.9	0.9±0.1	13.8±3.0	2.3±0.2
0.8	287.1±24.2	4.5±0.5	0.7±0.1	5.8±1.4	1.7±0.2
1.0	106.0±33.7	4.7±0.4	0.5±0.1	4.7±1.0	1.3±0.2

<sup>z</sup>Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup>Mean±SE.

**배지 pH의 영향:** *D. spatulata*의 식물체 재생에 미치는 pH의 효과를 알아보기 위하여, pH 범위를 4.0~6.0으로 달리한 액체배지에 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-43 및 Fig. 2-15와 같았다. 배지의 pH가 4.5인 처리구에서 절편체당 9.4개로 가장 많은 식물체가 재생되었으며, pH가 그 보다 높아지자 식물체 재생이 감소하였다. 식물체의 생육은 모든 처리구에서 양호하였다. 뿌리도 pH 4.5에서 절편체당 22.5개로 가장 많이 형성되었으며, 생육은 pH 5.0에서 다른 처리구 보다 왕성하였으나 전반적으로 큰 차이는 보이지 않았다.

기내배양을 통한 식물체의 분화는 배양에 이용되는 조직 절편체의 종류에 따라서 그 능력에 차이가 있을 뿐만 아니라 배지의 조성, 배양조건 및 방법에 따라서도 그 분화양상이 다른 것으로 알려져 있는데(Bansal과 Pandey, 1993), 이상의 실험에서 *Drosera*속 식물의 경우도 배지의 조성에 따라 그 효과가 크게 다르게 나타나는 것을 알 수 있었다.

Table 2-43. Effect of pH on plant regeneration from leaf explant of *Drosera spatulata* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

pH	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
4.0	1596.2± 87.0 <sup>y</sup>	8.5±0.8	1.7±0.1	19.9±1.6	1.8±0.2
4.5	1785.8±152.3	9.4±0.6	1.7±0.1	22.5±2.1	1.9±0.1
5.0	1402.5± 89.4	7.2±0.7	1.7±0.1	13.0±1.6	2.0±0.2
5.5	1135.0±113.4	6.0±0.5	1.6±0.1	12.9±1.9	1.8±0.1
6.0	1211.7± 59.1	5.7±0.6	1.7±0.1	11.5±1.4	1.8±0.1

<sup>z</sup>Used liquid media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup>Mean±SE.

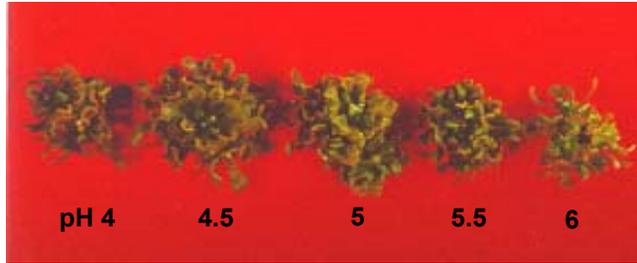


Fig. 2-15. Cultural response from leaf section of *Drosera spatulata* on MS medium with different pH for 8 weeks.

### 6) *Drosera tokaiensis*

**생장조절물질의 영향:** 생장조절물질의 처리가 *D. tokaiensis*의 식물체 재생에 미치는 영향을 알아보기 위하여, kinetin과 IAA를 혼용처리하여 배양한 결과 나타난 성장반응은 Table 2-44와 같았다. 배지에 kinetin 0.02 $\mu$ M과 IAA 0.005 $\mu$ M을 혼용한 처리구에서 4.0개의 식물체가 재생되어 무처리보다 향상된 결과를 보였다. 뿌리는 전반적으로 IAA 0.005 $\mu$ M을 첨가한 모든 처리구에서 많은 형성을 보였는데, 특히, IAA 0.005 $\mu$ M을 단독으로 처리한 구에서 4.5개의 뿌리가 형성되었으며 뿌리의 성장도 왕성하였다.

Table 2-44. Effect of kinetin and IAA on plant regeneration from leaf explant of *Drosera tokaiensis* cultured on MS medium for 8 weeks.

Growth regulator ( $\mu$ M)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Kinetin 0 + IAA 0	35.0 $\pm$ 8.7 <sup>z</sup>	2.0 $\pm$ 0.4	0.5 $\pm$ 0.1	-	-
0.002	46.7 $\pm$ 27.3	3.4 $\pm$ 0.3	0.5 $\pm$ 0.1	3.0 $\pm$ 0.6	1.1 $\pm$ 0.2
0.005	40.0 $\pm$ 6.2	3.3 $\pm$ 1.3	0.5 $\pm$ 0.1	4.5 $\pm$ 1.5	1.4 $\pm$ 0.8
0.01	32.5 $\pm$ 4.8	2.3 $\pm$ 0.6	0.5 $\pm$ 0.1	1.0 $\pm$ 0.2	1.3 $\pm$ 0.4
Kinetin 0.02 + IAA 0	30.0 $\pm$ 4.2	2.7 $\pm$ 0.9	0.5 $\pm$ 0.0	3.0 $\pm$ 1.0	1.0 $\pm$ 0.2
0.002	37.5 $\pm$ 4.8	2.5 $\pm$ 0.3	0.5 $\pm$ 0.1	3.0 $\pm$ 0.6	0.2 $\pm$ 0.0
0.005	47.5 $\pm$ 13.4	4.0 $\pm$ 1.4	0.3 $\pm$ 0.0	4.0 $\pm$ 1.0	1.2 $\pm$ 0.1
0.01	36.7 $\pm$ 3.3	3.3 $\pm$ 0.6	0.3 $\pm$ 0.0	0	-
Kinetin 0.05 + IAA 0	30.0 $\pm$ 8.6	3.0 $\pm$ 1.0	0.4 $\pm$ 0.0	1.5 $\pm$ 0.7	0.7 $\pm$ 0.2
0.002	40.0 $\pm$ 14.1	3.0 $\pm$ 0.4	0.4 $\pm$ 0.0	2.5 $\pm$ 0.7	0.7 $\pm$ 0.1
0.005	36.7 $\pm$ 3.3	3.3 $\pm$ 0.3	0.5 $\pm$ 0.1	2.0 $\pm$ 1.4	1.1 $\pm$ 0.3
0.01	43.3 $\pm$ 3.3	3.3 $\pm$ 0.9	0.5 $\pm$ 0.0	2.0 $\pm$ 0.0	1.0 $\pm$ 0.2
Kinetin 0.1 + IAA 0	32.5 $\pm$ 2.5	2.5 $\pm$ 0.5	0.5 $\pm$ 0.1	1.5 $\pm$ 0.5	1.4 $\pm$ 0.1
0.002	46.7 $\pm$ 17.8	2.0 $\pm$ 0.4	0.6 $\pm$ 0.0	1.5 $\pm$ 0.5	1.2 $\pm$ 0.2
0.005	40.2 $\pm$ 5.8	3.3 $\pm$ 0.3	0.4 $\pm$ 0.0	2.5 $\pm$ 1.5	0.7 $\pm$ 0.4
0.01	20.0 $\pm$ 3.8	3.0 $\pm$ 0.2	0.4 $\pm$ 0.0	-	-

<sup>z</sup> Mean $\pm$ SE.

**MS배지 농도의 영향:** *D. tokaiensis*의 식물체 재생에 적합한 배지의 종류를 구명하기 위하여, MS를 기본배지로 하여 전체 배지구성물질의 농도를 2배에서 1/8배까지 첨가한 각각의 배지에서 배양한 결과는 Table 2-45와 같았다. 배지의 농도가 MS 기본배지의 1/2배인 처리구에서 절편체당 10.3개로 가장 많은 식물체와 뿌리가 발생하였다. 식물체와 뿌리의 생육 역시 1/2MS배지에서 가장 왕성하였으나 배지의 농도가 그보다 높아지자 식물체 재생과 뿌리의 형성이 오히려 억제되었다. 또한 무기물 농도가 가장 높은 2MS배지에서는 모든 절편체가 고사하였다.

그러므로 *D. tokaiensis* 역시 다른 *Drosera*속 식물들과 마찬가지로 기내배양에서 배지의 영양요구도가 낮은 식물임을 확인할 수 있었다. 이는 *Drosera*속 식물들이 자생지에서 오랫동안 척박한 환경에 적응하여 생활하여 왔으며 뿌리로부터 영양분을 흡수하기도 하나 생존에 필요한 영양분을 주로 동물을 분해하여 얻는 습성 때문인 것으로 생각된다.

Table 2-45. Effect of culture media on plant regeneration from leaf explant of *Drosera tokaiensis* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Media	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
1/8 MS	287.2±55.2 <sup>y</sup>	8.2±1.4	0.8±0.1	9.0±1.1	1.7±0.2
1/4 MS	210.8±42.1	9.6±2.0	0.8±0.1	8.8±2.2	1.3±0.1
1/2 MS	337.7±44.9	10.3±2.7	1.0±0.2	10.3±2.2	2.0±0.2
MS	273.0±23.0	9.0±1.0	1.0±0.0	8.0±0.0	1.4±0.1
2 MS			Dead		

<sup>z</sup>Used media contained 0.05μM kinetin and 0.005μM IAA.

<sup>y</sup>Mean±SE.

**총 질소함량의 영향:** MS배지의 질소성분인  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  1,650mg · L<sup>-1</sup>와  $\text{KNO}_3$  1,900mg · L<sup>-1</sup>를 기본으로 하여, 총 질소함량을 각각 2배, 1배, 1/2배, 1/4배, 1/8배로 첨가한 배지에서 *Drosera tokaiensis*의 엽 절편을 배양한 실험의 결과는 Table 2-46과 같았다. MS배지의 1/2배의 질소원을 첨가한 배지에서 절편체당 9.0개의 가장 많은 식물체가 재생되었으며 생육도 왕성하였다. 뿌리는 배지의 총 질소함량이 낮을수록 많이 형성되었는데, 가장 낮은 농도인 1/8배 첨가구에서 절편체당 10.5개로 가장 많은 뿌리가 발달되었다. 뿌리의 생육은 1/2배 첨가한 구에서 그 길이가 1.9cm로 가장 길었다. 반면 가장 높은 농도인 MS배지의 2배 농도구에서는 모든 절편이 고사하였다.

본 실험의 결과에 의하면 *D. tokaiensis*는 총 질소함량이 MS배지의 1/2배인 배지에서 식물체의 재생 및 생육이 향상됨을 알 수 있었다. 이는 낮은 무기염류가 첨가된 배지에서 많은 식물체 재생을 보인 MS배지 농도별 실험과 유사한 결과였다.

Table 2-46. Effect of total nitrogen concentration on plant regeneration from leaf explant of *Drosera tokaiensis* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Total nitrogen concentration	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
×1/8 of MS	182.0±22.0 <sup>y</sup>	6.0±2.3	0.5±0.2	10.5±7.5	0.6±0.2
×1/4 of MS	283.3±53.6	7.5±1.6	1.0±0.2	8.0±3.1	1.3±0.2
×1/2 of MS	319.0±45.7	9.0±0.8	1.0±0.1	8.4±2.5	1.9±0.3
×1 of MS	104.5±28.8	5.5±0.5	0.3±0.1	4.0±1.0	0.3±0.1
×2 of MS			Dead		

<sup>z</sup>Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup>Mean ±SE.

**Sucrose 농도의 영향:** Sucrose가 *D. tokaiensis*의 식물체 재생에 미치는 효과를 알아보기 위하여, 배지의 첨가량을 0, 1, 2, 3, 4, 5%로 달리하여 배양한 결과는 Table 2-47과 같았다. 식물체의 재생은 2%의 sucrose를 첨가한 배지에서 5.4개의 가장 양호하였다. 반면 sucrose의 농도가 3% 이상 높아지자 식물체의 재생이 감소하였다. 식물체의 생육은 무처리구나 1%의 저농도에서 비교적 좋았는데 특히, 1%의 sucrose를 첨가한 배지에서 신흔 길이가 0.8cm로 가장 활발한 성장을 보였다. 그러므로 *D. tokaiensis*의 기내배양에서 고농도의 sucrose는 식물체의 성장을 저하하는 것으로 생각되었다. 뿌리의 생육 또한 무첨가구에서 그 길이가 1.7cm로 가장 왕성하였는데, 뿌리의 수는 2% 첨가구에서 6.0개로 가장 많았다. 그러나 3%이상의 처리구에서는 뿌리의 형성이 전혀 관찰되지 않아서 고농도의 sucrose는 뿌리의 형성을 억제시킨다는 것을 알 수 있었다.

Table 2-47. Effect of sucrose on plant regeneration from leaf explant of *Drosera tokaiensis* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Sucrose (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	40.6±12.0 <sup>y</sup>	1.9±0.3	0.7±0.1	2.5±0.5	1.7±0.6
1	84.0± 3.0	3.5±0.5	0.8±0.0	2.5±1.5	1.0±0.5
2	94.6±12.6	5.4±0.8	0.6±0.1	6.0±3.0	1.3±0.4
3	74.5±19.5	4.5±0.9	0.6±0.1	-	-
4	50.5±12.5	3.0±0.6	0.4±0.2	-	-
5	46.0± 4.0	3.0±0.4	0.5±0.1	-	-

<sup>z</sup>Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup>Mean±SE.

**활성탄 농도의 영향:** *D. tokaiensis*의 식물체 재생에 미치는 활성탄의 효과를 알아보기 위해 0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1%의 농도로 첨가하여 배양한 결과는 Table 2-48과 같았다. 활성탄 0.01%의 첨가구에서 6.3개로 가장 많은 식물체가 재생되었으며, 농도가 높아질수록 식물체의 재생이 감소하는 경향을 보였다. 식물체의 생육도 낮은 농도의 활성탄을 첨가한 배지에서 비교적 왕성하였다. 뿌리의 형성 또한 활성탄의 농도가 낮을수록 증가하였는데, 특히 무처리구에서 절편체당 6.8개로 모든 처리구에 비하여 많은 뿌리가 형성되었다. 그러므로 고농도의 활성탄은 *D. tokaiensis* 식물체의 재생 및 생육과 뿌리의 형성에 억제적인 작용을 한다는 것을 알 수 있었다.

Table 2-48. Effect of activated charcoal on plant regeneration from leaf explant of *Drosera tokaiensis* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Activated charcoal (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	216.4±34.9 <sup>y</sup>	5.3±0.6	1.0±0.1	6.8±1.6	1.3±0.2
0.01	264.7±25.0	6.3±0.6	1.0±0.2	6.0±1.2	2.1±0.0
0.02	186.3±30.6	4.0±1.1	0.7±0.1	4.0±3.0	1.5±0.6
0.05	186.8±23.9	3.7±0.3	0.7±0.2	5.5±4.5	1.2±0.9
0.1	178.0±12.7	3.8±2.1	0.5±0.3	5.5±2.5	1.9±0.9

<sup>z</sup>Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup>Mean±SE.

**Agar 농도의 영향:** Agar의 적정농도를 알아보기 위하여 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0%로 첨가하여 배양한 결과는 Table 2-49와 같았다. Agar의 농도가 낮을수록 *D. tokaiensis*의 식물체 재생 수가 증가하였다. 액체배지에 배양한 경우 절편체당 9.3

개의 식물체가 재생되어 1.0% 첨가구에 비해 약 3배 이상의 높은 재생률을 보였으며 생육 또한 액체배지에서 가장 왕성하였다. 뿌리도 agar의 농도가 낮을수록 많이 발달되었는데, 액체배지에서 절편체당 8.0개로 가장 많이 형성되었으며 생육도 가장 왕성하였다.

그러므로 *D. tokaiensis*의 기내배양에서는 agar를 첨가하지 않은 액체배지가 식물체의 재생 및 생육에 보다 적절함을 알 수 있었다. 이는 대부분의 식충식물들이 습지에서 자생하므로 자생환경과 유사한, 수분이 충분히 공급되는 액체배지에서 식물체의 재생 및 생육이 양호하게 이루어지기 때문인 것으로 생각되었다

Table 2-49. Effect of agar on plant regeneration from leaf explant of *Drosera tokaiensis* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Agar (%)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	767.1±32.9 <sup>y</sup>	9.3±1.2	1.9±0.1	8.0±1.3	1.0±0.1
0.2	225.0±37.0	4.3±1.3	1.0±0.1	6.0±3.0	0.8±0.2
0.4	153.0±24.9	4.0±0.8	0.9±0.0	3.0±2.8	0.6±0.0
0.6	147.7±22.1	3.0±0.6	0.9±0.2	2.3±1.3	0.5±0.2
0.8	70.1±21.3	3.5±0.6	0.5±0.0	2.5±0.5	0.3±0.1
1.0	62.0±15.2	3.0±0.5	0.5±0.1	3.0±0.6	0.7±0.0

<sup>z</sup>Used media contained 0.05µM kinetin and 0.005µM IAA.

<sup>y</sup>Mean ±SE.

**배지 pH의 영향:** *D. tokaiensis*의 식물체 재생에 미치는 pH의 효과를 알아보기 위하여 pH범위를 4.0~6.0으로 하여 액체배지에 배양한 결과, pH 5.5에서 절편체당 9.2개로 가장 많은 식물체가 재생되었다(Table 2-50) 뿌리 또한 이 처리구에서 절편체당 16.8개로 가장 많이 형성되었다. 식물체와 뿌리의 생육은 모든 처리구간에 차이가 전반적으로 양호하였다.

Jang과 Park(1999)에 의하면 *D. rotundifolia*의 배양에서 pH 5.7~6.7의 처리구에서 신초 발생 및 뿌리의 발달이 가장 양호하였다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 보고하였다.

Table 2-50. Effect of pH on plant regeneration from leaf explant of *Drosera tokaiensis* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

pH	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
4.0	1174.8±61.4 <sup>y</sup>	7.9±0.8	2.3±0.1	12.3±1.2	2.1±0.1
4.5	1364.1±68.3	8.3±0.9	2.5±0.1	15.2±2.8	2.2±0.1
5.0	1434.2±58.9	8.1±0.8	2.5±0.1	16.6±2.0	2.0±0.1
5.5	1443.4±86.2	9.2±0.6	2.3±0.1	16.8±1.1	2.1±0.1
6.0	1473.6±46.5	8.5±0.6	2.4±0.1	15.9±1.1	2.2±0.1

<sup>z</sup>Used liquid media contained 0.05 $\mu$ M kinetin and 0.005 $\mu$ M IAA.

<sup>y</sup>Mean±SE.

#### 다. *Byblis liniflora*의 기내배양 조건

**생장조절물질의 단용처리:** MS배지에 BA, kinetin, NAA, IAA를 각각 0.5, 1, 2, 5, 10 $\mu$ M의 농도로 단용처리하여 *B. liniflora*의 절을 배양하였다.

사이토키닌류의 경우 BA 첨가구에서 전반적으로 많은 식물체가 재생되었는데, 특히 BA 5 $\mu$ M을 첨가한 배지에서 절편체당 10.2개로 가장 왕성한 재생력을 보였다 (Table 2-51). 뿌리는 BA의 농도가 낮아질수록 많이 형성되었는데, BA 처리구에 비해 무처리구에서 8.6개로 더 많은 뿌리가 형성되었다. 그러므로 BA는 뿌리의 형성에 오히려 억제적으로 작용하는 것으로 생각된다. 캘러스는 BA를 고농도로 첨가할수록 많이 형성되었는데, BA 10 $\mu$ M에서 206.0mg으로 가장 많은 캘러스가 유기되었다.

Kinetin을 첨가하여 배양한 결과 BA를 첨가한 경우보다 식물체의 재생이 저조하였으며, kinetin 1 $\mu$ M을 첨가한 구에서 6.7개로 가장 많은 식물체가 재생되었다. 뿌리는 kinetin 0.5 $\mu$ M을 첨가한 구에서 9.8개로 가장 많이 형성되었으며, 캘러스는 kinetin 10 $\mu$ M의 구에서 30.0mg이 유기되었다.

옥신류 처리구의 경우 NAA 첨가구 보다 무처리구에서 절편체당 4.7개로 더 많은 식물체가 재생되었다(Table 2-52). 뿌리 또한 무처리구에서 가장 많이 형성되어 NAA가 *B. liniflora*의 식물체의 재생 및 뿌리의 형성에 촉진효과가 없는 것으로 생각되었다. 캘러스는 식물체의 재생이나 뿌리 형성과 달리 NAA를 고농도로 첨가한 배지에서 많이 유기되었는데, 특히 NAA 10 $\mu$ M에서 304.0mg의 캘러스가 유기되었다.

IAA 처리구의 경우에는 IAA 2 $\mu$ M을 첨가한 배지에서 7.1개의 식물체가 재생되

었으며, 뿌리는 IAA 1 $\mu$ M을 첨가한 구에서 9.0개로 가장 많은 형성되었다. 그러나 캘러스 형성은 IAA 처리구에서 전반적으로 저조하였다.

Table 2-51. Effect of cytokinins on shoot regeneration and callus formation from node of *Byblis liniflora* cultured on MS basal medium for 4 weeks.

Cytokinin ( $\mu$ M)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)	Callus wt. (mg)
Cont.	694.5 $\pm$ 49.1 <sup>z</sup>	4.7 $\pm$ 0.7	3.5 $\pm$ 0.6	8.6 $\pm$ 1.0	2.0 $\pm$ 0.3	-
0.5	783.8 $\pm$ 83.3	8.0 $\pm$ 1.2	3.1 $\pm$ 0.2	7.0 $\pm$ 3.3	2.5 $\pm$ 0.8	10.0 $\pm$ 0.0
1	825.0 $\pm$ 85.5	9.1 $\pm$ 0.8	3.0 $\pm$ 0.2	6.2 $\pm$ 2.0	1.9 $\pm$ 0.3	20.0 $\pm$ 6.1
BA	859.2 $\pm$ 16.3	8.8 $\pm$ 1.0	2.8 $\pm$ 0.2	2.2 $\pm$ 0.4	1.1 $\pm$ 0.4	73.0 $\pm$ 22.5
5	951.5 $\pm$ 70.3	10.2 $\pm$ 1.8	2.4 $\pm$ 0.2	2.0 $\pm$ 0.4	0.4 $\pm$ 0.2	155.0 $\pm$ 32.2
10	892.8 $\pm$ 74.2	9.5 $\pm$ 1.1	1.7 $\pm$ 0.3	-	-	206.0 $\pm$ 47.8
0.5	796.2 $\pm$ 98.1	5.3 $\pm$ 0.5	3.6 $\pm$ 0.2	9.8 $\pm$ 2.9	1.3 $\pm$ 0.3	-
1	784.1 $\pm$ 85.4	6.7 $\pm$ 1.0	2.8 $\pm$ 0.3	5.3 $\pm$ 2.1	1.3 $\pm$ 0.3	-
Kinetin	713.6 $\pm$ 55.2	6.6 $\pm$ 0.5	2.8 $\pm$ 0.4	6.8 $\pm$ 1.4	1.8 $\pm$ 0.4	10.0 $\pm$ 0.0
2	623.0 $\pm$ 42.5	6.3 $\pm$ 0.7	2.2 $\pm$ 0.3	6.5 $\pm$ 1.0	2.0 $\pm$ 0.2	-
5	623.0 $\pm$ 42.5	6.3 $\pm$ 0.7	2.2 $\pm$ 0.3	6.5 $\pm$ 1.0	2.0 $\pm$ 0.2	-
10	593.4 $\pm$ 62.4	5.9 $\pm$ 0.8	2.2 $\pm$ 0.4	5.3 $\pm$ 2.1	1.5 $\pm$ 0.4	30.0 $\pm$ 0.0

<sup>z</sup>Mean  $\pm$ SE.

Table 2-52. Effect of auxins on shoot regeneration and callus formation from node of *Byblis liniflora* cultured on MS basal medium for 4 weeks.

Auxin ( $\mu$ M)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)	Callus wt. (mg)
Cont.	615.3 $\pm$ 15.9 <sup>z</sup>	4.7 $\pm$ 0.7	3.5 $\pm$ 0.6	8.6 $\pm$ 1.0	2.0 $\pm$ 0.3	-
NAA	684.2 $\pm$ 81.5	4.6 $\pm$ 0.3	3.4 $\pm$ 0.5	7.9 $\pm$ 1.9	3.6 $\pm$ 0.6	13.0 $\pm$ 3.3
0.5	735.2 $\pm$ 51.8	4.2 $\pm$ 0.8	3.1 $\pm$ 0.3	7.2 $\pm$ 3.5	2.4 $\pm$ 0.8	50.0 $\pm$ 30.2
1	773.4 $\pm$ 84.3	3.3 $\pm$ 0.6	3.2 $\pm$ 0.4	6.5 $\pm$ 2.0	4.0 $\pm$ 0.5	54.0 $\pm$ 23.4
2	736.1 $\pm$ 64.7	3.2 $\pm$ 0.5	2.4 $\pm$ 0.4	5.9 $\pm$ 1.7	3.2 $\pm$ 0.2	164.0 $\pm$ 39.5
5	664.0 $\pm$ 85.8	3.3 $\pm$ 0.8	2.1 $\pm$ 0.5	5.6 $\pm$ 0.9	2.2 $\pm$ 0.6	304.0 $\pm$ 51.4
10	664.0 $\pm$ 85.8	3.3 $\pm$ 0.8	2.1 $\pm$ 0.5	5.6 $\pm$ 0.9	2.2 $\pm$ 0.6	304.0 $\pm$ 51.4
IAA	843.6 $\pm$ 31.8	6.6 $\pm$ 0.7	2.9 $\pm$ 0.3	8.5 $\pm$ 0.6	1.5 $\pm$ 0.2	-
0.5	875.4 $\pm$ 52.1	6.8 $\pm$ 0.6	3.1 $\pm$ 0.2	9.0 $\pm$ 1.2	1.5 $\pm$ 0.4	-
1	881.5 $\pm$ 56.4	7.1 $\pm$ 0.9	3.4 $\pm$ 0.2	7.2 $\pm$ 1.8	2.8 $\pm$ 0.6	-
2	881.5 $\pm$ 56.4	7.1 $\pm$ 0.9	3.4 $\pm$ 0.2	7.2 $\pm$ 1.8	2.8 $\pm$ 0.6	-
5	633.1 $\pm$ 47.1	6.3 $\pm$ 1.4	2.4 $\pm$ 0.2	2.5 $\pm$ 1.5	1.0 $\pm$ 0.5	25.0 $\pm$ 15.0
10	581.3 $\pm$ 25.2	6.3 $\pm$ 0.6	3.6 $\pm$ 0.2	2.5 $\pm$ 1.2	2.1 $\pm$ 1.9	17.0 $\pm$ 3.0

<sup>z</sup>Mean  $\pm$ SE.

**생장조절물질의 혼용처리:** 지금까지 생장조절물질의 단용처리 실험에서 식물체의 재생에 효과적이었던 BA와 IAA를 선택하여 BA 5, 10 $\mu$ M의 농도와 IAA 0, 0.5, 1, 2, 5, 10 $\mu$ M의 농도를 각각 혼용하여 배양한 결과는 Table 2-53과 같았다.

식물체는 BA 10 $\mu$ M과 IAA 0.5 $\mu$ M을 혼합하여 배양한 경우에 절편체당 16.7개로 가장 많이 재생되었으며, 뿌리는 BA 5 $\mu$ M과 IAA 1 $\mu$ M을 혼용한 경우에 10.3개가 형성되어 가장 좋은 결과를 보였다. 캘러스는 BA 10 $\mu$ M과 IAA 2 $\mu$ M을 첨가한 구에서 578.0mg으로 가장 많이 형성되었다.

Skoog와 Miller(1957)는 일반적으로 조직배양에 의한 캘러스 유도나 기관 형성에 는 일정비율의 옥신과 사이토키닌이 요구되며 이의 적절한 처리에 의해 목적으로 하는 분화형태를 조절할 수 있다고 하였다. *B. liniflora*의 경우 성장조절물질을 혼 용으로 첨가하여 배양한 경우가 단용으로 첨가하였을 때보다 식물체와 뿌리의 발 생, 그리고 캘러스 형성에 훨씬 더 효과적이었다. 특히 BA 10 $\mu$ M과 IAA 0.5 $\mu$ M를 혼합하여 배양한 경우에는 식물체의 재생이 가장 왕성하였다. BA 5 $\mu$ M과 IAA 1 $\mu$  M을 혼합한 경우에는 뿌리가 가장 많이 발생하였고 BA 10 $\mu$ M과 IAA 2 $\mu$ M을 첨가 한 구에서는 캘러스의 형성이 가장 왕성하였다.

기내배양을 통한 캘러스의 유도는 식물의 종에 따라 혹은, 동일 식물체 내에서 도 배양에 이용되는 조직의 부위 및 배양조건과 방법에 따라 그 양상이 크게 다른 것으로 알려지고 있다(Binh와 Heszky, 1990). 본 실험에서는 엽신을 배양하였을 때 캘러스의 발생이 양호하였으나 식물체의 재생은 거의 이루어지지 않았다. 그러나 이와는 반대로 절을 배양하였을 때에는 캘러스보다는 식물체의 재생에 효과적임을 알 수 있었다.

Table 2-53. Effect of BA and IAA on shoot regeneration and callus formation from node of *Byblis liniflora* cultured on MS basal medium for 4 weeks.

Growth regulator ( $\mu$ M)	Total fresh wt. (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)	Callus wt. (mg)
BA5+IAA 0	2088.0 $\pm$ 242.3 <sup>z</sup>	12.3 $\pm$ 1.0	5.0 $\pm$ 0.4	9.2 $\pm$ 1.1	3.4 $\pm$ 0.4	407.0 $\pm$ 46.9
0.5	2073.8 $\pm$ 295.8	13.0 $\pm$ 2.0	5.2 $\pm$ 0.4	10.0 $\pm$ 1.6	3.9 $\pm$ 0.8	425.6 $\pm$ 78.3
1	2144.4 $\pm$ 142.3	13.2 $\pm$ 1.1	4.3 $\pm$ 0.2	10.3 $\pm$ 1.4	4.0 $\pm$ 0.7	378.3 $\pm$ 77.1
2	2185.7 $\pm$ 148.4	13.2 $\pm$ 1.9	4.3 $\pm$ 0.4	10.1 $\pm$ 2.3	4.1 $\pm$ 0.9	285.0 $\pm$ 40.1
5	2122.5 $\pm$ 149.0	11.9 $\pm$ 0.9	4.4 $\pm$ 0.4	10.2 $\pm$ 1.2	4.4 $\pm$ 0.7	343.6 $\pm$ 40.1
10	2164.2 $\pm$ 334.1	12.6 $\pm$ 0.9	4.5 $\pm$ 0.3	8.6 $\pm$ 1.4	2.6 $\pm$ 0.5	305.0 $\pm$ 45.6
BA10+IAA0	1668.3 $\pm$ 301.7	12.3 $\pm$ 2.0	3.3 $\pm$ 0.4	5.2 $\pm$ 0.8	1.9 $\pm$ 0.3	424.0 $\pm$ 70.6
0.5	1538.3 $\pm$ 365.0	16.7 $\pm$ 1.5	3.9 $\pm$ 0.2	5.2 $\pm$ 0.7	2.1 $\pm$ 0.5	426.4 $\pm$ 72.8
1	1265.0 $\pm$ 266.6	14.4 $\pm$ 1.6	3.3 $\pm$ 0.3	7.0 $\pm$ 2.3	4.9 $\pm$ 1.3	398.0 $\pm$ 48.1
2	1777.3 $\pm$ 274.3	13.9 $\pm$ 1.3	4.0 $\pm$ 0.4	9.8 $\pm$ 2.4	3.5 $\pm$ 0.8	578.0 $\pm$ 64.2
5	1954.2 $\pm$ 261.9	14.1 $\pm$ 1.5	3.5 $\pm$ 0.4	7.1 $\pm$ 1.6	2.7 $\pm$ 0.8	531.1 $\pm$ 50.3
10	1920.0 $\pm$ 338.1	12.4 $\pm$ 1.4	4.0 $\pm$ 0.4	6.1 $\pm$ 1.4	1.5 $\pm$ 0.3	496.3 $\pm$ 53.5

<sup>z</sup> Mean  $\pm$ SE.

라. *Sarracenia purpurea*의 기내배양 조건

생장조절물질의 영향: Kinetin 0, 1, 2, 5, 10mg · L<sup>-1</sup>의 농도와 NAA 0, 1, 2mg · L<sup>-1</sup>의 농도를 각각 혼용 처리하여 *S. purpurea*의 유식물체를 배양한 결과는 Table 2-54 및 Fig. 2-16과 같았다.

식물체의 재생은 kinetin 1mg · L<sup>-1</sup>과 NAA 1mg · L<sup>-1</sup>를 혼용한 배지에서 8.4개로 가장 왕성하였으며, 생육도 비교적 양호하였다. 신초의 생육 및 뿌리의 발달은 특히 무처리구에 비하여 NAA의 단용 및 kinetin과의 혼용 처리구에서 대부분 양호하게 나타났다. 그러므로 NAA가 *S. purpurea*의 유식물체 배양에서 생장을 촉진하는 것으로 생각되었다.

Table 2-54. Effect of kinetin and NAA on shoot formation and development from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium for 8 weeks.

Growth regulaors (mg·L <sup>-1</sup> )		Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Kinetin	NAA					
0	0	0.18f <sup>z</sup>	5.4bc	1.8cde	1.8cde	2.4def
	1	0.77bcd	6.9abc	2.5ab	2.5ab	4.4ab
	2	0.90ab	5.2bc	2.6a	2.6a	4.0bc
1	0	0.23f	6.1abc	1.7de	1.7de	2.0efg
	1	0.69bcd	8.4a	2.3abc	2.3abc	4.4ab
	2	1.05a	7.3abc	2.6a	2.6a	5.3a
2	0	0.18f	6.8abc	1.5a	1.5e	0.8g
	1	0.63cd	6.9abc	2.2abcd	2.2abc	3.5bcd
	2	0.18abc	6.1abc	2.7a	2.7a	4.6ab
5	0	0.22f	5.2c	1.8cde	1.8cde	1.1g
	1	0.35ef	6.0abc	1.8cde	1.8cde	1.7efg
	2	0.52de	7.8abc	2.0bcde	2.0bcde	2.8cde
10	0	0.26f	5.7abc	1.9abcd	1.9cde	1.3fg
	1	0.33ef	6.4abc	2.1abcd	2.1abcd	1.9efg
	2	0.58cde	7.9ab	2.3abc	2.3abc	2.7de

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

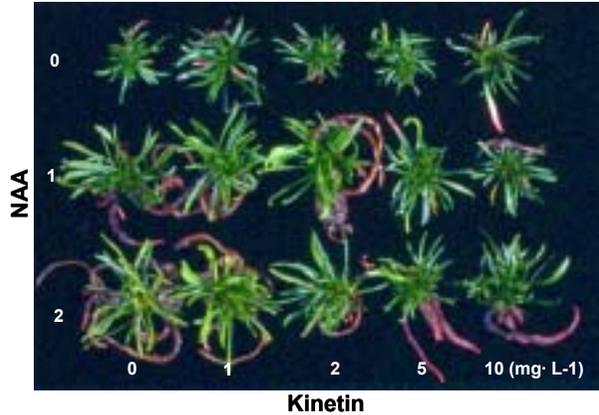


Fig. 2-16. Cultural response from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium containing different concentrations of kinetin and NAA for 8 weeks.

**Sucrose 농도의 영향:** Sucrose의 농도를 0~5%로 달리 첨가하여 *S. purpurea*의 유식물체를 배양한 결과, 식물체 재생 수는 5%에서 무처리구의 4.1개에 비하여 2배 가까이 증가되어 8.0개로 가장 많았다(Table 2-55, Fig. 2-17). 반면 식물체의 생장은 무처리구 및 1% 처리구에서 5%의 고농도구에 비하여 비교적 양호하였다. 뿌리의 발달 및 생장은 3~5%의 고농도에서 무처리구에 비하여 향상된 것으로 조사되었다. 이상의 실험결과에서 *S. purpurea*의 유식물체는 기내배양 시 sucrose의 요구도가 비교적 높은 편임을 알 수 있었다.

Table 2-55. Effect of sucrose on shoot formation and development from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium for 8 weeks.

Sucrose (%)	Fresh wt. (g)	No. of shoots.	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	0.18c <sup>z</sup>	4.1a	2.3ab	3.4a	0.5c
1	0.30bc	4.7b	2.5a	4.0a	1.6bc
2	0.28bc	5.6ab	2.1c	3.6a	1.8ab
3	0.33ab	5.5b	1.4d	3.9a	2.3a
4	0.32ab	5.6ab	2.2ab	4.8a	2.5a
5	0.44a	8.0a	1.8c	4.5a	2.2a

<sup>z</sup> Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

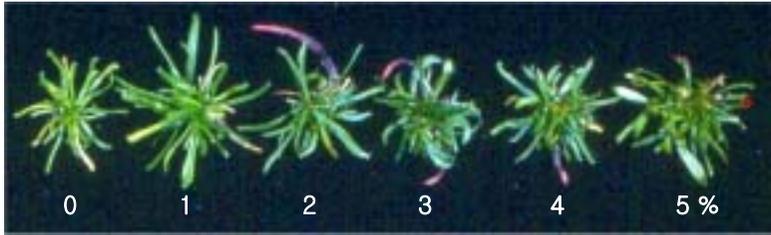


Fig. 2-17. Cultural response from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium containing different concentrations of sucrose for 8 weeks.

**Ascorbic acid와 citric acid의 영향:** ascorbic acid와 citric acid를 단용 및 혼용 처리하여 *S. purpurea*의 유식물체를 배양한 결과, ascorbic acid  $200\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 와 citric acid  $200\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 혼용한 처리구를 제외한 모든 처리구에서 무처리구에 비하여 신초 증식률이 향상되었다(Table 2-56, Fig. 2-18). 특히 ascorbic acid  $200\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 단용처리한 배지를 비롯하여 citric acid  $100\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 와 혼용처리한 배지에서 공히 8.3개로 가장 많은 수의 식물체가 재생되었다. 반면 식물체의 생육 및 뿌리의 발달은 모든 처리구에서 큰 차이를 보이지 않았는데, citric acid  $100 \sim 200\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  단용 처리구에서 전반적으로 양호하였다.

Table 2-56. Effect of ascorbic acid and citric acid on shoot formation and development from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium for 8 weeks

Concentration ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )		Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Ascorbic acid	Citric acid					
0	0	1.86a <sup>z</sup>	5.5b	2.1a	3.9a	2.3b
	100	0.31a	6.9ab	1.8ab	4.6a	3.6a
	200	0.27a	7.2a	1.8ab	4.9a	2.9ab
100	0	0.29a	6.9ab	1.7b	4.8a	1.9b
	100	0.27a	7.5a	1.7b	4.9a	2.0b
	200	0.32a	6.3ab	1.7b	4.6a	2.3b
200	0	0.35a	8.3a	1.7b	5.0a	1.9b
	100	0.32a	8.3a	1.6a	4.6a	1.9b
	200	0.24a	5.7b	1.9ab	3.8a	2.1b

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test,  $p=0.05$

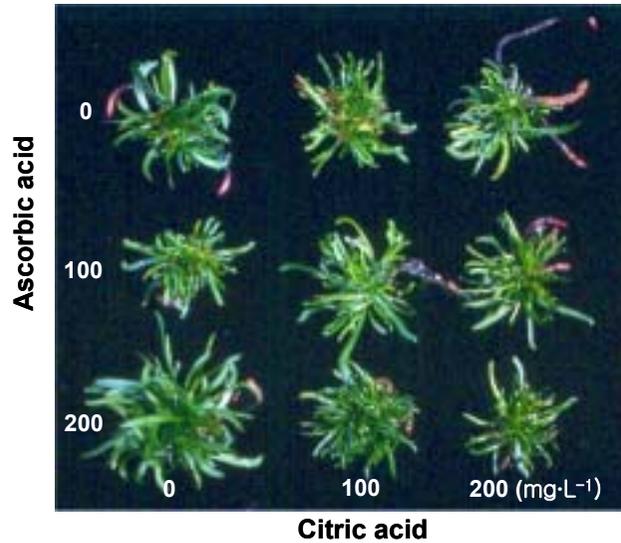


Fig. 2-18. Cultural response from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium containing different concentrations of ascorbic acid and citric acid for 8 weeks.

**활성탄 농도의 영향:** 활성탄의 첨가량을 0~2.0%로 달리하여 유식물체를 배양한 결과, 식물체의 재생률은 처리구간에 유의차를 보이지 않았다(Table 2-57, Fig. 2-19). 그러나 재생된 식물체의 성장 및 뿌리의 발달은 모든 처리구에서 무처리구에 비하여 촉진되었다. 특히 0.5% 첨가구에서 식물체 길이가 7.1cm로 무처리구의 2.1cm에 비하여 3 배 이상 증가하였고 뿌리 수 및 뿌리 길이 또한 다른 처리구에 비하여 높게 조사되었다. 그러므로 *S. purpurea*의 유식물체 배양에서 배지에 활성탄을 0.5% 첨가함으로써 식물체의 성장을 향상시켜 질 좋은 식물체를 얻을 수 있을 것으로 생각되었다.

Table 2-57. Effect of activated charcoal on shoot formation and development from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium for 8 weeks.

Activated charcoal (%)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	0.33a <sup>z</sup>	5.5a	2.1c	3.9b	2.3b
0.5	0.43a	7.1a	7.1a	5.9a	4.3a
1.0	0.36a	6.9a	6.9a	5.7a	3.2b
2.0	0.39a	6.6a	6.6a	6.8a	3.1b

<sup>z</sup> Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

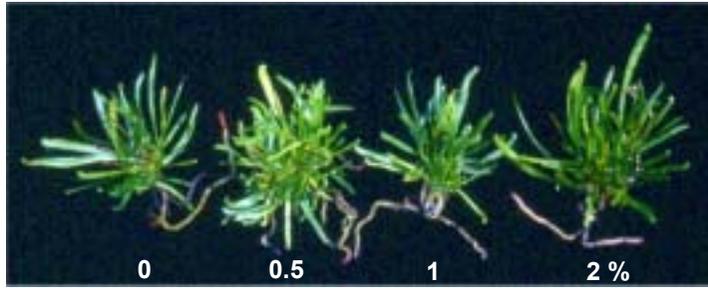


Fig. 2-19. Cultural response from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium containing different concentrations of activated charcoal for 8 weeks.

**배지 pH의 영향:** 배지의 pH를 4.0~6.0으로 달리하여 *S. purpurea*를 배양한 결과, 신초 수는 6.0~6.3개로 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았다(Table 2-58, Fig. 2-20). 신초의 길이는 pH 6.0에서 2.3cm로 가장 길었으나 다른 처리구와 유의차는 없었다. 뿌리 수 또한 4.0~4.6개로 배지의 pH에 별다른 영향을 받지 않는 것으로 조사되었는데, 뿌리의 길이는 pH 6.0에서 3.6cm로 가장 길었다.

이상의 실험결과에 의하여 *S. purpurea*는 기내배양에서 pH 4.0~6.0 범위에서 대체적으로 양호한 생육을 보임을 확인할 수 있었다.

Table 2-58. Effect of pH on shoot formation and development from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium for 8 weeks.

pH	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
4.0	0.3b <sup>z</sup>	6.0a	1.9a	4.2a	2.5a
4.5	0.4ab	6.3a	2.2a	4.6a	2.8a
5.0	0.4ab	6.3a	2.2a	4.0a	3.1a
6.0	0.44a	6.0a	2.3a	4.5a	3.6a

<sup>z</sup> Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

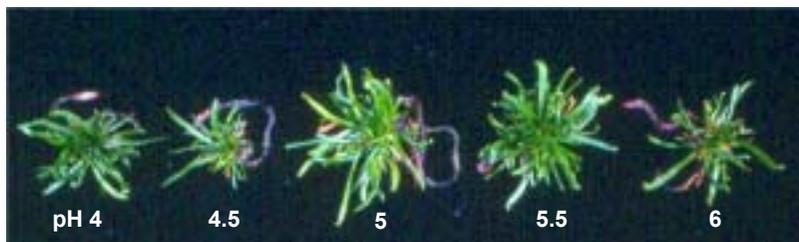


Fig. 2-20. Cultural response from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium with different pH for 8 weeks.

**암 전처리의 영향:** *S. purpurea*의 유식물체 배양에서 암 전처리가 식물체 재생 및 성장에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 암 처리기간을 0~4주로 달리한 후 8주간 배양한 결과는 Table 2-59 및 Fig. 2-21과 같았다.

생체중은 1~2주간 암 처리한 구에서 다소 증가되었으나 4주간 암 처리한 경우에는 오히려 무처리구보다 감소되었다. 반면 재생된 식물체의 수는 무처리구와 처리구간에 유의차가 없었으며, 식물체의 성장도 큰 차이가 없었다. 뿌리의 발달은 1주간 암 처리한 구에서 다소 향상된 것으로 조사되었다.

Table 2-59. Effect of dark pretreatment on shoot formation and development from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium for 8 weeks.

Duration of dark pretreatment (weeks)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	0.28b <sup>z</sup>	6.9a	2.0a	4.5a	2.0b
1	0.43a	6.3a	2.2a	6.4a	3.2a
2	0.32ab	5.8a	1.9a	5.8a	1.9b
4	0.20b	6.0a	2.2a	5.5a	1.7b

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

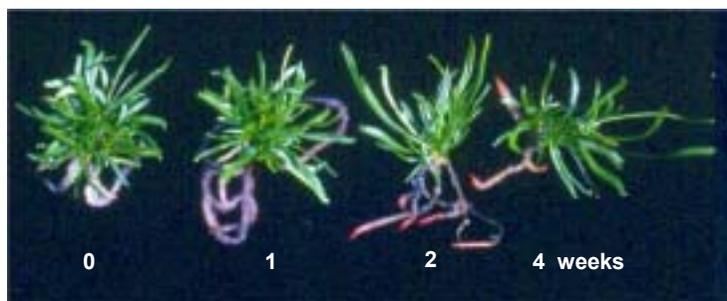


Fig. 2-21. Cultural response from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on 1/2 MS medium for 8 weeks with different dark pretreatment duration.

**배지 종류 및 agar 농도의 영향:** 식물체의 재생은 agar를 첨가하지 않은 Parliman 배지에서 12.4개로 가장 왕성하였고, 식물체의 성장 및 뿌리의 발달은 agar를 첨가하지 않은 MS배지에서 양호하였으며, 뿌리 길이는 agar 0.6%를 첨가한 Parliman배지에서 4.2cm로 가장 길었다(Table 2-60, Fig. 2-22). Agar를 첨가하지 않은 액체배지의 경우 식물체의 증식은 Parliman>1/2MS>1/4MS>1MS배지의 순이었으나, 0.6% agar를 첨가한 배지의 경우에는 1/4MS>1MS>Parliman>1/2MS배지의 순이었다. 또한 0.8% agar

를 첨가한 배지의 경우 식물체 증식률은 MS>1/4MS>1/2MS>Parliman배지의 순이었다. 따라서 배지의 종류에 따라 agar의 첨가량이 식물체의 재생에 미치는 영향이 달랐는데, Parliman배지의 경우 agar의 함량이 높아질수록 식물체 재생률이 급격히 감소되었으나 MS배지는 agar의 농도에 별다른 영향을 보이지 않았다. 이는 배지의 물리성에 따라 영양물질의 이용도가 달라지기 때문인 것으로 추정되며, 고농도의 무기물을 함유한 MS배지의 경우 Parliman배지에 비하여 영양물질의 이용도가 식물체 재생에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각되었다.

Table 2-60. Effect of culture media and agar on shoot formation and development from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on each medium for 8 weeks.

Agar (%)	Culture media	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	Parliman	0.66a <sup>z</sup>	12.4a	2.5b	6.7ab	2.9bcd
	1/4MS	0.37cde	10.4abc	1.9def	4.3de	2.2d
	1/2MS	0.68b	10.9ab	2.4bcde	6.3bc	3.6abc
	MS	0.99a	8.0cde	3.3a	7.8a	2.5cd
0.6	Parliman	0.44cd	7.6de	2.1bcdef	4.8cd	4.2a
	1/4MS	0.28f	9.6bcd	1.7fg	4.1de	2.5cd
	1/2MS	0.44cd	6.2e	2.4bcd	5.5bcd	3.8ab
	MS	0.46cd	8.0cde	2.0cdef	2.9e	0.5e
0.8	Parliman	0.36def	5.8e	2.4bc	4.8cd	3.6abc
	1/4MS	0.25f	7.4de	1.5g	4.5d	2.1d
	1/2MS	0.39cde	7.1de	1.9ef	4.8cd	2.6cd
	MS	0.49c	9.0bcd	2.1bcdef	5.3bcd	2.1d

<sup>z</sup> Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

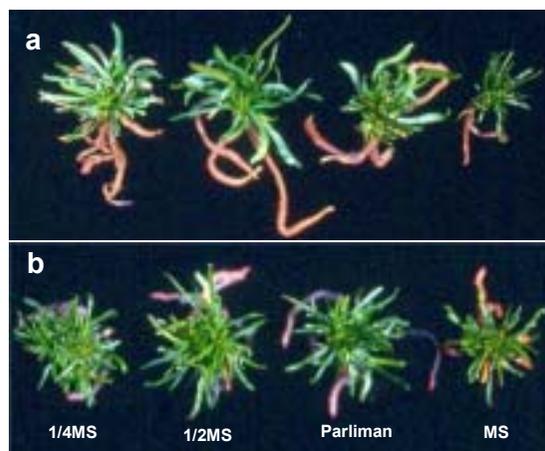


Fig. 2-22. Cultural response from young plantlets of *Sarracenia purpurea* cultured on different culture media containing 0.6% (a) or 0.8% agar (b) for 8 weeks.

마. *Drosera alelea*의 기내배양 조건

생장조절물질의 영향: BA와 IAA를 단용 및 혼용 처리한 경우, 식물체의 수는 IAA와의 혼용처리구보다 BA 0.02mg · L<sup>-1</sup> 및 BA 0.05mg · L<sup>-1</sup> 등의 단용처리구에서 각각 84.5개와 83.3개로 많이 형성되었다(Table 2-61). 반면 식물체의 생육은 BA 0.02mg · L<sup>-1</sup>의 단용처리구 및 BA 0.02mg · L<sup>-1</sup>와 IAA 0.02mg · L<sup>-1</sup>의 혼용처리구에서 양호하였다.

BA와 NAA를 단용 및 혼용 처리한 실험의 결과에서는 BA 0.02mg · L<sup>-1</sup> 및 BA 0.05mg · L<sup>-1</sup>의 단용처리구 그리고 BA 0.05mg · L<sup>-1</sup>과 NAA와의 혼용처리구에서 식물체의 재생률이 높았다.

이상의 실험에 의하면 *Drosera alelea*의 엽 절편 배양에서 BA는 IAA나 NAA 등의 옥신과 혼용처리 보다는 0.02~0.05mg · L<sup>-1</sup>의 단용처리에 의하여 식물체의 재생을 효과적으로 촉진하는 것으로 생각되었다.

Table 2-61. Effect of BA and IAA on shoot formation and development from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture.

BA (mg·L <sup>-1</sup> )	IAA	Fresh weight (mg)	No. of shoot	Shoot length (cm)	No. of root	Root length (cm)
0.01	0	1.0d <sup>z</sup>	67.8ab	1.6abc	59.3bc	1.1a
	0.01	0.9d	62.1ab	1.6abc	43.1bc	1.6a
	0.02	1.0d	60.6ab	1.4abc	32.8c	1.1a
	0.05	0.9d	60.5ab	1.1c	37.8bc	1.1a
0.02	0	2.0a	84.5a	1.9a	112.3a	1.7a
	0.01	1.3bcd	62.1ab	1.7abc	63.9bc	1.3a
	0.02	1.8ab	66.2ab	1.8a	134.5a	1.2a
	0.05	1.2bcd	46.2bc	1.6abc	44.9bc	1.0a
0.05	0	1.8ab	83.8a	1.2bc	72.8b	1.1a
	0.01	1.7abc	48.7bc	1.8ab	61.2bc	1.2a
	0.02	1.1cd	46.6bc	1.7abc	39.8bc	1.1a
	0.05	1.9bcd	36.6c	1.5abc	34.4c	1.3a

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

Table 2-62. Effect of BA and NAA on shoot formation and development from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture.

BA (mg·L <sup>-1</sup> )	NAA	Fresh weight (mg)	No. of shoot	Shoot length (cm)	No. of root	Root length (cm)
0.01	0	0.5de <sup>z</sup>	35.9bcde	1.0bc	7.3b	0.3b
	0.01	0.5de	35.4bcde	1.5a	7.5b	0.2b
	0.02	0.3e	17.7e	1.1abc	3.8b	0.1b
	0.05	0.3e	22.4de	0.7cd	4.5b	0.1b
0.02	0	1.0a	46.9abc	1.5ab	18.1a	0.6a
	0.01	0.6cde	25.7de	1.0c	1.9b	0.2b
	0.02	0.5de	21.9de	0.8c	1.7b	0.1b
	0.05	0.3e	28.6cde	0.3d	3.4b	0.1b
0.05	0	0.7bcde	57.6a	0.9c	9.8b	0.2b
	0.01	0.9abc	57.6a	1.0bc	5.9b	0.3b
	0.02	0.7abcd	39.1abcd	0.8c	3.0b	0.1b
	0.05	1.0ab	49.3ab	1.1abc	5.5b	0.3b

<sup>z</sup> Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

생장조절물질 kinetin과 IAA를 단용 혹은 혼용 처리하여 *Drosera alelea*의 엽 절편을 배양한 결과, 식물체 재생률은 kinetin 0.05mg · L<sup>-1</sup>과 IAA 0.02~0.05mg · L<sup>-1</sup>을 혼용한 처리구에서 가장 높았다(Table 2-63). 반면 식물체의 생육은 kinetin 0.02~0.05mg · L<sup>-1</sup>을 단용처리한 배지에서 전반적으로 양호한 편이었다.

Kinetin과 NAA를 단용 또는 혼용 처리하여 실험한 결과에서 식물체의 재생률은 kinetin 0.02mg · L<sup>-1</sup> 및 0.05mg · L<sup>-1</sup>을 단용 처리한 배지에서 가장 높았고, 두 농도 모두에서 NAA를 혼용처리하면 식물체 재생률이 급감하였다(Table 2-64). 식물체의 생장은 kinetin 0.05mg · L<sup>-1</sup>을 단용 처리한 배지에서 가장 양호하였다.

이상의 실험결과를 보면, *D. alelea*의 엽 절편 배양에서 BA나 kinetin 모두 옥신과의 혼용 처리보다는 단용 처리에 의하여 식물체 재생을 효과적으로 촉진함을 확인할 수 있었으며, BA 0.02mg · L<sup>-1</sup>나 kinetin 0.05mg · L<sup>-1</sup>을 배지에 첨가함으로써 *D. alelea*의 엽 절편으로부터 다량의 식물체를 얻을 수 있을 것으로 기대되었다.

Table 2-63. Effect of kinetin and IAA on shoot formation and development from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture.

Kinetin (mg·L <sup>-1</sup> )	IAA	Fresh weight (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	0	0.8bcd <sup>z</sup>	43.8bcd	1.6bcd	10.0de	0.3de
	0.01	0.7bcd	36.0cd	1.5bcde	10.4de	0.5bcde
	0.02	0.6bcd	29.3cd	1.3bcdef	6.1e	0.4cde
	0.05	0.3d	38.1cd	0.9def	8.7de	0.1e
0.01	0	0.7bcd	36.9cd	1.9ab	9.5de	0.8abcd
	0.01	0.6bcd	40.3cd	1.3bcdef	7.9de	0.3de
	0.02	0.4cd	30.5cd	1.0cdef	5.0e	0.2e
	0.05	0.6bcd	41.9cd	1.4bcde	11.6de	0.3cde
0.02	0	1.1ab	25.3d	2.5a	20.67cd	1.2a
	0.01	0.8bcd	23.8d	1.6bcde	6.3e	0.4cde
	0.02	0.9abc	24.4d	1.7abc	13.8cde	0.4cde
	0.05	0.6bcd	38.0cd	0.6f	16.6cde	0.2e
0.05	0	1.4a	47.2bc	2.4a	42.7a	1.0ab
	0.01	1.0ab	49.0abc	1.9ab	25.4bc	0.9abc
	0.02	1.1ab	61.8ab	2.0ab	34.3ab	0.9abc
	0.05	0.6bcd	66.2a	0.8ef	9.7de	0.3de

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

Table 2-64. Effect of kinetin and NAA on shoot formation and development from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture.

Kinetin (mg·L <sup>-1</sup> )	NAA	Fresh weight (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	0	0.2defg <sup>z</sup>	29.8cd	1.2cde	17.8c	0.6c
	0.01	0.6gh	38.9bc	0.8defgh	0.6f	0.03de
	0.02	0.1fgh	27.3cd	0.8efgh	1.0f	0.05de
	0.05	0.04h	14.0e	0.4h	0.00f	0.00e
0.01	0	0.2def	37.4bc	1.2cd	7.4def	0.4cde
	0.01	0.2efgh	43.1b	0.8defgh	6.1def	0.2cde
	0.02	0.1fgh	26.8cde	0.7gh	0.00f	0.00e
	0.05	0.04h	14.2e	0.4h	0.00f	0.00e
0.02	0	0.5b	59.9a	1.2cdef	18.9c	0.5cd
	0.01	0.2def	38.5bc	1.0defg	14.9cd	0.5cde
	0.02	0.1fgh	18.5de	0.9defg	4.1ef	0.2de
	0.05	0.1fgh	17.7de	0.8fgh	1.0f	0.04de
0.05	0	0.9a	58.9a	2.6a	47.8a	1.7a
	0.01	0.3bcd	17.1de	2.0b	12.6cde	1.2b
	0.02	0.4bc	19.2de	2.0b	43.4a	1.2b
	0.05	0.3cde	18.3de	1.5c	27.6b	1.2b

<sup>z</sup> Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

**배지 종류의 영향:** MS배지의 무기물 농도 및 비타민 농도를 1/4~1배로 조절한 배지와 변형 Parlman배지에서 *D. alelea*의 엽 절편을 배양한 결과, 재생된 식물체의

수는 변형 Parliman배지에서 75.8개로 가장 많았으나, 1/4MS 및 1/2MS배지와 통계적 유의차는 없었다(Table 2-65, Fig. 2-23). 반면 무기물 함량이 높은 MS배지의 경우 모든 절편체가 고사하였다. 신초 및 뿌리의 생육은 1/2MS에서 양호하였으나 1/4MS 및 변형 Parliman배지와 유의차는 없었으며, 뿌리 수는 1/4MS배지에서 103.4개로 가장 많았다. 이상의 실험결과에 의하면 *D. alelea*의 엽 절편 배양 시 배지 내 영양요구도는 비교적 낮은 것으로 생각되며, 1/4MS 또는 변형 Parliman배지가 *D. alelea*의 식물체 재생에 적합할 것으로 판단되었다.

Table 2-65. Effect of culture media on plant regeneration from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture<sup>z</sup>.

Media	Fresh weight (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
1/4 MS	1.5a <sup>y</sup>	65.8a	1.5a	103.4a	1.1a
1/2 MS	1.9a	48.9a	1.7a	57.3b	1.5a
MS			Dead		
Modified Parliman	1.5a	75.8a	1.6a	56.2b	0.9a

<sup>z</sup>Used media contained 0.02 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05



Fig. 2-23. Cultural responses from leaf section of *Drosera alelea* on different media for 6 weeks.

**총 질소함량 및 질소급원비의 영향:** 배지의 총 질소함량이 식물체 재생 및 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 다른 무기물 및 비타민의 농도는 MS배지의 1/2배 수준으로 첨가하고 질소함량은 각각 1/4~1배 수준으로 조절하여 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-66 및 Fig. 2-24와 같았다.

신초 증식은 MS배지 질소함량의 1/4배를 첨가한 배지에서 110.0개의 식물체가 형성되어 가장 활발하였으며, 반면 MS배지 수준의 질소원을 첨가한 배지에서는 모든 절편이 고사하였다. 이는 앞서 배지 종류별 실험의 결과와 유사한 양상이며, 그러므로 *D. alelea*의 엽 절편 배양에서 MS배지에 함유된 수준의 질소함량은 절편체의 성장반

응을 저해함을 알 수 있었다.

Table 2-66. Effect of total nitrogen concentration plant regeneration from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture<sup>z</sup>.

Total nitrogen concentration	Fresh weight (mg)	No. of shoot	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
×1/4 of MS	1.8a <sup>y</sup>	110.0a	1.7a	106.2a	1.2a
×1/2 of MS	1.9a	48.9b	1.7a	57.3b	1.5a
×1 of MS			Dead		

<sup>z</sup>Used media contained 0.02 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

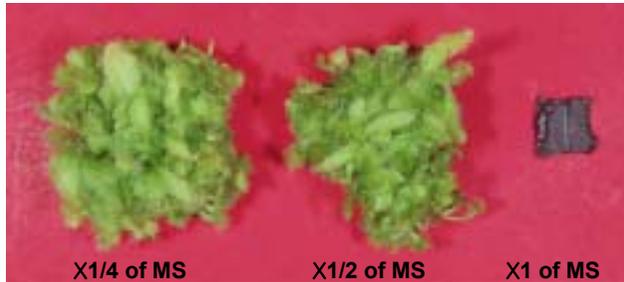


Fig. 2-24. Cultural responses from leaf explant of *Drosera alelea* on media with different concentrations of total nitrogen for 6 weeks.

암모니아태 및 질산태 질소의 농도비가 *D. alelea*의 식물체 재생에 미치는 영향을 알아보기 위하여, NH<sub>4</sub>Cl:KNO<sub>3</sub>의 농도비를 달리하여 엽 절편을 배양한 결과는 Table 2-67 및 Fig. 2-25와 같았다.

재생된 식물체의 수는 NH<sub>4</sub>Cl:KNO<sub>3</sub>의 농도비가 15:15mM인 처리구에서 130.0개로 가장 많았다. 반면 식물체의 생육은 NH<sub>4</sub>Cl:KNO<sub>3</sub>의 농도비가 5:25mM인 처리구에서 가장 양호하였는데, 이 처리구의 식물체는 다른 처리구에 비하여 짙은 녹색을 띠었다. 한편 암모니아태 질소 및 질산태 질소 중 하나가 결핍된 처리구의 경우 식물체의 재생률이 현저히 저조하여, *D. alelea*의 기내 증식에는 암모니아태 질소와 질산태 질소가 균형있게 필요함을 확인할 수 있었다.

Table 2-67. Effect of nitrogen source ratio on plant regeneration from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture<sup>z</sup>.

NH <sub>4</sub> Cl:KNO <sub>3</sub> (mM)	Fresh weight (mg)	No. of shoot	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
30:0	0.04b <sup>y</sup>	11.5d	0.2d	-	-
25:5	0.6b	31.6cd	1.1c	5.1b	0.2bcd
20:10	1.8a	76.8bc	1.5bc	89.0a	0.9abc
15:15	2.2a	130.0a	1.5bc	66.5a	1.0ab
10:20	2.2a	96.0ab	1.9b	75.2a	0.9abc
5:25	2.3a	62.3bcd	2.6a	86.0a	1.6a
0:30	0.3b	22.5d	1.0c	0.5b	0.1cd

<sup>z</sup>Used media contained 0.02 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

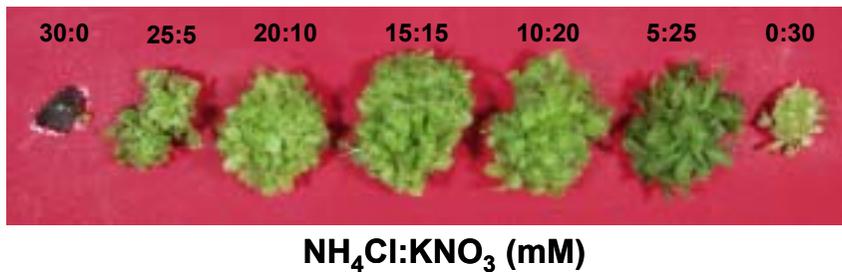


Fig. 2-25. Cultural responses from leaf explant of *Drosera alelea* on media with different ratios of nitrogen sources for 6 weeks.

**Sucrose의 영향:** Sucrose의 농도를 달리하여 *D. alelea*의 엽 절편을 배양한 결과, 모든 처리구에서 무처리구에 비하여 식물체 증식률이 배가한 것으로 나타났다 (Table 2-68, Fig. 2-26). 가장 많은 수의 식물체가 얻어진 것은 3%와 4% 처리구로 각각 48.9개와 48.8개의 식물체가 재생되었다. 식물체의 성장 및 뿌리의 발달은 4% 처리구에서 가장 왕성하여 *D. alelea*의 엽 절편 배양 시 적정 sucrose 농도는 4%인 것으로 생각되었다. 반면 sucrose 농도가 5%로 높아지자 식물체의 증식률도 다소 감소하였고 특히 뿌리의 생장이 크게 감소하여 4%에 비하여 상대적으로 저조한 결과를 보였다.

Table 2-68. Effect of sucrose concentration on plant regeneration from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture<sup>z</sup>.

Sucrose (%)	Fresh weight (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	0.1c <sup>y</sup>	21.7b	0.2d	—	—
1	1.1b	41.1ab	0.8c	11.1bc	1.1ab
2	1.4ab	43.3ab	1.5b	37.9ab	0.7bc
3	1.9a	48.9a	1.7b	57.3a	1.5a
4	2.0a	48.8a	2.7a	59.2a	1.2ab
5	1.8ab	45.2ab	1.6b	50.8a	0.6c

<sup>z</sup>Used 1/2MS medium supplemented with 0.02 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

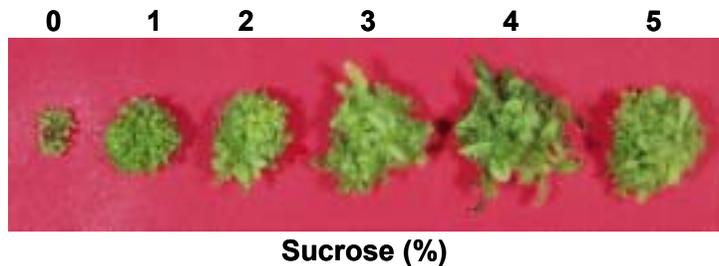


Fig. 2-26. Cultural responses from leaf explant of *Drosera alelea* on media with different concentrations of sucrose for 6 weeks.

**활성탄의 영향:** 배지에 활성탄의 첨가량을 달리하여 엽 절편을 배양한 결과, 1.0% 첨가구에서 100.0개로 가장 많은 수의 식물체가 재생되었다(Table 2-69, Fig. 2-27). 식물체의 생장은 1.0~2.0% 농도구에서 비교적 양호하였으며, 뿌리의 발달은 0.5% 처리구에서 다른 배지조건에 비하여 저조하였을 뿐 그 외는 유사하였다. 그러므로 *D. alelea*의 엽 절편 배양시 배지에 1.0%의 활성탄을 첨가함으로써 식물체 재생률을 높이고, 재생된 식물체의 생장을 향상시킬 수 있을 것으로 기대되었다.

Table 2-69. Effect of activated charcoal content on plant regeneration from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture<sup>z</sup>.

Activated charcoal (%)	Fresh weight (mg)	No. of shoot	Shoot length (cm)	No. of root	Root length (cm)
0	1.9a <sup>y</sup>	48.9b	1.7b	57.3a	1.5a
0.5	0.3b	79.3a	1.8b	10.7c	0.5b
1.0	0.5b	100.0a	2.2ab	42.8ab	1.0ab
2.0	0.5b	95.9a	2.7a	20.1bc	1.3a

<sup>z</sup>Used 1/2MS medium supplemented with 0.02 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

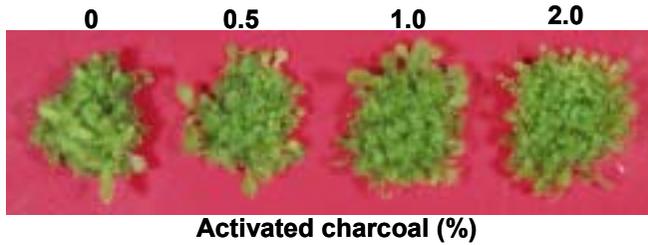


Fig. 2-27. Cultural responses from leaf explant of *Drosera alelea* on media with different contents of activated charcoal for 6 weeks.

**Agar 농도의 영향:** 배지의 agar 첨가량을 0~1.0%로 달리하여 엽 절편을 배양한 결과, 재생된 식물체의 수는 agar를 첨가하지 않은 액체배지의 25.5개에 비하여 모든 처리구에서 48.2~49.1개로 향상되었다(Table 2-70, Fig. 2-28). 식물체의 생장은 0.6~0.7%의 agar를 첨가한 배지에서 1.7~1.9cm로 무처리구나 1.0% 처리구에 비하여 향상되었다. 뿌리 수는 0.8% 처리구에서 87.6개로 가장 많았으나 다른 처리구와 유의차는 없었다. 뿌리의 길이는 agar 처리구에서 무처리구에 비하여 대체적으로 양호하였다. 그러므로 *D. alelea*의 엽 절편 배양에서 agar의 첨가는 전반적으로 식물체의 재생 및 생장을 촉진하는 것으로 보이며, 적정 농도는 0.6~0.7% 수준인 것으로 생각되었다.

Table 2-70. Effect of agar content on plant regeneration from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture<sup>z</sup>.

Agar (%)	Fresh weight (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	1.2bc <sup>y</sup>	25.5a	0.9c	61.5a	0.5b
0.6	2.1a	49.1a	1.9a	58.3a	1.0ab
0.7	1.9ab	48.9a	1.7a	57.3a	1.5a
0.8	1.6ab	48.2a	1.5ab	87.6a	1.2a
1.0	0.6c	48.8a	1.1bc	41.3a	1.3a

<sup>z</sup>Used 1/2MS medium supplemented with 0.02 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

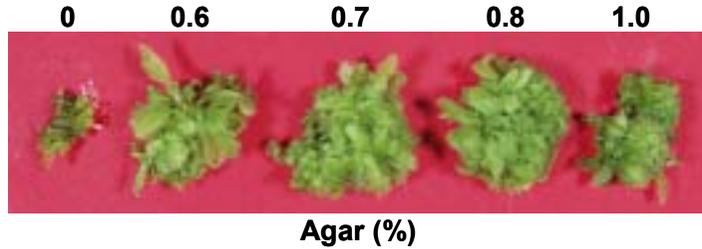


Fig. 2-28. Cultural responses from leaf section of *Drosera alelea* on media with different agar contents for 6 weeks.

**배지 pH의 영향:** 배지의 pH를 4.0~6.0 수준으로 달리 조절하여 엽 절편을 배양한 결과, 재생된 식물체의 수는 pH 4.5인 배지에서 67.7개로 가장 많았으나 다른 처리구와 유의차는 없었다(Table 2-71, Fig. 2-29). 식물체의 성장 및 뿌리의 발달 역시 처리구 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 그러므로 *D. alelea*의 기내배양에서 4.0~6.0의 pH는 식물체 재생 및 생육에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각되었다.

Table 2-71. Effect of medium pH on plant regeneration from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture<sup>z</sup>.

pH	Fresh weight (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
4.0	1.4ab <sup>y</sup>	46.0a	1.4ab	97.8a	1.2a
4.5	1.5ab	67.7a	1.2b	98.9a	1.6a
5.0	1.5ab	56.4a	1.4ab	102.3a	1.8a
5.5	1.9a	48.9a	1.7a	57.3a	1.5a
6.0	1.1b	46.2a	1.2b	89.0a	1.3a

<sup>z</sup>Used 1/2MS medium supplemented with 0.02 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

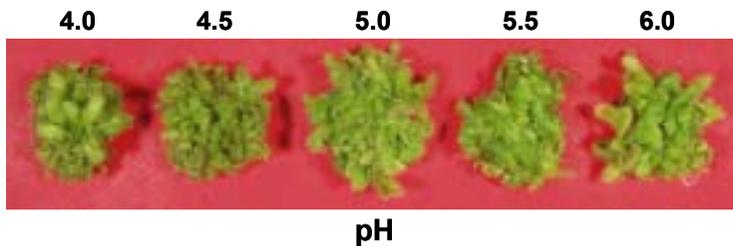


Fig. 2-29. Cultural responses from leaf explant of *Drosera alelea* on media with different pH levels for 6 weeks.

**배양온도의 영향:** 배양온도를 15, 20, 25 및 30℃로 달리하여 엽 절편을 배양한 결과, 25℃에서 61.1개로 가장 많은 수의 식물체가 재생되었다(Table 2-72, Fig. 2-30). 15℃의 경우 모든 절편체가 고사하였고, 20℃에서는 소수의 신초가 재생하였으나 재생된 신초는 뿌리의 발달이 전혀 이루어지지 않는 등 생육이 몹시 불량하였다. 30℃ 처리구의 경우 재생된 식물체가 25℃의 절반 가까이 감소하였으며, 재생된 식물체가 황색을 띠는 등 비정상적인 생장을 보여 *D. alelea*의 기내배양에 부적합한 조건임을 확인할 수 있었다.

Table 2-72. Effect of temperature on plant regeneration from leaf explant of *Drosera alelea* after 6 weeks in culture<sup>z</sup>.

Temperature (°C)	Fresh weight (mg)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
15			Dead		
20	0.04b <sup>y</sup>	14.0b	0.1b	-	-
25	1.0a	61.1a	0.9a	10.8a	0.4a
30	0.3b	36.8ab	0.5b	1.6b	0.1a

<sup>z</sup>Used 1/2MS medium supplemented with 0.02 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

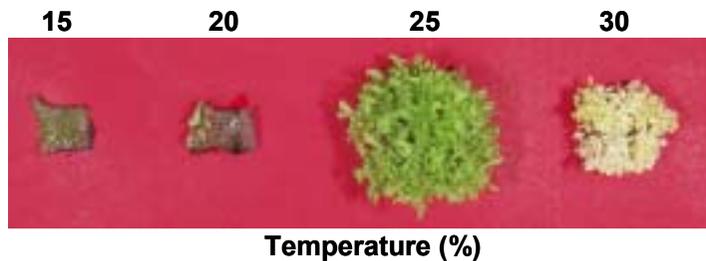


Fig. 2-30. Cultural responses from leaf explant of *Drosera alelea* in different temperatures for 6 weeks.

#### 바. *Darlingtonia californica* 의 1종의 기내배양 조건

##### 1) *Darlingtonia californica*

**생장조절물질의 영향:** *D. californica*의 신초 형성 및 생육에 미치는 성장조절물질의 영향을 알아본 결과, 엽 절편을 재료로 한 실험에서는 모두 고사하여 배양에 적합한 재료가 아님을 알 수 있었다.

유식물체를 재료로 배양한 결과에서 식물체의 생존율은 생장조절물질의 무처리구와 BA 2mg·L<sup>-1</sup>처리구에서 100%로 가장 양호하였으며, 식물체의 증식은 BA 1mg·L<sup>-1</sup>와 BA 2mg·L<sup>-1</sup>를 단용으로 처리한 구에서 각각 21.8개와 20.5개의 신초가 발생하여 가장 좋았다(Table 2-73). 신초의 생장은 BA 2mg·L<sup>-1</sup>의 단용 처리구 및 BA 2mg·L<sup>-1</sup>와 NAA 2mg·L<sup>-1</sup>의 혼용 처리구에서 전반적으로 양호하였던 반면, 뿌리의 발달은 생장조절물질을 첨가하지 않은 배지에서 양호하였다. 그러므로 생장조절물질의 처리가 신초의 증식을 촉진시키는 반면 뿌리의 발달을 억제함을 알 수 있었다.

Table 2-73. Effect of BA and NAA on shoot formation and development from young plantlets of *Darlingtonia californica* after 8 weeks in culture..

Growth regulator (mg·L <sup>-1</sup> )		Percent of survival plants	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Control		100	0.37d <sup>z</sup>	16.15c	1.77abc	0.7a	2.95a
BA 1	NAA 0	95	0.87ab	21.8a	1.41bcde	0.0b	0.1b
	0.5	85	0.76bc	17.5bc	1.73abc	0.1b	0.21b
	1.0	85	0.20def	5.3e	1.53bcd	0.1b	0.11b
	2.0	80	0.15ef	3.4e	1.28cdef	0.1b	0.00b
2	0	100	1.03a	20.5ab	2.10a	0.1b	0.55b
	0.5	90	0.35de	7.0de	1.54bcd	0.0b	0.10b
	1.0	85	0.20def	4.6e	1.49bcde	0.0b	0.10b
	2.0	95	0.17ef	4.6e	2.11a	-	-
5	0	85	0.58c	9.6d	1.82ab	0.1b	0.11b
	0.5	85	0.19def	5.0e	1.67def	0.1b	0.1b
	1.0	75	0.20def	4.1e	0.90f	0.0b	0.05b
	2.0	80	0.13f	3.1e	1.01ef	-	-

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

**배지 종류의 영향:** *D. californica*의 유식물체를 배지 종류별로 배양한 결과, 신초의 발달은 1/2MS와 MS배지에서 각각 22.0개와 19.2개로 가장 좋았으며, 신초의 생장 또한 1/2MS 및 MS배지에서 대체적으로 양호하였다(Table 2-74, Fig. 2-31). 그러나 뿌리의 발달은 1/4MS와 MS배지에서 양호하였고, 1/2MS와 Parlman배지에서는 뿌리의 형성이 전혀 이루어지지 않았다.

Table 2-74. Effect of media on shoot formation and development from young plantlets of *Darlingtonia californica* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Medium	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of root	Root length (cm)
1/4MS	0.78c <sup>y</sup>	13.5c	1.03b	3.6a	2.25a
1/2MS	1.28b	22.0a	1.49a	-	-
MS	1.93a	19.2ab	1.56a	3.0a	2.80a
Parlman	0.50d	16.4bc	1.24b	-	-

<sup>z</sup>Used media contained 2 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

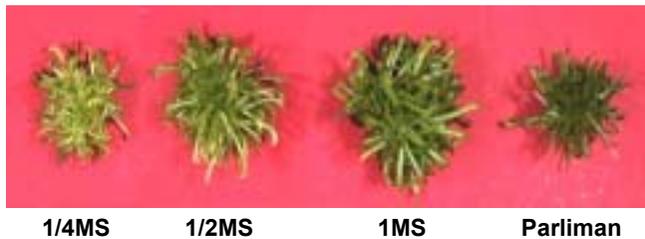


Fig. 2-31. Cultural responses from young plantlets of *Darlingtonia californica* on different media for 8 weeks.

**총 질소함량 및 질소급원비의 영향:** 배지의 총 질소함량이 *D. californica*의 유식물체 생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 신초 형성은 질소원을 MS배지의 1/4배로 첨가한 배지에서 24.8개로 가장 많았으나 다른 처리구와 유의차는 없었다(Table 2-75, Fig. 2-32). 식물체의 성장 또한 MS 질소함량의 1/4배를 첨가한 배지에서 신초 길이 1.7cm로 가장 양호하였으나, 다른 처리구와 유의차는 없었다. 그러므로 MS배지의 다른 무기물 및 비타민 농도를 1/2배 수준으로 첨가할 경우 총 질소함량을 MS의 1/4배만 첨가하여도 *D. californica*의 식물체 증식에는 큰 차이를 보이지 않음을 확인할 수 있었다.

배지에 함유된 암모니아태 질소 및 질산태 질소의 농도비가 유식물체로부터 식물체 증식 및 생장에 미치는 영향을 알아본 결과, 신초 형성은 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>가 10:20mM인 처리구에서 7.4개로 가장 많았으며, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>가 5:25mM인 처리구에서도 신초 수가 5.6개로 비교적 양호하였다(Table 2-76, Fig. 2-33). 반면 신초의 생장은 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았다. 이상의 실험결과에서 *D. californica*의 유식물체 배양에서 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 적정 농도비는 10:20mM임을 알 수 있었다

Table 2-75. Effect of total nitrogen concentration on shoot formation and development from young plantlets of *Darlingtonia californica* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Total nitrogen concentration (mM)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
15	1.49a <sup>y</sup>	24.8a	1.70a	-	-
30	1.28a	22.0a	1.49a	-	-
60	1.33a	17.5a	1.60a	-	-

<sup>z</sup>Used media contained 2 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

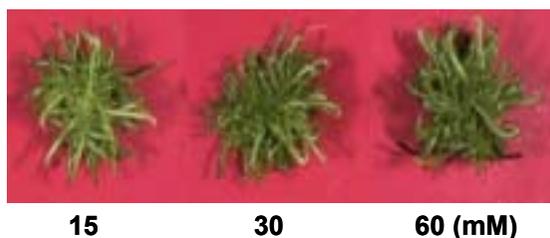


Fig. 2-32. Cultural responses from young plantlets of *Darlingtonia californica* on media with different concentration of nitrogen sources for 8 weeks.

Table 2-76. Effect of nitrogen source ratio on shoot formation and development from young plantlets of *Darlingtonia californica* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> :NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mM)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
30:0	0.07b <sup>y</sup>	1.0d	0.60bc	-	-
25:5	0.10b	2.0cd	1.02a	-	-
20:10	0.10b	1.8cd	1.25a	-	-
15:15	0.23a	4.0bc	0.54c	-	-
10:20	0.24a	7.4a	0.90abc	-	-
5:25	0.13ab	5.6ab	0.98ab	-	-
0:30	0.12b	3.9bc	1.02a	-	-

<sup>z</sup>Used media contained 2 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

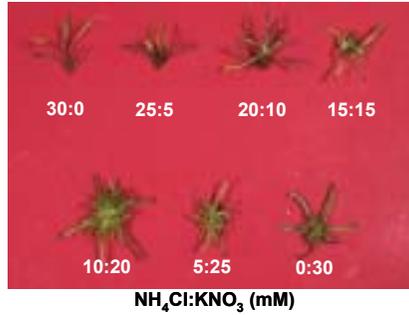


Fig. 2-33. Cultural responses from young plantlets of *Darlingtonia californica* on media with different ratio of  $\text{NH}_4\text{Cl}:\text{KNO}_3$  for 8 weeks.

**Sucrose 농도의 영향:** 배지의 sucrose 농도를 달리하여 *D. californica*의 유식물체를 배양한 결과, 신초 증식은 대부분의 처리구에서 무처리구에 비하여 향상되었다(Table 2-77). 특히 2% 및 3%에서 각각 26.6개 및 22.0개로 가장 양호하였다. 반면 sucrose의 농도가 4% 이상 높아질 경우 신초의 증식은 오히려 감소하였다. 신초의 생장은 모든 농도 구간에서 큰 차이를 보이지 않았다. 그러므로 *D. californica*의 유식물체 배양에서 적정 sucrose 농도는 2~3%인 것으로 생각되었다.

Table 2-77. Effect of sucrose concentration on shoot formation and development from young plantlets of *Darlingtonia californica* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Sucrose (%)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	0.12d <sup>y</sup>	6.1d	1.18b	-	-
1	0.37c	11.9c	1.49a	-	-
2	0.90b	26.6a	1.21b	-	-
3	1.28a	22.0a	1.49a	-	-
4	1.08ab	16.6b	1.35ab	-	-
5	1.05ab	10.1cd	1.45a	-	-

<sup>z</sup>Used 1/2MS medium supplemented with 2 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

**활성탄의 영향:** 활성탄의 첨가량을 0~2%로 달리하여 유식물체를 배양한 결과, 신초의 수는 활성탄 무처리구에서 22.0개로 가장 많았으며, 모든 활성탄 첨가 배지에서는 신초 수가 무처리구의 절반 이상 감소하였다(Table 2-78, Fig. 2-34). 반면 신초의 생장 및 뿌리의 발달은 활성탄을 첨가하지 않은 배지에 비하여 모든 활성탄 첨가 배지에서 현저히 향상되었는데, 이는 활성탄이 생장조절물질을 흡수함으로써 신초 증식은

저하되는 반면, 식물체의 정상적인 형태발달이 촉진되기 때문인 것으로 생각되었다.

Table 2-78. Effect of activated charcoal on shoot formation and development from young plantlets of *Darlingtonia californica* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Activated charcoal (%)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	1.28a <sup>y</sup>	22.0a	1.49c	-	-
0.5	0.36b	10.3b	2.06b	7.2ab	2.06a
1	0.39b	11.1b	2.06b	4.8b	1.01a
2	0.37b	6.1b	2.59a	8.25a	1.44a

<sup>z</sup>Used 1/2MS medium supplemented with 2 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05



Fig. 2-34. Cultural responses from young plantlets of *Darlingtonia californica* on media with different contents of activated charcoal for 8 weeks.

**Agar 농도의 영향:** 배지의 agar 첨가량을 달리하여 *D. californica*의 유식물체를 배양한 결과, 신초 증식은 액체배지 및 0.7%의 agar를 첨가한 배지에서 21.9개 및 22.0개로 비교적 양호하였으나 다른 처리구와 유의차는 없었다(Table 2-79, Fig. 2-35). 반면 신초의 생장은 agar를 첨가하지 않은 액체배지에서 신초 길이 2.33cm로 가장 양호하였다. 그러므로 agar를 첨가한 고체배지에 비하여 액체배지가 *D. californica*의 유식물체 배양에 보다 적합한 것으로 생각되었다.

Table 2-79. Effect of agar contents on shoot formation and development from young plantlets of *Darlingtonia californica* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Agar (%)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	2.06a <sup>z</sup>	21.9a	2.33a	-	-
0.6	1.38b	18.8a	1.63b	-	-
0.7	1.28b	22.0a	1.49b	-	-
0.8	0.72c	15.9a	1.18c	-	-

<sup>z</sup>Used 1/2MS medium supplemented with 2 mg · L<sup>-1</sup> BA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

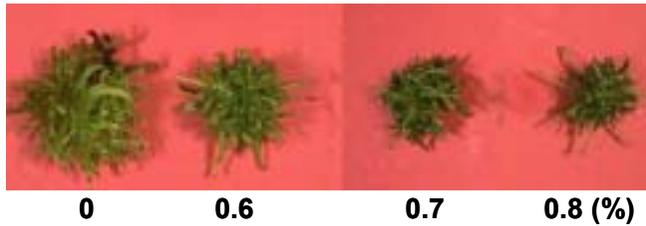


Fig. 2-35. Cultural responses from young plantlets of *Darlingtonia californica* on media with different agar contents for 8 weeks.

## 2) *Heliophora minor*

**생장조절물질의 영향:** *H. minor*의 기내배양에서 신초 형성 및 생육에 미치는 성장조절물질의 영향을 알아본 결과, 엽 절편을 재료로 이용한 실험에서는 모두 고사하여 배양에 적합한 재료가 아님을 알 수 있었다.

유식물체를 재료로 이용한 실험에서 생존율은 BA  $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 과 NAA  $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 혼용배지와 BA  $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 과 NAA  $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 혼용배지, 그리고 BA  $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 과 NAA  $0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 혼용배지에서 100%로 양호하였다(Table 2-80). 신초 형성은 BA  $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 과 NAA  $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 혼용배지를 비롯하여 BA  $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 과 NAA  $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 혼용배지, 그리고 BA  $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 과 NAA  $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 혼용배지에서 각각 10.0개, 10.2개 및 9.3개로 다른 처리구보다 활발하였다. 이들 처리구의 경우 신초의 성장 또한 비교적 양호하였는데, 특히 BA  $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 과 NAA  $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 혼용 첨가하였을 때 신초형성 및 생육이 가장 양호하였다.

이상의 실험결과에 의하면 *H. minor*의 기내배양에서 BA  $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 과 NAA  $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 혼용 처리함으로써 신초 증식 및 식물체의 생육을 향상시킬 수 있을 것으로 생각되었다.

Table 2-80. Effect of BA and NAA on shoot formation and development from young plantlets of *Heliamphora minor* after 8 weeks in culture.

Growth regulator (mg·L <sup>-1</sup> )		Percent of survival plants	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Control		60	0.11c <sup>z</sup>	2.5e	1.05cd	-	-
BA 1	NAA 0	85	0.26bc	6.3bcd	1.48bc	0.1a	0.05a
	0.5	60	0.24bc	7.7abc	1.02cd	-	-
	1.0	100	0.55a	10.0a	2.26a	-	-
	2.0	100	0.69a	10.2a	2.38a	-	-
2	0	70	0.35b	7.7abc	1.25cd	-	-
	0.5	100	0.55a	8.4abc	1.96ab	-	-
	1.0	95	0.55a	7.7abc	2.21a	-	-
	2.0	95	0.66a	9.3ab	2.31a	-	-
5	0	75	0.23bc	6.4bcd	1.09cd	-	-
	0.5	75	0.28bc	5.0cde	1.28cd	-	-
	1.0	75	0.18bc	2.7e	1.01cd	-	-
	2.0	50	0.20bc	3.6de	0.85d	-	-

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

**MS배지 농도의 영향:** 배지 종류를 달리하여 *H. minor*의 유식물체를 배양한 결과, 신초의 증식률은 무기영양물질의 농도가 높은 MS에서 신초 수 13.1개로 가장 높았으며 Parlman배지에서도 10.8개로 비교적 양호하였다(Table 2-81, Fig. 2-36). 그러나 신초의 성장 및 뿌리의 발달은 1/4MS배지에서 가장 활발하였다. 그러므로 *H. minor*의 유식물체 배양에서 신초 증식에는 고농도의 무기영양분이 요구되지만, 반면 높은 농도의 영양물질은 식물체의 생육을 저해하는 것으로 생각되었다.

Table 2-81. Effect of media on shoot formation and development from young plantlets of *Heliamphora minor* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Medium	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
1/4MS	1.06b <sup>y</sup>	4.5c	4.16a	27.0a	1.51a
1/2MS	1.32a	9.7b	4.12a	16.8b	1.19a
1MS	0.82c	13.1a	2.43b	-	-
Parlman	0.44d	10.8ab	1.55c	-	-

<sup>z</sup>Used media supplemented with 1 mg · L<sup>-1</sup> BA and 2 mg · L<sup>-1</sup> NAA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

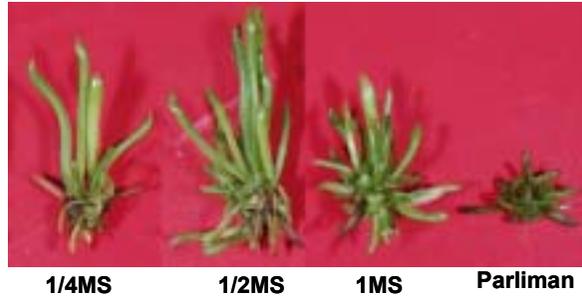


Fig. 2-36. Cultural responses from young plantlets of *Heliamphora minor* on different media for 8 weeks.

**총 질소함량 및 질소급원비의 영향:** 배지의 총 질소함량이 *H. minor*의 유식물체 배양에 미치는 영향을 알아본 결과, 신초 증식은 총 질소함량이 MS배지의 1/2배인 농도에서 9.7개로 가장 양호하였다(Table 2-82, Fig. 2-37). 신초의 생장은 MS의 1/4~1/2배 농도의 질소원을 함유한 배지에서 양호하였으며, 뿌리의 형성 및 생장은 1/4배 농도에서 가장 양호하였다. 반면 MS의 1배 농도구에서는 뿌리가 전혀 형성되지 않았다. 그러므로 MS배지에 함유된 질소원의 농도는 *H. minor*의 뿌리 발달을 저해하는 것으로 생각되었다.

배지에 함유된 암모니아태 질소와 질산태 질소의 농도비가 유식물체 배양에 미치는 영향을 알아본 결과, 식물체의 증식 및 생장은  $\text{NH}_4\text{Cl}:\text{KNO}_3$ 의 농도비가 15:15mM, 10:25mM 및 5:25mM인 처리구에서 전반적으로 양호하였는데, 특히 신초의 증식은  $\text{NH}_4\text{Cl}:\text{KNO}_3$ 의 농도비가 5:25mM인 처리구에서 가장 왕성하였다.(Table 2-83, Fig. 2-38).

Table 2-82. Effect of total nitrogen concentraion on shoot formation and development from young plantlets of *Heliamphora minor* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Total nitrogen concentration (mM)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
15	1.17a <sup>y</sup>	5.5b	3.77a	24.6a	1.21a
30	1.32a	9.7a	4.12a	16.8b	1.19a
60	0.40b	6.4b	1.19b	-	-

<sup>z</sup>Used 1/2MS media supplemented with 1 mg · L<sup>-1</sup> BA and 2 mg · L<sup>-1</sup> NAA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

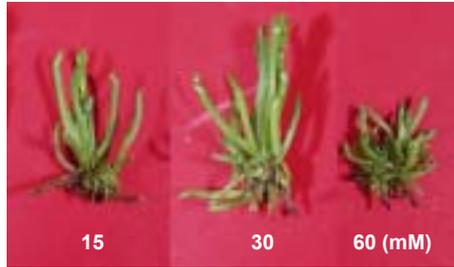


Fig. 2-37. Cultural responses from young plantlets of *Heliamphora minor* on on media with different concentration of total nitrogen sources for 8 weeks.

Table 2-83. Effect of nitrogen source ratio on shoot formation and development from young plantlets of *Heliamphora minor* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> :NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mM)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
30:0	1.22e <sup>y</sup>	1.5d	1.49d	-	-
25:5	0.38d	3.7c	2.3c	-	-
20:10	0.94bc	6.1b	3.59ab	-	-
15:15	1.33a	10.0a	3.70ab	6.9a	0.79a
10:20	1.07ab	6.7b	3.75a	11.8a	0.70a
5:25	1.09ab	10.2a	3.28b	7.3a	1.15a
0:30	0.70c	7.2b	2.6c	-	-

<sup>z</sup>Used 1/2MS media supplemented with 1 mg · L<sup>-1</sup> BA and 2 mg · L<sup>-1</sup> NAA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

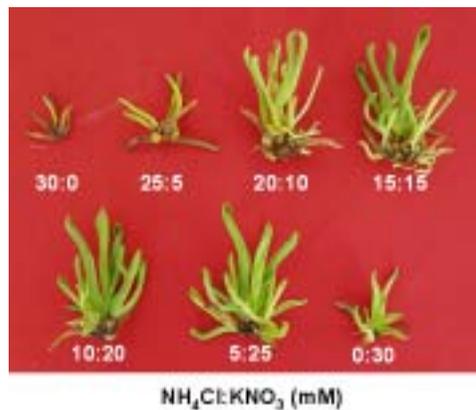


Fig. 2-38. Cultural responses from young plantlets of *Heliamphora minor* on on media with different ratios of NH<sub>4</sub>Cl:KNO<sub>3</sub> for 8 weeks.

**Sucrose 농도의 영향:** sucrose 농도를 각각 달리한 배지에서 유식물체를 배양한 결과, 신초 수는 1% 및 2% 농도구에서 12.3개와 13.6개로 다른 처리구 보다 많이 형성되

었다(Table 2-84). 신초의 생장은 3% 처리구에서 신초 길이 4.12cm로 가장 양호하였는데, 뿌리의 발달 및 생장은 3~4%의 고농도에서 전반적으로 왕성하였다. 그러므로 *H. minor*의 신초 증식에는 비교적 낮은 농도(1~2%)의 sucrose를 필요로 하는 반면, 뿌리의 발달은 비교적 높은 농도(3~5%)에서 활성화되는 것을 알 수 있었다.

Table 2-84. Effect of sucrose concentration on shoot formation and development from young plantlets of *Heliophora minor* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Sucrose (%)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	0.11d <sup>y</sup>	2.7c	1.83d	2.0b	0.40b
1	0.59c	12.3a	3.03c	-	-
2	0.88b	13.6a	3.52b	2.0b	0.29b
3	1.32a	9.7b	4.12a	16.8ab	1.19ab
4	0.87b	7.7b	3.55b	24.9a	1.40a
5	0.77bc	7.4b	3.05c	30.5a	1.14ab

<sup>z</sup>Used 1/2MS media supplemented with 1 mg · L<sup>-1</sup> BA and 2 mg · L<sup>-1</sup> NAA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

**활성탄의 영향:** 배지에 활성탄의 첨가량을 달리하여 유식물체를 배양한 결과, 신초 수는 무처리구에서 9.7개로 가장 많았으나 다른 처리구와 유의차는 없었다(Table 2-85, Fig. 2-39). 반면 신초의 성장 및 뿌리의 발달은 활성탄 처리구에 비하여 무처리구에서 월등히 향상되었다. 그러므로 *H. minor*의 유식물체 배양의 경우 배지에 활성탄을 첨가하지 않은 것이 신초 증식 및 식물체 생육에 좋을 것으로 생각되었다.

Table 2-85. Effect of activated charcoal on shoot formation and development from young plantlets of *Heliophora minor* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Activated charcoal (%)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	1.32a <sup>y</sup>	9.7a	4.12a	16.8a	1.19a
0.5	0.5b	8.5a	2.12b	1.8b	0.78a
1	0.49b	7.9a	1.97b	2.3b	0.77a
2	0.57b	7.8a	2.20b	2.5b	1.16a

<sup>z</sup>Used 1/2MS media supplemented with 1 mg · L<sup>-1</sup> BA and 2 mg · L<sup>-1</sup> NAA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

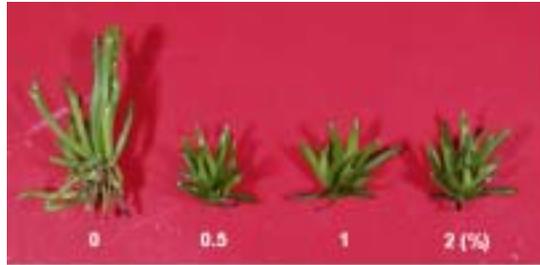


Fig. 2-39. Cultural responses from young plantlets of *Heliamphora minor* on on media with different contents of activated charcoal for 8 weeks.

**Agar 농도의 영향:** 배지의 agar 농도를 0~1%로 달리하여 유식물체를 배양한 결과, 신초 형성은 0.6% agar 첨가구에서 14.8개로 가장 많았다(Table 2-86, Fig. 2-40). 반면 신초의 성장 및 뿌리의 발달은 0.7% agar 농도구에서 다른 처리구에 비하여 다소 양호한 것으로 조사되었다.

Table 2-86. Effect of agar content on shoot formation and development from young plantlets of *Heliamphora minor* after 8 weeks in culture<sup>z</sup>.

Agar (%)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	0.83bc <sup>y</sup>	11.2bc	3.25b	5.0b	0.48b
0.6	1.06b	14.8a	3.42b	3.4b	0.36b
0.7	1.13a	9.7c	4.11a	17.4a	1.18a
1.0	0.79c	13.6ab	3.26b	6.8b	0.54b

<sup>z</sup>Used 1/2MS media supplemented with 1 mg · L<sup>-1</sup> BA and 2 mg · L<sup>-1</sup> NAA.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05



Fig. 2-40. Cultural responses from young plantlets of *Heliamphora minor* on on media with different agar contents for 8 weeks.

## 4. 적 요

본 연구는 식충식물의 기내증식에 미치는 배양재료, 배지 종류, 배지구성물질(생장조절제, 질소, sucrose, 활성탄, 산화방지제, agar) 및 pH의 영향 등을 구명하여 대량번식체계를 확립하기 위하여 실시하였다.

### 가. *Dionaea muscipula*

과리지옥의 조직배양에 적합한 재료로는 엽병의 상부조직으로 절편체당 많은 식물체가 재생되었다. 배지별로는 변형 Parlman배지에서 가장 왕성한 식물체 재생을 보였다. 실험에 사용한 여러 종류의 배지와 성장조절제의 조합 중에서 변형 Parlman배지를 기본으로 하여 kinetin 5 $\mu$ M과 IAA 1 $\mu$ M을 혼용한 처리구에서 절편체당 39.8개의 가장 많은 식물체가 재생되었으며, 식물체의 생육도 왕성하였다. 식물체의 재생은 agar 0.6%를 첨가하였을 경우에 가장 왕성하였으며 식물체의 생육은 agar의 농도가 낮아질수록 양호하였다.

MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O와 CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O의 첨가는 식물체의 증식에 효과적으로 작용하였으며, 적정 농도는 MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 22.3mg·L<sup>-1</sup>와 CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 0.025mg·L<sup>-1</sup>로 가장 많은 식물체가 재생되었다. 산화방지제인 PVP, DTT, DTE를 첨가하여 배양하였을 경우에는 식물체의 재생과 생장에 오히려 억제적으로 작용하였다. Ascorbic acid와 citric acid는 전반적으로 식물체의 재생을 촉진하는 경향을 보였으며 ascorbic acid를 고농도로 첨가한 구(200mg·L<sup>-1</sup>)에서 가장 우수한 결과를 보였다. 활성탄은 식물체의 재생과 생육에 밀접한 영향을 미쳤다. 고농도인 2%에서 절편체당 88.5개로 아주 많은 식물체 재생을 보였다. 4주까지 암 전처리 기간이 증가할수록 재생된 식물체의 수가 증가하고 성장도 왕성하게 일어나는 경향을 보였다.

### 나. *Drosera*속 6종 식물

6종의 *Drosera*속 식물들은 여러 종류의 기내 배양조건에 각각 다르게 반응하였다. MS배지를 기본으로 하여 kinetin과 IAA를 혼용한 경우 kinetin 0.02~0.05 $\mu$ M과 IAA 0.005 $\mu$ M를 첨가한 배지에서 가장 많은 식물체가 재생되었고 생육도 왕성하였다. *Drosera*속 식물들은 일반적으로 영양분의 요구도가 낮아 *D. binata*, *D. capensis*, *D. burmanni*는 1/4MS배지에서 *D. spatulata*와 *D. tokaiensis*는 1/2MS배지에서 가장 많은 식물체가 재생되었다. 대부분의 *Drosera*속 식물들은 식물체의 재생과 생장에 질소원의 요구도가 낮아 *D. tokaiensis*와 *D. burmanni*(1/2배)를 제외

한 *D. binata*, *D. capensis*, *D. spatulata*, *D. rotundifolia*의 경우 MS배지의 1/4배에서 가장 많은 식물체가 재생되었다.

적정 sucrose의 농도는 식물의 종마다 달라 *D. binata*, *D. burmanni*와 *D. spatulata*의 경우 4%에서 *D. capensis*는 3%에서 *D. tokaiensis*는 2% 그리고 *D. rotundifolia*는 1%에서 무처리구에 비해 많은 식물체의 재생을 보였다. 대부분 활성탄은 식물체의 재생에 효과적이었으나 뿌리의 형성은 억제되는 경향이였다. *D. binata*, *D. burmanni*, *D. spatulata*는 0.05%에서, *D. capensis*, *D. tokaiensis*, *D. rotundifolia*는 0.01%에서 가장 많은 식물체 재생을 보였다. 식물체 재생은 0.6%의 agar를 첨가한 배지에서 가장 좋은 결과를 보인 *D. capensis*와 *D. spatulata*를 제외한 모든 식물들이 액체배지에서 가장 효과적이였다. pH 실험의 결과 *D. binata*는 pH 5.0, *D. spatulata*와 *D. burmanni*는 pH 4.5, 그리고 *D. tokaiensis*는 pH 5.5에서 가장 많은 식물체 재생을 보였다.

#### 다. *Byblis liniflora*

*B. liniflora*의 기내 미세번식방법을 확립하기 위하여 절간을 배양재료로 하여 생장조절물질의 종류 및 농도가 신초증식과 캘러스 형성에 미치는 영향을 조사하였다. 가장 많은 수의 신초가 발달된 배지는 BA 10 $\mu$ M와 IAA 2 $\mu$ M을 혼용한 처리구로 절편체당 16.7개가 생성되었다. 캘러스 형성은 BA 10 $\mu$ M 처리구에서 가장 많이 유기되었다.

#### 라. *Sarracenia purpurea*

본 실험에서 *S. purpurea*의 기내 영양번식에는 무균발아시킨 유식물체를 재료로 이용하였다. 신초 증식은 kinetin 1mg · L<sup>-1</sup>과 NAA 1mg · L<sup>-1</sup>을 혼용한 배지에서 가장 왕성하였다. Sucrose는 신초 증식에 매우 효과적이었으며 적정 농도는 5%였는데, 반면 배지의 pH는 신초 형성에 큰 영향을 미치지 않았다. Ascorbic acid와 citric acid의 첨가는 전반적으로 신초 증식을 향상시켰으며, 활성탄의 적정 첨가량은 0.5%였다. 절편체의 재생능은 배지 종류 및 agar 함량에 의하여 영향을 받았는데, 가장 많은 식물체 수는 Parliman 액체배지에서 얻어졌다.

#### 마. *Drosera alelea*

*D. alelea* 엽 절편 배양에서 신초 형성율은 BA 0.02mg · L<sup>-1</sup> 또는 BA 0.05mg · L<sup>-1</sup>가 첨가된 배지에서 가장 높았다. 배지 종류별 처리에서는 변형된 Parliman배지에서 재생된 신초 수가 가장 많았으며, 뿌리의 발달은 1/4MS배지에서 가장 우수하였다. 배지의

총 질소함량이 MS의 1/4배인 배지에서 신초 형성이 가장 활발하였으며,  $\text{NH}_4\text{Cl}:\text{KNO}_3$ 의 적정 비율은 15:15mM이었다. Sucrose 3~4%의 배지에서 식물체 재생 및 뿌리의 발달이 양호하였고, 1.0%의 활성탄을 첨가한 배지에서 신초 형성이 촉진되었다. Agar의 첨가량을 달리하여 엽 절편을 배양한 결과, 신초 형성은 액체배지에서 가장 활발하였고, 식물체의 생육은 0.6~0.7%에서 우수하였다. *D. alelea* 엽 절편 배양에서 신초 형성에 적합한 온도는 25°C였다.

#### 바. *Darlingtonia californica*

*D. californica*의 유식물체를 재료로 하여 배양한 결과, 신초증식은  $\text{BA } 2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 단용으로 한 처리구에서 1/2MS배지에서 가장 양호하였다. 총 질소함량을 달리하여 배양한 결과 전체적으로 커다란 생육의 차이가 관찰되지 않았던 반면,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 와  $\text{KNO}_3$ 의 적정 농도비는 10:20mM이었다. 적정 sucrose 농도는 3%였으며, 활성탄 농도별 실험에서는 무첨가구에서 신초형성이 가장 양호하였다. 또한 agar를 첨가하지 않는 액체배지에서 생체중 및 신초의 생육이 향상되었다.

#### 사. *Heliamphora minor*

*H. minor*의 유식물체를 재료로 하여 배양한 결과,  $\text{BA } 1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 과  $\text{NAA } 2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 혼용첨가 하였을 때 신초형성 및 생육이 가장 양호하였다. 신초 재생력은 배지종류에 따라 달랐는데, MS배지에서 가장 많은 신초 수가 형성된 반면 생장은 1/4MS에서 보다 향상하였다. 총 질소함량별 실험에서는 MS배지의 1/2~1/4 농도에서 신초의 형성이 가장 좋았다. 신초의 형성은  $\text{NH}_4\text{Cl}:\text{KNO}_3$  5:25mM 처리구에서 보다 효과적이었던 신초의 생육은 15:15mM 처리구에서 가장 왕성하였다. 전반적으로 저농도의 sucrose(1~2%) 처리구에서 신초형성이 효과적이었다. 적정 agar 첨가량은 0.6%였으며, 활성탄을 첨가하지 않은 액체배지에서 신초의 형성 및 생육이 가장 양호하였다.

## 제 3 절 기내배양묘의 순화조건 확립

### 1. 서 언

최근 많은 식물에서 무균종자 또는 성장점 등을 배양하여 무병주를 생산하는 기내

대량번식기술이 보편화됨에 따라 기내번식시 증식효율 및 발근율을 높이기 위한 연구들이 수행되고 있으나, 인위적인 배양조건에서 일정기간동안 성장한 유묘들을 온실이나 포장에 직접 이식하였을 때 낮은 생존율이 문제가 되곤 한다(Kwon 등, 2004). 즉 기내에서 증식된 식물체를 기외에 이식하는 과정에서 발생하는 비효율성이 많은 작물에서 상업적인 기내 대량생산을 제한하는 요인으로 작용할 수 있다(Stasolla와 Yeung, 2003).

기내배양된 식물체는 작고 밀폐된 공간에서 성장하였기 때문에 일반 식물체에 비해 큐티클 왁스층의 감소, 기공 개폐능의 부족 등 표피조직과 엽육조직의 발달이 미약한 상태이다. 또한 기외이식시 온도의 편차가 심해지고 습도가 배양용기 내에 비하여 낮아지며, 반면 광도는 높아지는 등의 환경적인 변화에 의하여 식물체가 스트레스를 받기 때문에 순화의 과정은 필수적이다(Osório 등, 2005). 토양에 이식된 기내배양묘의 생육을 원활히 하고 또한 충분한 개체수를 증식시키기 위해서는 일정기간 동안 수분함량, 온도, 광량, 그리고 배양토의 무기질 농도 등과 같은 외부 환경인자들을 적절히 조절하여 배양묘가 받게 되는 환경 스트레스를 감소시켜 줌으로써 외부환경에 적응할 수 있도록 조절해줘야 한다(Zhou 등, 2005; Estrada-Luna 등, 2001; Pospóšilová 등, 1999).

본 연구는 기내배양된 식충식물들의 유식물체를 토양에 이식하는 과정에서 식물체의 생존율 및 생육상태를 높이기 위하여, 순화에 적합한 토양종류와 온도 및 차광조건을 구명하고 종에 따라 관수방법 및 피복처리가 식물체의 순화에 미치는 영향을 조사하여 적정 순화조건을 확립하고자 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 기외순화 조건 탐색 1차 실험 (*Dionaea muscipula* 와 *Drosera tokaiensis*)

1) 실험재료: *Dionaea muscipula*와 *Drosera tokaiensis*의 기내배양묘에서 한천을 깨끗이 제거한 후 다짜가렌 1,000배액에 1시간 침지하여 표면살균하여 실험재료로 사용하였다.

2) 적정 배양토의 구명: 기내배양묘의 순화 시 배양토가 식물생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 코코피트, 피트모스, 버미큐라이트를 단용 및 혼용으로 처리한 10종의 배양토(Table 3-1)를 설정하여 각 처리당 식물체를 10반복으로 정식하였다. 실험은 총

북대학교 원예과학과의 유리온실에서 실시하였으며, 저면관수로 12주간 재배하였다.

Table 3-1. Soil compositions used in 1st experiment for optimum condition of *in vivo* transplanting of shoots growing *in vitro*.

Code	Soil composition
C	Cocopeat
P	Peatmoss
V1	Cocopeat : Vermiculite = 2 : 1
CV2	Cocopeat : Vermiculite = 3 : 1
CPe1	Cocopeat : Perlite = 2 : 1
CPe2	Cocopeat : Perlite = 3 : 1
PV1	Peatmoss : Vermiculite = 2 : 1
PV2	Peatmoss : Vermiculite = 3 : 1
PPe1	Peatmoss : Perlite = 2 : 1
PPe2	Peatmoss : Perlite = 3 : 1

3) **적정 재배온도 구명:** 기내배양묘의 기외순화시 재배온도가 식물생육에 미치는 영향을 구명하기 위하여, 피트모스로 충전한 직경 9cm 비닐포트에 식물체를 1주씩 정식한 후 15, 20, 25 및 30℃로 설정한 성장상(Vision, KG-8407-800, 한국)에서 재배하였다. 성장상의 조건은 명 16시간, 암 8시간, 습도 90%로 유지하였으며, 온도구당 10반복으로 8주간 저면관수하였다.

모든 실험은 초폭, 초장, 엽수, 엽폭, 엽장 등의 지상부 형질과 생체중을 조사하였으며, 엽색의 분석을 위해 분광광도계(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech, 스웨덴)를 이용하여 식물체 잎의 안토시아닌과 클로로필 함량을 측정하였다.

#### 나. 기외순화 조건 탐색 2차 실험 (*Drosera aliciae* 외 4종)

1) **실험재료:** *Drosera aliciae*, *Drosera capensis red*, *Drosera esmelerdae*, *Drosera intermedia*, *Drosera rotundifolia*의 기내배양묘를 사용하였다.

2) **적정 배양토의 구명:** 기내배양묘의 기외순화시 배양토가 식물생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 원예용상토, 코코피트, 피트모스, 버미큘라이트를 단용 및 혼용으로 6종류의 배양토를 설정한 후 각 처리당 10반복으로 식물을 식재하여 충북대학교 원예학과 유리온실에서 12주간 저면관수로 재배하였다.

3) **적정 배양온도의 구명 :** 순화시 적정 생육온도를 구명하기 위하여 15, 20, 25 및

30℃로 설정한 생장상(Vision, KG-8407-800, 한국)에서 실험을 실시하였으며, 생장상의 조건은 명 16시간, 암 8시간, 습도 90%로 유지하였다. 기내배양묘는 피트모스로 충진한 직경 9cm 비닐포트에 1주씩 정식한 후 각 온도구당 10반복으로 12주간 저면관수로 재배하였다. 재배 후 생체중, 신초 수와 길이, 뿌리의 수와 길이 등을 조사하였다.

**4) 적정 차광율의 구명:** 기내배양묘의 순화 시 차광율이 식물생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 식물체를 피트모스로 충진한 직경 9cm 비닐포트에 1주씩 정식한 후 각 0, 30, 50, 70, 90%로 차광시킨 비가림시설에서 차광율 당 10반복으로 재배하였다. 재배 12주 후 생체중, 신초 수와 길이, 뿌리의 수와 길이 등을 조사하였다.

#### 다. 기외순화 조건 탐색 3차 실험 (*Byblis filifolia* 와 *Nepenthes ventricosa*)

1) 실험재료: *B. filifolia*와 *N. ventricosa*의 기내배양묘를 실험재료로 사용하였다.

2) 적정 배양토의 구명: 기내배양묘의 기외순화시 식물생육에 미치는 배양토의 영향을 알아보기 위하여, 원예용 상토, 무비상토, 피트모스, 피트모스:펄라이트=2:1 등 4종류의 배양토를 설정하여 각 처리구당 10반복으로 이식한 후 충북대학교 원예학과의 유리온실에서 10주간 저면관수로 재배하였다.

3) 적정 관수방법의 구명: 기내배양묘의 기외순화시 관수방법이 식물생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 저면관수 혹은 표면관수로 관수방법을 달리하여 실험하였다. 배양묘는 피트모스로 충진한 직경 9cm 비닐포트에 1주씩 처리당 10반복으로 정식한 후 비가림시설에서 재배하였다. 저면관수의 경우 지속담수, 1회/일, 2회/일 (30분간 담수) 등 3종의 처리를 실시하였으며, 표면관수의 경우 1회/일 및 2회/일 등 2종의 관수방법을 사용하였다.

4) 적정 차광율의 구명: 기내배양묘의 순화시 차광율이 식물생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 배양묘를 피트모스로 충진한 직경 9cm 비닐포트에 1주씩 정식한 후 각 0, 30, 50, 70, 90%로 차광시킨 비가림시설에서 차광율당 10반복으로 처리하였다. 재배 10주 후 생체중, 신초 수와 길이, 뿌리의 수와 길이 등을 조사하였다.

5) 피복효과의 구명: 기내배양묘의 기외순화시 피복처리 기간이 식물생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 배양묘를 피트모스로 충진한 직경 9cm 비닐포트에 1주씩 정

식한 후 비닐 랩을 이용하여 0, 1, 2, 4주간 피복한 후 제거하였다. 이들을 각각 10주간 재배한 후 생체중, 신초 수와 길이, 뿌리의 수와 길이 등을 조사하였다.

**6) 발근촉진제 처리효과 구명:** 기내배양묘의 기외순화시 발근촉진제의 처리가 식물 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, Ruton, IAA(100, 200, 400mg · L<sup>-1</sup>), 및 IBA(100, 200, 400mg · L<sup>-1</sup>)로 침지처리한 후 피트모스로 충전한 직경 9cm 비닐포트에 1주씩 정식하였다. 관수는 30분씩 2회/일 저면관수 하였으며, 70% 차광시킨 비가림시설에서 재배하였다. 10주 재배 후 생존율, 생체중, 분지수, 초장, 초폭, 엽수, 엽장, 엽폭, 근수, 근장 등을 조사하였다.

#### 라. 기외순화 조건 탐색 4차 실험 (*Brochinia reducta* 외 16종)

**1) 실험재료:** *Brochinia reducta*, *Byblis filifolia*, *Cephalotus forlicularis*, *Dionaea muscipula* 'E', *Drosera burmanni*, *Drosera lanata*, *Drosera petiolarlis* 'all red', *Drosera occidentalis* 'pink flower', *Drosera occidentalis* 'white flower', *Drosera regia*, *Darlingtonia californica*, *Heliophora minor*, *Sarracenia leucophylla* f. red tubes, *Sarracenia purpurea*, *Pinguicula ehlersae*, *Pinguicula moranensis*, *Pinguicula primuiflora* 등의 기내배양묘를 재료로 사용하였다.

**2) 적정 배양토의 구명:** 본 실험에 사용된 토양 종류는 식충식물용 무비상토(상토박사, 토비테크, 한국)를 비롯하여 피트모스(Sunshine, 캐나다) 단용, 피트모스와 펄라이트(뉴-그린, 성현, 한국), 피트모스와 마사를 각각 5:1, 4:1, 3:1로 혼용한 토양 등 총 8종이었다. 실험환경은 70% 차광처리된 비가림시설에서 가슴기(JA-1200, 중앙기술산업, 한국)를 가동하였으며, 관수는 매일 오전 10시에 30분간 저면관수 하였다. 기외이식 후 5주가 경과된 후 식물의 생존율과 생체중, 신초 수, 초장, 초폭, 뿌리수, 뿌리길이를 조사하였다. 조사기간 동안의 평균온도는 24.8℃, 평균습도는 85.9%이었다.

**3) 적정 관수방법의 구명:** 기내배양한 *Darlingtonia californica*와 *Heliophora minor*의 유식물체를 실험재료로 사용하였다. 관수처리는 표면관수 1일 1회(아침 10시 관수)와 저면관수를 각각 1일 1회-15, 30, 45분, 1일 2회(아침 10시와 오후 4시 실시)-15, 30, 45분, 2일 1회-15, 30, 45분으로 총 10처리를 하였다. 배양토는 피트모스(Sunshine, Canada)와 펄라이트(뉴-그린, 성현, 한국)를 4:1로 혼용하여 사용하였으며, 2종 공히 12개체씩 3반복으로 실험하였다. 실험환경은 70% 차광된 비가림시설에서 가

습기(JA-1200, 중앙기술산업, 한국)를 가동하였다. 정식일로부터 5주 후에 생존율과 생체중, 신초 수, 초장, 초폭, 뿌리 수, 뿌리길이를 조사하였다. 실험기간 중 평균온도는 24.8℃, 평균습도는 85.9%이었다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. *Dionaea muscipula* 외 1종의 기외순화

##### 1) *Dionaea muscipula*

배양토의 영향 : *D. muscipula*는 배양토에 따른 생육의 차이는 볼 수 없었다(Table 3-2). 또한 배양토에 따라서 *D. muscipula*의 안토시아닌 함량은 162.5~473.13  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  이었고 클로로필 함량은 8.3599~9.5991  $100\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 범위로 조사되어 큰 차이는 관찰되지 않았다(Fig. 3-1).

Table 3-2. Effect of medium on morphological characteristics in *Dionaea muscipula* after 12 weeks in culture.

Code <sup>z</sup>	Plant width (cm)	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh wt. (g)
C	1.8 abcd <sup>y</sup>	1.2 ab	10.8 b	0.3 bcd	1.1 ab	0.09 bc
P	1.7 bcd	1.1 ab	14.5 ab	0.4 abc	0.9 ab	0.13 abc
CV1	1.6 d	1.0 ab	12.3 ab	0.3 bcd	0.8 ab	0.07 bc
CV2	1.6 cd	1.2 ab	12.2 ab	0.2 cd	1.0 ab	0.03 c
CPe1	2.4 abc	1.3 a	11.5 ab	0.4 ab	1.2 a	0.11 abc
CPe2	1.7 abcd	0.8 b	20.3 a	0.2 d	0.6 b	0.11 abc
PV1	2.5 ab	1.1 ab	15.8 ab	0.4 abcd	1.1 ab	0.21 a
PV2	1.9 abcd	1.1 ab	19.5 ab	0.3 bcd	2.8 ab	0.10 abc
PPe1	2.5 a	1.4 a	15.6 ab	0.5 a	1.1 ab	0.17 ab
PPe2	2.3 abcd	1.1 ab	17.2 ab	0.4 abcd	1.0 ab	0.19 ab

<sup>z</sup>Refer to Table 3-1.

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

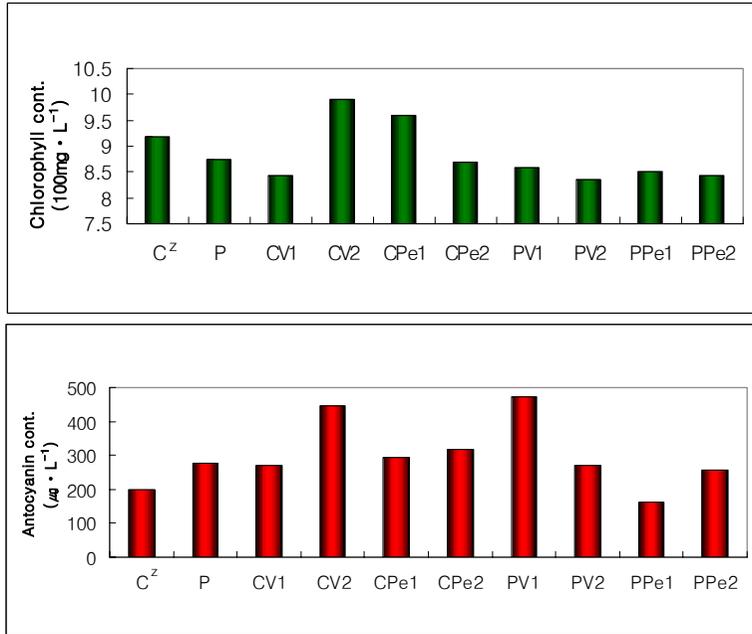


Fig. 3-1. Comparison of chlorophyll and anthocyanin contents in *Dionaea muscipula* cultivated in different medium.

<sup>z</sup>Refer to Table 3-1.

**재배온도의 영향:** *D. muscipula*의 기의 순화에서 생육적은 구명 실험 결과, 25℃구에서 생육이 가장 양호하였으며, 15℃의 저온구와 30℃의 고온구에서는 생육이 억제되는 것으로 나타났다(Table 3-3, Fig. 3-2). 특히 30℃의 고온구에서는 생육상태가 불량하였으며 잎의 연부 현상이 관찰되었다. *D. muscipula*의 포충엽은 30℃에서는 발달되지 않았다(Fig. 3-3). *D. muscipula* 엽의 안토시아닌 함량은 30℃처리에서 427.0945 µg · L<sup>-1</sup>로 가장 높게 나타난 반면, 그 외의 온도구에서는 162.432~178.5357µg · L<sup>-1</sup>의 범위로 큰 차이가 없었다. 클로로필 함량은 생육온도에 관계없이 모든 구에서 0.009~0.0119 100mg · L<sup>-1</sup>의 범위로 비슷한 결과를 보였다(Fig. 3-4).

Table 3-3. Effect of temperature on morphological characteristics in *Dionaea muscipula* after 8 weeks in culture.

Temp. (°C)	Plant width (cm)	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Root length (cm)	No. of roots	Fresh wt. (mg)
15	4.2 b <sup>z</sup>	2.5 a	14.3 a	3.4 ab	1.0 a	1.4 b	3.3 b	0.58 ab
20	6.8 a	2.6 a	15.7 a	3.6 ab	0.9 a	3.1 a	4.7 ab	0.71 a
25	7.2 a	2.9 a	15.7 a	3.8 a	1.0 a	3.4 a	5.3 a	0.88 a
30	3.2 b	1.9 a	8.7 b	1.7 b	0.5 b	0.8 b	3.7 b	0.27 b

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05

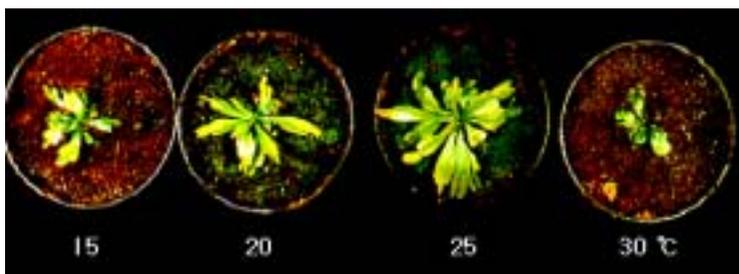


Fig. 3-2. Morphological characteristics of *Dionaea muscipula* (B) cultivated in different temperature during 8 weeks.

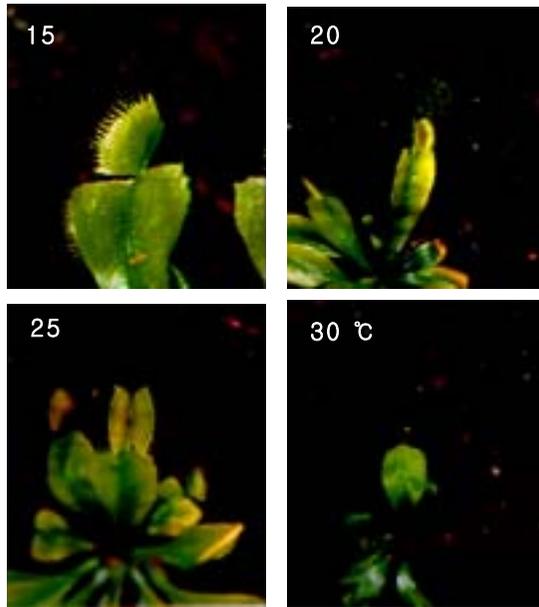


Fig. 3-3. Comparison of trap in *Dionaea muscipula* as influenced by different temperature.

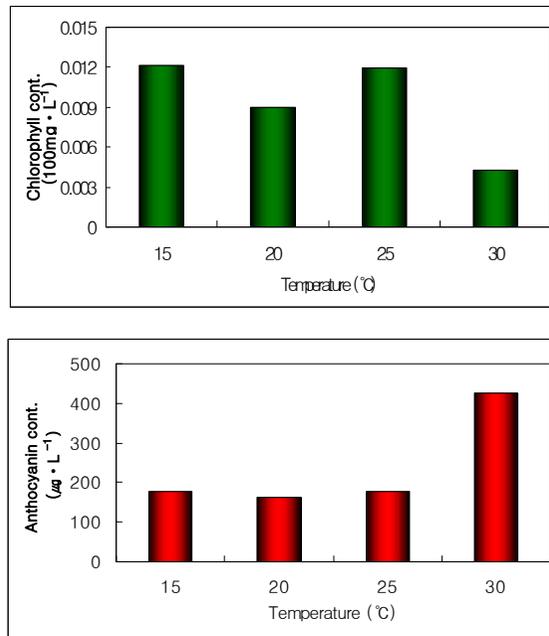


Fig. 3-4. Chlorophyll and anthocyanin contents of *Dionaea muscipula* cultivated in different temperature

## 2) *Drosera tokaiensis*

**배양토의 영향:** *D. tokaiensis*의 기내배양묘를 10종의 토양별(Table 3-1)로 이식하여 재배한 결과, 피트모스:버미큘라이트(2:1)의 혼용배양토에서 초폭, 초장, 엽수, 엽장, 엽폭 및 생체중이 각각 3.2cm, 0.7cm, 18.0cm, 0.6cm, 1.5cm 및 0.41mg로 가장 양호한 것으로 나타났다(Table 3-4).

*D. tokaiensis* 엽의 안토시아닌 함량은 코코피트 단용 및 코코피트:버미큘라이트 혼용구(3:1)에서 각각 3458.72, 3483.59  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 로, 피트모스와 펄라이트 단용 및 혼용구에 비해 2배 이상의 함량을 나타냈으며, 클로로필은 코코피트:버미큘라이트 혼용구(2:1)에서 9.0034  $100\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 가장 높게 나타났고 피트모스 단용에서 7.6298  $100\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 가장 낮게 나타났다(Fig. 3-5).

Table 3-4. Effect of medium on morphological characteristics in *Drosera tokaiensis* after 12 weeks in culture.

Code <sup>z</sup>	Plant width (cm)	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	F. wt (g)
C	1.9 bc <sup>y</sup>	0.6 ab	13.3 bcd	0.4 bc	0.7 cd	0.14 bc
P	1.7 bc	0.6 ab	15.8 abc	0.4 abc	0.7 d	0.11 bc
CV1	1.7 bc	0.5 ab	13.0 bcd	0.4 bc	0.8 cd	0.05 c
CV2	2.3 bc	0.7 ab	14.5 abc	0.5 ab	1.2 a	0.13 bc
CPe1	1.6 c	0.5 ab	9.0 d	0.3 c	0.7 d	0.12 bc
CPe2	2.1 bc	0.4 b	11.5 cd	0.4 abc	0.9 bcd	0.17 bc
PV1	3.2 a	0.7 a	18.0 a	0.6 a	1.5 a	0.41 a
PV2	2.2 bc	0.5 b	16.3 ab	0.5 ab	1.0 d	0.20 bc
PPe1	2.4 b	0.7 ab	17.0 ab	0.5 ab	1.1 bc	0.22 b
PPe2	1.9 bc	0.5 ab	13.4 bcd	0.4 bc	0.8 cd	0.07 bc

<sup>z</sup> Refer to Table 3-1.

<sup>y</sup> Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

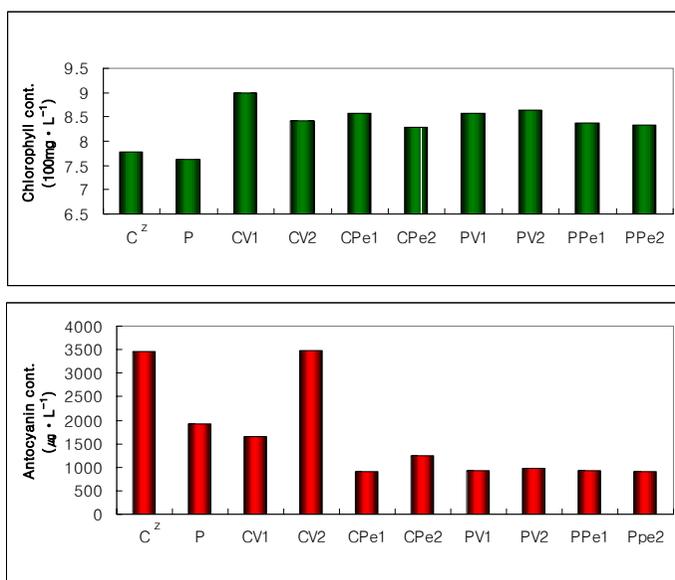


Fig. 3-5. Comparison of chlorophyll and anthocyanin content in *Drosera tokaiensis* cultivated in different medium.

<sup>z</sup>Refer to Table 3-1.

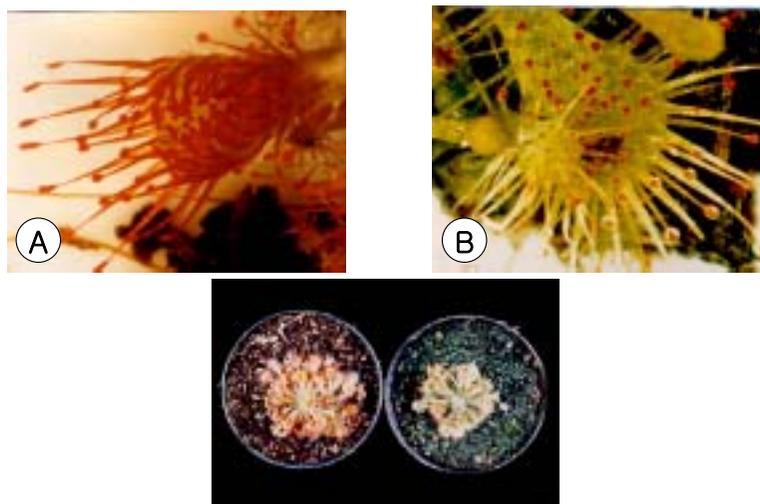


Fig. 3-6. Leaf of *Drosera tokaiensis* cultivated in cocopeat (A) and peatmoss (B) for 12 weeks.

**배양온도의 영향:** *D. tokaiensis*의 기외 순화시 생육적온을 구명하기 위하여, 온도 조건을 달리하여 재배한 결과, 25℃구에서 식물체의 생육이 가장 양호하였다(Table 3-5). 반면 15℃의 저온구와 30℃의 고온구에서는 억제되는 것으로 나타났다. 엽의 클로로필 함량은 온도가 높을수록, 안토시아닌 함량은 온도가 낮을수록 증가하는 경향을 보였다(Fig. 3-7, Fig. 3-8).

Table 3-5. Effect of temperature on morphological characteristics in *Drosera tokaiensis* after 8 weeks in culture.

Temp. (°C)	Plant width (cm)	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Root length (cm)	No. of roots	Fresh wt. (mg)
15	2.5 ab <sup>z</sup>	0.4 a	16.0 a	1.3 ab	0.4 b	1.3 a	1.7 a	0.15 b
20	2.6 ab	0.4 a	16.7 a	1.3 ab	0.4 ab	2.3 a	2.3 a	0.43 a
25	2.7 a	0.4 a	17.7 a	1.4 a	0.5 a	2.4 a	2.7 a	0.44 a
30	1.6 b	0.5 a	10.0 b	1.0 b	0.2 c	2.6 a	1.3 a	0.09 b

<sup>z</sup> Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

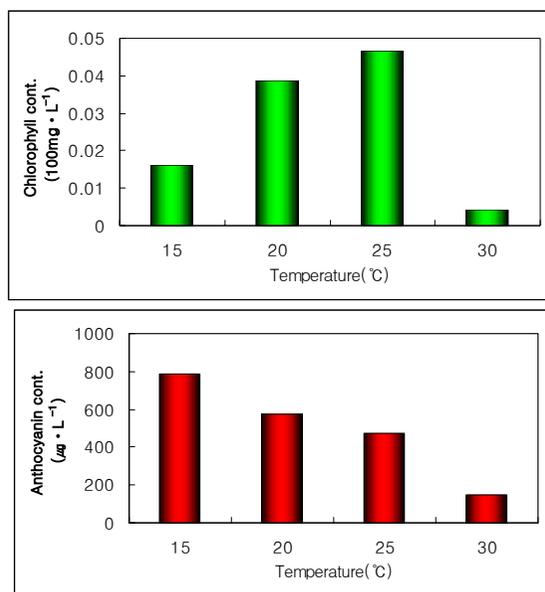


Fig. 3-7. Chlorophyll and anthocyanin content of *Drosera tokaiensis* cultivated in different temperature.

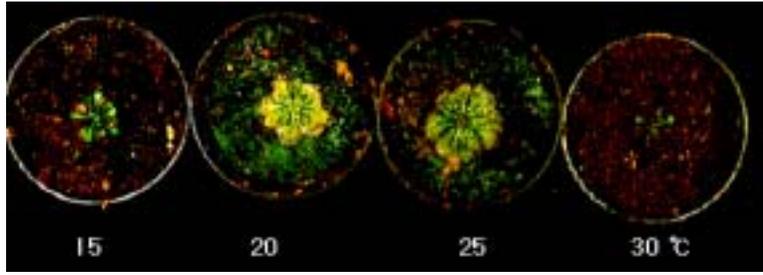


Fig. 3-8. Morphological characteristics of *Drosera tokaiensis* cultivated in different temperature during 8 weeks.

#### 나. *Drosera aliciae* 의 4종의 기외순화 조건

##### 1) *Drosera aliciae*

**배양토의 영향:** *D. aliciae*의 기내배양묘를 6종의 토양별로 이식하여 재배한 결과, 피트모스 단용구에서 생체중의 증가율 및 신초의 수가 가장 높았으며, 식물체의 생육 또한 가장 왕성하였다(Table 3-6). 상토 단용구의 경우 신초의 분화는 활발하였으나 식물체의 생육이 피트모트 단용구보다 저조하였으며, 한편 상토, 코코피트, 피트모스 모두에서 버미큘라이트와의 혼용처리는 신초 분화를 억제하는 경향을 보였다. 그러므로 *D. aliciae*의 기외 순화시 적합한 배양토는 피트모스 단용인 것으로 생각되었다.

Table 3-6. Effect of soil composition on *in vivo* growth of *Drosera aliciae* shoots cultured *in vitro*.

Soil composition <sup>z</sup>	Fresh wt. (mg)	No. of new shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	1263.3c <sup>y</sup>	3.5a	2.0c	3.8b	27.0d	1.7bc	0.6c	7.0a	3.8cd
S:V=2:1	1410.0c	0.0b	2.1c	3.9b	34.0bc	1.6c	0.7bc	5.0a	3.6d
C	1083.3c	2.7a	2.1c	4.0b	29.3cd	1.5bc	0.6c	5.7a	4.6c
C:V=2:1	1213.3c	0.0b	2.4bc	4.4b	30.3cd	1.6c	0.8abc	7.3a	5.7b
Pe	2726.7a	3.3a	3.1a	5.8a	42.7a	2.3a	0.9a	6.3a	7.7a
Pe:V=2:1	2100.0b	0.0b	2.8ab	5.3a	39.3ab	1.9b	0.9ab	6.3a	5.7b

<sup>z</sup>S:compost, C:cocopeat, Pe:Peatmoss, V:vermiculite

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

## 2) *Drosera capensis*-red

**배양토의 영향:** 기내배양한 *D. capensis*-red의 기외순화시 적합한 토양을 선발하기 위하여, 6종의 토양에 이식하여 재배한 결과는 Table 3-7과 같았다. 식물체의 생체중 증가, 신초 증식 및 식물체의 생육 모두 피트모스 단용구에서 가장 양호하였다. 피트모스와 버미큘라이트와의 혼용 처리구의 경우에도 신초 수가 2.6개이고 생육도 비교적 양호한 편이었으나 피트모스 단용구에 미치지 못하였다. 반면 상토 단용구 및 코코피트 단용구와 코코피트와 버미큘라이트의 혼용 처리구에서는 신초 분화가 전혀 관찰되지 않았고, 생육도 부진하여 *D. capensis*-red의 기외순화에 부적합한 토양임을 알 수 있었다.

Table 3-7. Effect of soil composition on *in vivo* growth of *Drosera capensis*-red shoots cultured *in vitro*.

Soil composition <sup>z</sup>	Fresh wt. (mg)	No. of new shoots	Plant length (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roofs	Root length (cm)
S	1646.7bcd <sup>y</sup>	0.0a	7.7bc	11.9bc	15.0b	3.4c	0.3c	5.0a	8.7ab
S:V=2:1	1016.7d	1.3a	7.0c	10.3c	13.3b	3.2c	0.3c	4.0a	8.6b
C	1406.7cd	0.0a	9.0abc	13.6b	15.0b	4.2bc	0.3c	4.7a	11.3ab
C:V=2:1	2276.7bc	0.0a	10.0ab	14.8ab	19.7a	4.2bc	0.4b	6.3a	11.3ab
Pe	4380.0a	3.0a	11.2a	17.9a	23.0a	5.5a	0.4a	6.0a	12.0a
Pe:V=2:1	2646.7b	2.6a	9.9ab	17.1a	20.0a	4.9ab	0.4b	5.7a	10.3ab

<sup>z</sup>S:compost, C:cocopeat, Pe:Peatmoss, V:vermiculite

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

## 3) *Drosera esmelerdae*

**배양토의 영향:** *D. esmelerdae*의 기내배양묘를 6종의 토양별로 이식하여 재배한 결과, 신초의 형성은 피트모스와 버미큘라이트의 혼용 처리구에서 20.5개로 가장 많았다 (Table 3-8). 반면 생체중 증가율 및 식물체의 생장은 피트모스 단용구에서 다른 처리구에 비하여 월등히 향상되었다. 피트모스 단용구의 경우 신초 수 역시 17.7개로 비교적 많이 형성되어, *D. esmelerdae*의 기내배양묘 이식에 가장 적합한 토양으로 생각되었다.

Table 3-8. Effect of soil composition on *in vivo* growth of *Drosera esmelerdae* shoots cultured *in vitro*.

Soil composition <sup>z</sup>	Fresh wt. (mg)	No. of new shoots	Plant length (cm)	Plant width (cm)	No. of leafs	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roofs	Root length (cm)
S	540.0c <sup>y</sup>	13.5bc	1.3b	2.2b	11.5bc	0.6b	0.4b	10.0a	2.9c
S:V=2:1	530.0c	11.3cd	0.9c	1.8b	10.3c	0.4bc	0.4b	9.3a	2.5c
C	190.0d	5.7e	0.4d	0.8c	5.7d	0.3c	0.2c	9.3a	2.5c
C:V=2:1	480.0c	8.0de	1.5b	2.3b	9.0cd	0.5bc	0.4b	11.0a	4.4b
Pe	2276.7a	17.7ab	2.3a	3.9a	24.0a	0.9a	0.7a	12.0a	5.8a
Pe:V=2:1	1055.0b	20.5a	1.5b	2.4b	14.5b	0.5bc	0.5b	12.5a	3.5bc

<sup>z</sup>S: compost, C: cocopeat, Pe: Peatmoss, V: vermiculite

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

**배양온도의 영향:** *D. esmelerdae*의 기내배양묘를 피트모스에 이식하여 15, 20, 25 및 30°C의 성장상에서 각각 배양한 결과, 생체중 증가율은 25°C에서 가장 높았으며, 식물체의 성장 또한 25°C에서 가장 왕성하였다(Table 3-9). 반면 15~20°C의 저온 처리구의 경우 식물체의 생육이 현저히 불량하여 *D. esmelerdae*의 적정생육 온도는 25°C임을 알 수 있었다.

Table 3-9. Effect of temperature on *in vivo* growth of *Drosera esmelerdae* shoots cultured *in vitro*.

Temperature (°C)	Fresh wt. (mg)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
15	243.3 c <sup>z</sup>	1.3 c	2.2 c	10.7 b	0.5 c	0.5 b	5.3 a	1.7 b
20	370.0 c	1.7 b	3.0 b	30.3 a	0.6 b	0.6 ab	6.0 a	2.7 b
25	1106.7 a	2.2 a	3.9 a	33.7 a	0.9 a	0.7 a	7.3 a	5.0 a
30	800.0 b	2.3 a	4.3 a	27.3 a	1.0 a	0.7 a	7.7 a	5.5 a

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

**차광율의 영향:** 기내배양한 *D. esmelerdae*를 피트모스에 이식한 후 차광율을 0~90%로 달리하여 재배한 결과, 식물체의 생체중은 무차광에서 가장 많이 증가되었다(Table 3-10). 반면 신초 형성은 50% 차광처리에서 10.0개로 가장 많았으며, 무차광구와 30% 차광조건에서도 각각 6.0개와 7.0개로 비교적 많은 수의 신초가 발달하였다. 식물체의 생장은 70~90%의 차광조건에 비하여 0~50%의 차광 처리구에서 상대적으로 양호하였다. 그러므로 *D. esmelerdae*의 기외순환시 높은 차광 처리는 오히려 식물생육

을 저해함을 알 수 있었다.

Table 3-10. Effect of shading ratios on *in vivo* growth of *Drosera esmelerae* shoots cultured *in vitro*.

Shading ratio (%)	Fresh wt. (mg)	No. of new shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	1246.7a <sup>z</sup>	6.0ab	2.2b	4.2c	17.0c	1.0ab	0.8a	15.3a	4.7ab
30	843.3b	7.0ab	2.5a	4.7a	21.0bc	1.1a	0.8a	11.7a	5.2a
50	643.3bc	10.0a	2.2bc	4.3bc	20.7bc	0.9bc	0.7ab	11.1a	3.5bc
70	470.0c	4.7b	1.9c	3.6c	29.3a	0.7c	0.6c	11.0a	2.4c
90	450.0c	4.3b	2.1bc	4.3ab	26.7ab	0.9abc	0.7bc	9.3a	2.9c

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

#### 4) *Drosera intermedia*

**배양토의 영향:** 6종의 토양별로 *D. intermedia*의 기내배양묘를 이식하여 재배한 결과, 생체중 값은 피트모스 단용구에서 가장 높았다(Table 3-11). 신초 발생은 상토 단용구에서 2.3개로 가장 많았으나 상토 단용구의 경우 식물체의 생육이 매우 불량하였다. 피트모스 단용구의 경우 1.7개의 신초가 형성되었는데, 식물체의 성장 및 뿌리의 발달 또한 다른 처리구에 비하여 촉진되었다. 그러므로 *D. intermedia*의 기외 순화 시 적합한 배양토는 피트모스 단용인 것으로 생각되었다.

Table 3-11. Effect of soil composition on *in vivo* growth of *Drosera intermedia* shoots cultured *in vitro*.

Soil composition <sup>z</sup>	Fresh wt. (mg)	No. of new shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	280.0c <sup>y</sup>	2.3a	1.0c	1.9c	17.0d	0.3d	0.2d	5.0a	1.6c
S:V=2:1	276.7c	0.7b	1.3c	2.3bc	22.0bc	0.6c	0.4b	6.3a	2.3bc
C	293.3c	1.3a	1.2c	2.0c	19.0cd	0.5c	0.3cd	5.0a	4.1ab
C:V=2:1	280.0c	0.0b	1.7b	2.8b	19.0cd	0.9b	0.3bc	5.0a	5.6a
Pe	810.0a	1.7a	2.2a	4.2a	28.7a	1.3a	0.5a	6.7a	4.3ab
Pe:V=2:1	596.7b	1.3a	2.1a	3.8a	23.0b	1.2a	0.5a	5.7a	3.0bc

<sup>z</sup>S: compost, C: cocopeat, Pe: peatmoss, V: vermiculite

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

**배양온도의 영향:** *D. intermedia*의 기내배양묘를 피트모스에 이식한 후 15~30℃로 온도를 달리 설정한 성장상에서 배양한 결과, 식물체의 생장은 25℃에서 가장 양호하였다(Table 3-14). 반면 15~20℃의 저온구에서는 식물체의 생장이 매우 저조하여, *D. intermedia*의 기외순화시 생육 적정온도는 25℃임을 알 수 있었다.

Table 3-14. Effect of temperature on *in vivo* growth of *Drosera intermedia* shoots cultured *in vitro*.

Temperature (°C)	Fresh wt. (mg)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roofs	Roof length (cm)
15	180.0 c <sup>z</sup>	1.2 c	2.1 d	13.3 c	0.6 d	0.4 c	3.0 b	4.0 a
20	383.3 c	1.7 b	3.0 c	28.7 b	0.7 c	0.4 bc	3.3 b	3.6 a
25	1023.3 a	2.5 a	4.4 a	40.3 a	1.2 a	0.6 a	10.0 a	3.6 a
30	763.3 b	2.1 a	3.8 b	36.0 a	1.0 b	0.5 b	8.3 a	3.9 a

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

**차광율의 영향:** *D. intermedia*를 피트모스에 이식한 후 차광율을 달리한 비가림시설에서 각각 재배한 결과, 생체중은 무차광구에서 가장 높았으나 식물체의 생육은 50% 차광 처리구에서 다른 처리구에 비하여 전반적으로 양호하였다(Table 3-13). 그러므로 *D. intermedia*의 기외순화시 적정 차광율은 50%인 것으로 생각되었다.

Table 3-13. Effect of shading ratios on *in vivo* growth of *Drosera intermedia* shoots cultured *in vitro*.

Shading ratio (%)	Fresh wt. (mg)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	486.7a <sup>z</sup>	1.8b	3.1c	29.0b	0.9c	0.4b	8.0ab	1.5a
30	453.3a	2.0ab	3.5bc	31.7b	1.0ab	0.5ab	9.0a	1.5a
50	430.0a	2.2a	3.7ab	34.0ab	1.0abc	0.5ab	9.7a	1.4a
70	230.0b	1.9b	3.3c	37.3a	0.8c	0.4b	7.0ab	1.2a
90	300.0b	2.2a	3.9a	38.3a	1.2a	0.5a	5.3b	1.8a

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

## 5) *Drosera rotundifolia*

**배양토의 영향:** 기내배양한 *D. rotundifolia*의 식물체를 6종의 토양별로 이식하여 재배한 결과, 생체중은 피트모스 단용구에서 가장 높았으나, 신초의 발생은 피트모스와

버미큘라이트의 혼용토양에서 4.7개로 가장 많았다(Table 3-14). 식물체의 생장은 피트모스 단용토양 및 피트모스와 버미큘라이트의 혼용토양에서 다른 처리구에 비하여 향상되었다. 그러므로 *D. rotundifolia*의 기외순화시 적합한 배양토는 피트모스 단용토양 혹은 피트모스와 버미큘라이트와의 혼용토양인 것으로 생각되었다.

Table 3-14. Effect of soil composition on *in vivo* growth of *Drosera rotundifolia* shoots cultured *in vitro*.

Soil composition <sup>z</sup>	Fresh wt. (mg)	No. of new shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Roof lengths (cm)
S	183.3b <sup>y</sup>	2.3ab	2.2b	4.1bc	9.0c	0.7bc	0.7b	4.7b	1.5a
S:V=2:1	210.0b	1.7b	2.3b	4.1bc	11.0bc	0.6c	0.7b	5.3ab	1.5a
C	253.3b	2.0ab	2.7ab	5.1abc	11.7abc	0.9ab	0.9a	5.7ab	2.2a
C:V=2:1	196.7b	3.3ab	2.0b	3.7c	11.0bc	0.7bc	0.7b	4.7b	2.1a
Pe	423.3a	2.3ab	3.0a	5.5ab	16.0a	1.0a	0.9a	8.7a	2.0a
Pe:V=2:1	380.0a	4.7a	3.1a	5.9a	15.0ab	0.8b	0.9a	6.0ab	2.1a

<sup>z</sup>S: compost, C: cocopeat, Pe: peatmoss, V: vermiculite

<sup>y</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

**배양온도의 영향:** *D. rotundifolia*의 기내배양묘를 피트모스에 이식하여 15~30℃로 온도를 설정한 성장상에서 재배한 결과, 생체중은 30℃에서 506.7mg으로 가장 높았으나 25℃와 유의차를 보이지 않았다(Table 3-15). 식물체의 생장은 25~30℃에서 저온 처리구에 비하여 상대적으로 양호하였으며, 뿌리의 발달 및 생장은 25℃에서 가장 왕성하였다. 그러므로 *D. rotundifolia*의 기외순화시 적정 생육온도는 25℃인 것으로 생각되었다.

Table 3-15. Effect of temperature on *in vivo* growth of *Drosera rotundifolia* shoots cultured *in vitro*.

Temperature (°C)	Fresh wt. (mg)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
15	90.0 b <sup>z</sup>	1.0 b	1.6 b	15.0 c	0.4 c	0.5 b	3.0 b	1.4 bc
20	160.0 b	1.5 a	2.7 a	19.7 bc	0.5 bc	0.6 ab	3.0 b	0.9 c
25	493.3 a	1.9 a	3.3 a	25.0 ab	0.5 ab	0.7 a	6.3 a	2.3 a
30	506.7 a	1.7 a	3.2 a	27.0 a	0.7 a	0.7 a	4.0 b	1.5 b

<sup>z</sup>Means separation within columns Duncan's multiple range test, p=0.05.

### 3. *Byblis filifolia* 의 1종의 기외순화 조건

#### 1) *Byblis filifolia*

**배양토의 영향:** 기내배양한 *B. filifolia*의 기외순화시 적정 배양토를 찾기 위하여, 피트모스:펄라이트(2:1), 피트모스 단용, 무비상토, 및 원예용 상토에서 식물체를 배양한 결과는 Table 3-16 및 Fig. 3-9와 같았다. 생존율은 원예용 상토에서 80%로 가장 높았으며, 신초 형성 역시 원예용 상토에서 식물체 수 15.0개로 가장 활발하였다. 식물체의 성장 또한 다른 처리구에 비하여 원예용 상토에서 가장 우수하였다. 그러므로 *B. filifolia* 기내배양묘의 기외순화시 적정 토양은 원예용 상토인 것으로 판단되었다.

Table 3-16. Effect of soil on survival and growth of *Byblis filifolia* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Pe:P=2:1	70	0.6b <sup>y</sup>	9.6b	4.3c	27.4b	1.2c	2.1b	1.7b
Pe	50	0.7b	6.2b	4.9c	25.3b	1.6c	3.2b	2.0b
Compost without fertilizer	50	2.2ab	14.2a	7.7b	23.3b	3.4b	3.1b	3.7a
Compost with fertilizer	80	5.2a	15.0a	11.6a	38.3a	8.1a	4.5a	5.2a

<sup>z</sup>Pe: peatmoss, P: perlite.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

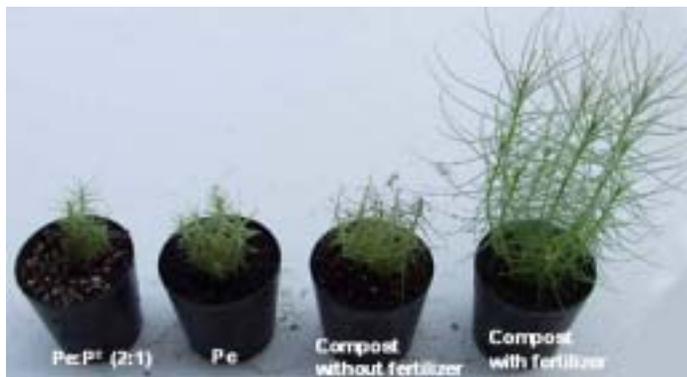


Fig. 3-9. Cultural response of *Byblis filifolia* shoots grown *in vitro* as affected by different cultivation media for 10 weeks.

<sup>z</sup>Pe: peatmoss, P: perlite.

**차광율의 영향:** 기내배양한 *B. filifolia*의 기외순화시 차광처리가 식물생육에 미치는 영향을 구명하기 위하여, 30, 50, 70, 90%로 차광하여 재배한 결과는 Table 4-17 및 Fig. 3-10과 같았다. 생존율은 70%차광조건에서 90%로 가장 높았으며, 반면 90% 차광 처리구의 경우 모든 식물체자 생존하지 못하고 고사하였다. 식물체의 수 또한 70% 차광조건에서 6.6개로 가장 많았으며 생육도 가장 우수하였다. 그러므로 *B. filifolia*의 기외순화시 적정 차광율은 70%인 것으로 생각되었다.

Table 3-17. Fig. Effect of shading ratio on survival and growth of *Byblis filifolia* shoots grown *in vitro*.

Shading ratio (%)	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
30	70	0.3b <sup>z</sup>	4.6ab	4.5a	19.8ab	1.7a	2.8a	2.9a
50	70	0.2bc	2.7bc	3.8a	15.3b	0.7b	3.2a	1.7b
70	90	0.6a	6.6a	4.6a	22.3a	1.4b	1.4b	2.0b
90				Dead				

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-10. Cultural response of *Byblis filifolia* shoots grown *in Vitro* as affected by different shading ratios for 10 weeks.

**관수방법의 영향:** *B. filifolia*의 기외순화시 관수방법이 식물생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 식물체를 피트모스에 이식한 후 각각 저면관수(1일 1, 2회- 30분 담수), 표면관수(1일 1, 2회), 지속담수를 처리하였다. 그 결과 식물체의 생존율은 1일 2회 표면관수를 한 경우에 100%로 가장 높았다(Table 3-18, Fig. 3-11). 또한 생체중 증가율 및 신초 형성을 등 식물체의 생육 역시 1일 2회 표면관수를 한 처리구에서 가장 양호하였다.

Table 3-18. Effect of watering method on survival and growth of *Byblis filifolia* shoots grown *in vitro*.

Watering method <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S1	80	1.4ab <sup>y</sup>	10.3ab	6.6ab	18.0b	3.5a	3.5a	3.5a
S2	100	1.9a	13.5a	7.2a	27.4a	3.4a	4.3a	4.0a
F1	90	0.6b	6.6ab	4.6b	22.3b	1.4b	1.4c	2.0a
F2	40	0.5b	3.8b	4.6b	18.3b	1.1b	3.2b	2.8a
C	80	0.7b	8.4ab	5.0b	28.0a	1.5b	2.9b	4.9a

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day. S2: spray irrigation 2 times/day. F1: flooding 1 time/day, F2: flooding 2 times/day (flooding duration: 30min), C: continuous flooding.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-11. Cultural response of *Byblis filifolia* shoots grown *in vitro* as affected by different watering methods for 10 weeks.

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day. S2: spray irrigation 2 times/day. F1: flooding 1 time/day. F2: flooding 2 times/day (flooding duration: 30min), C: continuous flooding.

**피복처리 효과:** *B. filifolia*의 순화에서 초기에 수분증발을 차단함으로써 식물생육을 향상시킬 수 있는지 알아보기 위하여, 랩으로 0, 1, 2, 4주 동안 피복처리한 후 10주 동안 재배하였다. 그 결과 식물체의 생육은 이식 초기 4주 동안 피복한 시험구에서 전반적으로 우수하였다(Table 3-19, Fig. 3-12). 그러므로 *B. filifolia*의 기외이식에서 피복처리를 함으로써 순화의 효율을 높일 수 있을 것으로 생각되었다.

Table 3-19. Effect of wrapping period on survival and growth of *Byblis filifolia* shoots *in vitro*.

Wrapping period <sup>z</sup> (weeks)	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	0.6bz	6.6b	4.6b	22.3b	1.4ab	1.4b	2.0b
1	80	0.5b	7.6b	4.1b	24.7ab	0.9b	2.1ab	1.8b
2	80	0.9ab	8.5b	5.6ab	27.5ab	1.9a	3.0a	2.5ab
4	100	1.8a	14.9a	7.3a	28.3a	1.9a	2.9a	3.0a

<sup>z</sup> Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-12. Cultural response of *Byblis filifolia* shoots grown *in Vitro* as affected by different wrapping period.

**발근촉진제 처리 효과:** *B. filifolia*의 기외순화시 발근촉진제 및 성장조절물질 처리가 식물생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 루톤을 처리하거나 IAA 100, 200, 400mg · L<sup>-1</sup> 및 IBA 100, 200, 400mg · L<sup>-1</sup> 용액에 30분간 침지한 후 이식한 결과는 Table 3-20 및 Fig. 3-12와 같았다. 식물체의 생존율은 대조구의 90%에 비하여 모든 처리구에서 20~60%로 감소하였다. IAA 200mg · L<sup>-1</sup>의 처리구에서 다른 처리구에 비하여 식물체의 생육이 다소 향상된 것으로 나타났으나, 생존율이 40%에 그쳐 많은 식물체가 고사하였다. 또한 IAA 400mg · L<sup>-1</sup> 처리구에서는 모든 식물체가 고사하여 발근촉진제 루톤 및 IAA, IBA 등의 성장조절물질 처리는 *B. filifolia*의 기외순화시 부정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

Table 3-20. Effect of rooting promoter on survival and growth of *Byblis filifolia* shoots grown *in vitro*.

Growth regulator <sup>y</sup> (mg · L <sup>-1</sup> )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Control	90	0.6b <sup>z</sup>	6.6bc	4.6bc	22.3bc	1.4b	2.0b
Ruton	60	0.4bc	6.8bc	4.1bc	14.8e	2.6a	1.8b
IAA	100	0.2cd	5.8bc	3.7c	20.7cd	2.3a	1.5b
	200	40	1.6a	15.5a	7.6a	34.7a	2.5a
	400			Dead			
IBA	100	40	0.6b	5.5bc	5.7b	27.1b	2.0ab
	200	20	0.2cd	4.0cd	3.4c	18.9cde	2.7ab
	400	20	0.5bc	9.5b	3.3c	16.3de	2.2ab

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

<sup>y</sup>Dipping treatment for 30min

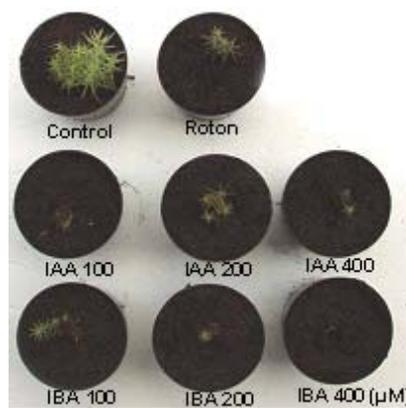


Fig. 3-13. Cultural response of *Byblis filifolia* shoots grown *in vitro* as affected by different rooting promoter.

## 2) *Nepenthes ventricosa*

**배양토의 영향:** *N. ventricosa*의 기내배양묘를 피트모스:펠라이트(2:1), 피트모스 단용토양, 무비상토 및 원예용 상토에 각각 이식하여 재배한 결과, 생존율은 무비상토에서 90%로 가장 높았으며 원예용 상토의 경우 모든 식물체가 생존하지 못하고 고사하였다(Table 3-21, Fig. 3-14). 식물체의 수는 무비상토와 피트모스의 처리구에서 공히 1.8개로 가장 많았으나 식물체의 생육은 무비상토에서 다른 처리구에 비하여 전반적으로 우수하였다. 그러므로 *N. ventricosa*의 기외순화시 적정 배양토는 무비상토인 것으

로 생각되었다.

Table 3-21. Effect of soil on survival and growth of *Nepenthes ventricosa* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Pe:P <sup>y</sup> =2:1	70	0.4c <sup>y</sup>	1.4b	1.6c	3.9c	5.1c	2.1b	0.7b	3.1c	0.7b
Pe	80	0.6b	1.8a	2.2b	4.9b	5.8b	3.1a	0.8b	3.9b	2.1b
Compost without fertilizer	90	1.3a	1.8a	3.2a	7.0a	7.8a	3.6a	4.6a	15.3a	4.6a
Compost with fertilizer					Dead					

<sup>z</sup>Pe: peatmoss, P: perlite.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

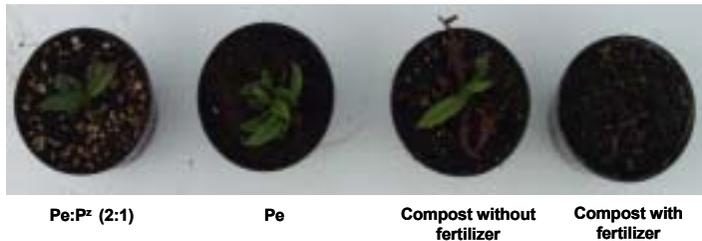


Fig. 3-14. Cultural response of *Nepenthes ventricosa* shoots grown *in vitro* as affected by different cultivation media for 10 weeks.

<sup>z</sup>Pe: peatmoss, P: perlite.

**관수방법의 영향:** *N. ventricosa*의 기외순화시 적정 관수방법을 구명하기 위하여, 저면관수(1일 1, 2회) 30분씩 담수, 표면관수(1일 1, 2회), 지속담수 등 달리 처리하여 실험한 결과는 Table 3-22 및 Fig. 3-15와 같았다. 생존율은 1일 2회 저면관수한 처리구에서 90%로 가장 양호하였고, 식물체 수는 1일 2회 저면관수 처리와 1일 2회 표면관수 처리구에서 각각 1.1개와 1.2개로 가장 많았다. 초폭 및 엽장 또한 1일 2회 관수한 처리구에서 가장 양호하여 *N. ventricosa*의 기외순화시 적정 관수방법인 것으로 생각되었다.

Table 3-22. Effect of watering method on survival and growth of *Nepenthes ventricosa* shoots grown *in vitro*.

Watering method <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S1	30	0.8b <sup>y</sup>	1.0b	4.6a	5.7c	3.7b	4.7b	4.1a	6.3b	5.6a
S2	60	0.8b	1.2a	4.6a	5.7c	3.7b	3.5d	0.9c	6.0c	4.5c
F1	60	0.9b	1.0b	3.4c	6.2b	4.5a	4.5c	1.1b	7.0a	4.8b
F2	90	1.0a	1.1ab	4.1b	7.3a	3.7b	5.3a	1.1b	5.3d	3.5d
C	50	0.6c	1.0b	4.1b	7.4a	3.3c	3.5d	0.9c	6.0c	3.3e

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, F1: flooding 1 time/day, F2: flooding 2 times/day (flooding duration: 30min), C: continuous flooding.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

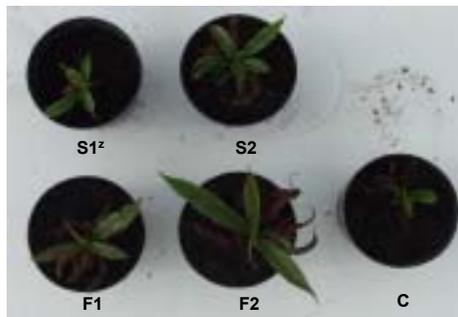


Fig. 3-15. Cultural response of *Nepenthes ventricosa* shoots grown *in vitro* as affected by different watering methods for 10 weeks.

<sup>y</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, F1: flooding 1 time/day, F2: flooding 2 times/day (flooding duration: 30min), C: continuous flooding.

**피복처리의 효과:** *N. ventricosa*의 기외순화시 수분증발을 차단함으로써 식물생육을 향상시킬 수 있는지 알아보기 위하여, 랩으로 0, 1, 2, 4주 동안 피복한 후 재배하였다. 그 결과 생존율은 무처리구와 1주 피복처리한 구에서 90%로 양호하였던 반면, 4주간 피복한 처리구에서는 20%로 급감하였다(Table 3-23, Fig. 3-16). 식물체 생육은 1주간 피복처리한 구에서 전반적으로 양호하였는데, 생체중을 비롯하여 초장, 초폭, 엽장, 엽폭 및 뿌리 수의 값이 가장 우수하였다 그러므로 *N. ventricosa*의 기외순화시 1주간 피복하여 수분증발을 차단함으로써 식물체의 생육을 향상시킬 수 있을 것으로 기대되었다.

Table 3-23. Effect of wrapping period on survival and growth of *Nepenthes ventricosa* shoots grown *in vitro*.

wrapping period (week)	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	90	0.6c <sup>z</sup>	1.0a	4.1b	7.4b	3.3c	3.5c	0.9a	6.0b	3.3a
1	90	1.2a	1.0a	4.8a	8.4a	3.8b	4.9a	1.0a	7.2a	3.0b
2	80	0.7b	1.0a	3.3c	6.4c	2.8d	4.1b	0.9a	0	0
4	20	0.1d	1.0a	0.4d	2.4d	4.5a	1.2d	0.4b	0	0

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-16. Cultural response of *Nepenthes ventricosa* shoots grown *in vitro* as affected by different wrapping period.

## 라. *Brochinia reducta* 외 16종의 기외순화 조건

### 1) *Brochinia reducta*

**배양토의 영향:** *B. reducta*의 기내배양묘를 상토 단용토양과 피트모스와 펠라이트 및 마사의 혼용비를 달리한 토양에 각각 이식하여 재배한 결과는 Table 3-24 및 Fig. 3-16과 같았다. 생존율은 피트모스:펠라이트(4:1) 및 피트모스:펠라이트(3:1)의 혼용토양에서 공히 42.85%로 가장 높았다. 반면 상토와 피트모스의 단용토양과 피트모스:마사(4:1) 및 피트모스:마사(3:1)의 혼용토양에서는 모든 식물체가 고사하였다. 식물체의 생육은 피트모스:펠라이트(4:1) 및 피트모스:마사(5:1)의 혼용토양에서 전반적으로 양호하였으나 다른 처리구와 유의차는 없었다.

이상 실험결과에 의하면 *B. reducta*의 기외순화시 적정 토양은 피트모스:펠라이트(4:1)의 혼용토양인 것으로 여겨지며, 그러나 전반적으로 생존율이 낮기 때문에 기외순화시 식물체의 생존율을 높이기 위하여 차후 연구가 보충되어야 할 것으로 생각된다.

Table 3-24. Effect of soil compositions on survival and growth of *Brochinia reducta* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S				Dead			
Pe				Dead			
Pe:P=5:1	28.57	0.22 a <sup>y</sup>	1.0 a	5.95 a	5.25 a	7.5 a	2.30 a
Pe:P=4:1	42.85	1.41 a	1.0 a	11.50 a	12.57 a	8.7 a	5.13 a
Pe:P=3:1	42.85	0.45 a	1.3 a	8.60 a	7.23 a	9.3 a	3.40 a
Pe:Sa=5:1	28.57	1.31 a	1.0 a	12.05 a	13.70 a	10.0 a	4.55 a
Pe:Sa=4:1				Dead			
Pe:Sa=3:1				Dead			

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-17. Cultural response of *Brochinia reducta* shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

## 2) *Byblis filifolia*

**배양토의 영향:** *B. filifolia*의 기내배양묘를 8종의 토양별로 이식하여 식물체의 생육을 조사한 결과, 피트모스:마사(5:1) 및 피트모스:마사(3:1)의 혼용토양을 제외한 모든 배양토에서 생존률은 100%를 보였다(Table 3-25, Fig. 3-18). 식물체의 생육은 상토 단용토양과 피트모스:펄라이트(3:1) 및 피트모스:마사(5:1)의 혼용토양에서 대체적으로 양호하였다. 그러나 피트모스:마사(5:1)의 경우 생존율이 14.29%에 그쳤으므로, *B. filifolia*의 기외순화시 적정 배양토는 상토 단용토양이나 피트모스:펄라이트(3:1) 혼용토양인

것으로 생각되었다.

Table 3-25. Effect of soil compositions on survival and growth of *Byblis filifolia* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	100	0.81 ab <sup>y</sup>	1.1 a	3.26 ab	5.96 a	7.4 ab	4.57 ab
Pe	100	0.61 bc	1.1 a	3.17 ab	5.87 a	5.6 b	2.96 bc
Pe:P=5:1	100	0.45 c	1.0 a	2.44 c	5.56 a	6.3 ab	3.54 ab
Pe:P=4:1	100	0.58 bc	1.1 a	2.70 bc	5.37 a	5.4 b	4.26 ab
Pe:P=3:1	100	0.84 ab	1.0 a	3.35 ab	6.42 a	7.0 ab	4.28 ab
Pe:Sa=5:1	14.29	0.95 a	1.0 a	3.40 ab	6.50 a	10.0 a	5.50 a
Pe:Sa=4:1	100	0.61 bc	1.0 a	3.00 abc	5.80 a	5.4 b	3.26 ab
Pe:Sa=3:1	42.86	0.52 c	1.0 a	3.50 a	6.50 a	5.7 b	1.03 c

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-18. Cultural response of *Byblis filifolia* shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

### 3) *Cephalotus forlicularis*

**배양토의 영향:** *C. forlicularis*의 기내배양묘를 8종의 토양별에 이식하여 재배한 후 식물생육을 조사한 결과, 생존율은 상토 단용토양과 피트모스 단용토양에서 공히 42.86%로 가장 높았다(Table 3-26, Fig. 3-19). 반면 피트모스:펄라이트(4:1), 피트모스:펄라이트(3:1), 피트모스:마사(4:1) 및 피트모스:마사(3:1)의 혼용토양에서는 모든 식물체가 고사하였다. 식물체의 생장은 대부분의 처리구에서 큰 차이를 보이지 않았는데, 생존율과 식물체의 생장을 고려할 때 *C. forlicularis*의 기외순환시 적정 배양토는 피트모

스 단용구인 것으로 생각되었다. 그러나 전반적으로 생존율이 낮기 때문에 차후 보다 많은 연구가 보충되어야 할 것으로 생각된다.

Table 3-26. Effect of soil compositions on survival and growth of *Cephalotus forlicularis* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	42.86	0.08 a <sup>y</sup>	1.0 a	0.87 b	1.70 a	2.5 a	1.55 a
Pe	42.86	0.16 a	1.0 a	1.18 ab	2.08 a	5.8 a	1.08 a
Pe:P=5:1	28.57	0.11 a	1.0 a	1.10 ab	1.35 a	2.0 a	1.20 a
Pe:P=4:1				Dead			
Pe:P=3:1				Dead			
Pe:Sa=5:1	14.29	0.17 a	1.0 a	1.60 a	2.20 a	5.0 a	1.40 a
Pe:Sa=4:1				Dead			
Pe:Sa=3:1				Dead			

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-19. Cultural response of *Cephalotus forlicularis* shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

#### 4) *Dionaea muscipula*

**배양토의 영향:** *D. muscipula*의 기내배양묘를 8종의 토양별로 이식하여 재배한 결과, 생존율은 모든 토양에서 100%로 양호하였다(Table 3-27, Fig. 3-20). 식물체의 수는 피트모스:마사(5:1)의 처리구에서 8.1개로 가장 많았으나 다른 처리구와 유의차는 없었다. 초장은 피트모스:마사(3:1)의 혼용토양에서 6.1cm로 가장 길었고, 초폭은 피트모스 단용토양에서 4.11cm로 가장 넓었으나 유의차는 없었다.

이상의 실험결과에 의하면 *D. muscipula*의 기외순화시 배양토의 종류는 식물생육에

큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각되었다.

Table 3-27. Effect of soil compositions on survival and growth of *Dionaea muscipula* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	100	0.61 a <sup>y</sup>	5.7 a	2.14 ab	3.81 ab	10.1 a	3.81 a
Pe	100	0.62 a	6.1 a	2.19 ab	4.11 a	9.0 a	3.33 ab
Pe:P=5:1	100	0.70 a	7.9 a	2.36 ab	4.07 a	11.3 a	3.39 ab
Pe:P=4:1	100	0.54 a	7.9 a	2.01 ab	3.74 ab	11.4 a	2.46 cd
Pe:P=3:1	100	0.57 a	7.1 a	2.16 ab	3.67 ab	10.1 a	2.81 bc
Pe:Sa=5:1	100	0.55 a	8.1 a	1.81 b	3.47 ab	11.6 a	2.27 cd
Pe:Sa=4:1	100	0.45 a	7.9 a	1.63 b	3.36 b	8.4 a	1.86 d
Pe:Sa=3:1	100	0.52 a	5.3 a	6.10 a	4.00 ab	8.9 a	2.64 bcd

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-20. Cultural response of *Dionaea muscipula* shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

### 5) *Drosera burmanni*

**배양토의 영향:** *D. burmanni*의 기내배양묘를 8종의 토양별로 이식하여 식물생육을 조사한 결과, 생존율은 피트모스 단용토양을 제외한 모든 처리구에서 100%로 양호하였다(Table 3-28, Fig. 3-21). 식물체의 수는 상토 단용구에서 2.7개로 가장 많았고, 식물체의 생육은 모든 배양토에서 큰 차이를 보이지 않았다. 그러므로 *D. burmanni*의 기외 순화시 적정 토양은 상토 단용인 것으로 생각되었다.

Table 3-28. Effect of soil compositions on survival and growth of *Drosera burmanni* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	100	0.46 a <sup>y</sup>	2.7 a	1.49 ab	2.93 a	4.3 a	4.11 a
Pe	85.71	0.36 ab	1.5 b	1.75 a	2.67 a	5.2 a	2.18 b
Pe:P=5:1	100	0.38 ab	1.9 ab	1.53 ab	2.86 a	4.1 a	2.64 b
Pe:P=4:1	100	0.28 b	2.6 ab	1.47 ab	2.43 a	4.4 a	3.17 ab
Pe:P=3:1	100	0.45 a	1.7 ab	1.50 ab	2.90 a	4.7 a	2.64 b
Pe:Sa=5:1	100	0.35 ab	1.7 ab	1.27 b	2.89 a	3.9 a	3.17 ab
Pe:Sa=4:1	100	0.27 b	2.0 ab	1.33 b	2.59 a	3.7 a	2.37 b
Pe:Sa=3:1	100	0.28 b	1.9 ab	1.36 b	2.77 a	4.0 a	2.98 b

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-21. Cultural response of *Drosera burmanni* shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

## 6) *Drosera lanata*

**배양토의 영향:** 기내배양한 *D. lanata*의 소식물체를 8종의 토양별로 이식하여 배양토가 식물생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 생존율은 피트모스 단용토양에서 100%로 가장 높았다(Table 3-29, Fig. 3-22). 반면 피트모스:마사(3:1)의 혼용토양에서는 모든 식물체가 고사하였다. 생체중 및 초장, 초폭, 뿌리의 수 등의 결과는 피트모스:펄라이트(5:1)의 혼용토양에서 가장 양호하여 다른 처리구 보다 식물생육이 왕성하였다. 그러나 이 처리구의 경우 생존율이 78.57%로 피트모스 단용토양의 100%에 미치지 못하였으므로

로, *D. lanata*의 기외순화시 적정토양의 선발을 위해서는 추후 연구가 보충되어야 할 것으로 생각된다.

Table 3-29. Effect of soil compositions on survival and growth of *Drosera lanata* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	71.43	1.27 cd <sup>y</sup>	1.4 a	2.30 d	5.68 d	6.2 b	1.83 a
Pe	100	1.47 bc	1.8 a	2.95 abc	6.68 bc	5.9 b	1.19 a
Pe:P=5:1	78.57	1.93 a	2.0 a	3.35 a	7.09 ab	10.1 a	1.95 a
Pe:P=4:1	85.71	1.18 cd	1.5 a	2.87 abcd	6.26 cd	6.6 b	1.59 a
Pe:P=3:1	92.86	1.77 ab	1.5 a	3.13 bc	7.62 a	7.1 b	1.51 a
Pe:Sa=5:1	42.86	0.96 d	1.8 a	2.72 bcd	5.92 cd	5.5 b	1.27 a
Pe:Sa=4:1	42.86	1.42 bc	1.3 a	2.48 cd	7.13 ab	5.8 b	1.15 a
Pe:Sa=3:1				Dead			

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-22. Cultural response of *Drosera lanata* shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

### 7) *Drosera petiolaris* "all red"

**배양토의 영향:** 배양토를 달리하여 *D. petiolaris* "all red"의 기내배양묘를 이식하여 재배한 결과, 생존율은 피트모스:마사(4:1)과 피트모스:마사(3:1)의 혼용토양을 제외한 모든 처리구에서 100%로 양호하였다(Table 3-30, Fig. 3-23). 식물체의 수는 모든 식물체가 고사한 피트모스:마사(3:1)의 처리구를 제외하고 3.0~3.9개로 유의차가 없었다. 식

물체의 생육은 피트모스:펄라이트(5:1)의 혼용토양에서 가장 양호하였다. 그러므로 *D. petiolarlis* “all red”의 기외순화시 적정 토양은 피트모스:펄라이트(5:1)의 혼용토양인 것으로 생각되었다.

Table 3-30. Effect of soil compositions on survival and growth of *Drosera petiolarlis* “all red” shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	100	1.52 bc <sup>y</sup>	3.3 a	3.50 b	6.94 ab	15.3 ab	2.44 a
Pe	100	1.65 bc	3.4 a	3.60 b	7.19 ab	13.7 b	1.31 b
Pe:P=5:1	100	2.21 a	3.7 a	4.81 a	7.87 a	19.0 a	1.17 b
Pe:P=4:1	100	1.98 ab	3.9 a	3.57 b	7.80 a	18.0 ab	1.54 b
Pe:P=3:1	100	1.38 c	3.0 a	3.24 b	7.16 ab	16.1 ab	1.40 b
Pe:Sa=5:1	100	1.47 bc	3.7 a	3.69 b	6.59 b	15.9 ab	1.14 b
Pe:Sa=4:1	57.14	1.70 bc	3.5 a	3.28 b	7.63 ab	15.3 ab	1.28 b
Pe:Sa=3:1				Dead			

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan’s multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-23. Cultural response of *Drosera petiolaris* “all red” shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

### 8) *Drosera occidentalis* “pink flower”

**배양토의 영향:** *D. occidentalis* “pink flower”의 기내배양묘를 8종의 토양별로 이식하여 식물생육을 조사한 결과, 생존율은 피트모스 단용구에서 85.71%로 가장 양호하였다(Table 3-31, Fig. 3-24). 반면 피트모스:마사(3:1)의 혼용토양에서는 모든 식물체가

고사하였다. 식물체의 생장은 모든 처리구에서 큰 차이를 보이지 않았는데, 그러므로 *D. occidentalis* “pink flower”의 기외순화시 적정 배양토는 피트모스 단용토양인 것으로 생각되었다.

Table 3-31. Effect of soil compositions on survival and growth of *Drosera occidentalis* “pink flower” shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	71.43	0.14 a <sup>y</sup>	3.2 a	0.74 a	1.78 a	4.0 ab	1.62 a
Pe	85.71	0.11 a	2.8 a	0.93 a	2.02 a	2.6 b	0.96 a
Pe:P=5:1	71.43	0.09 a	3.0 a	0.94 a	2.08 a	3.0 ab	1.04 a
Pe:P=4:1	42.86	0.11 a	3.7 a	0.90 a	1.83 a	7.0 a	1.55 a
Pe:P=3:1	71.43	0.09 a	2.2 a	0.74 a	1.92 a	3.2 ab	0.92 a
Pe:Sa=5:1	42.86	0.14 a	1.3 a	0.80 a	2.03 a	1.0 b	1.00 a
Pe:Sa=4:1	14.29	0.16 a	1.0 a	0.70 a	1.80 a		
Pe:Sa=3:1				Dead			

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-24. Cultural response of *Drosera occidentalis* “pink flower” shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

### 9) *Drosera occidentalis* “white flower”

**배양토의 영향:** 배양토를 달리하여 *D. occidentalis* “white flower”의 기내배양묘를 이식한 결과, 생존율은 피트모스:펄라이트(5:1) 혼용토양에서 85.71%로 가장 높았다 (Table 3-32, Fig. 3-25). 반면 상토 단용구를 비롯하여 피트모스:마사(4:1) 및 피트모

사:마사(3:1) 혼용토양의 경우 모든 식물체가 고사하였으며, 피트모스:펄라이트(5:1) 그리고 피트모스:마사(5:1)의 혼용토양에서는 생존율이 공히 14.29%에 그쳤다. 생존한 식물체의 생육은 처리구 간에 큰 차이가 없었다. 그러므로 *D. occidentalis* “white flower”의 기외순화시 적정 토양은 피트모스:펄라이트(5:1) 혼용토양인 것으로 생각되었다.

Table 3-32. Effect of soil compositions on survival and growth of *Drosera occidentalis* “white flower” shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S				Dead			
Pe	71.43	0.05 a <sup>y</sup>	1.8 a	0.80 ab	1.56 a	1.0 a	0.30 a
Pe:P=5:1	14.29	0.08 a	1.0 a	0.05 b	1.80 a	1.0 a	0.60 a
Pe:P=4:1	42.83	0.08 a	1.3 a	1.03 a	1.97 a	4.3 a	0.60 a
Pe:P=3:1	85.71	0.06 a	2.3 a	0.78 ab	1.52 a	3.5 a	0.53 a
Pe:Sa=5:1	14.29	0.02 a	1.0 a	0.30 ab	1.10 a	-	-
Pe:Sa=4:1				Dead			
Pe:Sa=3:1				Dead			

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-25. Cultural response of *Drosera occidentalis* “white flower” shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

## 10) *Drosera regia*

**배양토의 영향:** 기내배양한 *D. regia*의 소식물체를 8종의 토양별로 이식하여 배양한 결과, 전반적으로 생존율이 낮아 피트모스 단용구와 피트모스:펄라이트(4:1)의 혼용토양

에서 공히 28.57%로 가장 높은 편이었다(Table 3-33, Fig. 3-26). 한편 상토 단용구와 피트모스:마사(4:1) 및 피트모스:마사(3:1)의 혼용토양에서는 모든 식물체가 고사하였다. 생존한 식물체의 생육은 처리구간에 유의차를 보이지 않았다. 이상의 실험결과에 의하면 *D. regia*의 경우 기외순화시 적합한 토양을 선발하기 위한 보다 집중적인 연구가 보다 추후 이루어져야 할 것으로 보인다.

Table 3-33. Effect of soil compositions on survival and growth of *Drosera regia* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S				Dead			
Pe	28.57	0.20 a <sup>y</sup>	2.5 a	4.00 a	4.05 a	2.0 a	0.80 a
Pe:P=5:1	14.29	0.08 a	1.0 a	2.20 a	2.80 a	3.0 a	0.50 a
Pe:P=4:1	28.57	0.25 a	2.0 a	3.45 a	4.35 a	4.0 a	1.15 a
Pe:P=3:1	14.29	0.08 a	1.0 a	2.20 a	1.70 a	2.0 a	0.40 a
Pe:Sa=5:1	14.29	0.30 a	2.0 a	3.30 a	4.90 a	5.0 a	1.00 a
Pe:Sa=4:1				Dead			
Pe:Sa=3:1				Dead			

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-26. Cultural response of *Drosera regia* shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

### 11) *Darlingtonia californica*

**배양토의 영향:** *D. californica*의 기내배양묘를 8종의 토양별로 기외 이식한 후 식물 생육을 조사한 결과, 생존율은 상토 및 피트모스 단용구를 비롯하여 피트모스:펄라이트(3:1)의 혼용토양에서 각각 90%로 양호한 편이었다(Table 3-34, Fig. 3-27). 반면 피트모스:마사(3:1)의 혼용토양에서는 대부분의 식물체가 고사하여 생존율이 3.33%에 그쳤다. 식물체의 수 및 초장, 초폭은 처리구간에 차이를 보이지 않았고, 생체중은 피트모스 단용구에서 가장 컸으며, 뿌리의 발달은 상토 단용구에서 다른 처리구에 비하여 우수하였다. 그러므로 *D. californica*의 기외순화시 적정 배양토는 상토 단용구 및 피트모스 단용구인 것으로 생각되었다.

Table 3-34. Effect of soil compositions on survival and growth of *Darlingtonia californica* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	90	0.24 ab <sup>y</sup>	4.7 a	1.98 a	4.13 a	7.4 a	2.03 a
Pe	90	0.27 a	5.5 a	1.92 a	4.24 a	5.5 ab	1.39 abc
Pe:P=5:1	83.33	0.22 ab	3.7 a	1.89 a	4.15 a	5.9 ab	1.86 abc
Pe:P=4:1	83.33	0.19 abc	3.7 a	2.21 a	3.74 a	5.4 ab	1.74 abc
Pe:P=3:1	90	0.23 ab	4.4 a	1.98 a	3.91 a	6.6 ab	1.99 ab
Pe:Sa=5:1	53.33	0.15 bc	3.5 a	1.91 a	3.78 a	4.3 ab	1.15 c
Pe:Sa=4:1	46.67	0.12 c	2.9 a	1.83 a	3.59 a	3.5 b	1.26 bc
Pe:Sa=3:1	3.33	0.17 abc	3.0 a	2.00 a	4.20 a	4.0 b	1.30 abc

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-27. Cultural response of *Darlingtonia californica* shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

**관수방법의 영향:** 기내배양한 *D. californica*의 기외순화시 관수방법이 식물생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 식물체의 생존율은 1일 1회 표면관수시 87.5%로 가장 높았으며, 저면관수의 경우에는 15분씩 1일 2회 처리한 경우에 83.33%로 생존율이 가장 좋았다(Table 3-35, Fig. 3-28). 식물체의 생육은 45분씩 2일에 1회 관수한 경우 전반적으로 양호하였으나, 이 처리구의 경우 생존율은 79.17%로 표면관수나 15분씩 1일 2회 저면관수한 처리구에 비하여 낮았다.

Table 3-35. Effect of watering method on survival and growth of *Darlingtonia californica* shoots grown *in vitro*.

	Watering method <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
SP	1T/1D	87.50	0.19a <sup>y</sup>	3.5b	1.97a	3.53ab	4.7a	1.19c
SU	1T/1D 15min	62.50	0.19a	3.3b	1.66abc	3.21ab	4.1a	1.27bc
	1T/1D 30min	70.83	0.16abc	3.0b	1.92ab	3.35ab	5.5a	1.44abc
	1T/1D-45min	75.00	0.19a	3.6ab	1.75abc	3.43ab	4.6a	1.33abc
	2T/1D-15min	83.33	0.14abc	3.0b	1.59bc	3.30ab	4.5a	1.42abc
	2T/1D-30min	79.17	0.18ab	3.5ab	1.55c	3.60a	5.5a	1.69abc
	2T/1D-45min	75.00	0.11c	2.9ab	1.72abc	3.10b	3.9a	1.48abc
	1T/2D-15min	79.17	0.13bc	2.5b	1.73abc	3.44ab	4.8a	1.52abc
	1T/2D-30min	70.83	0.12c	3.1ab	1.81abc	3.36ab	5.1a	1.76a
	1T/2D-45min	79.17	0.18ab	3.7a	1.94ab	3.66a	5.6a	1.75a

<sup>z</sup>SP: spray irrigation 1 time/day, SU 1T/1D-15min: subirrigation 1 time/day for 15 min., SU 1T/1D-30min: subirrigation 1 time/day for 30min., SU 1T/1D-45min: subirrigation 1 time/day for 45min. SU 2T/1D-15min: subirrigation 2 times/day for 15min., SU 2T/1D-30min: subirrigation 1 time/day for 30 min., SU 2T/1D-45min: subirrigation 2 times/day for 45min. SU 1T/2D-15min: subirrigation 1 time/2 days for 15min. SU 1T/2D-30min: subirrigation 1 time/2 days for 30min., SU 1T/2D-45min: subirrigation 1 time/2 days for 45min.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-28. Cultural response of *Darlingtonia californica* cultivated by different watering methods for 5 weeks.

<sup>z</sup>SP 1T/1D: spray irrigation 1 time/day, SU 1T/1D: subirrigation 1 time/day, SU 2T/1D: subirrigation 2 time/day, SU 1T/2D: subirrigation 1 time/2 day.

## 12) *Heliampora minor*

**배양토의 영향:** 배양토를 달리하여 *H. minor*의 기내배양묘를 이식하여 재배한 결과, 식물체의 생존율은 상토 및 피트모스 단용구와 피트모스:펄라이트(3:1)의 혼용토양에서 96.67%로 양호하였다(Table 3-36, Fig. 3-29). 식물체의 생육은 피트모스 단용구와 피트모스:펄라이트(3:1)의 혼용토양에서 전반적으로 양호하여 *H. minor*의 기외순화시 적정 토양으로 생각되었다.

Table 3-36. Effect of soil compositions on survival and growth of *Heliampora minor* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	96.67	0.31 ab <sup>y</sup>	4.5 ab	2.85 a	2.36 abc	3.5 a	1.42 ab
Pe	96.67	0.35 ab	4.9 a	3.16 a	2.43 abc	3.5 a	1.30 ab
Pe:P=5:1	90	0.36 ab	4.1 ab	3.13 a	2.76 a	3.6 a	1.37 ab
Pe:P=4:1	90	0.24 b	3.9 ab	2.75 a	2.14 bc	2.4 a	1.29 ab
Pe:P=3:1	96.67	0.39 a	4.6 ab	3.18 a	2.60 ab	3.6 a	1.68 a
Pe:Sa=5:1	46.67	0.30 ab	3.6 ab	2.98 a	2.32 abc	3.3 a	1.41 ab
Pe:Sa=4:1	66.67	0.25 b	3.1 b	2.76 a	2.00 c	2.3 a	1.07 b
Pe:Sa=3:1	6.67	0.32 ab	4.0 ab	3.10 a	2.25 abc	2.0 a	1.40 ab

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-29. Cultural response of *Heliampora minor* shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

**관수방법의 영향:** 관수방법이 *H. minor*의 기외순화시 식물생육에 미치는 영향을 알

아보기 위하여, 표면관수하거나 관수의 횟수 및 시간을 달리하여 실험한 결과는 Table 3-37 및 Fig. 3-30과 같았다. 생존율은 1일 1회 표면관수를 비롯하여 15분씩 1일 1회 저면관수, 15분씩 2일에 1회 저면관수 및 45분씩 2일에 1회 저면관수를 실시한 처리구에서 공히 90.48%로 양호하였다. 식물체의 생육은 15분씩 1일 1회 저면관수와 45분씩 1일 1회 저면관수의 처리구에서 대체적으로 양호하여 *H. minor*의 기외순화시 적절한 관수방법으로 생각되었다.

Table 3-37. Effect of watering method on survival and growth of *Heliampora minor* shoots grown *in vitro*.

	Watering method <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
SP	1T/1D	90.48	0.18abc <sup>y</sup>	2.7b	2.75a	1.95ab	2.4a	0.83b
SU	1T/1D-15min	85.71	0.21a	3.7a	2.58ab	1.79ab	2.7a	1.14ab
	1T/1D-30min	66.66	0.14bc	2.1b	2.45abc	1.7ab	2.9a	0.90ab
	1T/1D-45min	90.48	0.20ab	2.5b	2.41bc	2.00a	2.9a	1.08ab
	2T/1D-15min	90.48	0.17abc	2.8b	2.34bc	1.83ab	2.2a	1.26a
	2T/1D-30min	85.71	0.15abc	2.5b	2.33bc	1.82ab	2.1a	1.20ab
	2T/1D-45min	90.48	0.16abc	3.2ab	2.38bc	1.87ab	2.3a	1.19ab
	1T/2D-15min	71.43	0.12c	2.8b	2.28bc	1.59b	2.6a	1.25ab
	1T/2D-30min	76.19	0.18abc	2.7b	2.106c	1.82ab	2.2a	0.93ab
	1T/2D-45min	85.71	0.16abc	2.4b	2.30bc	1.66ab	2.2a	1.27a

<sup>z</sup>SP 1T/1D: spray irrigation 1 time/day, SU 1T/1D-15min: subirrigation 1 time/day for 15min., SU 1T/1D-30min: subirrigation 1 time/day for 30min., SU 1T/1D-45min: subirrigation 1 time/day for 45min. SU 2T/1D-15min: subirrigation 2 times/day for 15 min., SU 2T/1D-30min: subirrigation 1 time/day for 30min., SU 2T/1D-45min: subirrigation 2 times/day for 45 min. SU 1T/2D-15min: subirrigation 1 time/2 days for 15 min. SU 1T/2D-30min: subirrigation 1 time/2 days for 30min., SU 1T/2D-45min: subirrigation 1 time/2 days for 45min.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

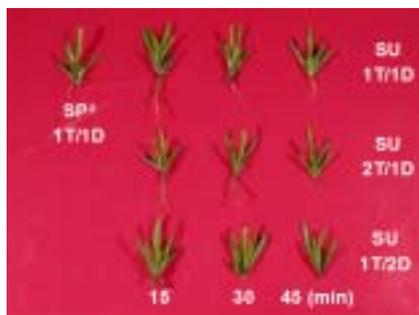


Fig. 3-30. Cultural response of *Heliampora minor* cultivated by different watering methods for 5 weeks.

<sup>z</sup>SP 1T/1D: spray irrigation 1 time/day, SU 1T/1D: subirrigation 1 time/day, SU 2T/1D: subirrigation 2 time/day, SU 1T/2D: subirrigation 1 time/2 day.

### 13) *Pinguicula ehlersae*

**배양토의 영향:** *P. ehlersae*의 기내배양묘를 8종의 토양별로 기외 이식하여 재배한 결과, 생존율은 피트모스 단용토양을 비롯하여 피트모스와 펄라이트의 혼용토양구에서 혼용비율에 관계없이 100%로 양호하였다(Table 3-48). 반면 피트모스와 마사의 혼용처리구의 경우 생존율은 0~28.57%로 매우 저조하였다. 식물체의 생육 또한 피트모스 단용토양 및 펄라이트와의 혼용토양에서 전반적으로 양호하여 *P. ehlersae*의 기외순화시 적정토양으로 생각되었다.

Table 3-38. Effect of soil compositions on survival and growth of *Pinguicula ehlersae* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	85.71	3.86 a <sup>y</sup>	1.8 a	1.77 c	4.70 a	6.3 a	2.20 a
Pe	100	3.90 a	2.0 a	2.77 a	4.20 a	11.3 a	1.72 a
Pe:P=5:1	100	5.13 a	1.6 a	2.64 abc	4.40 a	11.7 a	1.67 a
Pe:P=4:1	100	2.88 a	3.0 a	1.91 abc	3.66 a	8.0 a	1.47 a
Pe:P=3:1	100	4.60 a	2.1 a	2.67 ab	4.24 a	7.2 a	1.53 a
Pe:Sa=5:1				Dead			
Pe:Sa=4:1	28.57	4.80 a	2.0 a	1.80 bc	4.20 a	9.5 a	2.10 a
Pe:Sa=3:1				Dead			

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

### 14) *Pinguicula moranensis*

**배양토의 영향:** *P. moranensis*의 기내배양묘를 8종의 토양별로 이식하여 재배한 결과, 식물체의 생존율은 상토 및 피트모스 단용구와 피트모스와 펄라이트의 혼용 처리구에서 100%로 양호하였다(Table 3-39, Fig. 3-31). 반면 피트모스와 마사의 혼용처리구에서는 생존율이 0~42.86%로 저조하였다. 식물체의 생육은 피트모스:마사(5:1)의 혼용토양과 피트모스와 펄라이트의 모든 혼용토양에서 전반적으로 양호하였는데, 피트모스:마사(5:1)의 경우 생존율이 42.86%에 머물렀다. 그러므로 *P. moranensis*의 기외순화시 배양토는 피트모스와 펄라이트의 혼용토양이 적절할 것으로 생각되었다.

Table 3-39. Effect of soil compositions on survival and growth of *Pinguicula moranensis* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	100	2.13a <sup>y</sup>	1.7ab	2.57ab	5.10a	13.9a	1.74b
Pe	100	2.94a	1.9ab	2.77ab	5.53a	14.9a	2.47ab
Pe:P=5:1	100	3.52a	3.0ab	3.20a	6.23a	13.7a	2.64a
Pe:P=4:1	100	2.89a	1.6ab	3.20a	6.23a	13.7a	2.64a
Pe:P=3:1	100	2.29a	3.4ab	2.37ab	4.30a	13.6a	2.70a
Pe:Sa=5:1	42.86	3.51a	5.3a	3.00a	5.87a	18.3a	2.53ab
Pe:Sa=4:1				Dead			
Pe:Sa=3:1	14.29	0.57a	1.0b	2.00b	2.40b	2.0b	0.20c

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 3-31. Cultural response of *Pinguicula moranensis* shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

### 15) *Pinguicular primuliflora*

**배양토의 영향:** *P. primuliflora*의 기내배양묘를 8종의 토양별로 이식하여 재배한 결과, 생존율은 피트모스 단용토양을 비롯하여 피트모스와 마사의 혼용토양에서 혼용비율에 관계없이 100%로 양호하였다(Table 3-40). 신초 수는 피트모스:펄라이트(5:1)의 혼용토양에서 9.0개로 가장 많았고, 식물체의 생육은 피트모스 단용토양과 피트모스:마사(5:1) 및 피트모스:마사(4:1)의 혼용토양에서 비교적 양호하였다. 그러므로 *P. primuliflora*의 기외순화시 적정 배양토는 피트모스 단용토양이나 피트모스와 마사의 혼용토양으로 생각되었다.

Table 3-40. Effect of soil compositions on survival and growth of *Pinguicular primuliflora* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	42.85	0.21 d <sup>y</sup>	2.0 b	0.83 b	1.70 c	5.0 ab	2.45 a
Pe	100	0.60 a	6.9 ab	1.31 ab	3.76 a	5.6 ab	1.99 ab
Pe:P=5:1	85.71	0.46 abc	9.0 a	1.16 ab	3.40 ab	6.7 a	1.73 b
Pe:P=4:1	85.71	0.33 bcd	3.8 ab	1.18 ab	3.10 ab	3.8 b	1.83 ab
Pe:P=3:1	57.14	0.27 cd	3.0 ab	0.95 ab	2.28 bc	4.8 ab	1.63 b
Pe:Sa=5:1	100	0.56 ab	5.9 ab	1.46 a	4.00 a	5.4 ab	1.74 b
Pe:Sa=4:1	100	0.52 ab	7.6 ab	1.33 ab	3.53 ab	6.0 a	1.47 b
Pe:Sa=3:1	100	0.45 abc	5.9 ab	1.30 ab	3.33 ab	6.0 a	1.60 b

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

### 16) *Sarracenia leucophylla* f. red tube

**배양토의 영향:** 배양토의 종류를 달리하여 *S. leucophylla* f. red tube의 기내배양묘를 이식하여 재배한 결과, 생존율은 피트모스:마사(4:1)와 피트모스:마사(3:1)의 혼용처리구를 제외한 나머지 처리구에서 100%로 양호하였다(Table 3-41). 신초 수는 피트모스 단용구와 피트모스:펄라이트(3:1)의 혼용토양에서 공히 11.0개로 가장 많았다. 상토 단용구의 경우 초장이 9.14cm로 가장 길었으나 초폭의 경우 3.33cm로 가장 좁았다. 뿌리의 발달은 전반적으로 피트모스 단용구를 비롯하여 피트모스와 펄라이트의 혼용토양에서 양호한 편이었다. 그러므로 피트모스 단용토양 혹은 피트모스와 펄라이트의 혼용토양이 *S. leucophylla* f. red tube의 기외순화시 적합한 토양인 것으로 생각되었다.

Table 3-41. Effect of soil compositions on survival and growth of *Sarracenia leucophylla* f. red tube shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	100	0.38 a <sup>y</sup>	9.1 ab	9.14 a	3.33 c	7.9 a	3.80 ab
Pe	100	0.57 a	11.0 a	3.83 b	4.57 ab	8.0 a	3.69 ab
Pe:P=5:1	100	0.45 a	10.3 ab	3.66 b	4.31 bc	8.3 a	3.90 ab
Pe:P=4:1	100	0.40 a	7.4 ab	3.70 b	5.06 ab	6.6 a	4.49 a
Pe:P=3:1	100	0.50 a	11.0 a	3.71 b	4.47 ab	7.0 a	4.67 a
Pe:Sa=5:1	100	0.39 a	8.6 ab	3.54 b	4.61 ab	5.1 a	4.33 ab
Pe:Sa=4:1	57.14	0.38 a	5.8 b	4.08 b	5.65 a	5.3 a	2.93 b
Pe:Sa=3:1				Dead			

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

### 17) *Sarracenia purpurea*

**배양토의 영향:** *S. purpurea*의 기내배양묘를 8종의 토양별로 이식하여 배양한 결과, 생존율은 피트모스:마사(5:1)와 피트모스:마사(3:1)의 혼용처리구를 제외한 모든 토양에서 100%로 양호하였다(Table 3-42, Fig. 3-32). 신초 수는 상토 단용구에서 3.4개로 가장 많았으나, 생체중, 초폭, 뿌리 수, 뿌리 길이 등의 식물생육은 피트모스 단용구에서 가장 우수하였다. 그러므로 *S. purpurea*의 기외순화시 적정 배양토는 피트모스 단용인 것으로 생각되었다.

Table 3-42. Effect of soil compositions on survival and growth of *Sarracenia purpurea* shoots grown *in vitro*.

Soil <sup>z</sup> composition	Percent of survival	Fresh wt. (g)	No. of shoots	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	100	0.24 ab <sup>y</sup>	3.4 a	3.26 a	3.57 ab	4.1 ab	2.67 a
Pe	100	0.27 a	2.9 a	3.16 a	4.31 a	4.3 a	2.54 a
Pe:P=5:1	100	0.19 bc	2.9 a	3.16 a	3.26 bc	2.6 ab	1.89 a
Pe:P=4:1	100	0.18 bc	3.3 a	3.24 a	3.71 ab	1.9 b	2.39 a
Pe:P=3:1	100	0.24 ab	3.9 a	3.23 a	3.67 ab	3.7 ab	2.74 a
Pe:Sa=5:1	57.14	0.22 abc	3.8 a	3.10 a	3.98 ab	3.5 ab	2.45 a
Pe:Sa=4:1	100	0.15 cd	1.8 a	2.97 a	3.27 bc	2.5 ab	2.13 a
Pe:Sa=3:1	14.29	0.09 d	1.0 a	2.30 a	2.60 c	2.0 ab	1.60 a

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

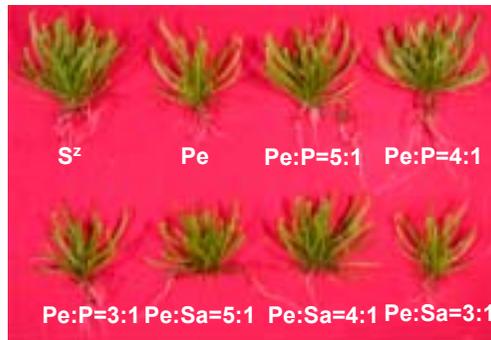


Fig. 3-32. Cultural response of *Sarracenia purpurea* shoots grown *in vitro* as affected by different soil composition for 5 weeks.

<sup>z</sup>S: compost, Pe: peatmoss, P: perlite, Sa: sand.

## 4. 적 요

본 연구는 식충식물 기내배양묘의 토양이식시 순화에 미치는 몇 가지 요인의 영향을 분석하여 효율적인 순화방법을 구명하기 위하여 실시하였다

### 가. *Dionaea muscipula*와 *Drosera tokainsis*

*Dionaea muscipula*의 기내배양묘는 배양토에 따른 생육의 차이가 크지 않았으며, 안토시안 및 클로로필 함량의 차이도 크지 않았다. 온도별 처리에서는 25℃에서 생육이 가장 왕성하였다. *Drosera tokainsis*는 피트모스:버미큘라이트(2:1)의 혼용토양에서 생육이 가장 왕성하였고, 클로로필 함량은 코코피토:버미큘라이트(2:1) 혼용토양에서, 안토시안 함량은 코코피토:버미큘라이트(3:1)의 혼용토양에서 가장 높았다. *Drosera tokainsis*는 온도 차이에 따라 25℃에서 생육이 가장 우수하였는데, 엽의 클로로필 함량 또한 25℃에서 가장 높았다.

### 나. *Drosera*속 5종 식물

종에 관계없이 유식물체를 25℃의 피트모스 단용구에서 순화시켰을 때 식물생육이 가장 양호하였다. 또한 다른 차광조건에 비하여 50% 차광율에서 식물생육 및 신초 형성이 가장 왕성하였다.

### 다. *Byblis filifolia*

식물체의 생존율 및 생육은 비료성분이 함유된 원예용 상토에서 가장 우수하였으며, 차광율을 달리하여 재배한 결과 70%차광 처리구에서 생존율과 생육이 우수하였다. 관수방법 및 횃수를 달리하여 재배한 결과 1일 2회 살수관수 처리구에서의 생육이 가장 우수하였다. *Byblis filifolia*의 유식물체를 기외이식할 때 피복처리는 효과적이었는데, 4주의 피복처리가 가장 적절한 조건이었다. 반면, 루톤, IAA(100, 200, 400mg · L<sup>-1</sup>) 및 IBA(100, 200, 400mg · L<sup>-1</sup>) 등의 발근촉진체로 침지한 실험에서는 식물체의 생존 및 생육을 저해하였다.

### 라. *Nepenthes ventricosa*

적정 배양토는 무비상토로 확인되었으며, 관수방법 및 관수횃수를 달리하여 식물체를 재배한 결과, 1일 2회 담수 처리구에서 생존율과 엽장, 초폭 등의 전반적인 생육이 우수하였으나, 뿌리의 발달은 살수관수 처리구에서 우수하였다. 순화시 1주간의 피복처리는 *Nepenthes ventricosa*의 식물생육을 향상시키는 것으로 확인되었다.

#### 마. *Brochinia reducta* 외 16 종

*Brochinia reducta*, *Drosera burmanni*, *Drosera lanata*, *Drosera petiolarlis* 'all red', *Drosera occidentalis* 'white flower', *Pinguicula ehlersae*, *Pinguicula moranensis*의 적정 배양토는 피트모스:펠라이트(5:1)의 혼용토양이었으며, *Byblis filifolia*, *Heliophora minor*의 식물생육은 피트모스:펠라이트(3:1)의 혼용토양에서 가장 우수하였다. 한편 *Cephalotus forlicularis*, *Dionaea muscipula* 'E', *Drosera occidentalis* 'pink flower', *Drosera regia*, *Darlingtonia californica*, *Pinguicula primuiflora*, *Sarracenia leucophylla* f. red tubes, *Sarracenia purpurea*의 적정 배양토는 피트모스 단용토양인 것으로 조사되었다. 관수방법 및 관수횟수가 기외순화에 미치는 영향을 조사한 결과, *Darlingtonia californica*의 생존율은 1일 1회 표면관수 처리구에서 가장 높았고, *Heliophora minor*의 생존율 및 식물생육은 1일 1회 45분씩 저면관수한 처리구에서 가장 양호하였다.

## 제 4 절 우량묘 육성방법의 확립

### 1. 서 언

대부분의 식충식물들은 산성의 습지나 석회암 절벽지대 등과 같이 자양분이 매우 빈약한 환경에서 자생하기 때문에 작은 동물을 잡아 그 체액을 앞에서 직접 흡수하는 방법으로 살아간다(Givnish, 1989, Albert 등, 1992). 그러므로 식충식물은 영양분이 없는 토양이나, 질소성분이 없는 배지에서도 잘 자라며(Schnell, 2002), 토양속의 질소분도 이용하지만 주로 포획된 곤충들로부터 질소와 인을 흡수한다(Aldenius 등, 1983; Karlsson과 Carlsson, 1984).

이처럼 대부분의 식충식물들이 뿌리를 통한 양분흡수 기능이 퇴화하였기 때문에 일반 원예용토는 재배에 적합하지 않으며, 배양토 선택에 유의하지 않으면 뿌리가 부패하고 생육이 원활하지 못하게 된다. 식충식물 재배용으로 시판되고 있는 혼합용토는 산성으로 양분이 거의 없으며 수분함유량이 높은데, 주로 피트모스, 모래, 수태, 버미큘라이트, 펠라이트, 오스만다 등을 품종에 따라 적절한 비율로 혼합하여 사용하게 된다.

식충식물은 습지에서 주로 서식함으로 친수성이며 많은 물을 필요로 하기 때문에 휴면기간에 약간 건조하게 관리하는 것을 제외하고는 일반적으로 생육기간 동안에 토양이 축축하게 유지되어야 한다. 관수용의 보통 물은 무기물이 거의 없고 유해한 불순물

이 없는 약간의 산성을 띠는 물이 이상적이다.

식충식물의 서식지는 대부분 습지로 일조에 장애를 받지 않기 때문에 생육에 충분한 일조량을 필요로 하는 경우가 많다. 일조를 충분히 받지 못하면 정상적인 형태형성이 저해되어, 기능과 색상에 이상이 발생한다. 끈끈이주걱, 사라세니아의 포충낭, 네펜데스의 포충낭, 파라지옥의 잎이나 덧 등은 일조가 충분치 않으면 붉은 색조가 물들지 않고 사라세니아의 포충낭은 뚜껑이 열리지 않는다. 반면 일조가 너무 강하면 어린 유묘 등이 죽거나 생육이 멈추게 된다.

온도는 모든 생리 및 생화학적 반응속도에 영향을 미침으로써 식물의 성장속도에 현저한 영향을 준다. 대체로 생리과정의 속도는 일정 온도까지 기온이 상승함에 따라 촉진되는데, 일반적으로 식물의 생육온도는 15~28℃ 정도이고 이외의 온도에서는 생육이 정지되거나 휴면한다. 식충식물도 대체로 이러한 온도조건에서 생육이 이루어진다고 볼 수 있는데, 다만 위도 및 해발고도의 차이에 따라 최대 생육온도가 달라지고, 휴면기의 온도에 차이가 있을 뿐이다.

식충식물을 실외 또는 노지에서 재배할 경우에는 시비할 필요가 없지만, 온실 및 베란다 등 실내에서는 포충작업이 원활하게 이루어지지 않기 때문에 부족한 영양성분을 보충할 필요가 있다. 특히 왕성한 생육 및 개화를 원할 때, 또는 테라리움 등에서 재배할 때도 시비의 필요성이 있다. 식충식물의 시비는 주로 액비를 사용하는데, 지나친 농도 및 시비횟수 등은 식물체에 치명적인 손상을 입히게 됨으로 종에 따라 적절한 시비조건을 구명해야만 한다.

식충식물의 종에 따라서 자생지의 생육조건이 다양하고, 기후분포가 각기 상이함으로, 식충식물의 우량묘를 육성하기 위해서는 이들 자생지의 여건을 감안하여 각각의 토양, 온도, 광도, 수분조건 및 시비 등의 배양환경을 적절히 조절해줘야 한다. 본 연구는 배양토의 종류, 차광율, 관수방법 및 횟수 그리고 hyponex의 농도 및 시비방법이 식충식물체의 생존율 및 생육상태에 미치는 영향을 구명하여 각각의 종에 따른 적정 생육조건을 찾고자 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

1) 실험재료: *Dionaea muscipula*, *Drosera aliciae*, *Drosera capensis*, *Drosera rotundifolia*, *Drosera tokainensis*, *Pinguicular moranensis*, *Sarracenia purpurea* 등을 재료로 사용하였다. 기내증식된 유식물체는 성장상(HB-301LP, 한백, 한국)에서 2주간 재배하여 순화시켰다. 순화시 재배조건은 온도 25±1℃, 습도 70%, 광도 3,000lux(16시

간)이었으며, 저면관수 하였다. 순화가 완료된 유식물체를 각각 10반복으로 비닐하우스에서 12주간 재배한 후 생육정도를 측정하여 균일묘를 실험재료로 사용하였다.

**2) 적정 배양토의 구명:** 배양토가 유식물체의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 상토, 코코피트, 피트모스, 수태 단용과 상토:버미큘라이트(2:1), 상토:펄라이트(2:1), 상토:버미큘라이트:펄라이트(2:1:1), 코코피트:버미큘라이트(2:1), 코코피트:펄라이트(2:1), 코코피트:버미큘라이트:펄라이트(2:1:1), 피트모스:버미큘라이트(2:1), 피트모스:펄라이트(2:1), 피트모스:버미큘라이트:펄라이트(2:1:1) 혼용 등 총 13종류의 배양토를 사용하여 실험하였다(Table 4-1).

Table 4-1. Soil compositions used in study of optimum growing media for young plantlets.

Code	Soil composition
S	Compost
S:V	Compost:vermiculite = 2:1
S:P	Compost:perlite = 2:1
S:V:P	Compost:vermiculite:perlite = 2:1:1
C	Cocopeat
C:V	Cocopeat:vermiculite = 2:1
C:P	Cocopeat:perlite = 2:1
C:V:P	Cocopeat:vermiculite:perlite = 2:1:1
Pe	Peatmoss
Pe:V	Peatmoss:vermiculite = 2:1
Pe:P	Peatmoss:perlite = 2:1
Pe:V:P	Peatmoss:vermiculite:perlite = 2:1:1
Sp	Sphagnum moss

**3) 적정 차광율의 구명:** 유식물체의 생육에 차광율이 미치는 영향을 알아보기 위하여, 각각 0, 30, 50, 70, 90%로 차광시킨 비가림시설에서 재배하였다.

**4) 적정 관수방법의 구명:** 관수방법은 표면관수와 저면관수를 실시하였으며, 표면관수의 경우 1일 1회(10시)와 1일 2회(10시, 16시) 관수 등 2 종의 처리를 하였다. 저면관수는 오전 10시에 실시하였는데, 지속담수, 3일간 담수 후 1일간 퇴수, 2일간 담수 후 1일간 퇴수, 1일간 담수 후 1일간 퇴수, 1일간 담수 후 2일간 퇴수, 1일간 담수 후 3일간 퇴수의 6종의 처리를 실시하였다.

5) **적정 시비방법의 구명:** 시비처리가 유식물체의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여, hyponex 0, 0.2, 0.5, 1.0g · L<sup>-1</sup>의 용액을 2주당 1회씩 엽면살포 하거나 hyponex 0, 0.05, 0.1, 0.2g · L<sup>-1</sup>의 용액을 이용하여 지속적으로 저면관수 하였다.

6) **재배 조건:** 이상의 실험에서 토양 종류별 실험을 제외한 배양토는 피트모스를 사용하였으며, 무차광의 비닐하우스에서 저면관수 배드를 이용하여 3일 담수, 1일 퇴수를 기본으로 12주간 재배하였다. 재배 후 생체중, 식물체 수, 초장, 초폭, 엽수, 엽장, 엽폭, 근수, 근장을 조사하였다. 데이터는 CoStat program(CoHort software)을 이용하여 분산분석(Anova)과 Duncan의 다중검정법으로 비교, 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. *Dionaea muscipula*의 육묘 조건

**배양토의 영향:** 우량묘 육성에 적합한 배양토를 선발하기 위하여, *D. muscipula*의 기내배양묘를 순화시킨 후 균일묘를 선발하여 13종의 토양(Table 4-1)별로 이식한 후 12주간 재배하였다. 그 결과, 식물체의 생존율은 피트모스 단용구와 피트모스와 펠라이트의 혼용토양에서 100%로 가장 높았다(Table 4-2, Fig. 4-1). 반면 상토 단용토양 및 혼용토양의 경우 생존율이 0~20%로 아주 저조하였다. 신초의 발달은 상토와 펠라이트의 혼용토양에서 3.5개로 가장 많았으나 이 처리구의 경우 식물체의 생존율이 20%에 불과하여 육묘용 토양으로 적합하지 않은 것으로 판단되었다. 초장, 초폭, 엽수, 엽장 등의 식물생육을 고려할 때 가장 양호한 결과를 보인 것은 피트모스와 펠라이트의 혼용토양이었다. 이 처리구의 경우 뿌리의 발달 또한 다른 처리구 보다 왕성하여 *D. muscipula*의 육묘용 토양으로 가장 적합한 것으로 생각되었다.

Table 4-2. Effect of soil composition on survival and growth of *Dionaea muscipula*.

Soil composition <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S										Dead
S:V										Dead
S:P	20	0.33cd <sup>y</sup>	3.5a	2.0c	3.2cd	10.5bc	2.5cd	0.3cd	3.5c	3.3c
S:V:P										Dead
C	70	0.29cd	1.7bc	1.8c	2.7cd	13.1ab	1.6d	0.2de	4.0c	2.2d
C:V	90	0.12d	2.0bc	1.0d	2.1de	10.9bc	1.4de	0.4ef	3.0c	0.9e
C:P										Dead
C:V:P										Dead
Pe	100	1.92ab	1.2cd	3.9b	12.5a	12.3abc	7.1b	0.9bc	7.3a	4.3b
Pe:V	30	2.11a	1.0cd	5.8a	11.5a	9.3c	6.0a	0.6a	6.3ab	4.2b
Pe:P	100	2.65a	1.1cd	6.6a	10.8a	14.2a	6.9a	0.8a	7.3a	5.7a
Pe:V:P	60	1.15bc	2.5ab	3.5b	6.4b	9.7c	3.8b	0.5bc	3.8c	3.1cd
Sp	60	0.88cd	2.0bc	4.0b	4.5bc	13.5ab	3.7c	0.4cd	6.7bc	4.6b

<sup>z</sup>Refer to Table 4-1.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-1. Morphological characteristics of *Dionaea muscipula* cultivated in different media for 12 weeks.

<sup>z</sup>Refer to Table 4-1.

**차광율의 영향:** *D. muscipula*의 유식물체를 피트모스에 이식하여 0~90%로 차광율을 달리한 조건에서 각각 재배한 결과, 식물체의 생존율은 무차광구와 30~50%의 차광 처리구에서 100%로 양호하였다(Table 4-3, Fig. 4-2). 반면 90% 차광조건에서는 모든 식물체가 고사하였다. 식물체의 생체중은 30% 차광 처리구에서 2.69g으로 가장 높았고

초폭, 초장, 엽수 등도 비교적 양호한 결과를 보여, *D. muscipula*의 식물생육에 가장 적합한 차광율은 30%임을 확인할 수 있었다.

Table 4-3. Effect of shading ratio on survival and growth of *Dionaea muscipula*.

Shading ratio (%)	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	1.92b <sup>z</sup>	3.9b	12.5a	12.3ab	7.1b	0.9b	7.3a	4.3b
30	100	2.69a	4.9a	12.3a	13.0a	8.7a	0.9ab	7.4a	5.4a
50	100	1.50b	2.4c	9.0b	14.3a	4.8c	1.1a	6.7a	4.0b
70	40	0.38c	2.0c	6.4c	8.8b	3.3d	0.9b	3.8b	2.2c
90					Dead				

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-2. Morphological characteristics of as affected *Dionaea muscipula* by different shading ratios for 12 weeks.

**관수방법의 영향:** 관수방법을 달리하여 *Dionaea muscipula*의 유식물체를 재배한 결과, 식물체의 생존율은 1일 2회 표면관수와 담수 2일-퇴수 1일 처리구 및 담수 3일-퇴수 1일 처리구에서 100%로 양호하였다(Table 4-4, Fig. 4-3). 한편 생체중, 초장, 초폭, 엽수 등의 결과를 고려할 때 식물체의 생육은 담수 2일-퇴수 1일 처리구에서 전반적으로 양호하였다. 그러므로 *D. muscipula*의 재배시 적정 관수방법은 담수 2일-퇴수 1일 처리인 것으로 생각되었다.

Table 4-4. Effect of watering method on survival and growth of *Dionaea muscipula*.

Watering method <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S1	90	1.81a <sup>y</sup>	1.8ab	6.2ab	8.9b	10.8d	6.7a	1.3a	5.9b	8.8a
S2	100	2.48a	1.0b	6.6a	11.0ab	11.6cd	7.6a	0.9b	6.6ab	7.3b
C	80	1.97a	1.4ab	4.5bc	12.6a	10.9d	6.5a	0.9b	6.8ab	3.7e
F1-E1	90	2.99a	2.6a	6.4ab	11.0ab	12.7cd	7.7a	1.0b	6.7ab	5.6c
F2-E1	100	3.07a	1.0b	4.9abc	13.2a	16.9ab	7.0a	1.1ab	8.3a	4.4de
F3-E1	100	1.92a	1.2b	3.9c	12.5a	12.3cb	7.1a	0.9b	7.3ab	4.3de
F1-E2	80	2.43a	1.0b	3.9c	12.2a	15.5bc	6.2a	0.9b	7.9ab	5.1cd
F1-E3	20	2.28a	1.0b	6.8a	8.5b	20.0a	6.8a	0.9b	8.5a	5.8c

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 time/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 days-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 days-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 days, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 days.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-3. Morphological characteristics of *Dionaea muscipula* as affected by n different watering methods for 12 weeks.

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, C: continuous flooding, F2-E1: flooding 2 days-ebbing 1 day, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 days. F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 days, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 days-ebbing 1 day.

**시비방법의 영향:** *D. muscipula*의 유식물체 재배시 hyponex의 처리농도 및 처리방법이 식물생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 식물체의 생존율은 무처리구에서 100%로 가장 높았으며, 처리구의 경우 80~90% 수준으로 감소하였다(Table 4-5, Fig. 4-4). 식물체의 생체중은 hyponex 1.0g · L<sup>-1</sup>을 엽면살포한 처리구에서 4.12g으로 가장 높았고, 신초 형성은 hyponex 0.05g · L<sup>-1</sup>을 저면관수 한 경우에 식물체 수 2.6개로 가장 양호하였다. 초장, 초폭, 엽장, 엽폭, 뿌리의 발달 등 전체적인 식물생육을 고려할 때, 가장 좋

은 결과를 보인 처리구는 hyponex 1.0g · L<sup>-1</sup>을 엽면 살포한 구였다.

이상의 실험결과에 의하여 hyponex를 적정 농도로 시비함으로써 *D. muscipula*의 생육을 향상시킬 수 있음을 알 수 있었다. 그러나 시비 처리구의 경우 무처리구에 비하여 전반적으로 생존율이 감소하였으므로 추후 시비시기 및 방법에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각되었다.

Table 4-5. Effect of Hyponex on survival and growth of *Dionaea muscipula*.

Hyponex (g · L <sup>-1</sup> )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Control	100	1.92c <sup>y</sup>	1.2b	3.9cd	12.5bc	12.3a	7.1ab	0.9cd	7.3ab	4.3bc
F <sup>z</sup> -0.2	90	2.08c	1.4b	4.6c	12.9b	14.4a	7.1ab	0.9cd	7.1ab	4.5ab
F-0.5	90	1.95c	1.1b	5.1bc	12.1bc	14.8a	6.3bc	0.7d	7.1ab	4.3bc
F-1.0	80	4.12a	1.6b	6.6a	15.5a	12.8a	8.1a	1.3a	8.1a	5.1a
S-0.05	80	2.00c	2.6a	2.6d	9.1d	13.6a	5.2c	0.8d	6.2b	3.8bc
S-0.1	80	2.58bc	1.5b	5.7ab	10.1cd	15.4a	6.6b	1.0bc	8.4a	3.7c
S1-0.2	90	3.07b	1.4b	5.5ab	9.9d	11.7a	5.9ab	0.9ab	6.3a	3.2c

<sup>z</sup>F: foliar application, S: soil application.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

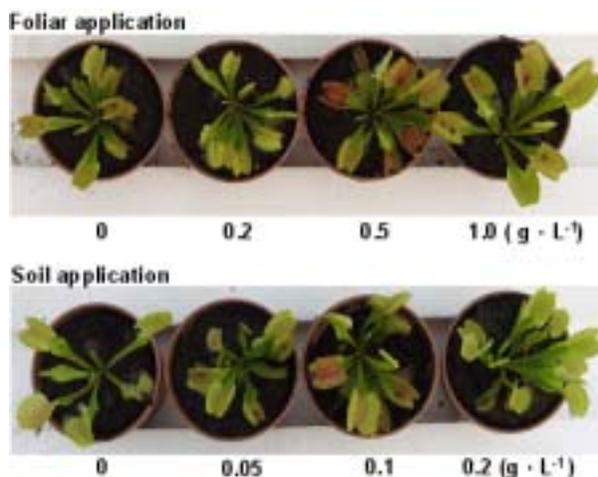


Fig. 4-4. Morphological characteristics of *Dionaea muscipula* as affected by different methods and levels of fertilizer for 12 weeks.

#### 나. *Drosera aliciae*의 육묘 조건

**배양토의 영향:** *D. aliciae*의 유식물체를 13종의 토양(Table 4-1)별로 이식하여 12주 동안 재배한 결과, 식물체의 생존율은 피트모스 단용 및 혼용처리구와 수태 단용토양에

서 100%로 양호하였다(Table 4-6, Fig. 4-5). 코코피트의 단용 및 혼용토양의 경우에도 생존율은 80~100%로 비교적 양호하였지만, 상토 단용 및 혼용토양의 경우 10~50%의 생존율을 보여 *D. aliciae*의 재배에 적합하지 않음을 확인할 수 있었다. 식물체의 생육은 수태 단용구를 비롯하여 피트모스와 버미큘라이트의 혼용토양 및 피트모스와 펠라이트의 혼용토양에서 전반적으로 양호하였다.

Table 4-6. Effect of soil composition on survival and growth of *Drosera aliciae*.

Soil composition <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	50	0.78ef <sup>y</sup>	1.3ef	3.4e	26.0d	1.7d	0.6abc	3.6bc	3.4d
S:V	10	0.10g	0.2h	1.4f	13.0e	0.8f	0.2f	1.0d	3.6cd
S:P	20	1.55cd	1.0fg	4.4cd	50.5ab	2.4b	0.7a	6.5a	3.9cd
S:V:P	10	0.35fg	0.9g	1.9f	24.0d	1.2e	0.4e	3.0c	6.7a
C	100	1.49cd	1.8b	4.4cd	41.2c	1.8d	0.5cd	3.8bc	6.6a
C:V	100	0.57ef	0.8g	3.3e	28.9d	1.9d	0.4de	3.0c	5.4ab
C:P	90	1.28d	1.4cde	4.8bcd	37.7c	2.4b	0.6ab	3.4c	6.9a
C:V:P	80	0.83e	1.4de	3.6e	30.8d	1.9d	0.6bc	5.1b	5.0bc
Pe	100	1.36cd	1.3ef	4.8bcd	48.7ab	2.3c	0.6ab	3.1c	5.4ab
Pe:V	100	2.39a	2.2a	4.9abc	52.8a	2.4b	0.6abc	4.2bc	6.7a
Pe:P	100	2.60a	1.8bc	5.1ab	52.7a	2.2bc	0.6bc	3.8bc	6.6a
Pe:V:P	100	1.83bc	1.6bcde	4.2d	43.9bc	2.0cd	0.6cd	3.8bc	6.3ab
Sp	100	2.20ab	1.6bcd	5.4a	54.3a	2.8a	0.6ab	3.6bc	6.0ab

<sup>z</sup>Refer to Table 4-1.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

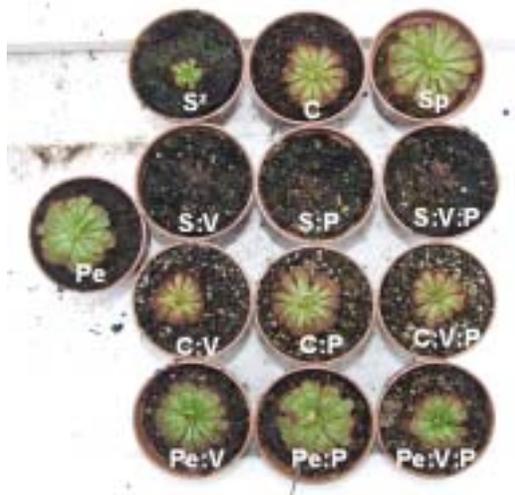


Fig. 4-5. Cultural response of *Drosera aliciae* cultivated in different media for 12 weeks.

<sup>z</sup>Refer to Table 4-1.

**차광율의 영향:** 차광율이 *D. aliciae*의 유식물체 성장에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 0, 30, 50, 70, 90%로 차광한 비닐하우스에서 재배한 결과는 Table 4-7 및 Fig. 4-6과 같았다. 식물체의 생존율은 90%를 제외한 모든 처리구에서 100%로 양호하였다. 생체중은 30% 차광구에서 1.92g으로 가장 높았으나, 초장, 초폭, 엽수, 엽폭 등을 고려할 때 식물생육은 70% 차광구에서 가장 양호하였다. 그러므로 *D. aliciae*의 육묘시 적합한 차광율은 70%인 것으로 생각되었다.

Table 4-7. Effect of shading ratio on survival and growth of *Drosera aliciae*.

Shading ratio (%)	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	1.36b <sup>2</sup>	1.3b	4.8b	48.7b	2.3b	0.6b	3.1b	5.4bc
30	100	1.92a	1.5b	5.7a	52.7ab	3.1a	0.8ab	3.1b	5.7ab
50	100	1.33b	2.3a	6.0a	55.7ab	3.0a	0.7b	4.6a	4.8c
70	100	1.36b	2.5a	6.2a	62.9a	3.0a	0.8a	4.3a	6.4a
90					Dead				

<sup>2</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

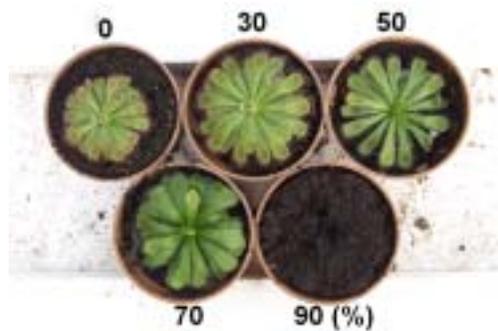


Fig. 4-6. Cultural response of *Drosera aliciae* cultivated under 5 different shading ratios for 12 weeks.

**관수방법의 영향:** 관수방법을 달리하여 *D. aliciae*의 유식물체를 배양한 결과, 식물체의 생존율은 지속담수를 실시한 처리구를 제외한 모든 조건에서 100%로 양호하였다 (Table 4-8, Fig. 4-7). 생체중은 담수 3일-퇴수 1일 처리구에서 2.49g으로 가장 높았는데, 초장, 초폭, 엽수, 엽장, 뿌리 수 등의 식물생육을 고려할 때, 가장 양호한 결과를 보인 것은 1일 2회 표면관수의 처리구였다. 그러므로 *D. aliciae*의 유식물체 배양에서 가장 적합한 관수방법은 1일 2회 표면관수 처리인 것으로 생각되었다.

Table 4-8. Effect of watering method on survival and growth of *Drosera aliciae*.

Watering method <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S1	100	1.73b <sup>y</sup>	1.4b	4.9bc	36.3d	2.3ab	0.6b	4.1a	8.8b
S2	100	1.88b	2.0a	5.5a	58.9a	2.5a	0.7b	3.9a	7.7b
C	90	0.92d	0.5c	4.1de	42.4bcd	1.8cd	0.6b	3.8a	5.9b
F1-E1	100	0.98d	0.5c	3.9e	60.0a	1.72d	0.5b	3.2ab	5.6b
F2-E1	100	0.94d	1.1b	4.5cd	44.3bc	2.1bc	0.6b	3.5ab	6.0b
F3-E1	100	2.49a	1.1b	5.2a	46.3b	1.1ab	2.5a	3.1ab	6.0b
F1-E2	100	1.20c	1.2b	4.7ab	37.6e	2.2e	0.7b	2.5ab	6.8a
F1-E3	100	1.36cd	1.3b	4.8c	48.7cd	2.3d	0.6b	3.1b	5.4b

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 days-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 days-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 days, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 days.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

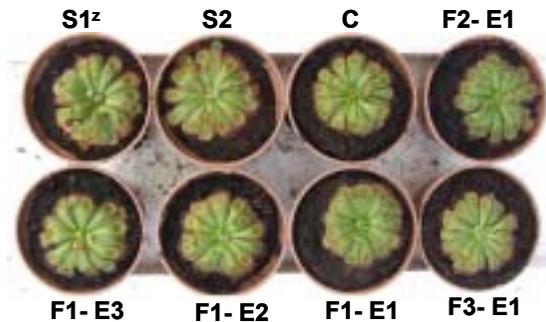


Fig. 4-7. Cultural response of *Drosera aliciae* cultivated by different watering methods for 12 weeks.

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 days-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 days-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 days, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 days.

**시비방법의 영향:** *D. aliciae*의 육묘시 hyponex의 처리농도 및 처리방법이 식물생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 엽면시비 및 저면관수 모두 농도에 관계없이 식물체의 생존율은 100%로 양호하였다(Table 4-9). 엽면시비한 경우 신초 발달은 hyponex 0.2 g · L<sup>-1</sup>의 처리구에서 식물체 수 2.2개로 가장 양호하였으나, 초장, 초폭, 엽수, 엽장, 엽폭 등의 식물생육은 hyponex 0.5g · L<sup>-1</sup>의 처리구에서 가장 양호하였다(Fig. 4-8).

Hyponex액을 저면관수한 경우에는 모든 농도구에서 무처리구 보다 식물생육이 향상되었는데, 특히 0.1g · L<sup>-1</sup> 처리구에서 가장 양호한 결과를 보였다. 그러므로 *D. aliciae*

의 유식물체 재배시 hyponex  $0.50\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 을 엽면시비하거나  $0.1\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 으로 저면관수함으로써 식물체의 생육을 향상시킬 수 있을 것으로 기대되었다(Fig. 4-9).

Table 4-9. Effect of hyponex concentration for foliar fertilization on survival and growth of *Drosera aliciae*.

Hyponex ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	1.36b <sup>z</sup>	1.3b	4.8a	48.7b	2.3b	0.6ab	3.1b	5.4b
0.2	100	1.30b	2.2a	4.8a	46.2b	2.2b	0.6ab	4.0a	6.6a
0.5	100	2.16a	1.7ab	5.0a	59.0a	2.7a	0.7a	3.5ab	5.1b
1.0	100	1.36b	1.1b	4.5a	51.9ab	2.3b	0.6b	3.5ab	5.7ab

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

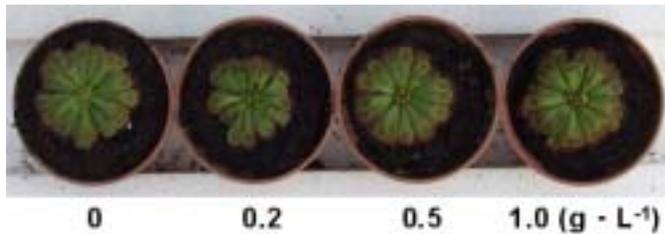


Fig. 4-8. Cultural response of *Drosera aliciae* cultivated by foliar fertilization using 4 different concentrations of hyponex for 12 weeks.

Table 4-9. Effect of hyponex concentration for subirrigation on survival and growth of *Drosera aliciae*.

Hyponex ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	0.92b <sup>z</sup>	0.5c	4.1b	42.4b	1.8b	0.6ab	3.8a	5.9a
0.05	100	2.63a	1.3b	5.0a	52.0a	1.8b	0.5b	3.9a	5.3a
0.1	100	2.69a	1.5b	5.2a	52.9a	2.1a	0.7a	4.3a	5.3a
0.2	100	2.29a	1.9a	4.6ab	50.5ab	1.9ab	0.6ab	3.5a	5.5a

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

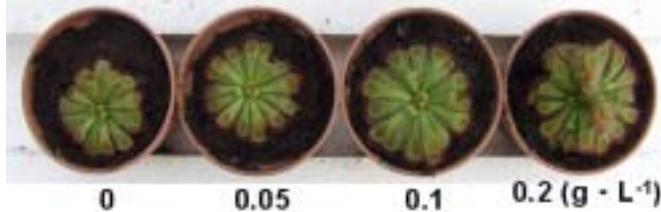


Fig. 4-10. Cultural response of *Drosera aliciae* cultivated by subirrigation using 4 different concentrations of hyponex for 12 weeks.

#### 다. *Drosera capensis*의 육묘 조건

**배양토의 영향:** *D. capensis*의 유식물체 재배시 적정 토양을 선별하기 위하여, 수태 단용토양을 비롯하여 상토, 코코피트, 피트모스의 단용과 이에 버미큘라이트와 펠라이트를 2:1, 2:1:1의 비율로 배합한 13종류의 배양토(Table 4-1)를 사용하여 재배한 결과는 Table 4-11 및 Fig. 4-10과 같았다. 식물체의 생존율은 상토 단용토양과, 상토:버미큘라이트:펠라이트의 혼용토양 그리고 코코피트:버미큘라이트:펠라이트의 혼용토양을 제외한 모든 처리구에서 100%로 양호하였다. 생체중과 식물체 수 및 초장은 수태 단용토양에서 다른 처리구 보다 양호하였는데, 초폭, 엽폭, 뿌리의 발달 등의 생육은 피트모스와 펠라이트의 혼용토양에서 우수하였다. 또한 엽수, 엽장, 뿌리 수 등의 생육상태는 피트모스 단용토양에서 비교적 양호하였다. 그러므로 *D. capensis*의 육묘 시 적정 토양은 수태 혹은 피트모스의 단용토양이나 피트모스와 버미큘라이트의 혼용토양인 것으로 생각되었다.

Table 4-11. Effect of soil composition on survival and growth of *Drosera capensis*.

Soil composition <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	80	1.90de <sup>y</sup>	1.0a	6.2cd	9.6def	17.1cd	5.6cd	0.4ab	4.6bc	4.8f
S:V	100	0.98f	1.1a	4.2e	6.1h	12.5f	4.8de	0.3ef	4.6bc	5.5ef
S:P	100	1.20ef	1.0a	5.1de	8.2fg	15.4de	4.8de	0.3cde	4.3bc	7.3de
S:V:P	90	0.61f	1.1a	4.0e	6.7gh	11.6f	4.0e	0.3ef	5.1bc	4.6f
C	100	2.91bc	1.3a	7.9a	10.4bcd	15.9cde	7.7ab	0.4bc	5.1bc	8.6abcd
C:V	100	1.91de	1.1a	6.3bcd	7.4gh	13.2ef	6.6bc	0.3f	4.1bc	7.9bcd
C:P	100	2.19cd	1.1a	7.6abc	9.4ef	15.5de	7.3ab	0.3ef	4.8c	9.1abcd
C:V:P	80	2.71cd	1.1a	7.1abc	10.5cde	16.0cde	7.1ab	0.3cde	4.9bc	10.1a
Pe	100	2.88bc	1.1a	7.2abc	12.5bc	33.5a	8.2a	0.4bcd	6.8a	7.7cd
Pe:V	100	3.66ab	1.1a	7.2abc	10.0def	17.4cd	8.0a	0.3cde	4.5bc	8.9abcd
Pe:P	100	4.38a	1.1a	7.3abc	15.6a	25.2b	7.3ab	0.5a	5.8ab	10.0ab
Pe:V:P	100	2.97bc	1.0a	7.5abc	13.0b	18.8c	7.2ab	0.4bc	4.8bc	9.8abc
Sp	100	4.03a	1.3a	7.7ab	10.0def	16.3cde	7.9ab	0.3de	4.0c	7.9d

<sup>z</sup>Refer to Table 4-1.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-10. Cultural response of *Drosera capensis* cultivated in different media for 12 weeks.

<sup>2</sup>Refer to Table 4-1.

**차광율의 영향:** 차광율을 0, 30, 50, 70, 90%로 달리하여 *D. capensis*의 유식물체를 재배한 결과, 생존율은 90%를 제외한 모든 처리구에서 100%로 양호하였다(Table 4-12, Fig. 4-11). 생체중은 50% 차광조건에서 3.86g으로 가장 양호하였는데, 그 밖에 초장, 초폭, 엽수, 엽장, 엽폭 등의 식물생육도 50% 차광처리에서 가장 우수하였다. 그러므로 *D. capensis*의 유식물체 재배시 적정 차광율은 50%임을 확인할 수 있었다.

Table 4-12. Effect of shading ratio on survival and growth of *Drosera capensis*.

Shading ratio (%)	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	2.88ab <sup>2</sup>	7.2b	12.5b	33.5b	8.2b	0.4a	6.8a	7.7a
30	100	2.81bc	6.0b	18.8a	28.8b	9.4a	0.4a	3.9b	8.8a
50	100	3.86a	8.9a	17.0a	36.7a	8.3ab	0.4a	4.8ab	9.1a
70	100	1.30c	6.4b	12.4b	35.9b	7.2b	0.3a	4.4ab	6.2b
90					Dead				

<sup>2</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

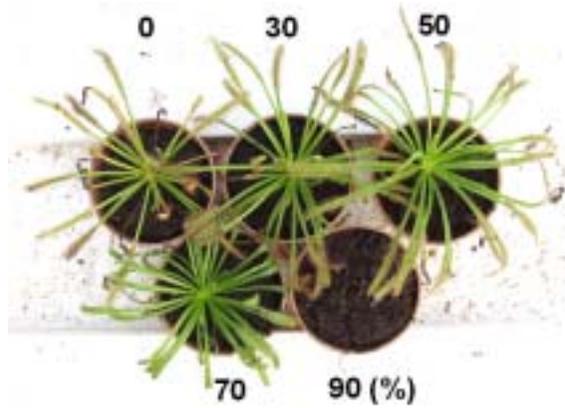


Fig. 4-11. Cultural response of *Drosera capensis* cultivated under 5 different shading ratios for 12 weeks.

**관수방법의 영향:** *D. capensis*의 유식물체 생육에 적합한 관수방법을 선별하기 위하여, 표면관수(1일 1, 2회)와 저면관수(담·퇴수기간을 조절한 6처리)를 각각 실시하였다. 그 결과, 식물체의 생존율은 1일 1회 표면관수를 제외한 모든 처리구에서 100%로 양호하였다(Table 4-13, Fig. 4-12). 담수 1일-퇴수 2일 처리구의 경우 식물체의 생체 중 및 초장이 각각 5.86g과 8.5cm로 가장 우수하였고, 전반적으로 식물생육이 다른 처리구에 비하여 양호하여 *D. capensis*의 유식물체 재배시 적절한 관수방법으로 생각되었다.

Table 4-13. Effect of watering method on survival and growth of *Drosera capensis*.

Watering method <sup>c</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S1	90	0.88d <sup>y</sup>	3.4d	10.6c	20.1c	5.6c	0.3c	3.7c	11.0ab
S2	100	1.33d	5.4bc	11.5bc	19.5c	6.3c	0.3c	4.6bc	11.6a
C	100	3.05bc	7.4ab	16.7a	20.9c	8.9a	0.4b	5.7ab	8.7cd
F1 - E1	100	3.63bc	5.3c	16.7a	26.5b	8.8a	0.4b	5.6ab	9.4bcd
F2 - E1	100	3.88b	7.7ab	16.6a	27.2b	8.5ab	0.4b	5.1b	10.3abc
F3 - E1	100	2.88c	7.2ab	12.5b	33.5a	8.2ab	0.4ab	6.8a	7.7d
F1 - E2	100	5.86a	8.5a	15.2a	25.2b	7.9ab	0.4a	5.7ab	9.8abc
F1 - E3	100	3.75bc	6.6bc	12.9b	27.3b	7.6b	0.4ab	5.6ab	10.2abc

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 days-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 days-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 days, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 days.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

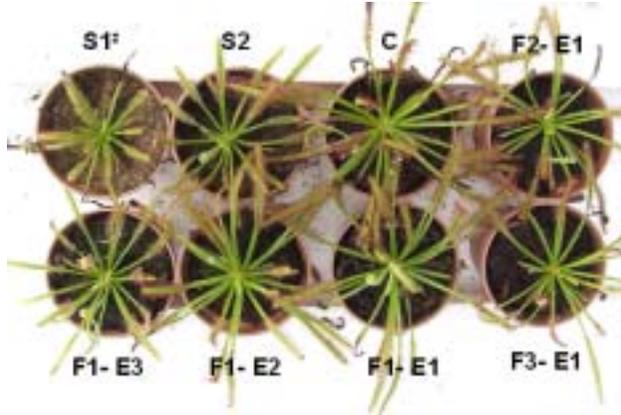


Fig. 4-12. Cultural response of *Drosera capensis* cultivated by different watering methods for 12 weeks.

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 days-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 days-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 days, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 days.

**시비방법의 영향:** Hyponex의 처리농도 및 처리방법이 *D. capensis*의 식물생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 생존율은 처리방법 및 처리농도에 관계없이 모든 처리구에서 100%로 양호하였다(Table 4-14, Table 4-15). Hyponex를 엽면시비한 경우 생체중은 0.5~1.0g · L<sup>-1</sup>의 농도구에서 전반적으로 양호하였다. 초장, 엽수, 엽폭, 뿌리의 발달 등을 고려할 때, 식물생육은 0.5g · L<sup>-1</sup>의 hyponex를 엽면시비한 처리구에서 비교적 양호하였다(Fig. 4-13).

Hyponex액을 이용하여 저면관수한 경우 식물체의 생체중은 0.2g · L<sup>-1</sup>의 처리구에서 6.04g으로 다른 처리구에 비하여 월등히 향상되었으며, 초장, 초폭, 엽수, 엽폭 및 뿌리의 발달 등의 식물생육도 가장 우수하였다(Fig. 4-14). 그러므로 *D. capensis*의 육묘시 0.5g · L<sup>-1</sup>의 hyponex를 엽면시비 하거나 0.2g · L<sup>-1</sup>의 액비로 저면관수함으로써 식물체의 생육을 향상시킬 수 있을 것으로 생각되었다.

Table 4-14. Effect of hyponex concentration for foliar fertilization on survival and growth of *Drosera capensis*.

Hyponex (g · L <sup>-1</sup> )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	2.88a <sup>z</sup>	1.1a	7.2a	12.5b	33.5a	8.2bc	0.4a	6.8a	7.7b
0.2	100	2.63a	1.0a	7.5a	15.4a	21.4c	8.0c	0.3b	5.4bc	9.0a
0.5	100	3.70a	1.0a	7.8a	12.5b	36.5a	8.8ab	0.4a	5.9ab	9.5a
1.0	100	3.57a	1.0a	7.0a	16.6a	28.5b	9.2a	0.4ab	4.4c	9.0a

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

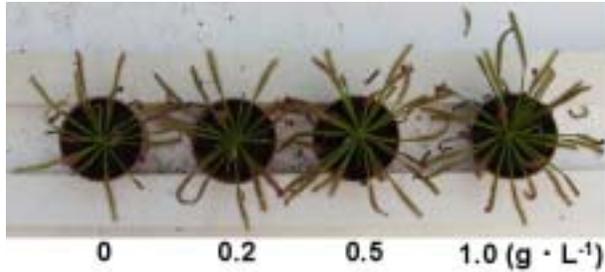


Fig. 4-13. Cultural response of *Drosera capensis a* cultivated by foliar fertilization using 4 different concentrations of hyponex for 12 weeks.

Table 4-15. Effect of hyponex concentration for subirrigation on survival and growth of *Drosera capensis*.

Hyponex (g · L <sup>-1</sup> )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	3.05c <sup>z</sup>	1.0a	7.4a	16.7b	20.9b	9.0a	0.4b	5.7ab	8.7a
0.05	100	3.44bc	1.0a	7.5a	16.4b	21.8b	9.5a	0.4b	4.6c	7.4b
0.1	100	4.43b	1.3a	7.4a	15.7b	25.9a	9.3a	0.4ab	5.0bc	7.0b
0.2	100	6.04a	1.0a	8.9a	19.1a	29.7a	9.6a	0.5a	6.3a	8.5a

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

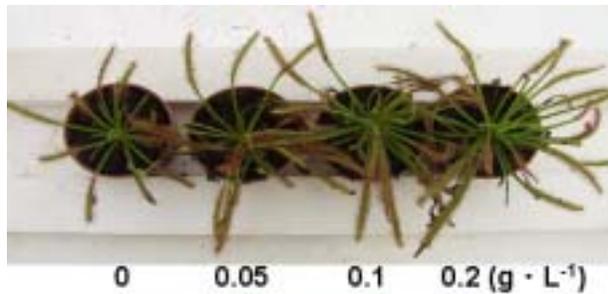


Fig. 4-14. Cultural response of *Drosera capensis* cultivated by subirrigation using 4 different concentrations of hyponex for 12 weeks.

#### 라. *Drosera rotundifolia*의 육묘 조건

**배양토의 영향:** *D. rotundifolia*의 유식물체를 13종류의 토양(Table 4-1)별로 이식하여 12주간 재배한 결과, 식물체의 생존율은 코코피트 단용 및 피트모스:펄라이트의 혼용토양에서 100%로 가장 양호하였다(Table 4-16, Fig. 4-15). 피트모스 단용토양에서도 90%의 생존율을 보여 비교적 양호한 편이었으나, 그 밖의 토양에서는 0~50%로 매우

저조하였다. 생체중 및 식물체의 수는 수태 단용토양에서 각각 0.34g과 2.3개로 가장 양호하였고, 초폭, 초장, 엽수 등 식물생육도 비교적 양호한 편이었으나 수태 단용토양의 경우 생존율이 40%에 그쳐 배양토로 적절하지 않은 것으로 판단되었다. 100%의 생존율을 보인 피트모스:펠라이트의 혼용토양의 경우 초장, 초폭, 엽수, 엽장, 엽폭 등의 식물생육이 다른 처리구에 비하여 전반적으로 양호하여 *D. rotundifolia*의 육묘시 가장 적합한 토양인 것으로 생각되었다.

Table 4-16. Effect of soil composition on survival and growth of *Drosera rotundifolia*.

Soil composition <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	40	0.11e <sup>y</sup>	1.0b	0.4a	2.1bcd	12.3abc	1.1c	0.5abc	3.3cd	0.8c
S:V					Dead					
S:P	20	0.22bc	1.0b	0.4a	3.1a	12.5ab	1.8a	0.6a	3.5cd	1.1bc
S:V:P					Dead					
C	100	0.12de	1.0b	0.5a	1.8cd	6.5e	1.0c	0.4cde	3.6cd	1.4b
C:V	50	0.11e	1.2b	0.4a	2.1bcd	7.8de	1.2c	0.5ab	4.6abcd	1.0bc
C:P	30	0.15cde	1.3b	0.4a	2.3bc	10.0cd	1.3bc	0.4de	3.0d	2.0a
C:V:P					Dead					
Pe	90	0.08e	1.0b	0.5a	1.9cd	13.2ab	1.0c	0.4cde	4.9abc	0.9bc
Pe:V	10	0.11e	1.0b	0.4a	1.8d	14.0a	1.2c	0.3e	4.0abcd	1.2bc
Pe:P	100	0.27ab	1.0b	0.7a	3.3a	14.5a	1.8a	0.6a	5.7a	1.4b
Pe:V:P1	20	0.19cd	1.0b	0.4a	2.6b	11.0bc	1.6a	0.5bcd	5.5ab	1.0bc
Sp	40	0.34a	2.3a	0.7a	3.1a	13.0ab	1.5ab	0.5abc	3.8bcd	2.1a

<sup>z</sup>Refer to Table 4-1.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-15. Cultural response of *Drosera rotundifolia* cultivated in different media for 12 weeks.

<sup>z</sup>Refer to Table 4-1.

**차광율의 영향:** *Drosera rotundifolia*의 식물생육에 차광율이 미치는 영향을 알아보기 위하여 각각 0, 30, 50, 70, 90%으로 차광조건을 달리하여 실험한 결과는 Table 4-17 및 Fig. 4-16과 같았다. 생존율은 50% 차광조건에서 100%로 가장 양호하였으며, 무차광구나 70% 차광조건에서도 90%의 생존율을 보여 비교적 좋은 편이었으나 90% 차광처리의 경우 모든 식물체가 고사하였다. 식물체의 생체중을 비롯하여 초장, 엽수, 뿌리 길이 등의 식물생육은 30% 차광조건에서 비교적 양호하였으며, 초장, 엽장, 뿌리 수 등의 생육은 50% 차광조건에서 다른 처리구 보다 좋았다. 그러므로 *D. rotundifolia*의 육묘시 적정 차광조건은 30~50%인 것으로 생각되었다.

Table 4-17. Effect of shading ratio on survival and growth of *Drosera rotundifolia*.

Shading ratio (%)	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	90	0.08a <sup>z</sup>	0.5a	1.9c	13.2b	1.0a	0.4b	4.9b	0.9b
30	70	0.23a	0.4a	3.3b	23.9a	1.4a	0.5a	3.0c	1.7a
50	100	0.13bc	0.3a	3.4ab	22.0a	1.6a	0.5ab	6.6a	1.0b
70	90	0.17ab	0.3a	4.0a	22.8a	1.9a	0.5ab	5.8ab	1.1b
90					Dead				

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-16. Cultural response of *Drosera rotundifolia* cultivated under 5 different shading ratios for 12 weeks.

**관수방법의 영향:** 관수방법이 *D. rotundifolia*의 식물생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 식물체의 생존율은 담수 3일-퇴수 1일 처리구에서 90%로 가장 양호하였고, 그 다음은 담수 1일-퇴수 1일 처리구로 60%의 생존율을 보였다(Table 4-18, Fig. 4-17). 그러나 나머지 처리구의 경우 생존율이 0~50%로 저조하였다. 식물체의 생체중, 초장,

초록, 엽장, 뿌리 수 등의 식물생육은 담수 1일-퇴수 1일 처리구에서 가장 양호하였으며, 가장 좋은 생존율을 보인 담수 3일-퇴수 1일 처리구의 경우에도 비교적 양호한 생육을 보였다.

Table 4-18. Effect of watering method on survival and growth of *Drosera rotundifolia*.

Watering method <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S1					Dead				
S2	50	0.07b <sup>y</sup>	0.3ab	1.6b	7.6c	1.0a	0.4a	3.0b	0.8bc
C	40	0.04b	0.4ab	1.6b	23.5a	0.7b	0.3b	3.3b	1.1b
F1-E1	60	0.26a	0.5a	2.2a	14.5b	1.1a	0.4a	5.7a	1.5a
F2-E1	30	0.02b	0.3ab	0.9c	22.7a	0.5b	0.3b	2.7b	0.7c
F3-E1	90	0.08b	0.5a	1.9ab	13.2b	1.0a	0.4a	4.9a	0.9bc
F1-E2	10	0.04b	0.2bc	2.1a	10.0bc	0.8ab	0.4a	0.2c	0.2d
F1-E3					Dead				

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 days-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 days-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 days, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 days.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-17. Cultural response of *Drosera rotundifolia* cultivated by different watering methods for 12 weeks.

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 day-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 day-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 day, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 day.

**시비방법의 영향:** Hyponex의 처리농도 및 처리방법이 *D. rotundifolia*의 식물생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 생존율은 0.5g · L<sup>-1</sup>의 농도로 엽면시비한 경우 100%로 가

장 좋았으며, 그 다음은 무처리구에서 90%로 양호하였다(Table 4-19, Fig. 4-18). 엽면 시비한 경우 식물체의 수는  $0.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도에서 1.7개로 가장 많았으며, 초장, 초폭, 엽장, 엽폭 등을 고려할 때 식물생육 또한 가장 양호하였다.

Hyponex액으로 저면관수한 경우 생존율은 무처리구에 비하여 모두 감소하였는데, 식물생육은  $0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 처리구에서 전반적으로 양호하였다(Table 4-20, Fig. 4-19). 그러므로 *D. rotundifolia*의 육묘시 hyponex  $0.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 엽면시비 하거나  $0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 액 비로 저면관수 함으로써 식물생육을 향상시킬 수 있을 것으로 생각되었다.

Table 4-19. Effect of hyponex concentration for foliar fertilization on survival and growth of *Drosera rotundifolia*.

Hyponex ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	90	0.18a <sup>z</sup>	1.0b	0.5a	1.9ab	13.2b	1.0b	0.4ab	4.9a	0.9a
0.2	70	0.03a	1.0b	0.4a	1.4b	21.7a	0.7c	0.3b	3.3bc	1.0a
0.5	100	0.10a	1.7a	0.7a	2.1a	12.7b	1.3a	0.5a	2.6c	1.0a
1.0	30	0.08a	1.0b	0.6a	1.6ab	9.7b	1.0b	0.5a	4.3ab	1.0a

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-18. Cultural response of *Drosera rotundifolia* cultivated by foliar fertilization using 4 different concentrations of hyponex for 12 weeks.

Table 4-20. Effect of hyponex concentration for subirrigation on survival and growth of *Drosera rotundifolia*.

Hyponex ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	90	0.04c <sup>z</sup>	0.4b	1.6c	23.5a	0.7c	0.3b	3.3b	1.1a
0.05	60	0.19ab	0.7a	2.6b	12.5b	1.2ab	0.4ab	3.0bc	1.0a
0.1	70	0.14b	0.3b	2.0c	14.9b	1.0bc	0.3b	4.0ab	0.8a
0.2	60	0.25a	0.6ab	3.2a	13.3b	1.4a	0.5a	5.0a	1.1a

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-19. Cultural response of *Drosera rotundifolia* cultivated by subirrigation using 4 different concentrations of hyponex for 12 weeks

#### 마. *Drosera tokaiensis*의 육묘 조건

**배양토의 영향:** *Drosera tokaiensis*의 유식물체 재배에 적합한 토양을 선발하기 위하여 수태 단용토양을 포함하여 상토, 코코피트, 피트모스의 단용과 이에 버미큘라이트와 펄라이트를 2:1, 2:1:1의 비율로 배합한 13종류의 배양토(Table 4-1)를 사용하여 실험하였다. 그 결과, 생존율은 상토나 코코피트에 비하여 전반적으로 피트모스 단용 및 혼용 토양에서 양호하였다(Table 4-21, Fig. 4-20). 식물생육은 생체중, 초장, 초폭, 엽수, 엽장, 뿌리 길이 등을 고려할 때, 수태 단용토양과 피트모스:버미큘라이트:피트모스 혼용 토양에서 양호하였다. 그러므로 이들 토양이 *D. tokaiensis*의 육묘에 적합한 토양인 것으로 생각되었다.

Table 4-21. Effect of soil composition on survival and growth of *Drosera tokaiensis*.

Soil composition <sup>2</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	100	0.16e <sup>y</sup>	0.5e	1.5e	23.9d	0.6f	0.3d	2.9e	2.2f
S:V	100	0.56bcd	0.8cde	2.8bcd	34.4ab	1.3cde	0.4abc	4.0cde	5.6de
S:P1	90	0.46bcde	0.8bcd	2.7cd	34.6ab	1.2de	0.3cd	4.0cde	5.7de
S:V:P1	50	0.43bcde	0.6de	3.1abcd	25.2cd	1.6abcd	0.4bc	5.0bcde	5.3de
C	100	0.3de	0.7cde	2.5d	22.3cd	1.3cde	0.4abc	4.0cde	4.5e
C:V	90	0.34cde	0.8bcd	2.5d	19.1d	1.1e	0.3cd	3.4de	5.8cde
C:P	70	0.73b	0.9abcd	3.2abc	29.6bc	1.6abcd	0.5ab	3.9cde	9.8a
C:V:P	100	0.53bcd	0.9bcd	3.1abcd	16.9d	1.6abc	0.4abc	6.3b	8.6ab
Pe	100	0.45bcde	1.0abc	3.1abcd	42.4a	1.5bcd	0.5a	5.2bcd	5.9cde
Pe:V	100	0.73b	0.8bcde	3.4abc	34.3ab	2.0a	0.5ab	6.4b	6.5cde
Pe:P	100	0.66bc	1.2a	3.3abc	29.9bc	1.8ab	0.5ab	8.7a	6.1cde
Pe:V:P	100	1.21a	1.1ab	3.5ab	34.8ab	1.9ab	0.4ab	5.9bc	7.5bcd
Sp	100	1.29a	1.0abcd	3.7a	35.9ab	1.6abcd	0.4abc	3.9cde	8.1abc

<sup>z</sup>Refer to Table 4-1.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-20. Cultural response of *Drosera tokaiensis* cultivated in different media for 12 weeks

<sup>z</sup>Refer to Table 4-1.

**차광율의 영향:** *D. tokaiensis*의 육묘시 적정 차광율을 알아보기 위하여 0, 30, 50, 70, 90%로 각기 차광 처리한 비가림시설에서 유식물체를 재배한 결과는 Table 4-22 및 Fig. 4-21과 같았다. 생존율은 50% 차광조건에서 100%로 가장 양호하였고, 무차광구와 30% 차광조건에서도 90%로 비교적 좋은 편이었으나, 90% 차광율에서는 모든 식물체가 고사하였다. 생체중, 초폭, 뿌리 수 등은 30% 및 50% 차광조건에서 좋은 결과를 보였으며, 엽수, 뿌리 길이는 30% 차광조건에서 엽장, 엽폭은 50% 차광조건에서 양호한 결과를 보였다. 그러므로 *D. tokaiensis*의 생육에 적합한 차광율은 30~50%인 것으로 생각되었다.

Table 4-22. Effect of shading ratio on survival and growth of *Drosera tokaiensis*.

Shading ratio (%)	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	90	0.45a <sup>z</sup>	1.0b	3.1a	42.4a	1.5b	0.5a	5.2a	5.9a
30	90	0.58a	0.8b	3.9a	44.1a	1.6b	0.4a	5.3a	5.4ab
50	100	0.56a	1.0b	3.9a	38.5a	1.9a	0.5a	6.6a	5.1ab
70	80	0.42a	1.9a	3.7a	38.6a	1.9a	0.3b	2.9b	3.8b
90					Dead				

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

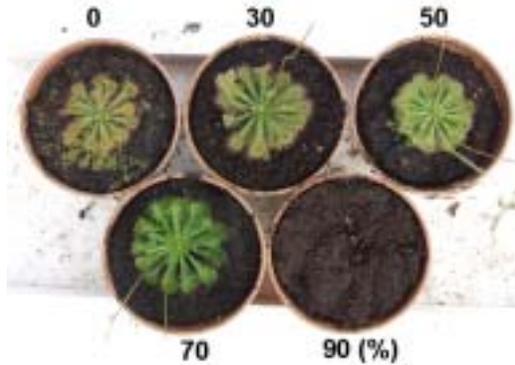


Fig. 4-21. Cultural response of *Drosera tokaiensis* cultivated under 5 different shading ratios for 12 weeks.

**관수방법의 영향:** 관수방법에 따른 *D. tokaiensis*의 생육상태를 조사한 결과, 식물체의 생존율은 담수 3일-퇴수 1일 처리구를 제외한 모든 처리구에서 100%로 양호하였다 (Table 4-23, Fig. 4-22). 초장, 초폭, 엽장, 뿌리 길이 등의 생육상태를 고려할 때 전반적으로 양호한 결과를 보인 것은 담수 1일-퇴수 1일 처리구와 담수 1일-퇴수 3일의 처리구였으며, 생체중과 뿌리 수는 담수 1일-퇴수 1일의 처리구에서 보다 좋은 결과를 보였다. 그러므로 *D. tokaiensis*의 생육에 적합한 관수방법은 담수 1일-퇴수 1일의 처리인 것으로 생각되었다.

Table 4-23. Effect of watering method on survival and growth of *Drosera tokaiensis*.

Watering method <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S1	100	0.71ab <sup>y</sup>	1.2a	3.3a	28.2d	1.5a	0.5a	5.8a	9.5a
S2	100	0.50b	1.0ab	3.2a	33.3cd	1.4a	0.5a	5.3a	5.7cd
C	100	0.62b	1.1a	3.3a	34.4c	1.6a	0.5a	6.2a	6.0bcd
F1-E1	100	0.95a	1.1a	3.7a	34.6c	1.7a	0.5a	6.1a	7.6abc
F2-E1	100	0.50b	0.8b	3.2a	48.3a	1.4a	0.4b	5.2a	6.3bc
F3-E1	90	0.45b	1.0a	3.1a	42.4b	1.5a	0.5a	5.2a	5.9bcd
F1-E2	100	0.70ab	0.7b	3.2a	34.2c	1.4a	0.5a	4.8a	4.1d
F1-E3	100	0.66ab	1.1a	3.6a	31.9cd	1.7a	0.5a	5.5a	7.9ab

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 days-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 days-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 days, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 days.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

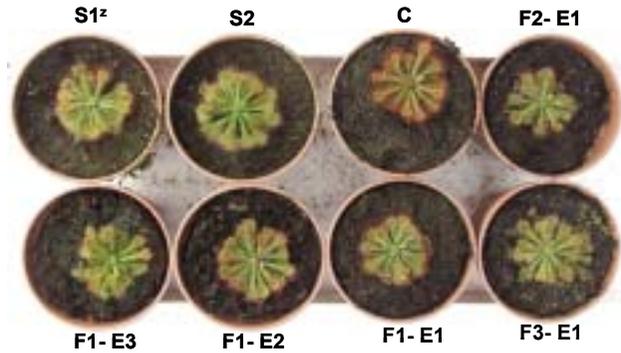


Fig. 4-22. Cultural response of *Drosera tokaiensis* cultivated by different watering methods for 12 weeks.

<sup>2</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 time/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 day-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 day-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 day, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 day.

**시비방법의 영향:** Hyponex액의 엽면시비 혹은 저면관수가 *D. tokaiensis*의 생육에 미치는 영향을 알아본 결과, 식물체의 생존율은 무처리구의 90%에 비하여 대부분의 처리구에서 100%로 향상되었다. 엽면시비한 경우 생체중 및 초장은  $0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 처리구에서 양호한 결과를 보였고, 엽수는  $0.5 \sim 1.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도에서 무처리구나  $0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 처리구에 비하여 많았다(Table 4-24, Fig. 4-23).

Hyponex액으로 저면관수한 경우, 생체중은 농도가 증가할수록 증가되었다. 특히 초폭, 엽수, 엽장, 뿌리 수 등을 고려할 때 식물생육은  $0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 처리구에서 가장 우수하였다(Table 4-25, Fig. 4-24). 그러므로 *D. tokaiensis*의 육묘 시  $0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 hyponex액으로 저면관수 함으로써 식물생육을 향상시킬 수 있을 것으로 기대되었다.

Table 4-24. Effect of hyponex concentration for foliar fertilization on survival and growth of *Drosera tokaiensis*.

Hyponex ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	90	0.45a <sup>z</sup>	1.0a	3.1a	42.4b	1.5a	0.5a	5.2a	5.9a
0.2	100	0.69a	1.1a	2.9a	31.8c	1.3ab	0.5a	4.9a	5.5a
0.5	100	0.56a	0.8b	3.2a	48.1ab	1.1b	0.5a	4.1a	4.6a
1.0	100	0.60a	0.8b	3.1a	52.8a	1.3ab	0.4b	5.6a	5.5a

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-23. Cultural response of *Drosera tokaiensis* cultivated by foliar fertilization using 4 different concentrations of hyponex for 12 weeks.

Table 4-25. Effect of hyponex concentration for subirrigation on survival and growth of *Drosera tokaiensis*.

Hyponex (g · L <sup>-1</sup> )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	90	0.52b <sup>z</sup>	1.1a	3.3bc	34.4a	1.6ab	0.5a	6.2a	6.0a
0.05	90	0.82a	0.8a	2.6c	22.1b	1.2b	0.3b	3.8b	3.4b
0.1	100	0.84a	1.1a	3.5ab	25.1b	1.5ab	0.4b	3.2b	4.1b
0.2	100	1.02a	1.0a	4.0a	36.7a	1.9a	0.4b	4.2b	6.3a

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

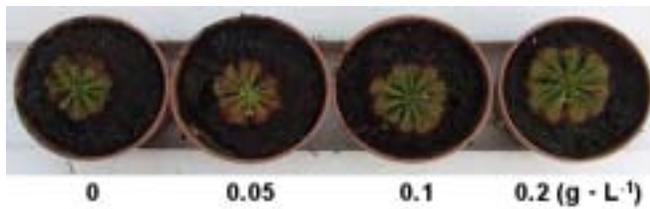


Fig. 4-24. Cultural response of *Drosera tokaiensis* cultivated by subirrigation using 4 different concentrations of hyponex for 12 weeks.

#### 바. *Pinguicula moranensis*의 육묘 조건

**배양토의 영향:** 토양 종류가 *P. moranensis*의 유식물체 생장에 미치는 영향을 구명하기 위하여, 13종의 배양토별(Table 4-1)로 식물체를 각각 이식하여 재배한 결과는 Table 4-26 및 Fig. 4-25와 같았다. 식물체의 생존율은 피트모스 단용토양에서 100%로 가장 좋았으며, 그 밖에 상토 단용토양, 상토:펄라이트의 혼용토양, 피트모스:펄라이트의 혼용토양 및 수태 단용토양에서도 80%로 비교적 양호한 생존율을 보였다. 그러나 나머지 처리구의 경우 0~20%로 생존율이 매우 저조하였다. 식물체의 생체중, 초폭, 엽

수, 엽장, 엽폭 등을 고려할 때, 100%의 생존율을 보인 피트모스에 비하여 상토 단용토 양이나 수태 단용토양에서 식물생육이 양호하였다. 그러므로 *P. moranensis*의 생육에 적합한 토양은 수태 단용구 또는 상토 단용구인 것으로 생각되었다.

Table 4-26. Effect of soil composition on survival and growth of *Pinguicula moranensis*.

Soil composition <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	80	0.67a <sup>y</sup>	1.2a	2.0ab	8.5ab	1.1ab	1.0abc	6.1a	1.1bc
S:V					Daed				
S:P1	80	0.37bc	1.2a	1.9ab	7.6abc	1.0ab	1.1ab	4.3ab	1.3b
S:V:P	20	0.06c	0.6bc	1.4bc	5.5e	1.1ab	0.4def	2.0cd	0.8c
C	10	0.24bc	0.5bc	1.4bc	7.0bcde	0.7bc	0.7bcd	5.0ab	0.8c
C:V					Dead				
C:P	10	0.02c	0.2cd	0.8cd	6.0cde	0.4cd	0.2ef	2.0cd	0.7c
C:V:P					Dead				
Pe	100	0.19bc	0.5bc	1.2bc	5.8de	0.7bc	0.5cde	4.4ab	0.8bc
Pe:V	10	0.18bc	0.6bc	1.6bc	9.0a	0.8bc	0.7bcd	3.0bc	1.1bc
Pe:P	80	0.21bc	0.6bc	1.8ab	7.4abcd	0.7bc	0.6bcde	3.4bc	0.7c
Pe:V:P					Dead				
Sp	80	0.55ab	0.8ab	2.6a	7.5abc	1.4a	1.3a	3.8bc	2.1a

<sup>z</sup>Refer to Table 4-1.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-25. Cultural response of *Pinguicula moranensis* cultivated in different media for 12 weeks.

<sup>z</sup>Refer to Table 4-1.

**차광율의 영향:** 차광조건이 *P. moranensis*의 식물생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 생존율은 무차광구 및 30% 차광조건에서 100%로 양호하였고 90% 차광조건에서는 모든 식물체가 고사하였다(Table 4-27, Fig. 4-26). 식물체의 생체중, 초폭, 초장, 엽수, 엽장, 엽폭 등은 30% 및 50% 차광조건에서 비교적 양호한 결과를 보였고, 뿌리 길이 및 뿌리 수 등은 50%에 비하여 30% 차광조건에서 보다 나은 결과를 나타냈다. 그러므로 *P. moranensis*의 식물생육에 적합한 차광율은 30%인 것으로 생각되었다.

Table 4-27. Effect of shading ratio on survival and growth of *Pinguicula moranensis*.

Shading ratio (%)	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	0.19b <sup>z</sup>	0.5c	1.2c	5.8b	0.7b	0.5b	4.4ab	0.8b
30	100	1.04a	1.8ab	3.8ab	8.6a	1.9a	1.7a	7.7a	1.6a
50	80	1.29a	2.0a	4.3a	8.0a	2.2a	1.8a	4.0b	0.6bc
70	20	0.36b	1.4b	3.1b	7.5ab	1.8a	0.9b	0.0c	-
90					Dead				

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-26. Cultural response of *Pinguicula moranensis* cultivated under 5 different shading ratios for 12 weeks.

**관수방법의 영향:** 관수방법을 달리하여 *P. moranensis*의 유식물체를 재배한 결과, 생존율은 1일 2회 표면관수 처리와 담수 3일-퇴수 1일의 처리구에서 100%로 가장 양호하였다(Table 4-28, Fig. 4-27). 식물체의 생체중, 초장, 초폭, 엽수, 엽장, 엽폭 등을 비롯하여 뿌리의 발달 상태를 고려할 때 식물생육은 1일 2회 표면관수한 경우에 가장 우수하였다. 그러므로 *P. moranensis*의 재배시 적정 관수 방법은 표면관수(1일 1, 2회)임을 확인할 수 있었다.

Table 4-28. Effect of watering method on survival and growth of *Pinguicula moranensis*.

Watering method <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S1	70	0.28c <sup>y</sup>	0.9cd	2.3b	7.3cd	1.2bc	1.0bc	3.9bc	1.0b
S2	100	1.27a	1.5a	3.1a	10.4a	1.9a	1.6a	8.2a	3.0a
C	20	0.15c	0.6d	1.5cd	7.5bcd	0.9cd	0.7cd	4.0bc	1.0b
F1-E1	30	0.66b	1.4ab	0.9d	9.0abc	1.2bc	1.4a	8.0a	2.1a
F2-E1	60	0.64b	1.3ab	2.7ab	9.2abc	1.3b	1.3ab	5.3b	1.6a
F3-E1	100	0.19c	0.5d	1.2d	5.8d	0.7d	1.5d	4.4bc	0.8b
F1-E2	40	0.38bc	0.7cd	2.0bc	8.5abc	0.9cd	0.9cd	2.5c	0.5b
F1-E3	30	0.32c	1.0bc	2.2b	9.4ab	1.1bcd	0.9cd	5.0bc	1.0b

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 days-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 days-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 days, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 days.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-27. Cultural response of *Pinguicula moranensis* cultivated by different watering methods for 12 weeks.

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 days-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 days-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 days, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 days.

**시비방법의 영향:** Hyponex의 엽면시비 혹은 저면관수 처리가 *P. moranensis*의 식물생육에 미치는 영향을 알아본 결과, 생존율은 무처리구의 100%에 비하여 모든 처리구에서 60~80% 수준으로 감소하였다. Hyponex액으로 엽면시비한 경우, 생체중은  $0.2g \cdot L^{-1}$ 의 처리구에서  $0.48g$ 으로 가장 높았으며, 초폭, 엽수, 엽장, 뿌리 수, 뿌리 길이 등의 식물생육 상태도 다른 처리구에 비하여 월등히 우수하였다(Table 4-29, Fig. 4-28).

Hyponex액으로 저면관수한 실험의 경우 무처리구에 비하여 농도와 관계없이 모든

처리구에서 생체중을 비롯한 식물 생육상태가 현저히 향상되었다(Table 4-30, Fig. 4-27). 그러므로 *P. moranensis*의 재배 시  $0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 hyponex액으로 엽면시비하거나  $0.05 \sim 0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도로 저면관수함으로써 식물체의 생육을 향상시킬 수 있을 것으로 판단되었다. 그러나 이들 처리구의 경우 생존율이 무처리구에 비하여 감소되는 결과를 보였으므로 차후 보다 세부적인 연구가 뒷받침되어야 할 것으로 생각된다.

Table 4-29. Effect of hyponex concentration for foliar fertilization on survival and growth of *Pinguicula moranensis*.

Hyponex ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	0.19a <sup>z</sup>	0.5b	1.2b	5.8b	0.7b	0.5b	4.4ab	0.8ab
0.2	80	0.23a	1.0ab	2.0ab	8.3a	1.1ab	0.9ab	2.5b	0.6b
0.5	80	0.48a	1.1a	2.5a	8.3a	1.3a	1.0a	6.6a	1.4a
1.0	60	0.32a	1.1a	2.2a	7.0ab	1.1ab	1.0a	4.7ab	1.1ab

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-28. Cultural response of *Pinguicula moranensis* cultivated by foliar fertilization using 4 different concentrations of hyponex for 12 weeks.

Table 4-30. Effect of hyponex concentration for subirrigation on survival and growth of *Pinguicula moranensis*.

Hyponex ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	0.15b <sup>z</sup>	0.6b	1.5b	6.3b	0.9b	0.7b	4.0b	1.0b
0.05	80	0.76a	1.4a	3.0a	7.5ab	1.5a	1.3a	8.1a	1.7a
0.1	70	0.70a	1.2a	3.0a	8.3a	1.4a	1.1a	8.0a	1.8a
0.2	80	0.71a	1.1a	3.1a	9.0a	1.5a	1.3a	8.6a	1.8a

<sup>z</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.



Fig. 4-29. Cultural response of *Pinguicula moranensis* cultivated by subirrigation using 4 different concentrations of hyponex for 12 weeks.

#### 사. *Sarracenia purpurea*의 육묘 조건

**배양토의 영향:** *S. purpurea*의 유식물체 재배시 적정토양을 선별하기 위하여 수태 단용토양을 비롯하여 상토, 코코피트, 피트모스의 단용과 이에 버미큘라이트 및 펄라이트를 2:1, 2:1:1의 비율로 배합한 13종류의 배양토(Table 4-1)를 사용하여 재배한 결과는 Table 4-31 및 Fig. 4-30과 같았다. 식물체의 생존율은 피트모스 단용 및 혼용토양에서 비교적 양호하였는데, 피트모스:버미큘라이트:펄라이트의 혼용토양을 제외한 모든 피트모스 처리구에서 100%의 생존율을 보였다. 그 밖에 수태, 상토, 코코피트 등의 단용토양의 경우 또한 100%의 생존율을 보였으나 상토와 코코피트에서 혼용토양의 경우는 대부분 생존율이 감소되었다. 생체중 및 식물체의 수는 피트모스와 버미큘라이트의 혼용토양에서 각각 1.85g과 8.1개로 다른 처리구에 비하여 월등히 향상되었다. 그 밖에 초장, 초폭, 엽수, 엽폭, 뿌리 수, 뿌리 길이 등의 생육상태 또한 피트모스:버미큘라이트의 혼용토양에서 전반적으로 양호하여 *S. purpurea*의 재배에 가장 적합한 토양으로 생각되었다

Table 4-31. Effect of soil composition on survival and growth of *Sarracenia purpurea*.

Soil composition <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S	100	0.28cd <sup>y</sup>	1.1de	2.5ab	3.8abcd	9.8def	2.6bc	0.5abc	2.5bc	2.5c
S:V	100	0.18d	1.7bcd	1.5bc	2.5d	14.2ab	1.7c	0.3bcd	1.5c	2.6c
S:P	90	0.18d	1.3cd	2.6ab	3.5abcd	12.0abcde	2.3bc	0.3bcd	2.2abc	3.0bc
S:V:P						Dead				
C	100	0.24cd	2.1bcd	2.0ab	3.6abcd	11.9abcde	2.3bc	0.2cd	2.7ab	2.6c
C:V	90	0.22d	1.1de	2.2ab	3.8abcd	9.7def	2.7bc	0.3bcd	2.2abc	3.9abc
C:P	90	0.19d	1.9de	2.4ab	4.4ab	10.6cdef	2.6bc	0.4abcd	1.7bc	3.5abc
C:V:P	90	0.16d	1.2cd	1.7bc	2.7cd	8.5f	1.8bc	0.5abc	2.2abc	2.6c
Pe	100	0.56bc	1.7bcd	3.2a	5.0a	11.2bcdef	3.6ab	0.7ab	3.3a	4.6abc
Pe:V	100	1.85a	8.1a	2.8ab	4.9a	14.8a	2.9bc	0.8a	3.3a	5.5a
Pe:P	100	0.74b	2.6b	2.9ab	4.8a	13.2abc	5.5a	0.5abc	2.0bc	5.2ab
Pe:V:P	70	0.34d	2.4bc	2.7ab	4.1abc	13.0abcd	2.8bc	0.4abc	2.6abc	3.4abc
Sp	100	0.17d	1.3cd	1.9abc	3.0bcd	9.5ef	2.1abc	0.2cd	2.1bc	3.6abc

<sup>z</sup> Refer to Table 4-1.

<sup>y</sup> Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05

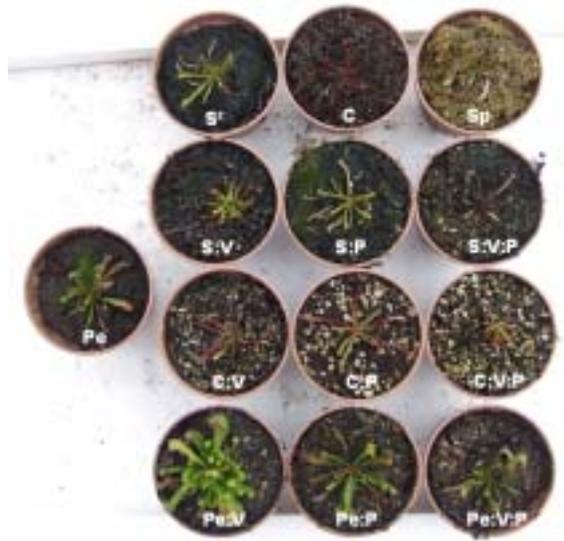


Fig. 4-30. Cultural response of *Sarracenia purpurea* cultivated in different soil composition for 12 weeks.

<sup>z</sup> Refer to Table 4-1.

**차광율의 영향:** 차광조건이 *S. purpurea*의 유식물체 생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 식물체의 생존율은 무차광구와 30% 및 50% 차광조건에서 100%로 양호하였다.

반면 90% 차광처리한 경우 모든 식물체가 고사하였다(Table 4-32, Fig. 4-31). 생체중, 신초 수, 초장, 초폭, 엽장, 엽폭 등의 생육상태를 비롯하여 뿌리의 발달 또한 30% 차광조건에서 가장 양호한 것으로 조사되어 *S. purpurea*의 식물생육에 적합한 차광율은 30%임을 알 수 있었다.

Table 4-32. Effect of shading ratio on survival and growth of *Sarracenia purpurea*.

Shading ratio (%)	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
0	100	0.56ab <sup>z</sup>	1.7a	3.2b	5.0a	11.2a	3.6b	0.7ab	3.3a	4.6b
30	100	0.89a	2.5a	4.5a	7.0a	11.3a	5.0a	0.8a	4.4a	6.2b
50	100	0.40bc	2.3a	3.3a	6.9b	15.5a	4.0b	0.5b	3.6a	4.7a
70	80	0.12c	1.0a	2.7b	4.7b	8.2a	3.0b	0.3b	2.5b	1.6b
90					Dead					

<sup>z</sup> Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05



Fig. 4-31. Cultural response of *Sarracenia purpurea* cultivated under 5 different shading ratios for 12 weeks.

**관수방법의 영향:** 관수방법을 달리하여 *S. purpurea*의 유식물체를 재배한 결과, 생존율은 1일 2회 표면관수를 제외한 모든 처리구에서 100%로 양호하였다(Table 4-33, Fig. 4-32). 반면 식물체의 생체중, 신초 수, 초장, 초폭, 엽장, 엽폭, 뿌리 수 및 뿌리 길이 등의 식물 생육상태를 1일 1회 표면관수 처리와 담수 1일-퇴수 3일의 처리구에 다른 관수방법에 비하여 월등히 우수하였다.

Table 4-33. Effect of watering method on survival and growth of *Sarracenia purpurea*.

Watering method <sup>z</sup>	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
S1	100	1.37a <sup>y</sup>	2.4ab	5.1a	7.6a	11.7ab	5.6a	1.2a	4.6a	6.7a
S2	80	0.36b	1.4b	3.6b	5.3b	10.5b	4.3b	0.5a	3.1ab	4.3bc
C	100	0.53b	1.1b	3.3b	4.9b	10.8b	3.3b	0.5b	3.0b	5.9abc
F1-E1	100	0.59b	2.4ab	3.4b	5.3b	14.1ab	3.2b	0.5b	3.2ab	3.6c
F2-E1	100	0.46b	1.7b	3.3b	5.5b	12.0ab	3.5b	0.4b	3.8ab	4.8abc
F3-E1	100	0.56b	1.7b	3.2b	5.0b	11.2b	3.6b	0.7b	3.3ab	4.6abc
F1-E2	100	0.33b	1.3b	3.5b	4.8b	12.2ab	3.8b	0.4b	2.4b	4.1c
F1-E3	100	1.84a	3.8a	4.6a	7.3a	14.9a	4.9a	1.4a	4.5a	6.6ab

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 times/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 days-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 days-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 days, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 days.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

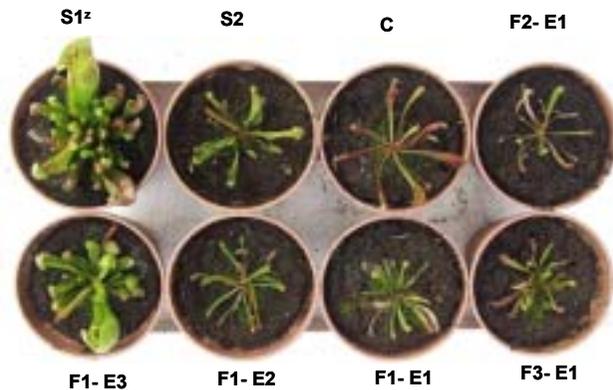


Fig. 4-32. Cultural response of *Sarracenia purpurea* cultivated by different watering methods for 12 weeks.

<sup>z</sup>S1: spray irrigation 1 time/day, S2: spray irrigation 2 time/day, C: continuous flooding, F1-E1: flooding 1 day-ebbing 1 day, F2-E1: flooding 2 day-ebbing 1 day, F3-E1: flooding 3 day-ebbing 1 day, F1-E2: flooding 1 day-ebbing 2 day, F1-E3: flooding 1 day-ebbing 3 day,

**시비방법의 영향:** Hyponex액의 엽면시비 혹은 저면관수 처리가 *S. purpurea*의 식물생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 식물체의 생존율은  $1.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  농도의 엽면시비를 제외한 모든 처리구에서 100%로 양호하였다(Table 4-34, Fig. 4-33). 엽면시비의 경우 식물체 수는  $0.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 처리한 경우 3.3개로 가장 많았으나, 생체중, 초장, 엽장, 초폭, 뿌리 길이 등을 고려할 때 생육상태는 70%의 생존율을 보인  $1.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 처리

구에서 대체적으로 양호하였다.

Hyponex액으로 저면관수를 실시한 경우, 생체중, 식물체 수, 초장, 초폭, 엽수, 뿌리 길이 등에 근거한 식물생육은  $0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 처리구에서 가장 양호하였다. 이상의 실험 결과에 의하면 *S. purpurea*의 재배시 적정 시비방법은 hyponex  $0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 으로 저면관수 처리하는 것으로 생각되었다.

Table 4-34. Effect of hyponex concentration for forage fertilization or subirrigation on survival and growth of *Sarracenia purpurea*.

Hyponex ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	Survival rate (%)	Fresh weight (g)	No. of plants	Plant height (cm)	Plant width (cm)	No. of leaves	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of roots	Root length (cm)
Control	100	0.56a <sup>y</sup>	1.7bc	3.2ab	5.0ab	11.2b	3.6ab	0.7a	3.3ab	4.6a
F <sup>z</sup> -0.2	100	0.63a	1.8bc	3.6ab	6.1a	14.7ab	3.6a	0.6a	3.9ab	4.1a
F-0.5	100	0.48a	3.3a	3.4ab	5.1ab	11.8b	3.3ab	0.3a	3.9a	3.7a
F-1.0	70	0.70a	2.9ab	4.0a	5.8ab	14.4ab	4.1a	0.6a	2.7ab	4.6a
S-0.05	100	0.29b	1.2c	2.2c	4.2b	11.2b	2.1c	0.3a	3.2ab	2.7a
S-0.1	100	0.50a	1.7bc	2.8bc	5.0ab	17.5a	2.8bc	0.4a	3.6ab	3.1a
S-0.2	100	0.63a	2.2abc	3.7a	6.1a	16.0a	3.5ab	0.4a	4.0b	4.8a

<sup>z</sup>F: foliar application, S: soil application.

<sup>y</sup>Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

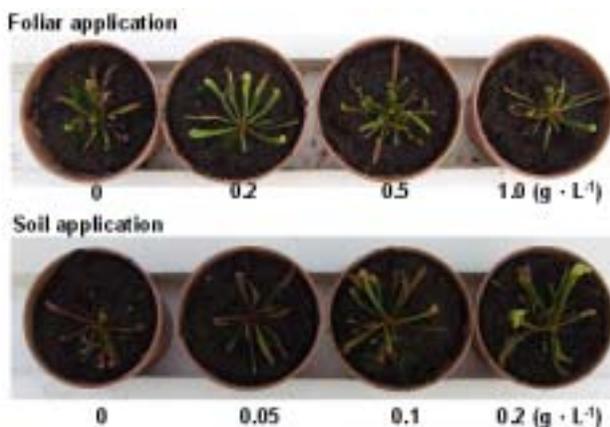


Fig. 4-33. Morphological characteristics of *Sarracenia purpurea* as affected by different methods and levels of fertilizer for 12 weeks.

## 4. 적 요

본 연구는 식충식물의 유묘 재배 시 생육에 미치는 토양, 차광, 관수 및 시비의 영향을 알아보기 위하여 실시하였다.

### 가. *Dionaea muscipula*

식물체의 생육은 피트모스 단용구, 피트모스:펠라이트(2:1) 혹은 코코피트:펠라이트(2:1) 혼용구에서 양호하였으며, 적정 차광조건과 30%였다. 관수방법 및 횃수를 달리하여 실험한 결과, 살수관수 1일 2회 및 담수 2일-퇴수 1일 처리구에서 생육이 가장 우수하였다. 식물체의 생존율 및 생육은 하이포넥스의 처리농도 및 시비방법에 따라 달랐는데,  $1.0g \cdot L^{-1}$ 를 엽면시비한 처리구에서 생체중 및 식물체의 생육이 월등히 우수하였다.

### 나. *Drosera aliciae*

식물생육은 전반적으로 피트모스를 단용 혹은 혼합한 배양토에서, 특히 피트모스:펠라이트(2:1) 처리구에 왕성한 생육을 보였다. 차광율을 달리하여 재배한 결과 30% 차광조건에서 생존율 및 식물생육이 가장 좋았다. 관수방법 및 횃수를 달리하여 재배한 결과, 1일 담수-2일 퇴수에서 가장 우수한 생육을 보였다. 하이포넥스의 처리농도 및 처리방법을 달리하여 실험한 결과,  $0.5g \cdot L^{-1}$ 를 엽면시비한 처리구와  $0.1g \cdot L^{-1}$ 를 토양시비한 처리구에서 생존율 및 생육이 향상되었다.

### 다. *Drosera capensis*

*D. capensis*의 식물생육은 수태단용이나 피트모스:펠라이트(2:1), 피트모스:질석(2:1)의 처리구에서 양호하였다. 차광율을 달리한 실험에서는 50% 차광조건에서 생존율 및 식물생육이 가장 왕성하였다. 관수방법 및 관수 횃수를 달리하여 재배한 결과, 담수 1일-퇴수 2일 처리구에서 가장 좋은 결과를 보였다. 하이포넥스의 처리농도 및 처리방법에 따라 생존율 및 식물생육에 영향을 미쳤는데,  $0.5 \sim 1g \cdot L^{-1}$ 의 엽면시비구와  $0.2g \cdot L^{-1}$ 의 액비를 토양시비한 처리구에서 가장 양호한 결과를 얻었다..

### 라. *Drosera rotundifolia*

*D. rotundifolia*의 재배에 적합한 토양은 피트모스와 펠라이트를 2:1 비율로 혼합한 배양토였다. 차광을 달리하여 재배한 결과, 30% 차광조건에서 가장 양호한 생육을 보

였다. 관수방법 및 관수횟수를 달리하여 식물체를 재배한 결과, 담수 3일-퇴수 1일에서 생존율 및 생육이 양호하였다. 식물 생존율 및 생육은 하이포넥스의 농도 및 시비방법에 의하여 영향을 받았는데,  $0.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 엽면시비한 경우와  $0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 토양시비한 경우에 생존율 및 생육이 향상되었다.

#### 마. *Drosera tokaiensis*

*D. tokaiensis* 재배에 적합한 배양토는 수태 단용 또는 피트모스:질석:펄라이트(2:1:1) 처리로 확인되었다. 식물 생존율 및 성장에서 가장 좋은 결과를 보인 차광조건은 30% 처리구였다. 관수방법에 따라서는 담수 1일-퇴수 1일 처리구에서 가장 우수한 생육을 보였다. 생존율 및 식물생육은 하이포넥스의 시비방법에 따라 달랐는데, 토양시비보다는 엽면시비가 보다 효과적이었다.

#### 바. *Pinguicula moranensis*

*P. moranensis*의 재배에 적합한 배양토는 상토 및 수태 단용인 것으로 확인되었다. 생존율은 무차광구 또는 30% 차광조건에서 양호하였으며, 식물생육은 50% 차광조건에서 왕성하였다. 관수방법 및 횟수를 달리하여 실험한 결과, 1일 2회 엽면관수한 처리구에서 가장 양호한 결과를 얻었다. 생존율 및 식물생육은 하이포넥스의 농도 및 시비방법에 영향을 받았는데, 을 달리하여 시비한 결과,  $0.5\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 엽면시비가 가장 효과적이었다.

#### 사. *Sarracenia purpurea*

적정 배양토는 피트모스 단용과 피트모스:질석(2:1) 처리구였으며, 특히 피트모스:질석(2:1)에서 왕성한 생육을 보였다. 생존율 및 식물생육은 30% 차광 처리구에서 가장 양호하였다. 관수방법 및 횟수를 달리하여 실험한 결과, 살수관수 1일 1회와 담수 1일-배수 3일 처리구에서 생육이 양호하였다. 생존율 식물생육은 하이포넥스의 농도 및 처리방법에 의하여 영향을 받았는데,  $1.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 엽면시비한 구와  $0.2\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 토양시비한 처리구에서 생육이 좋았다.

## 제 5 절 인위적 돌연변이에 의한 신품종 육성

### 1. 서 언

20세기에 들어 조직배양기술이 나날이 발전됨에 따라 식물조직에 물리적 혹은 화학적 돌연변이원을 처리하는 과정에 조직배양기술이 도입되면서 생물학적 연구 및 농작물의 유전형질을 향상시키기 위한 식물육종 분야에서 중요한 도구로 대두되었다(Koh, 2000; Mandal 등, 2000; Lee 등, 2003; Latado 등, 2004).

인위적 돌연변이 유기에 이용되는 물리적 돌연변이원은 UV, X-선,  $\gamma$ -선과 같은 전자기파(electromagnetic spectrum)와 양자, 중성자, 전자 등과 같은 입자의 움직임을 이용한 이른바 미립자 조사(corpuscular radiation)로 분류할 수 있다(Van Harten, 1998). UV의 조사는 상대적으로 식물조직에 투과성이 약한 한계점이 있지만, 기내배양상태의 잎 절편에 조사할 경우 상피세포로부터 식물체가 분화됨으로써 키메라(chimera)가 아닌 완전한 돌연변이체를 얻을 확률이 높아진다는 이점이 있다(Predieri, 2001).

화학돌연변이원은 크게 염기 유사물질, 항생제, alkylating 물질 등으로 나눌 수 있는데, 이들 중 alkylating 물질에 속하는 ethylmethanesulfate (EMS), diethylsulphate (DES), ethyleneimine (EI), nitroso 화합물 등과 더불어 그밖에 sodium azide ( $\text{NaN}_3$ )가 현재 가장 많이 이용되고 있는 화학물질이다(Van Harten, 1998; Liu 등, 2005; Lee와 Lee, 2002).

최근 분자생물학적 기술이 발전됨에 따라 Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP), Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP), Simple Sequence Repeats (SSR) 등의 DNA 마커가 기내배양 및 돌연변이원 처리에 의하여 유기된 변이 식물체의 유전적 다양성을 검출하기 위한 효율적인 방법으로 대두되고 있다(Predieri, 2001). 특히 RAPD 분석법은 짧은 sequence의 primer와 낮은 annealing 온도를 이용한 PCR법으로 분석법이 간편하고 경제적이어서 형태 변이, 계통 변이 혹은 비정상적인 생장을 보이는 체세포 변이체나 돌연변이체 등에서 유전적 변이를 분석하는 작업에 많이 이용된다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 실험 재료

기내배양중인 *Dionaea muscipula*, *Drosera capensis*, *Drosera esmelerae*, *Drosera intermedia*, *Drosera niditormis*, *Drosera rotundifolia*, *Byblis filifolia*, *Sarracenia purpurea* 및 *Pinguicula moranensis* 등 9종의 식물체에서 엽 절편을 취하여 사용하였다

### 나. 화학 돌연변이원 처리의 적정조건 구명

화학돌연변이원은 EMS, NMU,  $\text{NaN}_3$  그리고 colchicine 등을 사용하였다. EMS 용액은 필터 멸균하여 0, 10, 20, 50, 100mM의 농도 또는 0, 20, 50, 100mM의 농도로 준비한 후 각 농도에서 1, 3, 6시간 동안 엽병을 침지처리 하였다. 필터 멸균한 NMU 용액은 0, 0.5, 1, 5, 10mM의 농도나 0, 0.5, 1.0, 2.0mM의 농도로 조절한 후, 엽병을 1, 3, 6시간 동안 각각 침지처리 하였다.  $\text{NaN}_3$  용액은 필터 멸균하여 0, 0.1, 0.5, 1, 5mM의 농도나 0, 0.5, 1.0, 2.0mM의 농도로 조절한 후 각 농도에서 1, 3, 6시간 동안 엽병을 침지처리 하였다. Colchicine 용액은 필터 멸균하여 0, 0.05, 0.1, 0.2%의 농도로 준비한 후 엽병을 1, 2, 4일 동안 침지처리 하거나 0, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5%의 농도에서 3, 6, 12, 24시간 동안 침지처리 하였다. 침지처리 후 엽병은 살균수로 3회 세척하여 배양하였으며, 배양 8주 후 생존율을 조사한 후 기외 이식하였다.

### 다. 자외선 처리의 적정 조건 구명

식물재료는 기내배양중인 *Drosera rotundifolia*의 엽 절편을 이용하였다. 엽 절편을 페트리접시에 접종 25개씩 접종한 후 자외선을 0, 5, 10, 20분씩 각각 조사하고 고체배지에 접종하였다. 처리 후 25°C, 3000lx, 16시간 조명의 조건 하에서 배양하였으며, 배양 8주 후 생존율을 조사하고 기외 이식하였다.

### 라. 형태적 변이 식물체 선발

재생된 유식물체는 피트모스가 충전된 플라스틱 화분에 이식하여 순화시킨 후 비닐 하우스에서 저면관수로 재배하였다. 식물체의 크기, 잎의 형태, 색깔 변이 등을 육안으로 관찰하여 변이 식물체를 선발하였다. 선발된 식물체는 토양에서 신초증식에 의하여 영양번식 시켰으며, 영양번식된 개체들 사이에 동일한 형질이 지속되는지 여부를 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 돌연변이원 처리 방법 및 조건 탐색

##### 1) *Dionaea muscipula*.

**EMS 처리:** EMS의 기내 처리시 적정조건을 알아보기 위하여 *D. muscipula*의 엽 절편을 EMS의 농도 및 처리시간을 달리하여 침지한 후 배양하였다. 배양 8주 후 무처리구에서 엽 절편의 생존율은 53.3%였다(Table 5-1). 모든 처리구의 경우 EMS의 농도가 높을수록 처리기간이 길수록 엽 절편의 생존율은 감소하였는데, 특히 50mM 이상의 농도구나 6시간 이상의 처리구에서 생존율은 13.3% 이하로 급감하였다. 무처리구 대비 생존율을 고려할 때 EMS의 적정 처리조건은 20mM에서 3시간 처리였는데, 29.2%의 엽 절편이 생존하였고 이는 무처리구 대비 54.8%였다.

Table 5-1. Effect of EMS on survival of in vitro cultured leaf explants in *Dionaea muscipula*.

EMS (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		30	16	53.3
20	1	30	7	23.3
	3	24	7	29.2
	6	24	3	12.5
50	1	30	3	10.0
	3	30	1	3.3
	6	30	1	3.3
100	1	30	4	13.3
	3	30	1	3.3
	6	30	0	0.0

**NMU 처리:** NMU 처리의 적정조건을 알아보기 위하여 *D. muscipula*의 엽 절편을 농도 및 처리시간을 달리하여 침지한 후 배양하였다. 배양 8주 후 무처리구의 생존율은 53.3%였으며, 2mM에서 1시간 처리와 3시간 처리구를 제외한 NMU 처리구의 경우 모든 절편체가 치사하였다(Table 5-2). EMS 2mM에서 1시간 동안 침지처리한 경우 엽 절편의 생존율은 20.0%였는데, 이는 무처리구 대비 37.5%였다.

Table 5-2. Effect of NMU on survival of in vitro cultured leaf explants in *Dionaea muscipula*.

NMU (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survivals
Control		30	16	53.3
2	1	30	6	20.0
	3	30	1	3.3
	6	30	0	0.0
5	1	30	0	0.0
	3	30	0	0.0
	6	30	0	0.0
10	1	30	0	0.0
	3	30	0	0.0
	6	30	0	0.0

**NaN<sub>3</sub> 처리:** *D. muscipula*의 엽 절편을 실험재료로 하여 NaN<sub>3</sub> 처리시 적정 조건을 선별하기 위하여, 처리농도 및 시간을 달리하여 엽 절편을 침지한 후 배양한 결과는 Table 5-3과 같았다. 무처리구의 경우 엽 절편의 생존율은 53.3%였고 처리구의 경우 처리농도가 높을수록 생존율이 감소되는 경향을 보였으나 처리시간에 따른 일정한 양상을 찾을 수가 없었다. NaN<sub>3</sub> 0.5mM의 1시간 처리구와 1mM의 3시간 처리구에서 엽 절편의 생존율은 26.7%였는데, 무처리구 대비 50.1%로 LD<sub>50</sub>값에 해당하는 치사율을 보였다. 그러므로 *D. muscipula*의 엽 절편에서 NaN<sub>3</sub>의 적정 처리조건은 0.5mM에서 1시간 혹은 1mM에서 3시간 처리인 것으로 생각되었다.

Table 5-3. Effect of NaN<sub>3</sub> on survival of in vitro cultured leaf explants in *Dionaea muscipula*.

NaN <sub>3</sub> (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		30	16	53.3
0.5	1	30	8	26.7
	3	30	7	23.3
	6	24	7	29.2
1	1	30	5	16.7
	3	30	8	26.7
	6	30	6	20.0
2	1	30	1	3.3
	3	30	5	16.7
	6	30	5	16.7

**Colchicine 처리:** *D. muscipula*의 엽 절편 배양시 colchicine 처리의 적정조건을 선발하기 위하여, 0~0.2%의 농도와 1~4일의 처리기간을 달리하여 엽 절편을 침지한 후 배양한 결과는 Table 5-4와 같았다. 무처리구의 경우 엽 절편의 생존율은 53.3%였으며, 모든 처리구의 경우 생존율은 급감하였는데 특히 0.2%의 농도구나 4일의 처리구의 경우 생존율은 3.3% 이하였다. Colchicine 0.05%로 2일간 침지처리한 경우 엽 절편의 생존율은 20.8%였는데, 무처리구 대비 39.0%였다.

Table 5-4. Effect of colchicine on survival of in vitro cultured leaf explants in *Dionaea muscipula*.

Colchicine (%)	Soaking time (day)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		30	16	53.3
0.05	1	30	3	10.0
	2	24	5	20.8
	4	18	0	0.0
0.1	1	18	3	16.7
	2	24	1	4.1
	4	30	1	3.3
0.2	1	24	0	0.0
	2	24	0	0.0
	4	24	0	0.0

## 2) *Drosera capensis*

**EMS 처리:** *D. capensis*의 엽 절편을 재료로 하여 EMS 처리의 적정 조건을 선발하기 위하여, 처리농도 및 처리시간을 달리하여 실험한 결과는 Table 5-5와 같았다. 배양 8주 후 엽 절편의 생존율은 무처리구에서 96.7%였던 반면, 모든 처리구에서 엽 절편의 생존율은 급감하였는데, 특히 100mM의 경우 생존율은 16.7% 이하로 감소되었다. EMS 10mM로 1시간 동안 처리한 경우 엽 절편의 생존율은 46.7%로 무처리구 대비 48.3%였다. 그러므로 *D. capensis*의 엽 절편에서 EMS 처리의 적정 조건은 10mM에서 1시간 수준인 것으로 생각되었다.

Table 5-5. Effect of EMS on survival of in vitro cultured leaf explants in *Drosera capensis*.

EMS conc. (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explant treated	No. of explant survived	Percent of survivals
Control		30	29	96.7
10	1	30	14	46.7
	3	30	9	30.0
	6	30	6	20.0
	12	30	5	16.7
20	1	30	13	43.3
	3	30	9	30.0
	6	30	8	26.7
	12	30	9	30.0
50	1	30	10	33.3
	3	30	9	30.0
	6	30	8	26.7
	12	30	1	3.3
100	1	30	5	16.7
	3	30	4	13.3
	6	30	4	13.3
	12	30	0	0.0

**NaN<sub>3</sub> 처리:** 화학돌연변이원 NaN<sub>3</sub>의 처리시 적정 조건을 선별하기 위하여, *D. capensis*의 엽 절편을 실험재료로 하여 처리농도 및 시간을 달리하여 침지처리한 후 배지에 접종하여 배양하였다. 배양 8주 후 생존율을 조사한 결과, 무처리구는 46.7%였으며 NaN<sub>3</sub>의 처리구의 경우 무처리구에 비하여 일제히 생존율이 감소하였으나 처리농도 및 처리시간에 따른 일정한 경향은 찾을 수가 없었다(Table 5-6). 무처리구 대비 생존율을 고려할 때 적정 처리조건은 0.5mM에서 3시간 혹은 6시간인 것으로 생각되었다.

Table 5-6. Effect of NaN<sub>3</sub> on survival of in vitro cultured leaf explants in *Drosera capensis*.

NaN <sub>3</sub> (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		30	14	46.7
0.5	1	24	5	20.8
	3	30	7	23.3
	6	30	7	23.3
1	1	30	10	33.3
	3	30	4	13.3
	6	30	11	36.7
2	1	30	11	36.7
	3	30	4	13.3
	6	30	11	36.7

**Colchicine 처리:** 기내배양중인 *D. capensis*의 식물체에서 엽절편을 취하여 colchicine의 농도 및 처리시간을 달리하여 침지시킨 후 접종하여 배양한 결과는 Table 5-7과 같았다. 무처리구의 경우 엽 절편의 생존율은 46.7%였으며, 처리구의 경우 생존율은 0.05%를 제외한 4일간의 처리구에서 급감하였다. 그러나 그 밖의 처리구에서는 농도 및 1일 혹은 2일의 처리시간에 따른 일정한 경향을 찾을 수 없었다. 무처리구 대비 생존율을 고려할 때 *D. capensis*의 엽 절편에서 colchicine의 적정 처리조건은 0.05%에서 2일인 것으로 생각되었다.

Table 5-7. Effect of colchicine on survival of in vitro cultured leaf explants in *Drosera capensis*.

Colchicine (%)	Soaking time (day)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survivals
Control		30	14	46.7
0.05	1	30	10	33.3
	2	30	8	26.7
	4	30	13	43.3
0.1	1	30	9	30.0
	2	30	15	50.0
	4	24	4	16.7
0.2	1	30	15	50.0
	2	30	12	40.0
	4	24	4	16.7

### 3) *Drosera esmelerdae*

**EMS 처리:** EMS 처리의 적정 조건을 선별하기 위하여 EMS의 농도 및 처리시간을 달리하여 *D. esmelerdae*의 엽 절편을 침지처리한 후 배지에 접종하여 배양하였다. 배양 8주 후 엽 절편의 생존율을 조사한 결과, 무처리구의 경우 96.7%였고 처리구의 생존율은 대부분 처리농도가 높을수록 처리기간이 길수록 감소하였다(Table 5-8). 특히 100mM의 농도구나 12시간 처리시 생존율은 전반적으로 낮게 조사되었다. LD<sub>50</sub>을 보인 처리구는 100mM에서 6시간 처리구로 엽 절편의 생존율은 50%로, 무처리구 대비 51.7%를 나타냈다.

Table 5-8. Effect of EMS on survival of in vitro cultured leaf explants in *Drosera esmelerdae*.

EMS conc. (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explant treated	No. of explant survived	Percent of survival
Control		30	29	96.7
10	1	30	26	86.7
	3	30	28	93.3
	6	30	28	93.3
	12	30	27	90.0
20	1	30	24	80.0
	3	30	23	76.7
	6	30	25	83.3
	12	30	20	66.7
50	1	30	24	80.0
	3	30	25	83.3
	6	30	20	66.7
	12	30	5	16.7
100	1	30	19	63.3
	3	30	18	60.0
	6	30	15	50.0
	12	30	0	0.0

#### 4) *Drosera intermedia*

**EMS 처리:** EMS 처리의 적정 조건을 선별하기 위하여, 처리농도 및 처리시간을 달리하여 *D. intermedia*의 엽 절편을 침지한 후 배지에 접종하여 배양하였다. 배양 8주 후에 엽 절편의 생존율을 조사한 결과, 무처리구의 경우 93.3%의 엽 절편이 생존하였다(Table 5-9). 처리구의 경우 EMS의 농도가 높을수록 처리기간이 길수록 생존율이 급감하였는데, 특히 100mM의 농도구나 12시간 처리구의 경우 생존율은 33.3% 이하로 감소하였다. EMS 20mM에서 6시간 동안 침지처리한 경우 엽 절편의 생존율은 46.7% 였는데, 무처리구 대비 50.0%로 LD<sub>50</sub>의 치사율을 나타냈다.

Table 5-9. Effect of EMS on survival of in vitro cultured leaf explants in *Drosera intermedia*.

EMS conc. (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explant treated	No. of explant survived	Percent of survival
Control		30	28	93.3
10	1	30	21	70.0
	3	30	13	43.3
	6	30	12	40.0
	12	30	10	33.3
20	1	30	17	56.6
	3	30	11	36.7
	6	30	14	46.7
	12	30	4	13.3
50	1	30	15	50.0
	3	30	13	43.3
	6	30	4	13.3
	12	30	1	3.3
100	1	30	10	33.3
	3	30	0	0.0
	6	30	0	0.0
	12	30	0	0.0

### 5) *Drosera nidiformis*

**EMS 처리:** *D. nidiformis*의 엽 절편을 실험재료로 하여 EMS의 적정 처리조건을 알아보기 위하여, 농도 및 처리시간을 달리하여 엽 절편을 침지한 후 배양하였다. 배양 8주 후 엽 절편의 생존율을 조사한 결과, 무처리구의 경우 93.3%의 엽 절편이 생존하였던 반면, 모든 처리구에서 생존율이 감소하였다. 특히 100mM의 고농도 처리구나 12시간의 처리구에서 엽 절편의 생존율은 56.7%로 크게 저하되었다(Table 5-10). LD<sub>50</sub>은 EMS 20mM의 6시간 처리구에서 얻어졌는데, 엽 절편의 생존율은 46.7%로 무처리구 대비 50.1%였다.

Table 5-10. Effect of EMS on survival of in vitro cultured leaf explants in *Drosera nidiformis*.

EMS conc. (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explant treated	No. of explant survived	Percent of survival
Control		30	28	93.3
10	1	30	26	86.7
	3	30	24	80.0
	6	30	23	76.7
	12	30	16	53.3
20	1	30	24	80.0
	3	30	19	63.3
	6	30	14	46.7
	12	30	16	53.3
50	1	30	20	66.7
	3	30	19	63.3
	6	30	18	60.0
	12	30	16	53.3
100	1	30	17	56.7
	3	30	15	50.0
	6	30	14	46.6
	12	30	0	0.0

### 6) *Drosera rotundifolia*

**EMS 처리:** *D. rotundifolia*의 엽 절편 배양에서 EMS의 적정 처리조건을 알아보기 위하여, EMS의 농도 및 처리시간을 달리하여 엽 절편을 침지한 후 배양하였다. 배양 8주 후 엽 절편의 생존율을 조사한 결과, 무처리구의 경우 100%의 생존율을 보였으며 반면, 처리구의 경우 EMS의 농도가 높을수록 처리기간이 길수록 생존율이 감소되는 경향을 보였다(Table 5-11). 특히 20mM 이상의 농도에서 12시간 동안 처리한 경우 엽 절편의 생존율은 20.0% 이하로 감소하였다. LD<sub>50</sub>값의 근사치는 EMS 10mM로 12시간 동안 처리한 구에서 나타났는데, 엽 절편의 생존율은 46.7%였다.

Table 5-11. Effect of EMS on survival of in vitro cultured leaf explants in *Drosera rotundifolia*.

EMS conc. (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explant treated	No. of explant survived	Percent of survivals
Control		30	30	100.0
10	1	30	21	70.0
	3	30	25	83.3
	6	30	25	83.3
	12	30	14	46.7
20	1	30	20	66.7
	3	30	19	63.3
	6	30	20	66.7
	12	30	6	20.0
50	1	30	20	66.7
	3	30	8	26.7
	6	30	1	3.3
	12	30	0	0.0
100	1	30	20	66.7
	3	30	2	6.7
	6	30	0	0.0
	12	30	0	0.0

**Colchicine 처리:** 기내에서 colchicine 처리의 적정조건을 알아보기 위하여 *D. rotundifolia*의 엽 절편을 colchicine의 농도(0.01, 0.05, 0.1, 0.5%) 및 처리시간(2, 6, 12, 24시간)을 달리하여 침지한 후 배양하였다. 그 결과, 무처리구에서 엽 절편의 생존율은 96.7%였으며, 처리구의 경우 전반적으로 생존율이 무처리구에 비하여 감소하였는데 특히 처리기간이 길수록 급감하였다(Table 5-12). LD<sub>50</sub>을 보인 처리구는 0.01%에서 6시간 및 12시간 처리구와 0.5%에서 6시간 처리구로 엽 절편의 생존율은 50.0%로 조사되었는데, 무처리구 대비 51.7%였다.

Table 5-12. Effect of colchicine on survival of in vitro cultured leaf explants in *Drosera rotundifolia*.

Colchicine conc. (%)	Soaking time (hr.)	No. of explant treated	No. of explant survived	Percent of survivals
Control		30	29	96.7
0.01	3	30	23	76.7
	6	30	15	50.0
	12	30	15	50.0
	24	30	9	30.0
0.05	3	30	20	66.7
	6	30	22	73.3
	12	30	24	80.0
	24	30	16	53.3
0.1	3	30	21	70.0
	6	30	18	60.0
	12	30	17	56.7
	24	30	18	60.0
0.5	3	30	22	73.3
	6	30	15	50.0
	12	30	14	46.7
	24	30	13	43.3

**UV 처리:** 자외선을 이용한 돌연변이 육종시 UV 처리의 적정 조건을 알아보기 위하여 *D. rotundifolia*의 엽 절편을 페트리디시에 접종한 후 처리시간을 0~20분으로 각각 달리하여 UV를 조사한 후 배지에 접종하여 배양하였다. 배양 8주 후 엽 절편의 생체 중을 조사한 결과, 무처리구의 경우 100%의 생존율을 보인 반면 처리구는 UV처리시간이 길수록 생존율이 감소하였다(Table 5-13). 엽 절편의 생존율을 고려할 때 적정 처리시간은 10분이었으며, 46.2%의 절편체가 생존하였다. 반면 UV를 20분간 처리한 경우 엽 절편의 생존율은 5.3%로 급감하였다.

Table 5-13. Effect of UV irradiation on survival of in vitro cultured leaf explants in *Drosera rotundifolia*.

Treatment time (min)	No. of explant treated	No. of explant survived	Percent of survival
0	36	36	100.0
5	40	38	95.0
10	39	18	46.2
20	38	2	5.3

## 7) *Byblis filifolia*

**EMS 처리:** 기내배양중인 *B. filifolia*의 엽 절편을 실험재료로 하여 EMS 처리의 적정 조건을 조사하기 위하여 농도 및 처리시간을 달리하여 엽 절편을 침지한 후 배양하였다. 배양 8주 후 엽 절편의 생존율을 조사한 결과, 무처리구의 생존율은 70.0%였으며, EMS의 모든 처리구에서 생존율은 60.0% 이하로 감소하였다(Table 5-14). LD<sub>50</sub>값의 근사치를 보인 처리구는 20mM에서 3시간 처리구와 100mM에서 1시간 처리구였는데, 전자의 경우 생존율은 41.7%였고 후자의 경우 생존율은 30.0%로 조사되었다. 이들 두 처리구의 생존율은 각각 무처리구 대비 59.6%와 42.8%였다.

Table 5-14. Effect of EMS on survival of in vitro cultured leaf explants in *Byblis filifolia*.

EMS (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		30	21	70.0
20	1	24	10	41.7
	3	30	18	60.0
	6	30	5	16.7
50	1	30	7	23.3
	3	30	15	50.0
	6	30	0	0.0
100	1	30	9	30.0
	3	30	0	0.0
	6	30	0	0.0

**NMU 처리:** *B. filifolia*의 엽 절편 배양시 NMU의 적정 처리조건을 알아보기 위하여, 농도 및 처리시간을 달리하여 엽 절편을 침지한 후 배양하였다. 8주 배양 후 엽 절편의 생존율은 무처리구에서 70.0%였으며, 처리구의 경우 처리농도 및 시간이 높을수록 혹은 길수록 급감하였는데, 특히 농도에 관계없이 6시간의 처리구에서는 모든 절편체가 고사하였다(Table 5-15). NMU 2mM에서 3시간 동안 처리한 경우 절편체의 생존율은 36.7%였는데, 이는 무처리구 대비 52.4%로서 *B. filifolia*의 엽 절편 배양시 NMU 처리의 가장 적절한 조건으로 생각되었다.

Table 5-15. Effect of NMU on survival of in vitro cultured leaf explants in *Byblis filifolia*.

NMU (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		30	21	70.0
2	1	30	18	60.0
	3	30	11	36.7
	6	30	0	0.0
5	1	30	19	63.3
	3	30	4	13.3
	6	30	0	0.0
10	1	30	6	20.0
	3	30	0	0.0
	6	30	0	0.0

**NaN<sub>3</sub> 처리:** *B. filifolia*의 엽 절편을 실험재료로 하여 NaN<sub>3</sub>의 기내 처리시 적정 조건을 선별하기 위하여 처리농도 및 시간을 달리하여 엽 절편을 침지한 후 배양하였다. 배양 8주 후 엽 절편의 생존율을 조사한 결과 무처리구는 70.0%였으며, 처리구의 경우에도 63.3~80.0%로 무처리구에 비하여 큰 차이를 보이지 않았다(Table 5-16). 그러므로 *B. filifolia*는 일반적인 다른 식물에 비하여 NaN<sub>3</sub>의 처리에 의하여 약해를 덜 입는 것으로 생각되었다.

Table 5-16. Effect of NaN<sub>3</sub> on survival of in vitro cultured leaf explants in *Byblis filifolia*.

NaN <sub>3</sub> (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		30	21	70.0
0.5	1	30	21	70.0
	3	30	24	80.0
	6	30	20	66.7
1	1	30	20	66.7
	3	30	19	63.3
	6	30	19	63.3
2	1	30	19	63.3
	3	30	23	76.7
	6	30	20	66.7

**Colchicine 처리:** *B. filifolia*의 엽 절편 배양시 colchicine 처리의 적정조건을 알아보기 위하여 처리농도 및 처리시간을 달리하여 엽 절편을 침지한 후 배양하였다. 배양 8주 후에 엽 절편의 생존율을 조사한 결과 무처리구의 경우 70.0%였으며, colchicine 처리구의 경우 처리농도가 높을수록 처리기간이 길수록 엽 절편의 생존율이 감소하였다

(Table 5-17). 특히 처리기간이 길수록 생존율이 급감하여 4일의 처리구에서 23.3% 이하의 낮은 생존율을 보였다. Colchicine 0.2%로 2일간 처리한 경우 엽 절편의 생존율은 36.7%로 조사되었는데, 이는 무처리구 대비 52.4%로 LD<sub>50</sub>에 가장 근사한 값이었다.

Table 5-17. Effect of colchicine on survival of in vitro cultured leaf explants in *Byblis filifolia*.

Colchicine (%)	Soaking time (day)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		30	21	70.0
0.05	1	24	11	45.8
	2	30	12	40.0
	4	30	7	23.3
0.1	1	24	10	41.7
	2	30	14	46.7
	4	24	3	12.5
0.2	1	30	9	30.0
	2	30	11	36.7
	4	24	2	8.3

#### 8) *Sarracenia purpurea*

**NMU 처리:** *S. purpurea*의 엽 절편을 실험재료로 하여 NMU의 기내 처리시 적정 조건을 선별하기 위하여, 처리농도 및 기간을 달리하여 NMU액에 침지한 후 배양하였다. 배양 8주 후 엽 절편의 생존율을 조사한 결과, 무처리구의 경우 100%였던 반면 처리구의 경우 생존율은 23.3% 이하로 급감하였다(Table 5-18). 특히 5mM 이상의 농도로 3시간 이상 침지한 경우 모든 엽 절편이 고사하였다. 그러므로 *S. purpurea*는 일반적인 식물에 비하여 NMU 처리시 많은 약해를 입는 것으로 생각되었다.

Table 5-18. Effect of NMU on survival of in vitro cultured leaf explants in *Sarracenia purpurea*.

NMU (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		30	30	100.0
2	1	30	7	23.3
	3	24	5	20.8
	6	30	1	3.3
5	1	24	2	8.3
	3	30	0	0.0
	6	24	0	0.0
10	1	18	0	0.0
	3	30	0	0.0
	6	30	0	0.0

**NaN<sub>3</sub> 처리:** NaN<sub>3</sub>를 이용한 기내 돌연변이 육종에서 적정조건을 알아보기 위하여, 처리농도 및 기간을 달리하여 *S. purpurea*의 엽 절편을 침지한 후 배양하였다. 배양 8 주 후 엽 절편의 생존율을 조사한 결과, 무처리구의 경우 100%였으며, NMU 처리구의 경우에도 95.8~100%의 높은 생존율을 보였다(Table 5-19). 그러므로 LD<sub>50</sub>에 근거한 적정 처리조건을 구할 수가 없었으며, 이후 NaN<sub>3</sub>의 처리농도 및 처리기간을 달리하여 실험할 필요성이 요구되었다.

Table 5-19. Effect of NaN<sub>3</sub> on survival of in vitro cultured leaf explants in *Sarracenia purpurea*.

NaN <sub>3</sub> (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		24	24	100.0
0.5	1	18	18	100.0
	3	24	23	95.8
	6	24	24	100.0
1	1	24	23	95.8
	3	24	24	100.0
	6	18	18	100.0
2	1	24	24	100.0
	3	24	24	100.0
	6	12	12	100.0

**Colchicine 처리:** *S. purpurea*의 엽 절편 배양시 colchicine 처리의 적정 조건을 구하기 위하여, 처리농도 및 처리기간을 달리하여 실험한 결과는 Table 5-20와 같았다. 무처리구에서 엽 절편의 생존율은 93.3%였으며, 대부분의 colchicine 처리구에서도 70% 이상의 비교적 높은 생존율을 보였으나 0.2%로 4일간 처리한 경우에만 생존율이 20%

로 감소되었다.

Table 5-20. Effect of colchicine on survival of in vitro cultured leaf explants in *Sarracenia purpurea*.

Colchicine (%)	Soaking time (day)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survivals
Control		30	28	93.3
0.05	1	30	28	93.3
	2	30	28	93.3
	4	30	26	86.7
0.1	1	24	18	75.0
	2	30	30	100.0
	4	30	27	90.0
0.2	1	30	25	83.3
	2	30	21	70.0
	4	30	6	20.0

### 9) *Pinguicula moranensis*

**EMS 처리:** *P. moranensis*의 엽 절편을 실험재료로 하여 EMS의 기내 처리시 적정 조건을 선별하기 위하여, EMS의 농도 및 처리기간을 달리하여 실험한 결과는 Table과 같았다. 무처리구에서 엽 절편의 생존율은 76.7%였던 반면 EMS 처리구의 경우 40.0% 이하로 감소하였다(Table 5-21). 특히 50mM에서 6시간 처리구나 100mM에서 3시간 이상 처리한 경우 모든 절편체가 고사하였다. LD<sub>50</sub>의 근사치를 보인 처리구는 20mM에서 1시간의 처리구로 엽 절편의 생존율은 40.0%로 조사되었는데, 이는 무처리구 대비 52.1%로 *P. moranensis*의 엽 절편 배양시 가장 적절한 EMS 처리조건으로 생각되었다.

Table 5-21. Effect of EMS on survival of in vitro cultured leaf explants in *Pinguicula moranensis*.

EMS conc. (mM)	Soaking time (day)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		30	23	76.7
20	1	30	12	40.0
	3	30	10	33.3
	6	30	9	30.0
50	1	24	5	20.8
	3	30	5	16.7
	6	30	0	0.0
100	1	30	1	3.3
	3	30	0	0.0
	6	30	0	0.0

**NaN<sub>3</sub> 처리:** 기내에서 NaN<sub>3</sub>의 처리를 이용한 돌연변이 육종 시 적정조건을 찾기 위하여, 처리농도 및 처리시간을 달리하여 *P. moranensis*의 엽 절편을 침지한 후 배양하였다. 배양 8주 후 엽 절편의 생존율을 조사한 결과, 무처리구의 경우 76.7%였고, NaN<sub>3</sub> 처리구의 경우 0.5mM에서 1시간 처리를 제외한 나머지 처리조건에서 전반적으로 처리농도 및 처리시간이 높거나 오래될수록 생존율이 감소하는 경향을 보였다 (Table 5-22). LD<sub>50</sub>값에 근사치를 보인 처리조건은 0.5mM에서 3시간 처리구와 6시간 처리구로 엽 절편의 생존율은 전자의 경우 36.7%였으며, 후자의 경우 43.3%였다. 이들 두 처리구에서의 생존율은 각각 무처리구 대비 47.8%와 56.4%였다.

Table 5-22. Effect of NaN<sub>3</sub> on survival of in vitro cultured leaf explants in *Pinguicula moranensis*.

NaN <sub>3</sub> (mM)	Soaking time (hr.)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survivals
Control		30	23	76.7
0.5	1	18	17	84.4
	3	30	11	36.7
	6	30	13	43.3
1	1	30	17	56.7
	3	30	2	46.6
	6	30	17	56.7
2	1	30	17	56.7
	3	30	9	30.0
	6	30	10	33.3

**Colchicine 처리:** *P. moranensis*의 엽 절편을 이용하여 colchicine의 기내 처리시 적정조건을 알아보기 위하여, 처리농도 및 처리시간을 달리하여 실험한 결과는 Table 5-23과 같았다. 엽 절편의 생존율은 무처리구에서 76.7%를 보인 반면, colchicine 처리

구의 경우 처리농도가 높을수록 처리시간이 길수록 감소되었다. LD<sub>50</sub>에 가장 근사치를 보인 처리조건은 0.05%에서 2일 처리구와 0.1%에서 1일 처리구로 각각에서 엽 절편의 생존율은 43.3%와 36.7%였다. 이는 각각 무처리구 대비 56.4%와 47.8%로 *P. moranensis*의 엽 절편 배양시 colchicine 처리의 가장 절절한 조건으로 생각되었다.

Table 5-23. Effect of colchicine on survival of in vitro cultured leaf explants in *Pinguicula moranensis*.

Colchicine conc. (%)	Soaking time (day)	No. of explants treated	No. of explants survived	Percent of survival
Control		30	23	76.7
0.05	1	30	16	53.3
	2	30	13	43.3
	4	30	9	30.0
0.1	1	30	11	36.7
	2	30	8	26.7
	4	30	6	20.0
0.2	1	30	5	16.7
	2	24	4	16.7
	4	24	2	8.3

#### 나. 형태적 돌연변이주의 선발 및 특성 분석

기내에서 식충식물의 엽 절편에 돌연변이원을 처리한 후 8주 동안 배양하여 생존율을 조사하였으며, 이후 재생된 신초는 새로운 배지에 계대하였다.

일부 종의 재생된 식물체 중에서 색소변이를 확인할 수 있었는데, Fig. 5-1에서처럼 백색종을 비롯하여 잎에 흰색, 노란색 또는 분홍색 등의 무늬가 섞여있는 식물체가 나타났다. 새로운 배지에 계대한 식물체는 다시 8주 동안 배양한 후 피트모스가 충전된 화분에 이식하여 순화처리하였다. 순화 후 유식물체는 비닐하우스로 옮겨 저면관수로 재배하면서 식물체의 크기, 형태 및 색상 변이 등을 관찰하였다(Fig. 5-2).

변이 식물체의 발생률은 식물의 종 및 돌연변이원의 종류에 따라 큰 차이를 보였는데, 대부분의 *Drosera*속 식충식물들과 *Sarracenia purpurea*은 재배과정에서 형태 및 색상에 변이가 관찰되지 않았다. 이들 식물들은 화학돌연변이원 및 UV에 내성이 강하거나 또는 배수성에 의하며 변이된 형질이 표현형으로 나타나지 않았을 가능성이 있는 것으로 생각되었다. 한편 *Dionaea muscipula*의 colchicine 0.01%에서 1일간 처리한 구에서는 야생종에 비하여 크기가 큰 식물체가 관찰되었다(Fig. 5-3).



Fig. 5-1. Leaf color change of *Pinguicula moranensis* by EMS treatment *in vitro*.



Fig. 5-2. Transplantation on soil of insectivorous plants treated with mutagen *in vitro*.



Fig. 5-3. Morphological variation of wild type and plants treated with colchicine in *Dionaea muscipula*.

*P. moranensis*에서 가장 많은 변이 식물체가 관찰되었는데, EMS, colchicine 및  $\text{NaN}_3$  처리구에서 총 177개의 변이계통체가 얻어졌으며, 그 중 116 계통이 EMS 처리구에서 나타났다(Table 5-24). 앞서 기내에서 엽 절편에 EMS를 처리한 후 8주간 배양하여 엽 절편의 무처리구 대비 생존율을 조사한 결과, EMS의 적정 처리조건은 20mM에서 1~3시간으로 추정하였는데, 변이체 발생률 또한 20mM에서 3시간 처리구에서 116개로 가장 높았다. 색상 변이로 분류된 개체들에서 잎의 무늬는 흰색, 노란색, 붉은색 혹은 짙은 녹색 등이었는데, 붉은색과 짙은 녹색 또는 노란색과 흰색 및 노란색과 붉은색들이 혼합되어 무늬를 이루기도 하였다(Fig. 5-4). 이러한 잎의 색상 변이는 전반적으로 기내조건에 비하여 토양이식 후 약해지는 경향을 보였는데, 기내에서 백색종이던 식물체도 기외에서는 연녹색을 띄는 경향을 보였고, 또한 노란색 및 분홍색의 무늬를 보이던 식물체에서 무늬가 흐려지거나 아예 사라져 버리는 경우가 있었다. 이는 기내와 기외의 광도 차이에 의하여 식물색소 생성에 관여하는 유전자 및 세포 내 화합물질의 농도가 달라지기 때문이 것으로 생각되었다. 그러므로 식물체에서 색상 변이를 확인하기 위해서는 지속적인 관찰과 나아가 유전적 분석 등의 작업이 필요한 것으로

생각된다. EMS 처리구에서 나타난 형태변이의 경우 잎이 주걱형인 개체가 27개로 가장 많이 관찰되었고, 또한 잎이 안으로 말린 형태가 12개체였으며, 그 밖에 세장형 및 예첨형 등의 변이가 발견되었다.

Colchicine 처리구의 경우에는 잎이 주걱형이 되거나 말린 형태의 변이체가 관찰되었는데, 총 20개의 변이체 중 14개가 0.05%에서 4일 처리구에서 유도되었다. 반면  $\text{NaN}_3$  처리구의 경우 1mM, 1시간 처리구에서 1개의 변이 식물체만이 유도되었다. 그러므로 *P. moranensis*에서 화학돌연변이 처리에 의한 변이체 유도시  $\text{NaN}_3$ 는 EMS에 비하여 효율적이지 못함을 알 수 있었다.

선발된 모든 변이체들은 엽삽 등 영양번식을 통하여 증식시킬 것이며, 이후 유전적 분석을 통하여 유전자 차원에서 변이 발생 여부를 확인할 예정이다.

이상의 실험결과에 의하여, 기내 돌연변이원 처리시 재생된 식물체에서 변이주의 발생빈도는 식물의 종 및 돌연변이원의 종류에 따라 크게 다를 수 있었으며, 또한 식충식물의 경우 EMS 2mM 및 colchicine 0.05%의 농도를 사용함으로써 효율적으로 변이 식물체를 유도할 수 있음을 알 수 있었다.

Table 5-24. Growth characteristics of *Pinguicula moranensis* 177 variant lines selected after mutagen treatment.

Selected variant line No.	Treatment			Plant height (cm)	Plant width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	Variegation <sup>z</sup>	Color of variegated part <sup>y</sup>	Remarks
	Mutagen	Conc. (mM)	Time (h)								
Control	-	-	-	3.7	10.4	5.5	2.9	10.7			
PM-M-001	EMS	100	1	1.9	6.4	3.3	2.3	10.5		DG	Spatulate
PM-M-002	EMS	100	1	2.3	4.7	2.4	1.5	10.3		R, DG	
PM-M-003	EMS	20	3	3.5	6.7	3.3	2.2	11.5	○	R, W	
PM-M-004	EMS	20	3	2.3	9.2	4.6	3.1	12.5	○	W	
PM-M-005	EMS	20	3	1.7	3.5	1.7	1.5	9.3		DG	
PM-M-006	EMS	20	3	1.7	2.9	1.5	2.2	7.0		R, DG	
PM-M-007	EMS	20	3	1.6	3.4	1.7	1.3	8.0	○	Y, R	Spatulate
PM-M-008	EMS	20	3	3.5	6.3	3.4	2.4	11.5		R, DG	Spatulate
PM-M-009	EMS	20	3	1.3	2.6	1.3	1.0	8.0		R, DG	Spatulate
PM-M-010	EMS	50	1	1.3	4.2	2.1	1.4	11.5		Y	Legginess
PM-M-011	EMS	20	3	2.1	4.8	2.3	1.7	8.0	○	W, R	Spatulate
PM-M-012	EMS	20	3	2.2	3.8	2.3	1.8	11.0	○	W, R	Spatulate
PM-M-013	EMS	20	3	2.2	5.4	2.7	2.1	8.0	○	W, R	Spatulate
PM-M-014	EMS	20	3	3.1	4.9	3.8	2.2	10.0		DG	
PM-M-015	EMS	20	3	0.7	2.0	1.1	0.7	4.0		DG	
PM-M-016	EMS	20	3	2.8	6.2	3.0	2.0	9.0		R, DG	Spatulate
PM-M-017	EMS	20	3	1.6	3.6	2.0	1.5	9.0		R	Spatulate
PM-M-018	EMS	20	3	2.7	4.6	2.8	2.2	9.5		R	Spatulate
PM-M-019	EMS	20	3	2.8	6.3	3.3	2.3	8.0	○	W	
PM-M-020	EMS	20	3	2.7	5.0	2.5	1.8	10.0	○	W	Spatulate
PM-M-021	EMS	20	3	3.5	8.4	4.0	2.8	11.8	○	W, R	Spatulate
PM-M-022	EMS	20	3	3.3	7.0	3.9	2.2	10.5	○	W	
PM-M-023	-	-	-	2.0	4.8	2.5	1.8	8.0	○	W, R	
PM-M-024	EMS	20	3	2.5	4.2	2.9	2.7	10.0		R	Spatulate
PM-M-025	EMS	20	3	1.9	3.5	1.9	1.5	8.8		R	Spatulate
PM-M-026	EMS	20	3	1.5	3.5	1.9	1.3	7.3	○	W	Legginess
PM-M-027	EMS	20	3	2.5	5.8	3.0	1.8	11.8		DG	Spatulate
PM-M-028	EMS	20	3	1.0	2.8	1.5	1.2	7.0		DG	
PM-M-030	EMS	20	3	1.5	4.0	2.0	1.6	9.3		R	
PM-M-031	-	-	-	2.5	6.0	3.2	2.3	9.5		R	Crispate
PM-M-032	EMS	20	3	4.0	7.4	4.0	2.9	9.0		R	Spatulate
PM-M-033	EMS	20	3	3.1	7.1	3.7	2.6	10.8	○	W	
PM-M-034	EMS	20	3	3.0	6.7	3.3	2.4	10.0	○	W	

Table 5-24. Continued.

Selected variant line No.	Treatment			Plant height (cm)	Plant width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	Variegation <sup>z</sup>	Color of variegated part <sup>y</sup>	Remarks
	Mutagen	Conc. (mM)	Time (h)								
PM-M-035	EMS	20	3	2.8	3.9	3.2	2.0	9.0	○	W, R	
PM-M-036	EMS	20	3	2.4	4.8	2.6	1.6	10.0	○	W, R	
PM-M-037	EMS	20	3	2.2	3.6	1.9	1.0	7.5	○	W, R	Spatulate
PM-M-038	COL	0.05%	4d	1.7	3.1	1.6	1.3	7.5		R	Spatulate
PM-M-039	COL	0.05%	4d	1.3	3.1	1.8	1.5	6.5		Y, R	Spatulate
PM-M-040	EMS	20	3	1.8	4.9	2.4	1.8	8.0		Y, R	Spatulate
PM-M-041	EMS	50	3	2.2	4.2	2.6	1.9	9.0		Y, R	Spatulate
PM-M-042	EMS	20	3	1.9	2.7	1.4	0.7	7.0		DG	
PM-M-043	EMS	50	1	1.3	3.6	1.8	1.6	7.0	○	W, R	
PM-M-044	EMS	20	3	1.8	3.8	2.0	1.7	6.5		R	
PM-M-045	COL	0.2%	1d	2.5	3.7	2.0	1.7	8.8		R	Spatulate
PM-M-046	EMS	20	3	2.0	4.8	2.7	2.0	9.0		Y, R	Spatulate
PM-M-047	EMS	20	3	2.0	5.4	2.6	2.1	9.3		R	Spatulate
PM-M-048	EMS	50	3	3.2	4.9	3.4	2.2	12.0		R	
PM-M-049	COL	0.05%	4d	2.8	7.8	3.8	2.8	10.5		R	Spatulate
PM-M-050	EMS	20	3	2.2	4.9	2.6	2.1	8.8		R	Spatulate
PM-M-051	EMS	50	1	1.9	4.7	2.3	2.0	7.0		Y, R	
PM-M-052	EMS	50	1	2.5	5.1	2.7	2.4	9.0		Y, R	
PM-M-053	EMS	20	3	2.4	5.4	2.7	2.0	8.5			
PM-M-054	COL	0.05%	2d	1.7	3.7	2.1	1.7	8.5	○	W	
PM-M-055	EMS	20	3	0.7	2.1	0.9	0.6	6.0		W	
PM-M-056	EMS	20	3	1.7	4.2	2.1	1.4	9.5	○	W	
PM-M-057	EMS	100	1	1.6	4.0	2.0	1.6	6.5	○	Y	
PM-M-058	EMS	20	3	6.4	8.7	4.2	3.1	11.0		DG	Spatulate
PM-M-059	COL	0.05%	4d	2.5	3.6	1.9	1.9	8.0		R	Spatulate
PM-M-060	EMS	100	1	2.0	4.5	2.5	1.8	7.0	○	W	
PM-M-062	EMS	100	1	1.5	3.9	2.0	1.4	7.3	○	W	
PM-M-063	EMS	20	3	1.8	3.2	1.7	1.2	7.0	○	W	
PM-M-064	EMS	20	3	1.1	1.8	1.0	0.8	5.0	○	W, R	
PM-M-065	EMS	20	3	3.2	6.1	3.5	2.4	10.3	○	W, R	
PM-M-066	EMS	20	3	1.4	2.6	1.4	1.1	8.8	○	W	
PM-M-067	EMS	20	3	1.7	2.6	1.3	1.1	6.0	○	W	
PM-M-069	EMS	20	3	1.6	4.6	2.3	1.7	7.3		R	
PM-M-070	EMS	20	3	1.5	2.7	1.5	1.2	9.0		R	Spatulate
PM-M-071	EMS	20	3	1.0	4.1	2.3	1.1	8.0		DG	

Table 5-24. Continued.

Selected variant line No.	Treatment			Plant height (cm)	Plant width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	Variegation <sup>z</sup>	Color of variegated part <sup>y</sup>	Remarks
	Mutagen	Conc. (mM)	Time (h)								
PM-M-072	EMS	100	1	1.3	4.5	1.7	1.7	8.3	○	Y	
PM-M-073	EMS	100	1	1.4	1.9	1.0	0.8	6.0	○	Y	
PM-M-074	EMS	20	3	1.3	1.9	1.3	0.9	8.0	○	Y	
PM-M-075	EMS	20	3	2.2	4.0	2.4	1.5	8.0		DG	Crispate
PM-M-076	EMS	20	3	1.0	2.6	1.2	0.7	10.0		DG	
PM-M-077	EMS	100	1	1.6	4.9	2.4	1.8	6.0	○	Y	
PM-M-078	-	-	-	2.0	4.0	2.0	1.0	16.0		DG	Crispate
PM-M-079	EMS	20	3	2.2	4.5	2.5	2.4	11.0	○	Y, R	
PM-M-080	EMS	20	3	2.1	4.7	2.5	1.7	9.0		R	Crispate
PM-M-081	EMS	50	1	1.1	3.3	1.7	1.2	6.8		Y	
PM-M-082	EMS	50	1	1.4	3.8	1.8	1.5	8.0		Y	
PM-M-083	EMS	20	3	1.7	2.1	1.5	1.1	6.0		Y, R	
PM-M-084	EMS	20	3	1.3	3.9	1.9	1.3	6.0	○	R, Y	
PM-M-085	EMS	20	3	1.1	2.2	1.2	1.1	6.8		R	
PM-M-086	EMS	20	3	2.4	3.9	2.3	1.0	9.5	○	W	
PM-M-087	EMS	20	3	1.9	3.9	1.9	1.4	9.0	○	W	
PM-M-088	EMS	50	1	1.3	3.6	1.7	1.3	9.0	○	W, R	
PM-M-089	EMS	50	1	2.1	3.6	2.1	1.5	11.0	○	W	Spatulate
PM-M-090	EMS	20	3	2.0	4.4	2.2	1.7	9.0	○	W, R	
PM-M-091	EMS	20	3	2.8	7.9	3.8	2.8	10.3	○	W	
PM-M-092	EMS	20	3	1.7	6.9	3.7	2.5	9.7	○	W, R	
PM-M-093	COL	0.05%	4d	1.5	2.9	1.5	0.9	7.0	○	W	
PM-M-094	EMS	20	3	2.0	4.7	2.4	2.0	9.5		R	
PM-M-095	COL	0.05%	4d	1.5	3.4	1.7	1.5	7.3		R	
PM-M-096	EMS	50	1	0.9	2.1	1.1	1.0	6.7		W	
PM-M-097	EMS	20	3	0.9	1.6	0.9	0.6	7.0		R	
PM-M-098	EMS	20	3	1.8	4.9	2.3	1.5	8.3			Crispate
PM-M-099	NaN <sub>3</sub>	1	1	1.8	6.9	3.4	2.7	8.8		R	
PM-M-100	EMS	20	3	2.3	5.0	2.6	2.0	8.5		R	
PM-M-101	EMS	50	3	1.1	3.3	1.6	1.3	8.0		R	
PM-M-102	EMS	50	3	2.4	5.9	3.1	1.7	11.3		DG	
PM-M-103	EMS	50	3	2.8	6.1	2.9	1.9	16.0		W	
PM-M-104	COL	0.1%	1d	2.1	5.5	2.8	1.8	13.5		DG	
PM-M-105	COL	0.05%	2d	2.8	10.2	4.7	3.8	9.0	○	Y	
PM-M-106	COL	0.05%	4d	1.8	4.9	2.3	1.7	11.3		DG	

Table 5-24. Continued.

Selected variant line No.	Treatment			Plant height (cm)	Plant width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	Variegation <sup>z</sup>	Color of variegated part <sup>y</sup>	Remarks
	Mutagen	Conc. (mM)	Time (h)								
PM-M-107	COL	0.05%	4d	1.6	3.3	1.7	1.3	10.8		DG	
PM-M-108	COL	0.05%	4d	2.0	5.0	2.4	1.8	10.5		DG	
PM-M-109	COL	0.05%	4d	1.4	3.3	1.7	1.3	8.0		DG	
PM-M-110	COL	0.05%	4d	2.4	6.2	3.1	2.0	13.0		DG	
PM-M-111	COL	0.05%	4d	1.5	5.5	2.7	1.5	9.5		DG	Crispate
PM-M-112	COL	0.05%	4d	1.9	4.5	2.1	1.3	10.3		DG	Crispate
PM-M-113	COL	0.05%	4d	1.6	2.8	1.7	1.0	9.3		W	
PM-M-114	COL	0.1%	1d	1.8	3.9	1.4	1.1	11.0		DG	
PM-M-115	COL	0.2%	1d	1.6	4.2	2.0	1.4	11.8		DG	
PM-M-116	EMS	20	3	2.3	6.1	3.1	1.8	13.5	○	W	
PM-M-117	EMS	20	3	1.3	4.1	1.8	1.6	10.0		R	Obtuse
PM-M-118	EMS	20	3	1.1	4.2	1.9	1.3	17.0		R	Crispate
PM-M-119	EMS	20	3	1.4	4.0	2.0	1.2	10.8	○	W	
PM-M-120	EMS	20	3	2.7	7.7	3.6	1.9	18.0		DG	
PM-M-121	EMS	20	3	1.2	3.5	1.7	1.3	7.8		DG	
PM-M-122	EMS	20	3	2.1	3.9	1.9	1.2	8.0	○	W	
PM-M-123	EMS	20	3	1.2	2.7	1.5	0.9	7.5		DG	
PM-M-124	EMS	20	3	2.7	7.1	3.8	2.1	12.5	○	W, DG	
PM-M-125	EMS	20	3	1.6	4.2	2.0	1.3	10.8	○	W	
PM-M-126	EMS	20	3	1.8	4.5	2.3	1.6	12.0	○	W	
PM-M-127	EMS	20	3	2.2	6.2	3.3	2.5	8.0		DG	
PM-M-128	EMS	20	3	1.4	3.6	1.5	0.9	10.0	○	W	
PM-M-129	EMS	20	3	2.8	3.7	2.0	1.4	10.0		DG	
PM-M-130	EMS	20	3	2.3	5.8	2.9	1.7	12.5		DG	
PM-M-131	EMS	20	3	3.0	3.9	1.9	1.3	7.5		DG	
PM-M-132	EMS	20	3	2.7	6.9	3.5	1.8	12.3		DG	
PM-M-133	EMS	20	3	1.6	3.4	1.8	1.0	11.0	○	W	
PM-M-134	EMS	20	3	2.5	4.3	2.7	1.5	10.0		DG	
PM-M-135	EMS	20	3	1.3	2.6	1.4	0.9	9.8	○	W	
PM-M-136	EMS	20	3	1.4	3.2	1.9	1.2	8.5		DG	
PM-M-137	EMS	20	3	2.1	7.8	3.9	2.1	16.0		DG	Crispate
PM-M-138	EMS	20	3	1.5	4.1	2.1	1.5	10.5		DG	
PM-M-139	EMS	20	3	2.1	7.4	3.7	2.0	16.0	○	W, DG	
PM-M-140	EMS	20	3	1.0	4.2	2.7	1.1	13.0		W	Legginess
PM-M-141	EMS	20	3	1.2	3.6	1.8	1.3	10.8	○	W, DG	

Table 5-24. Continued.

Selected variant line No.	Treatment			Plant height (cm)	Plant width (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaves	Variegation <sup>z</sup>	Color of variegated part <sup>y</sup>	Remarks
	Mutagen	Conc. (mM)	Time (h)								
PM-M-142	EMS	20	3	1.7	4.4	2.0	1.1	11.8	○	W, DG	
PM-M-143	EMS	20	3	1.1	3.4	1.7	1.0	9.8	○	W, R	Crispate
PM-M-144	EMS	20	3	1.7	4.4	2.2	1.4	8.0	○	Y	
PM-M-145	EMS	20	3	1.2	4.2	2.0	1.2	8.5		W	
PM-M-146	EMS	20	3	1.5	3.9	2.1	1.0	9.7		DG	
PM-M-147	EMS	20	3	1.0	2.5	1.3	0.7	6.8		W	
PM-M-148	EMS	20	3	1.9	4.5	2.5	1.7	10.5		DG	
PM-M-149	EMS	20	3	1.2	3.6	1.7	1.2	9.8		R	
PM-M-150	EMS	20	3	1.4	5.8	2.8	1.7	6.0	○	W, DG	
PM-M-151	EMS	20	3	1.5	3.8	1.8	1.1	11.0		W	
PM-M-152	EMS	20	3	1.5	4.0	2.0	1.2	11.0		DG	
PM-M-153	EMS	20	3	1.7	4.0	2.4	1.2	7.0		DG	
PM-M-154	EMS	20	3	1.0	2.7	1.4	0.7	9.8		W	Crispate
PM-M-155	EMS	20	3	0.9	2.7	1.4	0.8	8.5		W	Crispate
PM-M-156	EMS	20	3	1.3	3.1	1.4	1.0	9.8	○	W	
PM-M-157	EMS	20	3	1.0	2.5	1.2	0.7	9.5		W	
PM-M-158	EMS	50	1	1.1	2.4	1.3	1.0	10.3		Y	Saturate
PM-M-159	EMS	50	1	1.3	4.9	2.2	1.3	11.3		DG	Crispate
PM-M-160	EMS	50	1	9.0	1.4	3.9	1.8	1.1	○	W, R	
PM-M-161	EMS	50	1	2.0	6.3	3.0	1.8	12.3		Y	Crispate
PM-M-162	EMS	50	1	1.4	2.9	1.5	0.9	9.5		Y	Crispate
PM-M-163	EMS	50	3	1.6	3.3	1.4	1.1	8.3		DG	
PM-M-164	EMS	100	1	1.0	3.1	1.6	1.1	8.8	○	Y	
PM-M-165	EMS	100	1	0.9	3.4	1.6	1.3	7.5	○	Y	
PM-M-166	EMS	100	1	1.1	2.2	1.1	0.8	7.0		DG, R	
PM-M-167	EMS	100	1	1.3	3.0	2.0	1.6	10.0	○	Y	
PM-M-168	EMS	100	1	1.2	6.4	2.8	1.8	14.5		DG	Crispate
PM-M-169	EMS	100	1	1.5	3.8	2.1	1.3	8.0	○	Y	
PM-M-170	EMS	100	1	1.6	3.8	2.0	1.3	9.5		DG	
PM-M-171	EMS	20	3	2.2	6.2	3.2	2.5	8.8	○	W	
PM-M-172	EMS	20	3	1.9	4.8	2.5	1.9	10.3	○	W, R	
PM-M-173	EMS	20	3	2.3	6.6	3.4	2.4	14.0			
PM-M-174	EMS	20	3	0.8	1.9	0.9	0.7	6.0		W	
PM-M-175	EMS	20	3	2.0	5.0	2.7	2.0	9.0	○	W	
PM-M-176	EMS	20	3	1.0	2.9	1.6	1.1	7.7	○	W	
PM-M-177	EMS	20	3	0.8	2.6	1.1	1.0	8.0		W	

<sup>z</sup>Variegation occurred, <sup>y</sup>DG: dark green, R: red, W: white, Y: yellow.



Fig. 5-4. *Pinguicula moranensis* 177 variant lines selected after mutagen treatment.

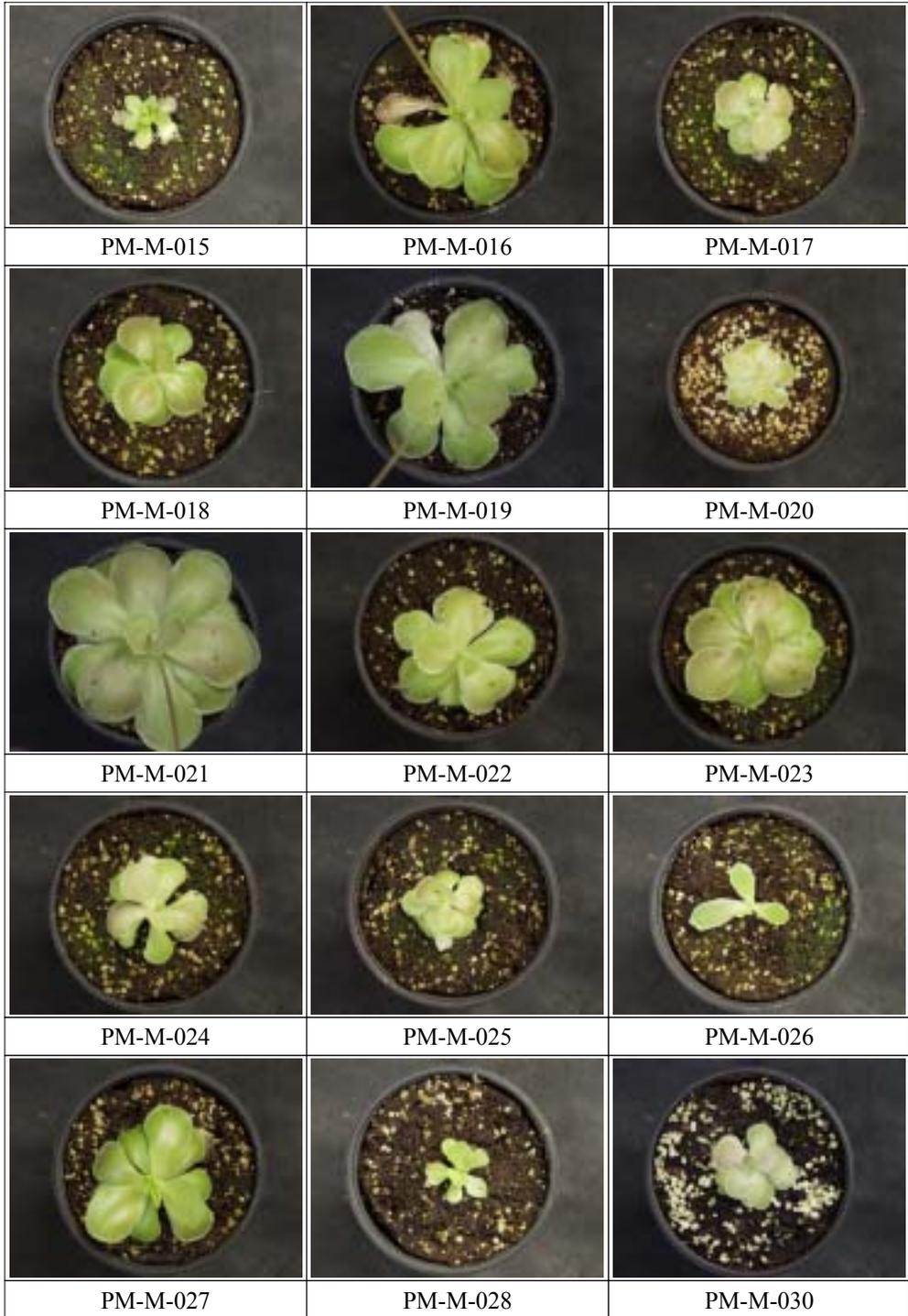


Fig. 5-4. continued.

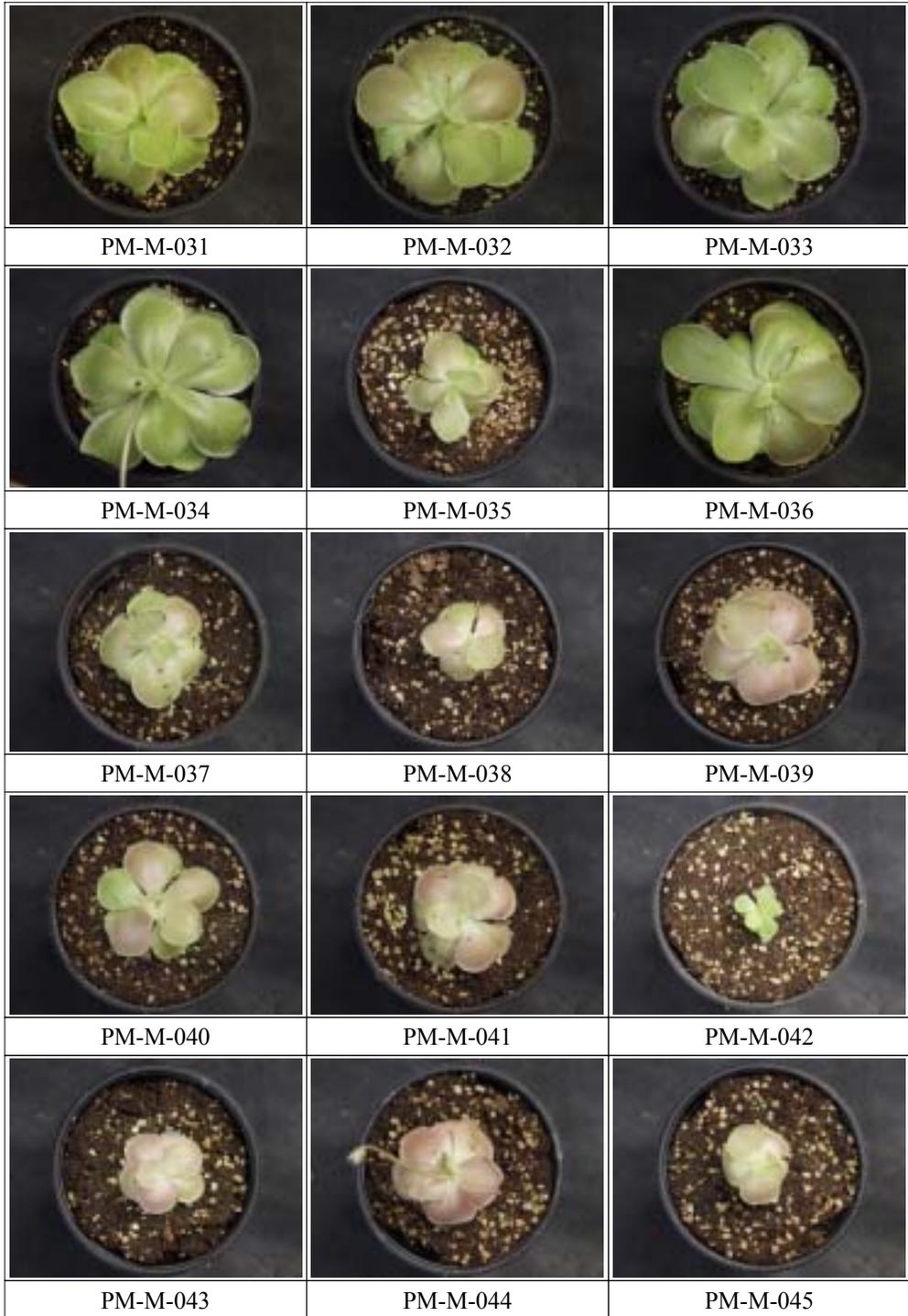


Fig. 5-4. continued.



Fig. 5-4. continued.



Fig. 5-4. continued.



Fig. 5-4. continued.



Fig. 5-4. continued.



Fig. 5-4. continued.

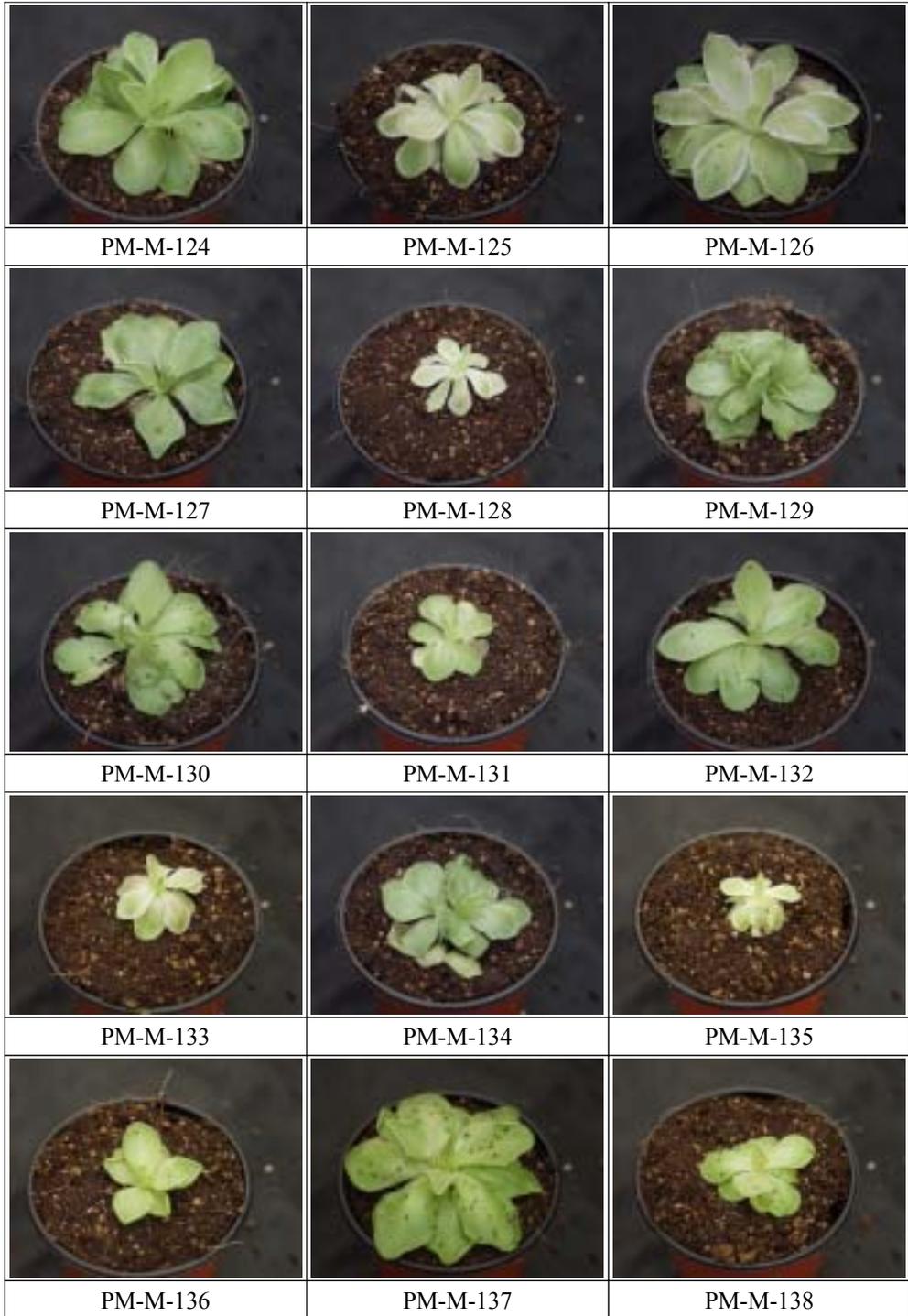


Fig. 5-4. continued.



Fig. 5-4. continued.



Fig. 5-4. continued.



Fig. 5-4. continued.

#### 4. 적 요

본 실험은 식충식물의 엽 절편을 이용한 돌연변이육종에서, 처리시간 및 농도에 따른 화학돌연변이원 그리고 UV 처리가 절편체 생존율 및 돌연변이 유도에 미치는 영향을 탐색하였다.

##### 가. 기내 돌연변이원 처리의 적정 조건 탐색

식충식물 엽 절편에 EMS를 처리한 후 8주 동안 배양하여 생존율을 조사한 결과, 20mM에서 1~3시간의 처리가 적정조건으로 확인되었다. NMU 처리의 경우 LD<sub>50</sub> 근사치는 2mM에서 1~3시간인 것으로 조사되었다. NaN<sub>3</sub>의 경우 0.5mM에서 1시간 혹은 3시간동안 엽 절편을 처리한 구에서 무처리구 대비 생존율은 약 50%로 나타났다.

Colchicine 처리의 적정조건은 대부분의 식충식물에서 0.05% 1~2일의 처리로 확인되었다. UV 처리시간을 달리하여 *Drosera rotundifolia*의 엽 절편을 처리한 후 배양한 결과, 10분 처리시 무처리구 대비 46.2%의 생존율을 보여 적정조건으로 생각되었다.

#### 나. 돌연변이 식물체의 선발 및 특성 분석

돌연변이의 발생 빈도는 식충식물의 종에 따라 그리고 돌연변이원의 종류에 따라 달랐는데, 대부분의 *Drosera*속 식충식물들과 *Sarracenia purpurea*은 변이 빈도수가 낮았다. 반면 *Pinguicula moranensis*에서 가장 많은 변이 식물체가 관찰되었는데, EMS, colchicine 및  $\text{NaN}_3$  처리구에서 총 177개의 변이체가 얻어졌다. 그 중 EMS 처리구에서 116 개체로 가장 많은 변이체가 관찰되었는데, 잎에 흰색, 노란색, 붉은색 혹은 짙은 녹색 등의 무늬가 있는 색상변이와 주걱형, 말린형 및 세장형 등의 형태변이가 선발되었다.

## 제 4 장 목표달성 및 관련분야 기여도

식충식물은 독특한 생육특성 및 형태를 지닌 관상식물로서 그리고 생리활성물질을 함유한 약용식물로서 또한 포충기작에 의한 생물학적 방제수단으로써 나날이 수요가 급증하고 있는 종이다. 그러나 현재 국내에서 시판되고 있는 종의 많은 수가 외국에서의 수입에 의존하고 있으며, 또한 일부 종 외에는 조직배양을 이용한 대량번식체계 및 순화방법 그리고 우량묘 육성 방법 등이 구명되지 않았다. 본 연구는 화분용 및 실내정원용으로 가치가 있는 식충식물을 수집하여 종에 따른 조직배양조건 및 순화, 재배조건을 구명함으로써 대량번식체계를 확립하고, 또한 인위적인 돌연변이 유도에 의한 신품종 육성에 적합한 모델 시스템을 개발함으로써 이후 식충식물의 다양한 품종 육성에 기여하고자 수행하였다. 그에 따라 본 연구에서 수행했던 주요과제별 목표 달성도는 다음 표와 같다.

항목	주요 연구 목표	달성도
우수한 종의 선발	- 식충식물의 특성분석 - 관상 및 실내조경용으로 우수한 종의 선발 및 수집	완료 완료
조직배양을 이용한 대량번식법 개발	- 적정 배지 개발 - 적정 성장조절물질의 종류 및 농도 구명 - 적정 질소원의 종류 및 농도 구명 - 적정 탄소원의 종류 및 농도 구명	완료 완료 완료 완료
기내배양묘의 순화조건 확립	- 적합한 배양토 구명 - 적합한 관수방법 개발 - 적정 차광율 구명 - 피복효과의 구명 - 발근촉진제 처리효과 구명	완료 완료 완료 완료 완료
우량묘 육성방법의 확립	- 적합한 배양토 구명 - 적합한 관수방법 개발 - 적정 차광율 구명 - 적정 시비방법 구명	완료 완료 완료 완료
인위적 돌연변이에 의한 신품종 육성	- 화학돌연변이원(EMS, NMU, NaN <sub>3</sub> , colchicine) 처리의 적정조건 구명 - UV 처리시 적정조건 구명 - 재생된 식물체의 특성분석 및 변이 식물체 선발	완료  완료 계속 연구 필요

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

현재 수집하여 기내에 도입된 13속 86종의 식충식물은 주요한 유전자원으로 많은 연구단체 및 관련 농가에 보급 가능하며, 또한 12종 식충식물의 조직배양에 적합한 기내 환경과 20여 종의 기외순화조건 및 7종 식충식물의 재배 시 우량묘 육성방법에 관한 연구 자료는 이후 식충식물 재배농가, 조직배양회사 및 수출업체 등에 중요한 기초정보로 제공될 것이다. 또한 기내에서 화학돌연변이원 처리에 의한 인위적인 돌연변이 육종의 적정조건을 구명함으로써 식충식물의 신품종 육성 모델 시스템을 확립하여 이후 많은 식충식물 중에서 새로운 품종의 육성을 위한 첨단기술로 활용 가능하다. 한편 본 과제에서 확립된 식충식물의 대량번식체계를 활용하여 앞으로 식충식물에 함유된 생리활성 물질 탐색 등 획기적인 사업화 방안의 모색이 가능해졌으며, 식충식물의 포충기작에 관한 지속적인 연구개발로 각종 시설하우스, 버섯재배사, 축사 등의 생물학적 방제수단으로의 이용이 기대된다.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

Hutchinson(1984)은 *Dionaea muscipula*의 기내번식에 효과적인 조건을 구명하였다. 유식물체의 절편으로부터 신초증식은 사이토키닌 종류와 농도에 의하여 영향을 받았는데, kinetin 보다 BA가 효과적이었다고 하였다. 질소원이 첨가되지 않은 배지의 경우 신초증식이 감소하였는데 casein hydrolysate을 첨가하자 다소 회복되었고, 또한 무기염 저농도 배지에서도 casein hydrolysate을 첨가하자 신초증식이 다소 회복되었다고 하였다.

Latha와 Seeni(1994)는 멸종 위기에 처한 인도 자생 식충식물인 *Nepenthes khasiana*의 효과적인 번식방법을 보고하였다. BA 2.2 $\mu$ M이 첨가된 Woody Plant 배지에서 2~3개 마디를 지닌 *Nepenthes khasiana*의 줄기 부위를 7~8주 동안 배양한 결과 0.5 - 1.5 cm의 측아가 유도되었는데, 이 신초의 측지를 배양하여 계대주기 당 6~12개의 신초가 형성되었다고 하였다. 분리한 신초를 2.7 $\mu$ M의 NAA가 첨가된 배지에서 발근시킨 후 화분에 이식한 결과 생존율은 90~95%였다고 하였다.

Kawiak 등(2003)에 의하여 *Drosera anglica*, *D. binata* 및 *D. cuneifolia*를 위한 효과적인 번식방법이 연구되었다. 배양재료는 잎과 신초 tip 절편을 이용하였는데, *D. binata*는 성장조절물질이 없는 Vacin과 Went의 배지에서 가장 많은 신초가 형성되었고, *D. anglica*는 0.05  $\mu$ M BA와 0.005 $\mu$ M NAA가 첨가된 Fast배지가 가장 효과적이었다고 하였다. 한편 *D. cuneifolia*에서 최적의 재생배지는 0.2 $\mu$ M BA와 0.2 $\mu$ M NAA가 첨가된 1/2 MS배지였다고 하였다. *D. anglica*와 *D. binata*의 신초 재생력은 액체배지에서 월등히 향상되었다고 하였다.

Gonçalves와 Romano(2005)는 멸종 위기에 처한 서부 지중해 자생의 *Drosophyllum lusitanicum*의 기내 영양번식에 적합한 배양조건을 구명하였다. 신초증식에 가장 적합한 배지는 0.2 또는 0.5 mg l<sup>-1</sup> zeatin이 첨가된 MS배지였으며, 발근율(83%)은 0.2 mg l<sup>-1</sup> IBA가 첨가된 1/4MS배지에서 가장 높았다고 하였다. 유식물체의 50%는 기외조건에서 성공적으로 순화되었고 정상적인 성장발달을 보였다고 하였다.

## 제 7 장 참고문헌

- Adamec, L. 1997. Mineral nutrition of carnivorous plants: a review. *Bot. Rev.* 63:273-299.
- Adams, R.M., S.S. Koenigsbers, and R.W. Langhans. 1979. *In vitro* propagation of the butterwort *Pinguicula moranensis* H.B.K. *HortScience* 14:701-702.
- Albert, V.A., S.E. Williams, and M.W. Chase. 1992. Carnivorous plants: phylogeny and structural evolution. *Science* 257:1491-1495.
- Aldenius, J., B. Carlsson, and S. Karlsson. 1983. Effects of insect trapping on growth and nutrient content of *Pinguicula vulgaris* L. in relation to the nutrient content of the substrate. *New Phytologist* 93:53-59.
- Bansal, Y.K. and P. Pandey. 1993. Micropropagation of *Sesbania aculeata* by adventitious organogenesis. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 32:351-355.
- Binh, O.Q. and L.H. Heszky. 1990. Restoration of the regeneration potential of long term cell culture in rice (*Oryza sativa*) by salt pretreatment. *Plant Physiology* 136:336-340.
- Budzianowski, J. 1995. Naphthoquinones of *Drosera spathulata* from in vitro cultures. *Phytochemistry* 40(4):1145-1148.
- Budzianowski, J. 1996. Naphthohydroquinone glucosides of *Drosera rotundifolia* and *D. intermedia* from in vitro cultures. *Phytochemistry* 42(4):1145-1147.
- Budzianowski, J. 1997. 2-methylnaphthazarin 5-O-glucoside from the methanol extracts of in vitro cultures of *Drosera* species. *Phytochemistry* 44(1):75-77.
- Clarke, C. 1997. *Nepenthes of Borneo*. Natural History Pub., Sabah, Malaysia.
- Cresswell, R.J. and C. Nitsch. 1975. Organ culture of *Eucalyptus grandis*. *Planta* 125:87-90.
- Eggens, J.L. and C.P.M. Wright. 1985. Nitrogen effects on monostands and polystands of annual bluegrass and creeping bentgrass. *HortScience* 20:109-110.
- Estrada-Luna, A.A., F.T. Davies Jr., and J.N. Egilla 2001. Physiological changes and growth of micropropagated chile ancho pepper plantlets during acclimatization and post-acclimatization. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 66(1):17-24.

- Givnish, T.J. 1989. Carnivorous plants. pp. 243-290. In: W. Abrahamson (ed.). Plant-animal interactions. McGraw-Hill, New York. USA.
- Gonçalves, S and A. Romano. 2005. Micropropagation of *Drosophyllum lusitanicum* (Dewy pine), an endangered West Mediterranean endemic insectivorous plant. Biodiversity and Conservation 14(5):1071-1081.
- Haissig, B.E. 1974. Metabolism during adventitious root primordium initiation and development. For. Sci. 4:324-337.
- Hutchinson, J.F. 1984. *In vitro* Propagation of *Dionaea muscipula* Ellis (Venus's flytrap). Scientia Horticulture 22:189-194.
- Jang, G.W., K.S. Min, and R.D. Park. 1997. In vitro propagation of Sundew, *Drosera rotundifolia* L. Chunnam National Univ. Agricultural Science & Technology Review 32:7-11.
- Jang G.W. and R.D. Park. 1999. Mass propagation of Sundew, *Drosera rotundifolia* L. through shoot culture. J. Plant Biotech. 1(2):97-100.
- Juniper, B.E., R.J. Robins, and D.M. Joel. 1989. The carnivorous plants. pp.107-125. Academic Pub., London.
- Karlsson, P.S. and B. Carlsson. 1984. Why does *Pinguicula vulgaris* trap insects? New Phytologist 97:25-30.
- Kawiak, A., A. Królicka, and E. Lojkowska. 2003. Direct regeneration of *Drosera* from leaf explants and shoot tips. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 75(2):175-178.
- Kim, H.K., J.C. Kim, and C.D. Jin. 1997. Plant regeneration from internode explants of *Actinidia arguta* and its histological observation. Kor. J. Plant Tiss. Cult. 24(5):263-268.
- Kim, K.S. and G.W. Jang. 2004. Micropropagation of *Drosera peltata*, a tuberous Sundew, by shoot tip culture. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 77(2):211-214.
- Komalavalli, N. and M.V. Rao. 2000. In vitro micropropagation of *Gymnema sylvestre*-A multipurpose medical plant. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 61: 97-105.
- Koh, G.C. 2000. Induction of mutation by irradiation of  $\gamma$ -ray on in vitro shoots of Perisimmon. Kor. J. Plant Tiss. Cult. 27(2):143-148.
- Kouider, M., R.M. Skirivin, S.S. Korban, J.M. Widhem, and R. Havptmann. 1984. Adventitious shoot formation from Red Delicious apple cotyledons in vitro. J.

- Hort. Sci. 59(3):259-302.
- Kwon, S.I., J.H. Kim, I.K. Kang, and M.J. Kim 2004. Effect of growth regulators and culture environment on ex vitro rooting and acclimatization of apple rootstock in vitro propagated. Kor. J. Plant Biotech. 31(2):133-138.
- Latado, R.R., A.H. Adames, and A.T. Neto. 2004. In vitro mutation of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) with ethylmethane sulphonate (EMS) in immature floral pedicels. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 77:103-106.
- Latha, P.G. and S. Seeni. 1994. Multiplication of the endangered Indian pitcher plant (*Nepenthes khasiana*) through enhanced axillary branching in vitro. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 38(1):69-71.
- Lee, J.H. and S.Y. Lee (2002) Selection of stable mutants from cultured rice anthers treated with ethyl methane sulfonic acid. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 71(2): 165-171.
- Lee, I.S., D.S. Kim, C.P. Hong, S.Y. Kang, H.S. Song, S.J. Lee, Y.P. Lim, and Y.I. Lee. 2003. Selection and characterization of S-aminoethyl-L-cysteine resistant from gamma-ray irradiated embryogenic callus in sweet potato. J. Plant Biotech. 5(4):233-238.
- Liu, S., H. Wang, J. Zhang, B.D.L. Fitt, Z. Xu, N. Evans, Y. Liu, W. Yang, and X. Guo 2005. In vitro mutation and selection of doubled-haploid *Brassica napus* lines with improved resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Cell Rep. 24(3) 133-144.
- Mandal, A.K.A., D. Chakrabarty, and S.K. Datta. 2000. Application of in vitro techniques in mutation breeding of chrysanthemum. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 60: 33-38.
- Minocha S.C. 1985. *In vitro* propagation of *Dionaea muscipula*. HortScience 20:216-217.
- Moncousin C., J.M. Facre, and T. Gasper. 1989. Early changes in auxin and ethylene production in vine cuttings before adventitious rooting. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 19:235-242.
- Murashige T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 1:474-497.

- Osório, M.L., S. Gonçalves, J. Osório, and A. Romano 2005. Effects of CO<sub>2</sub> concentration on acclimatization and physiological responses of two cultivars of carob tree. *Biologia Plantarum* 49(2):161-169.
- Parlimam, B.J., P.T. Evans, and E.A. Rupert. 1982. Tissue culture of single rhizome explants of *Dionaea muscipula* Ellis ex. L., the Venus fly-trap, for rapid asexual propagation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:305-310.
- Pietropaolo, J. and P. Pietropaolo. 1986. Carnivorous plant of the world. Portland, Ore. Timber Press.
- Pospóšilová, J., I. Tichá, P. Kadleček, D. Haisel, and Š. Plzáková. 1999. Acclimatization of micropropagated plants to *Ex Vitro* conditions. *Biologia Plantarum* 42(4):481-497.
- Predieri, S. 2001. Mutation induction and tissue culture in improving fruits. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 64:185-210.
- Schnell, D.E. 2002. Carnivorous plant of the united states and canada. Timber Press, Portland, Ore.
- Skoog, F. and C.O. Miller. 1959. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissue cultured in vitro. *Symp. Soc. Exp. Biol.* 11:118-131.
- Stasolla, C. and E.C. Yeung 2003. Recent advances in conifer somatic embryogenesis: improving somatic embryo quality. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 74:15-35.
- Van Harten, A.M. 1998. Plant breeding. Theory and practical applications. Cambridge University Press, New York.
- Zhou, Y.H., D.P. Guo, Z.J. Zhu, and Q.Q. Qian. 2005. Effects of *in vitro* rooting environments and irradiance on growth and photosynthesis of strawberry plantlets during acclimatization. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 81(1):105-108

## 주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림특정연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림특정연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.