

최 종
연구보고서

자생나리의 개화촉진과 왜화재배법 확립을
통한 분화용으로서의 원예상품화

Horticultural commercialization for pot plants
by flowering promotion and establishment of the
dwarfing culture of Korean native *Lilium*

연구 기관
영 남 대 학 교

농 립 부

최 종 보 고 서

2004년도 농림기술개발사업에 의하여 완료한 자생나리의 개화촉진
과 왜화재배법 확립을 통한 분화용으로서의 원예상품화에 관한 연
구의 최종보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

첨부 : 1. 최종보고서 10부

2. 최종보고서 디스켓 1매

2004. 8.

주관연구기관 : 영남대학교

총괄연구책임자 : 김 규 원 (인)

주관연구기관장 : 영남대학교 총장 직 인

농 립 부 장 관 귀 하

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “자생나리의 개화촉진과 왜화재배법 확립을 통한 분화용
으로서의 원예상품화”의 최종보고서로 제출합니다.

2004 . 8 .

주관 연구기관명 : 영남대학교
총괄 연구책임자 : 김 규 원
 연구원 : 변 미 순
 연구원 : 엄 선 정
 연구원 : 김 정 아
 연구원 : 문 선 영
 연구원 : 이 정 윤
 연구원 : 최 윤 정
 연구원 : 이 지 은
 연구원 : 김 민 희
위탁 연구기관명 : 동의대학교
위탁 연구책임자 : 최 성 희
 연구원 : 임 성 임

요 약 문

I. 제 목

자생나리의 개화촉진과 왜화재배법 확립을 통한 분화용으로서의 원예상품화

II. 연구개발의 목적 및 필요성

우리나라는 매우 중요한 나리 원산지 중의 한 곳으로 변종 10종을 포함하면 모두 22종이 자생하고 있으며 섬말나리(*Lilium hansonii*)를 비롯하여 말나리(*L. distichum*), 개말나리(*L. medeoloides*), 하늘말나리(*L. miquelianum*), 참나리(*L. lancifolium*), 솔나리(*L. cernuum*), 큰솔나리(*L. tenuifolium*), 중나리(*L. maximowiczii*), 털중나리(*L. amabile*), 하늘나리(*L. concolor* var. *parthneion*), 날개하늘나리(*L. davuricum*), 땅나리(*L. callosum*)의 12종이 있다. 울릉도 특산인 섬말나리, 북한지역에 주로 자생하는 날개하늘나리, 큰솔나리 등을 제외하면 대부분의 자생나리는 우리나라 전역에 분포하는 것으로 알려져 있다. 그러나 무분별한 남획으로 현재 가장 흔하게 볼 수 있는 참나리를 제외하고는 대규모의 자생군락을 확인하기 어렵다.

자생나리의 대부분은 유색계로서 화형이나 화색이 아름답고, 내병성과 내한성 등 우수한 형질을 많이 지니고 있어 원종 자체만으로도 상당한 경쟁력을 지니고 있을 뿐만 아니라 개발가치가 매우 높다. 키가 작은 솔나리, 하늘나리 등은 분화 및 화단용으로, 키가 큰 참나리 등은 절화용으로 이용 가능하다. 특히 섬말나리는 꽃잎이 두꺼워 꽃의 수명연장용 모본으로서의 활용가치가 매우 높다. 최근 발견되고 있는 변종들의 정확한 분류와 함께 유용 형질들을 명확히 파악한다면 자생나리의 활용 가능성은 더욱 확대될 것으로 판단된다. 이미 화훼 선진국에서는 한국의 자생나리를 수집하여 아시아틱계 나리의 신품종 육성에 긴요하게 이용하고 있다. 또 일본에서는 전 세계적으로 우리나라 울릉도에만 자생하고 있는 섬말나리의 재배기술을 개발하고 원예상품화하여 생산·판매하고 있

다. 이와 같이 세계 각 국에서는 우리나라 자생나리의 화색, 내음성, 내병성, 내한성 등 우수 형질을 신품종 육성에 이용하거나 원예상품화를 시도하고 있다. 이렇듯 우리의 자생식물은 자생종 그 자체만으로도 이용가치가 높을 뿐만 아니라 유전자원으로서의 가치 또한 매우 높다.

하지만 이와같이 중요한 유전자원들이 우리나라에서는 거의 방치되고 있을 뿐만 아니라 무분별하게 남획되고 있다. 우리가 우리의 유용한 식물 유전자원의 가치를 미처 인식하기도 전에 이미 식물 전쟁은 시작되었으며, 머지 않아 식물 자원의 가치가 석유자원과 같이 나라의 경제에 중요한 역할을 할 것으로 생각된다. 이러한 국내·외적 현실을 고려해 볼 때 식물 유전자원의 보존, 신품종의 개발 및 원예상품화가 시급한 실정이다. 이를 위해서는 자생나리에 대한 단편적이고 일회적인 연구가 아닌 기초부터 시작하는 체계적이고도 조직적인 연구가 반드시 필요하다.

따라서 자생나리 구근의 생산기간을 단축하고 주년생산체계를 확립하는 동시에, 분화 및 화단용으로서의 원예상품화를 도모하고 새로운 수요를 창출함으로써 농가소득증대에 기여할 필요가 있다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구에서는 개발 가치가 높은 우리나라의 자생나리를 모으고, 체계적인 생산시스템을 구축하기 위해, 8종의 자생나리를 식물재료로 사용하여 1) 조직배양에 의한 대량증식, 2) 소인경으로부터의 신초 유도, 3) 조직배양 환경과 소인경의 휴면과의 관계, 4) 소인경의 휴면타파 기술 확립, 5) 주년생산을 위한 화아 분화 유도 및 장기저장기술 개발로 분화의 주년생산체계 확립, 그리고 6) 생장억제제를 이용한 초장억제로 분화생산체계를 확립하고, 7) 배양토의 종류를 선별함으로써 고품질의 자생나리 분화생산을 최종목표로 한다. 한편 8) 자생나리의 향기를 분석하여 상업적인 부가가치를 판단한다. 즉 분화용 자생나리의 완전한 국산화를 추구함으로써 국제경쟁력을 향상시키고자 한다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 조직배양에 의한 대량증식

자생나리 8종을 대상으로 고체배지에서 소인경의 형성과 비대, 그리고 액체정지배양에 의한 비대 효과를 검토하였다.

1) 고체배지에서의 소인경 형성

배양온도의 경우, 20℃에서 소인경 형성율이 높고 형성수가 많았다. 일장의 경우, 말나리 80%, 털중나리 88.3%를 제외하면 대부분의 종이 96.7-100%로 명암이나 일장과는 무관하였다. 그러나 말나리만은 암조건에서 소인경 형성율이 높았다. 소인경의 형성수는 종에 따라 차이가 컸다. 즉, 하늘나리가 가장 많았고, 솔나리, 중나리, 날개하늘나리, 털중나리, 섬말나리, 하늘말나리, 말나리 순이었다. Sucrose의 경우, 농도에 관계없이 섬말나리 99.2%, 하늘나리, 날개하늘나리, 솔나리 90%, 하늘말나리 85.0%, 중나리 84.3%였으나, 말나리와 털중나리는 각각 52.2%와 30.9%로 매우 낮았다. 소인경의 형성수는 sucrose 농도가 증가할수록 낮아지는 경향이였다.

2) 고체배지에서의 소인경의 비대

배양온도의 경우, 15℃와 30℃에서는 일반적으로 비대가 불량한 편이었다. 날개하늘나리와 섬말나리는 20℃에서, 솔나리, 하늘나리, 말나리, 하늘말나리, 중나리, 털중나리는 25℃에서 양호하였다. 일장의 경우, 하늘나리, 날개하늘나리, 털중나리는 암조건에서 비대가 잘 이루어졌으나 솔나리, 말나리, 섬말나리, 하늘말나리, 중나리 등 대부분의 나리는 일장이 길어질수록 생체중이 증가하여 24시간 일장 하에서 비대가 가장 잘 이루어졌다. Sucrose의 경우, 농도가 증가할수록 생체중이 증가하여 120g·L⁻¹ 첨가구에서 소인경의 비대가 잘 이루어지는 편이었다. 그러나 솔나리, 하늘말나리, 털중나리는 60g·L⁻¹, 날개하늘나리는 90g·

L⁻¹ 첨가구에서 양호하였다. 이와 같이 sucrose에 대한 반응은 종별로 다양해 기내 배양시에는 종에 따른 배지 조성의 고려가 반드시 필요할 것으로 생각되었다.

3) 액체정치배양

액체정치배양시 대부분의 나리는 모든 처리구에서 고체배지보다 비대 정도가 양호하였다. MS염의 농도의 경우, 모든 나리에서 MS염의 농도가 증가할수록 생체중이 증가하여 MS 1배일 때 생체중이 가장 양호하였다. 액체정치배양시 250mL 용기에 주입하는 배지량의 경우, 배지의 양이 증가할수록 생존율은 낮아지는 경향이었으며, 하늘나리 50mL를 예외로 하면 날개하늘나리, 섬말나리, 하늘말나리, 중나리, 털중나리는 30mL에서 가장 양호하였다. 액체정치배양시 sucrose 농도의 영향을 보면 모든 농도에서 생존율이 100%이며 60g·L⁻¹에서 비대가 양호한 날개하늘나리와 중나리를 제외하면 나머지 나리들은 90g·L⁻¹에서 생체중이 가장 무거웠다.

나. 소인경으로부터의 줄기 유도

하늘나리와 날개하늘나리의 암배양된 소인경은 명배양된 것보다 맹아율과 맹아소요일수가 빨랐고 줄기출현율도 높았다. 소인경의 크기에 따른 맹아소요일수는 하늘나리의 경우는 소인경의 크기가 작을수록 빨리 맹아되었으나 날개하늘나리는 크기에 따른 맹아소요일수의 변화는 없었다. 줄기출현 능력은 소인경의 크기가 일정 크기 이상일 때 갖추어졌다. 즉 하늘나리와 날개하늘나리 모두 암배양 소인경일 경우 1g 이상에서는 약 50%의 줄기출현율을 나타내었다. 배양시의 광조건이 기내 다음 세대에서의 소인경 비대와 자구형성에 미치는 영향을 보면, 종에 따라 달랐으나 명배양보다 암배양에서, 소인경의 크기가 작을수록 비대율이 높아지는 경향이었고, 자구형성수는 명배양한 소인경에서 더 많았다. 줄기 출현 개체는 인편엽 출현 개체보다 소인경 비대율이 높았고, 소인경 형성이 더 많았다. 명배양보다 암배양에서 생산된 소인경에서 단백질 함량이 많았다.

다. 조직배양 환경과 소인경의 휴면과의 관계

배양조건과 정식후의 생존율은 대부분의 종에서 처리에 관계없이 90% 이상의 생존율을 나타냈다. 배양환경이 나리 소인경의 맹아율에 미치는 영향을 보면, 온도가 낮을수록 즉 15℃에서 배양된 소인경에서 맹아율이 높았다. 일장별 로도 종에 따른 차이가 있었다. 즉 솔나리와 섬말나리는 일장에 따른 맹아율의 변화가 없었던 반면, 하늘나리는 명배양한 소인경에서 맹아율이 높았다. Sucrose의 농도는 높아질수록 맹아율이 낮아졌다. 요약하면 온도가 높을수록, 또 sucrose 농도가 높을수록 휴면이 깊어지는 경향이었으나 일장에 대한 반응은 종에 따라 차이가 컸다.

라. 소인경의 휴면타파 기술 확립

날개하늘나리와 섬말나리의 소인경 모두 저온처리 기간이 길어질수록 맹아율이 향상되고 맹아소요일수가 단축되는 경향이였다. 휴면정도가 깊은 섬말나리도 8주간의 저온처리로 소인경의 휴면을 거의 타파할 수 있었다. 성장조절물질의 종류와 온탕처리 온도가 소인경의 휴면타파에 미치는 영향을 검토한 결과, 날개하늘나리는 GA₃, 섬말나리는 GA₄₊₇에 의해 맹아율, 즉 휴면타파가 촉진되었다. 이와 같은 결과는 나리의 종류에 따라 휴면타파에 필요한 GA의 종류가 다르다는 것을 의미한다. 휴면타파를 위한 성장조절물질은 체내 생리활성에는 영향을 미치지 않았다.

마. 주년생산을 위한 화아분화 유도 및 장기저장

하늘나리와 날개하늘나리 구근의 화아분화 과정을 광학 현미경과 주사형 전자현미경으로 관찰한 결과, 각 기관의 발생과정은 미분화, 화아창시, 화아시원체, 외화피, 내화피, 수술(외측), 수술(내측), 암술 순으로 두 종 모두 동일하였다. 하늘나리는 습윤냉장 32일째에 화아창시가 이루어지고 정식 후 20일째에 완성되었다. 날개하늘나리는 습윤냉장 시작 전에 화아창시가 이루어져 정식후 4일째에 완성되었다. 날개하늘나리의 화아분화는 저온 하에서 시작하여 고온 하에서 완성되며, 화아의 발달온도는 20-25℃가 적당하였다. 개화유도에 적합한 재배온도에 대한 실험 결과, 두 종 모두 15-25℃ 처리구에서는 생육이 양호하였

다. 하늘나리는 온도가 높을수록 맹아율, 개화율, 개화지속기간, 화폭, 소화장, fructose, glucose 및 sucrose 함량이 감소하였고, 맹아소요일수, 개화소요일수는 단축되었다.

한편 하늘나리, 중나리, 참나리 및 땅나리 소인경을 장기저장 한 결과, 종류별로 봉오리 형성율에 차이가 있었다. 참나리의 경우 100% 봉오리가 형성되었고 화폭, 개화지속일수 등 품질에 큰 영향을 미치지 않았다. 땅나리의 경우는 6개월 저온저장후 봉오리 형성율이 20-40%로 가장 낮았다. 그러나 저온저장 기간과 온도를 조절함으로써 피해를 최소화할 수 있었다. 따라서 저장기간, 저장온도를 자생나리 종류별로 조절해 줌으로서 장기저장에 의해 주년 생산체계 확립이 가능할 것으로 판단되었다.

바. 생장억제제를 이용한 초장억제

생장억제제에 의한 하늘나리와 날개하늘나리의 초장억제 실험결과, 종에 관계없이 관주처리는 ancymidol $25\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 분무처리는 diniconazole $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 가 효과적이었다. 침지처리시에는 날개하늘나리 diniconazole $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 하늘나리 uniconazole $25-100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 에 의해 초장의 억제효과가 컸으나 맹아율이 낮아 보다 저농도에서의 검토가 필요할 것으로 생각되었다. 반면 분무처리시 말나리는 생장억제제에 대한 반응이 둔감하여 보다 고농도에서 검토할 필요가 있었다. 참나리의 초장억제 효과는 자생나리 가운데 가장 컸다. 그리고 diniconazole 처리에 의해서 줄기 세포의 크기와 길이가 줄어들었으며, 잎 세포의 크기에는 큰 변화가 없었다.

사. 배양토의 선발

자생나리의 분화생산을 위해서는 인공용토의 사용이 필수적이다. 인공용토의 종류별, 배합비율별 자생나리의 생육에 미치는 영향을 조사하여 최적의 인공용토를 선발하기 위해 실험 중에 있다.

아. 자생나리의 향기분석

냉동재료를 사용하여 중나리, 하늘나리, 하늘말나리, 섬말나리 및 털중나리의

휘발성 향기성분을 분석한 결과, hexanal, nonanal 등의 aldehyde류 28종, β -ionone 등의 ketone류 9종, linalool 등의 alcohol류 8종, methyl hexanoate 등의 ester류 5종, 2-furoic acid 등의 acid류 5종, 2-pentyl furan 등의 furan류 3종 및 기타 2종 등 60종의 화합물을 추정 또는 동정하였다. 종류별로는 향기성분에 차이가 컸다. 한편 생화를 사용하여 중나리, 아시아틱나리 ‘Connecticut King’, 오리엔탈나리 ‘Casa Blanca’의 휘발성 향기성분을 비교해본 결과, 중나리에서는 hexanal, heptanal 등의 aldehyde류 20종, benzyl alcohol 등의 alcohol류 9종, hydrocarbon류 8종(이 중에 테르펜 탄화수소 3종), hexyl acetate 등의 ester류 7종, linalool oxide 등의 ketone류 4종, acid류 3종, furan류 3종 및 기타 2종 등 56종, 아시아틱나리에서는 hexanal 등의 aldehyde류 16종, hydrocarbon류 12종(이 중에 테르펜 탄화수소 5종), phenylethyl alcohol 등의 alcohol류 8종, octanoic acid 등의 acid류 7종, ketone류 4종, furan류 3종, ester류 2종 및 기타 4종 등 56종의 화합물을 추정 또는 동정하였다. 오리엔탈나리의 휘발성 성분은 91종의 화합물이 동정 또는 추정되었다. 연속 증류추출로 얻어진 중나리, 아시아틱나리 및 오리엔탈나리의 휘발성 성분 농축물 수량은 각각 1.58mg%, 1.63mg% 및 2.59mg%으로 자생나리의 수량은 가장 적었으며 아시아틱나리와는 큰 차이가 없었으나 오리엔탈나리의 향기 수량은 현저하게 많았다.

2. 활용에 대한 건의

유전자원학적 가치가 높은 자생나리 22종을 보호하고, 원예상품화 시키기 위한 방법을 모색해야만 한다.

가. 조직배양을 통한 자생나리 소인경의 대량생산체계를 조속히 종묘회사, 농협 등에서 산업화하여 국내생산체계를 확립하여야 한다. 이것을 계기로 다른 구근류들의 개화구 생산을 국산화하여야 한다.

나. 자생나리의 유전자원적인 보존을 위해 기내배양을 유지해나간다.

다. 분화류의 생산화를 위해 생장억제제 처리결과를 보급하고, 환경을 오염시키지 않는 생장억제제를 개발하여야만 한다.

라. 이를 원만히 수행하고 뒷받침하기 위한 정부의 정책적이면서도 장기적인 배려와 지원이 필요로 한다.

SUMMARY

I. The title

Horticultural commercialization for pot plants by flowering promotion and establishment of the dwarfing culture of Korean native *Lilium*.

II. The aim and necessity of research and development

It has been reported that 22 species including 10 varieties are growing wild in Korea which is one of the most important places of origin in *Lilium*. 12 species such as *Lilium hansonii*, *L. distichum*, *L. medeoloides*, *L. miquelianum*, *L. lancifolium*, *L. cernuum*, *L. tenuifolium*, *L. maximowitzii*, *L. amabile*, *L. concolor* var. *parthneion*, *L. davuricum*, and *L. callosum* are growing naturally. Most of native *Lilium* are reportedly distributed nationwide with the exception of *Lilium hansonii* that Ulneung island is the chief producing district and *L. davuricum*, *L. tenuifolium* that North Korea is the main producing place. But large groups of native *Lilium*, except *L. lancifolium* that is currently the most common have been hard to find their existence owing to indiscriminate random collection.

As most of native *Lilium* species are a colored strain with good flower shape or color and good qualities of disease resistance, cold tolerance and so forth, the original species itself has great value of development as well as considerable marketability. *L. cernuum*, *L. concolor* var. *parthneion* which their height is short can be used for pot plants or a flower garden and *L. lancifolium* which its height is long can be used for cut flowers. In particular, *L. hansonii* with thick petal is valuable to be used as a model for flower longevity prolongation. The potential of application of native lilies is

considered to be extended further if the distinct classification and the examination of useful character for varieties, which have been recently discovered, are understood exactly. Advanced countries in the floricultural industry have already collected and crucially made use of Korean native lilies for new variety breeding of Asiatic lilies. Moreover, Japan has developed the culture technology of *L. hansonii*, which is indigenous to only Ulneung island in Korea, for horticultural commercialization of it and has produced and sold it. Likewise Korean native *Lilium* has been used worldwide for new variety breeding or horticultural commercialization with its good quality trait of flower color and resistance to shade, disease, and cold. Therefore, the original species itself has great value for both use and genetic resources.

Nevertheless, in Korea such valuable resources have been neglected as well as randomly collected. Before we realize the value of our useful plant's genetic resources, the war of plant has already broken out and the value of plant resources before long will have significant value for domestic economy like petroleum. Considering the reality of home and abroad like this, the preservation of the plant genetic resources, the development of new variety and horticultural commercialization are extremely urgent. Therefore, what is needed most is not a narrow sighted or short term study but a systematic and organized research.

Accordingly, while we should shorten the period of a bulb production and establish year-round production system, at the same time it is necessary for us to contribute to the agricultural income increase by both scheming horticultural commercialization for the use of pot plants and a flower bed and creating a new demand .

III. Contents and extent of research and development

In this study, in order to collect Korean native *Lilium*, which is valuable to development, and to establish the systematic production organization, we made use of 8 species of native lilies as plant materials for 1) mass propagation by tissue culture, 2) shoot induction from the bulblet, 3) the correlation between tissue culture environment and dormancy of bulblet, 4) establishment for the dormancy breaking technology of the bulblet, 5) derivation of flower bud differentiation and establishment of the year-round production of pot plant by developing the technology of long term storage and 6) establishment for the pot plant production system by plant height inhibition using the growth retardant, 7) the pot plant production of native *Lilium* with high quality as the ultimate purpose by selecting compound soil. In addition, 8) we judged commercial added value by analyzing fragrance of native *Lilium*. In the other words, we'd like to improve international competitiveness by achieving complete localization of native *Lilium* for the pot plant.

IV. The result of research and development and suggestion for its application.

1. The result of research and development

A. Mass propagation by tissue culture

We examined 8 species of native lilies for formation and enlargement of the bulblet in case solid medium, and the effect in case liquid static culture.

1) Formation of the bulblet in case solid medium

In case culture temperature, we had the higher rate and increased the number of bulblet formation at 20°C. Most of the species excepting 80% of *L. distichum* and 88.3% of *L. amabile* were not affected by the day length,

showing 96.7–100% of the formation. On the contrary, the rate of bulblet formation of *L. distichum* was high in the dark condition. The number of bulblet formation significantly differed in each species; *L. concolor* var. *parthneion* was the largest and it ranked in order like *L. cernuum*, *L. maximowitzii*, *L. davuricum*, *L. amabile*, *L. hansonii*, *L. miquelianum*, and *L. distichum*. In case Sucrose, concentration did not affect on the bulb formation rate, resulting in significantly high rate like 99.2% of *L. hansonii*, 90% of *L. concolor* var. *parthneion*, *L. davuricum*, and *L. cernuum*, 85.0% of *L. miquelianum*, and 84.3% of *L. maximowitzii*. However, it showed quite low rate of 52.2% of *L. distichum* and 30.9% of *L. amabile* respectively. The higher Sucrose concentration, the less the number of bulblet formation tended to be.

2) Bulblet enlargement in solid medium

In case culture temperature, generally bulb enlargement tended to be ineffective between 15°C and 30°C. The effective temperature was at 20 °C in case *L. davuricum* and *L. hansonii* and at 25°C in case *L. cernuum*, *L. concolor* var. *parthneion*, *L. distichum*, *L. miquelianum*, *L. maximowitzii*, and *L. amabile*. On the occasion of day length, bulblet enlargement of *L. concolor* var. *parthneion*, and *L. davuricum* was promoted well in the dark condition, but that of most of lilies such as *L. amabile*, *L. cernuum*, *L. distichum*, *L. distichum*, *L. miquelianum*, and *L. maximowitzii* was promoted in the light condition for 24 hours because of its increasing fresh weight by having longer and longer day length. In case Sucrose, as concentration increased, the fresh weight increased and the bulblet enlargement promoted well at the added bulb of 120g·L⁻¹. However, *L. cernuum*, *L. miquelianum*, and *L. amabile* were good at the added bulb of 60g·L⁻¹ and *L. davuricum* was good at the added bulb of 90g·L⁻¹. Likewise, the reaction to sucrose was different according to each species. So it was thought to consider

necessarily composition of medium according to its species in vitro culture.

3) Liquid static culture

In case MS salt concentration in liquid static culture, as MS salt concentration increased, fresh weight increased among all lilies and it was the most effective at MS 1 time strength. Bulblet enlargement of most of *Lilium* was promoted well in liquid medium than in solid liquid for all treatments. In case the quantity of medium infused into 250 mL container in liquid static culture, as the quantity of medium increased, the survival rate tended to decrease. and with the exception of 50mL of *L. concolor* var. *parthneion*, *L. davuricum*, *L. distichum*, *L. miquelianum*, *L. maximowitzi* and *L. amabile* were the best at 30 mL. All of the sucrose concentration in liquid static culture resulted in 100% of survival rate. Sucrose concentration affected fresh weight of *Lilium* and resulted in the heaviest weight in concentration of $90\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ excepting *L. davuricum* and *L. maximowitzi* which were the heaviest in $60\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

B. Shoot induction from a bulblet

Bulblets of *L. concolor* var. *parthneion* and *L. davuricum* grewed in dark culture showed faster rate and days of sprouting than those grewed in light culture. Days of sprouting according to size of a bulblet were that *L. concolor* var. *parthneion* was examined to be promoted well in its smaller bulblet, and on the contrary, *L. davuricum* was consistent regardless of size of a bulblet. The ability of stem emergency required specific size of a bulblet. In case the effect which the light condition in culture had on the bulblet enlargement and the bulblet formation in vitro next generation, though it differed from each species, the smaller the size of a bulblet was, the higher the rate of enlargement tended to be in dark culture rather in light culture and the number of a bulblet increased in light culture. In case

the number of stem emergence, the rate of bulblet enlargement was higher than the number of scaly leaf emergence. The bulblet produced in dark culture rather than in light culture contained higher protein.

C. Correlation between tissue culture condition and bulblet's dormancy

As a result of the examination of the survival rate of a bulblet according to culture condition of *Lilium*, as culture temperature increased, the survival rate tended to decrease and the day length and Sucrose concentration were unrelated to the survival rate in culture regardless of species. The culture condition and the survival rate after planting resulted in the survival rate higher than 90% among most species regardless of treatment. In case the effect which culture condition had on the sprouting rate of lilies bulblet, the bulblet that was cultured at lower temperature, namely at 15°C showed higher sprouting rate. Day light showed different effect according to species. The sprouting rate of *L. cernuum* and *L. hansonii* was consistent regardless of day length while the bulblet of *L. concolor* var. *parthneion* in light culture showed higher rate of sprouting. As sucrose concentration increased, the sprouting rate decreased. In brief, the higher the temperature was, the higher sucrose concentration was, the deeper the dormancy tended to be. However, the reaction to day length was considerably different according to species.

D. Establishment of bulblet's dormancy- breaking -technology

The bulblet of both *L. davuricum* and *L. hansonii* tended to enhance the sprouting rate and shorten days of sprouting as the period of cold treatment was getting longer and longer. Even *L. hansonii* that takes quite long period of time of dormancy could nearly break the bulblet dormancy by the cold treatment for 8 weeks. As a result of the examination of the effect which the sort of the plant growth regulator and the temperature of warm

bath treatment had on the bulblet dormancy breaking, the rate of sprouting, namely, the rate of dormancy breaking was promoted by GA₃ in *L. davuricum* and by GA₄₊₇ in *L. hansonii*. It showed that the different sort of GA was required according to species. However, the plant growth regulator for dormancy breaking did not make effect on plant physiological activation.

E. Induction of flower bud differentiation and the long term preservation for year round production

As a result of observing the process of flower bud differentiation of bulbes of *L. concolor* var. *parthneion* and *L. davuricum* by the light microscope and the scanning electron microscope, the occurrence course of each organ was identical in those two species in succession of undifferentiation, early phase of flower bud differentiation, initial primordia, outer perianth, inner perianth, stamen (outer side), stamen (inner side), and pistil. Flower bud initiation of *L. concolor* var. *parthneion* occurred on the 32 days after wet cold storage and completed on the 20 days after planting. That of *L. davuricum* appeared prior to wet cold storage and perfected on the 4 days after planting. Flower bud differentiation of *L. davuricum* initiated at low temperature and completed at high temperature and the appropriate temperature range for flower bud development was from 20°C to 25°C. As a result of the experiment on the appropriate growth temperature for flowering induction, both species grew well from 15°C to 25°C. In case *L. concolor* var. *parthneion*, higher and higher temperature led to decrease sprouting rate, flowering rate, flowering maintenance period, flower width, floret length, fructose, glucose, and sucrose content and to shorten the number of days of sprouting and flowering.

In the mean time, as a result of long term storage of bulblets of *L. concolor* var. *parthneion*, *L. maximowitzii*, *L. lancifolium*, and *L. callosum*, there were difference in bud formation rate according to species. In case *L.*

lancifolium, 100% of bud were formed and the quality like the flower diameter and sustaining days of flowering was not significantly affected. In case *L. callosum*, bud formation rate was the lowest at 20-40% on the 6 months after cold temperature storage. However, we could minimize damage by regulating the period of cold temperature storage and temperature. Accordingly, it was judged that we could establish the year round production system by long term storage by controlling storage period and temperature according to species of native lilies.

F. Plant height control using the plant growth inhibitor

As a result of the examination on plant height control of *L. concolor* and *L. davuricum* using the plant growth inhibitor, the $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ of diniconazole spray and 2th $5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ of ancymidol drenching treatment were effective regardless of species. Even though, the plant height was significantly controlled by diniconazole $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ soaking treatment for *L. davuricum* and $25\text{-}100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ of uniconazole treatment for *L. concolor*, the sprouting rate was low. Therefore, it was thought that the examination at a low concentration should be considered. On the contrary, *L. distichum* is needed to be detected at a much higher concentration owing to insensitive reaction to the growth inhibitor. *L. lancifolium* was the most effective in plant growth control among native lilies. And diniconazole treatment diminished size and length of stem cell, but it did not make much effect on leaf cell size.

G. Selection of compound soil

The use of artificial soil is essential for pot plant production of native *Lilium*. We are under study to select the most appropriate artificial soil by examining the effect on the growth of native *Lilium* according to the kind and compounded proportion of artificial soil.

H. Fragrance analysis of native *Lilium*

As a result of the analysis of volatile aromatic ingredient of *L. maximowitzi*, *L. miquelianum*, *L. hansonii*, and *L. amabile* using frozen materials, 60 kinds of compound were estimated or identified, which were 28 aldehyde of hexanal, nonanal, and etc., 9 ketone of β -ionone and etc., 8 alcohol of linalool and etc., 5 ester of methyl hexanoate and etc., 5 acid of 2-furoic acid and etc., 3 furan of 2-pentyl furan and etc., and 2 of the others. Aromatic ingredient was considerably diverse according to species. As a result of the analysis of volatile aromatic ingredient of *L. maximowitzi*, *L. Asiatic Hybrids* and *L. Oriental Hybrids* using fresh flower, in case *L. maximowitzi*, 56 kinds of compound were estimated or identified, which were 20 aldehyde of hexanal, heptanal, and etc., 9 alcohol of benzyl alcohol and etc., 8 hydrocarbon including 3 terpene hydrocarbon, 7 ester of hexyl acetate and etc., 4 ketone of linalool oxide and etc., 3 acid, 3 furan, and 2 of the others. In case *L. Asiatic Hybrids*, 56 kinds of compound were also estimated or identified, which were 16 aldehyde of hexanal and etc., 12 hydrocarbon including 5 terpene hydrocarbon, 8 alcohol of phenylethyl alcohol and etc., 7 acid of octanoic acid and etc., 4 ketone, 3 furan, 2 ester, and 4 of the others. Lastly in case *L. Oriental Hybrids*' volatile ingredient, 91 kinds of compound were estimated or identified. The volume of volatile ingredient's enriched materials of *L. maximowitzi*, *L. Asiatic Hybrids* 'Connecticut King' and *L. Oriental Hybrids* 'Casa Blanca' extracted from continuous distillation was 1.58 mg%, 1.63 mg% and 2.59 mg% respectively. In conclusion the volume of *L. maximowitzi* was the lowest and not a bit different from that of *L. Asiatic Hybrids* 'Connecticut King' but that of *L. Oriental Hybrids* 'Casa Blanca' was abundant significantly.

CONTENTS

Chapter I Necessary and purpose of researches and development	20
Part 1. Necessary of researches and development	20
Part 2. Purpose and scope of researches and development	22
Chapter II Domestic and foreign status of researches and development ..	25
Part 1. Domestic and foreign status	25
Part 2. Problems of presents	26
Part 3. A view of future	26
Chapter III Result of researches	28
Part 1. Mass propagation by tissue culture	28
Part 2. Shoot induction from the bulblet	58
Part 3. Correlation between tissue culture environment and dormancy of bulblet	79
Part 4. Establishment for the dormancy breaking technology of bulblet	97
Part 5. Derivation of flower bud differentiation and long term storge for year-round production of pot plant	115
Part 6. Plant height inhibition using the growth retardants	143
Part 7. Selection compound soil	178
Part 8. Analyzing fragrance of native <i>Lilium</i>	181
Chapter IV Accomplishment of researches and contribution on related industry	195
Chapter V Application plan of the researches results	198
Chapter VI References	200

목 차

제 1 장	연구개발 과제의 개요	20
제1절	연구개발의 필요성	20
제2절	연구개발의 목적과 범위	22
제 2 장	국내·외 기술개발 현황	25
제1절	국내·외 기술개발 현황	25
제2절	현 기술상태의 문제점	26
제3절	앞으로의 전망	26
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	28
제1절	조직배양에 의한 대량증식	28
제2절	소인경으로부터의 줄기 유도	58
제3절	조직배양 환경과 소인경의 휴면과의 관계	79
제4절	소인경의 휴면타파 기술 확립	97
제5절	주년생산을 위한 화아분화 유도 및 장기저장	115
제6절	생장억제제를 이용한 초장억제	143
제7절	배양토의 선발	178
제8절	자생나리의 향기	181
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	195
제 5 장	연구개발 결과의 활용계획	198
제 6 장	참고문헌	200

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 필요성

미국 국립식물원을 중심으로 한 식물조사팀은 1985년과 1989년 우리나라 전역을 대상으로 원예조경용으로서 가치가 있거나 산업적 응용이 가능한 자생식물을 조사하고 채집하여 활용하고 있다(Seo 등, 1996). 현재 미국, 캐나다 및 영국에서는 한국의 자생종 그대로를 원예조경용으로 활용하거나 신품종 개발에 이용하고 있다. 우리나라에서도 '86 아시안게임과 '88 서울올림픽 때 성화 봉송로 주변에 자생식물이 심겨지면서 그 이전의 취미나 기호단계로 취급되던 자생식물은 하나의 화훼 및 조경식물로 본격 재배되기 시작하였으며(원예연구소, 2000), 원예·조경뿐만 아니라 유전자원의 보존 및 활용, 그리고 유용물질 생산 등의 산업적인 측면에서 그 중요성이 크게 인식되고 있다.

그러나 아직까지 자생식물의 생산은 생태계 보존과는 상관없이 무분별하게 남획되고 있으며 수집한 식물도 초보적으로 번식, 증식시키는 수준에 그치고 있다. 더불어 생리에 대해서도 자세히 알려져 있지 않기 때문에 전적으로 경험에 의한 재배를 하고 있는 실정이다. 이로 인해 농가에서 생산된 말나리, 하늘말나리 등에서는 잎에 줄무늬가 심하게 나타나는 바이러스 증상이 발견되고 있다. 자생식물을 있는 그대로 활용하는 현재의 방식을 고수한다면 앞으로도 자생식물 산업의 영세성과 후진성을 극복하기 어려우며, 장기적인 경쟁력과 고부가가치를 위해서는 반드시 체계적인 연구가 수행되어야 한다.

우리나라는 매우 중요한 나리 원산지 중의 한 곳으로 22종(변종 10종 포함)이 자생하고 있는 것으로 알려져 있다. 자생나리는 모두 유색계로서 화형이나 화색이 아름다워 원종 자체만으로도 상당한 경쟁력을 지니고 있으며, 키가 작은 땅나리, 하늘나리 등은 분화용 및 화단용으로, 키가 큰 참나리 등은 절화용으로 이용가능하며, 내병성과 내한성 등 우수한 형질을 많이 지니고 있어 개발가치가 매우 높다. 특히 섬말나리는 꽃잎이 두꺼워 꽃의 수명연장용 유전자원으로서의 개발가치가 크다. 최근 발견되고 있는 변종들의 명확한 분류와 함께 유용 형질

들을 파악한다면 자생나리의 활용가능성은 더욱 확대될 것으로 판단된다.

이미 화훼 선진국에서는 한국의 자생나리를 수집하여 아시아틱계 나리 신품종 육성에 긴요하게 이용하고 있다. 또 일본에서는 전 세계적으로 우리나라 울릉도에만 자생하고 있는 한국 특산식물인 섬말나리의 재배기술을 개발하고 원예상품화하여 생산·판매하고 있다(清水와 平城, 1982). 그러나 우리나라에는 아직까지 나리 구근의 생산체계가 확립되어 있지 않아 대부분 수입하고 있으며, 수입량 또한 증가추세에 있다. 이러한 현실을 감안해 볼 때 개발가치가 높은 우리나라 자생나리의 분화, 절화, 화단용 등 용도에 따른 원예화 연구 및 구근생산체계 확립이 시급하며, 구근의 대량생산을 위해서는 조직배양기술이 필수적이다.

하지만 이와같이 중요한 유전자원들이 우리나라에서는 거의 방치되고 있을 뿐만 아니라 무분별하게 남획되고 있어 유전자원의 보존 및 우수 형질을 이용한 신품종의 개발 및 원예상품화가 시급한 실정이다. 이를 위해서는 자생나리에 대한 단편적이고 일회적인 연구가 아닌 기초부터 시작하는 체계적인 연구가 반드시 필요하다.

따라서 화형과 화색이 아름답고, 내병성과 내한성 등 우수한 형질을 많이 지니고 있어 개발가치가 매우 높은 자생나리를 재료로 그 활용가능성을 평가한다음, 조직배양기술을 이용한 대량생산과 생산기간의 단축을 통해 분화용으로서 원예상품화 하는 것은 그 의의가 크며 시의 적절하다고 생각된다.

한편, 최근 들어 생장억제제를 이용한 나리류의 분화생산에 대한 관심이 높아져 몇몇 연구들이 수행되고 있으나 이들은 모두 오리엔탈나리, 아시아틱나리 또는 나팔나리, 즉 원예종을 재료로 사용하고 있을 뿐만 아니라 개화구를 대상으로 하고 있다. 개화구는 생산에 3-4년이라는 장기간이 소요되며 초장이 길어 생장을 억제하는데 한계가 있고, 또 초장이 억제된다 하더라도 짧은 초장에 화폭이 큰 꽃이 개화하여 초자의 불균형으로 관상가치가 크게 떨어지고 있어 「초미니화」되어 가는 현재의 분화 소비추세 및 유행에 부합하지 못하고 있다.

따라서 본 연구과제에서는 자생나리를 재료로 1)조직배양을 통한 소인경의 대량생산과 비대를 도모하여 자생나리의 조직배양 체계 확립, 2)기내에서 생산된 소인경(종구, planting stock)으로부터 줄기조기 유도로 개화 및 구근비대 축

진, 3)조직배양 환경과 소인경의 휴면과의 관계 규명, 4)소인경의 휴면타파기술 개발, 5)주년생산을 위한 화아분화 유도과 장기저장, 6)생장억제제에 의한 초장 조절, 7)배양토의 종류 선발, 8)향기분석을 통해 분화용으로써의 원예상품화 가능성을 모색하고자 하였다.

제2절 연구개발의 목적 및 범위

1. 조직배양에 의한 대량증식

조직배양을 통한 자생나리 소인경의 대량생산과 비대를 도모하기 위해 고체 배양법으로 소인편으로부터 소인경의 형성과 소인경의 비대에 미치는 배양 환경 및 배지의 영향을 검토하였다. 배양온도는 15, 20, 25, 30℃, 일장은 0, 8, 16, 24시간, sucrose 농도는 3, 6, 9, 12%로 달리하여 실험을 수행하였다. 또 액체정지배양법에 의한 소인경의 비대를 목적으로 MS(Murashige와 Skoog, 1962) 염의 농도는 1/8, 1/4, 1/2, 1배, 배지부피는 10, 30, 50, 70, 90mL/250mL 용기, sucrose 농도는 3, 4.5, 6, 9%로 달리하여 실험을 수행하였다.

2. 소인경으로부터 줄기 유도

기내에서 생산된 하늘나리 및 날개하늘나리의 소인경을 사용하여 조직배양 시의 명·암조건, 소인경의 크기에 따른 기내 다음세대에서의 맹아와 줄기출현 반응을 조사하고자 하였다. 또한 줄기 출현개체와 인편엽 출현개체간의 단백질 패턴 및 함량을 비교 분석하므로서 줄기생장에 대한 생리적 기작의 일부를 기내에서 밝히고자 하였다.

3. 조직배양 환경과 소인경의 휴면과의 관계

휴면의 정도는 나리의 종류와 품종, 배양환경 등에 따라 다양한 것으로 알려져 있지만 자생나리를 재료로 한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 여기에

서는 하늘나리, 날개하늘나리, 솔나리 및 섬말나리의 기내인편삽(microscaling)으로 재생된 소인경을 배양온도, 일장, sucrose 농도가 다른 조건에서 비대시킨 다음 이들 구근의 휴면정도, 즉 조직배양환경과 휴면과의 관계를 검토하고자 하였다. 한편 peroxidase와 fumarase 활성과 휴면과의 관계도 조사하였다.

4. 소인경의 휴면타파기술 확립

기내에서 생산된 날개하늘나리 및 섬말나리 소인경을 사용하여 온탕처리와 식물생장조절물질의 병행처리에 의해 자생나리 소인경의 휴면타파방법의 새로운 모델을 정립하는 한편 소인경의 휴면생리를 파악하기 위해 peroxidase와 fumarase 활성, 단백질 함량 및 패턴 등의 분석도 병행하였다.

5. 주년생산을 위한 화아분화 유도 및 장기저장

하늘나리와 날개하늘나리를 재료로 조절된 환경, 즉 습윤냉장하면서 광학현미경과 주사형 전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)을 이용하여 일정한 간격으로 화아분화 과정을 관찰하고, peroxidase 활성과 화아분화와의 관계를 규명하고, HPLC(High- Performance Liquid Chromatography)를 이용하여 가용성 당을 분석해 개화유도에 적합한 재배온도를 알아보려고 한다. 이를 통해 자생나리의 화아분화 유형을 파악하고 주년생산을 위한 기초자료로 활용하고자 한다. 한편 하늘나리, 중나리, 참나리 및 땅나리 소인경을 재료로 하여 저온 저장기간(1-6개월) 및 저장온도(4℃, -1℃)를 달리했을 때 저장기간별 자생나리의 성장과 발육에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 소인경 상태로 장기 저온저장하고, 저장 이후 성장과 발육에 미치는 영향을 조사하였다.

6. 생장억제제를 이용한 초장억제

휴면이 타파된 하늘나리, 날개하늘나리, 중나리, 참나리, 말나리 및 하늘말나리 소인경을 재료로 생장억제제 종류(ancymidol, diniconazole, uniconazole)

및 농도(0, 25, 50, 100mg·L⁻¹)를 달리하여 분무, 관주, 침지처리를 통한 초장억제를 유도하였다.

7. 배양토의 종류

인공용토의 조성을 달리하여 토양의 배수성, 보수성 및 통기성이 양호한 용토선발을 통해 자생나리의 생육에 적합한 조건을 충족시킬 수 있는 배양토를 찾고자 하였다.

8. 자생나리의 향기

중나리, 하늘나리, 하늘말나리, 섬말나리 및 털중나리를 재료로 하여 자생나리의 전체 향기성분을 분석한다. 한편 오리엔탈나리 'Casa Blanca'와 아시아틱나리 'Connecticut King' 및 자생나리인 중나리의 향기를 서로 비교 분석하여 나리의 향료용, 약용 및 아로마테라피 등에 대한 이용가능성을 알아보려고 하였다.

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제1절 국내·외 기술개발 현황

연구개발목표	선행연구개발 내용 및 결과
1. 구근비대 촉진법 확립	① 참나리 주아 배양시 GA ₃ 1mg·L ⁻¹ 의 첨가는 자구 및 뿌리 수 증가(Paek과 Shin, 1983) ② 참나리의 소인경 형성에는 BA 0~0.01mg·L ⁻¹ , 소인경 비대에는 sucrose 9~12%가 효과적(김 등, 1995) ③ 진질소 함량이 60mM일 때 날개하늘나리의 자구 형성 및 비대촉진(Kim 등, 2000) ④ 섬말나리의 자구중은 glucose 6%에서, 자구수는 fructose 3%에서 양호(Goo 등, 2000)
2. 주년생산 및 왜화재배법 확립	① 섬말나리의 기내에서 유도된 휴면 중인 소인경은 휴면 타파구보다 단백질 함량이 높음(Kim 등, 1999) ② Ancymidol은 나팔나리의 줄기신장 조절에 효과가 있음(Sanderson 등, 1975; Tsujita 등, 1978) ③ 참나리를 비롯한 대부분의 나리류는 단자엽식물이기 때문에 성장조절제의 효과가 거의 없음(Tayama 등, 1992) ④ Unicoazole의 토양관주는 <i>L. Oriental</i> 'Star Gazer'의 생장억제에 효과적임(Park, 1994) ⑤ 솔나리의 최종신장은 DIF에 감응하지 않음(Son과 Yun, 1998)
3. 분화재배법의 모델링과 원예상품화	① 솔나리의 분화재배시 초장을 줄이고 관상기간을 늘리기 위해서는 식재깊이보다는 재식밀도의 조절이 효과적임(Huh 등, 1999) ② 생장억제제를 처리하면 개화가 지연되고 꽃의 크기가 감소됨(Kelley와 Schlamp, 1964; Sanderson 등, 1975) ③ BA 50mg·L ⁻¹ 의 분무처리는 <i>L. elegans</i> 'Gran Paradiso'의 꽃수를 증가시키고, 줄기의 비대를 촉진함(Park, 1994b) ④ 고농도의 uniconazole 분무 및 침지처리는 <i>L. Oriental</i> 'Star Gazer'의 개화를 지연시킴(Choi 등, 1998) ⑤ 하늘나리와 섬말나리는 5월 하순부터 개화, 참나리와 땅나리는 7월 중하순부터 8월까지 개화(송, 2000) ⑥ 털중나리, 참나리는 적색계이지만 시아니딘만으로 화색을 발현(Kim과 Hyun, 1996)

제2절 현 기술상태의 문제점

현재는 제1절에서 본 바와 같이 오리엔탈 및 아시아틱계 중심으로 분화용 나리를 개발하고 있으나, 구근 크기별 왜화효과와 상품성에 대한 검토가 없다. 또 자생나리를 이용한 분화재배 역시 시도되고 있으나 큰 구근인 개화구를 재료로 사용하고 있어 초장조절이 어려울 뿐만 아니라 생산기간이 길어지는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서처럼 작은 인경 즉 중구를 재료로 사용하는 것은 초장조절과 생산기간 단축뿐만 아니라 새로운 원예 상품의 창출이라는 측면에서 그 의의가 크다고 할 수 있다.

연구개발목표	문 제 점
1. 개화 및 구근비 대축진법 확립	- 기외에서의 개화 및 구근비대와 연계된 기내배양 연구부족 - 소인경으로부터의 줄기 유도기술에 관한 연구 부족
2. 주년생산 및 왜화재배법 확립	- 주년생산을 위한 소인경의 장기저장에 관한 연구 부족 - 기내에서 유도된 소인경의 휴면타파방법에 관한 연구 부족 - 생장억제제를 이용한 초장 및 개화조절기술에 관한 연구 부족
3. 분화재배법의 모델링과 원예상품화	- 자생나리의 원예상품화 기술 부족 - 배양토, 재식밀도, 생장억제제를 조합한 새로운 분화재배법의 확립 필요 - 화색 및 향기 등 원예상품화의 주 요인인 품질검정에 관한 연구 부족

제3절 앞으로의 전망

식물과 꽃의 이용은 경제성장 및 생활수준의 향상과 함께 생활필수품화 되어 가고 있다. 국민 소득이 증가함에 따라 화훼소비는 꾸준히 증가하여 1990년도에는 1인당 GNP가 5,886달러, 꽃 소비액이 5,646원 이었는데 비하여, 2000년도에는 1인당 GNP가 9,628달러로 1.64배, 꽃 소비액은 13,861원으로 2.46배 증가하였다. 이와 같이 최근 10년간 꽃 소비액의 증가는 GNP의 증가속도보다 빠르며,

꽃 소비액의 증가는 국내·외를 막론하고 앞으로도 크게 증가할 것으로 예상된다.

나리의 구근 생산액은 총 구근생산액 58.5억원 가운데 6.3%인 3.7억원을 차지하고 있는 정도이며(2000년), 더욱이 국내에서 생산되고 있는 구근은 저 품질일 뿐만 아니라 물량 또한 절대적으로 부족하다. 생산량 또한 전년도 28억원에 비해 크게 감소하였다. 이로 인해 나리 구근의 대부분은 네덜란드에서 수입하고 있으며, 2000년에는 331만달러(41.7억원)를 수입하였다. 나리 구근의 수입량 증가는 나리 절화의 소비와 수출이 확대되고 구근생산체계가 확립되지 않는 한 앞으로도 계속될 것으로 전망된다. 나리의 절화생산액은 281.1억원이며, 절화 수출액은 430만달러(54.2억원)이다(2000년).

한편 분화재배는 절화재배에 비해 토지생산성이 높기 때문에 재배면적이 증가추세에 있으며, 이러한 현상은 구근 수입의 또 다른 증가요인이 된다.

이와 같은 시점에서 본 연구의 개발 내용은 대단히 의의 있다고 할 수 있으며, 기술적인 측면에서는 조직배양 기술의 과학화로 노동력 및 생산비 절감, 종구의 국산화 및 품질향상, 줄기 유도기술의 확립으로 종구의 생산기간 단축, 소인경의 휴면타파 기술 및 장기저장법의 확립으로 주년생산이 가능하며, 경제적인 측면에서는 고품질의 균일묘를 저가로 단기간에 생산함으로써 국제경쟁력을 갖출 수 있다. 장기적으로는 나리 인경의 수입대체 및 역수출 효과도 나타날 것으로 기대된다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 조직배양에 의한 대량증식

1. 서언

나리의 조직배양은 Robb(1957)에 의해 최초로 시도되었으며, Emsweller (1957)에 의해 상업적인 생산 가능성이 알려지면서 급속한 발전을 이루었다. 조직배양에 의한 나리의 증식 기술은 인편(Hackett, 1969; Kim 등, 1998; Park 등, 1997; Robb, 1957), 주아(Paek과 Shin, 1983), 경정부(Allen 등, 1980; Been 등, 1996; Kim 등 1996), 잎(Niimi, 1986; Stenberg 등, 1977), 화경(Lee 등, 1994; Niimi와 Watanabe, 1982) 및 화기(Liu와 Burger, 1986), 배(Kim 등, 1997) 등의 외식체로부터 소인경이나 shoot를 직접 유도하는 방법과 캘러스를 경유한 간접적인 방법(Park 등, 2002; Sheridan, 1968; Simmonds와 Cumming, 1976)으로 나눌 수 있다. 그러나 간접적인 방법의 경우 여러 식물들에서 유전적인 변이체의 발생이 보고되고 있어(Bennici, 1979; Kim과 De Hertogh, 1997; Takayama와 Misawa, 1979), 직접적인 방법이 일반적으로 이용되고 있다.

인편의 부위별 부정아 형성은 선단부에 비해 기부가 그리고 바깥쪽 인편보다는 안쪽 인편이 우수하며(Lee 등, 1994; Paek과 Chun, 1982; Stimart와 Ascher, 1978), 이러한 부위별 차이는 내생 옥신의 극성이동으로 설명되기도 한다(Dennis와 Ascher, 1981; Stimart와 Ascher, 1978). 인편으로부터의 부정아 형성은 식물체의 내적 요인과 배양시 주어지는 배양환경이나 배지의 화학적 조성과 같은 외적요인이 복합적으로 작용한다. 특히 광은 체내의 대사활성을 촉진하며, sucrose는 이러한 대사활동에 필요한 에너지원으로 세포벽 구성물질 등으로 이용될 뿐만 아니라 식물체나 배양체의 삼투조절제로서의 역할도 큰 것으로 생각된다(Goo와 Kim; 1994; Niimi와 Onozawa, 1979; Takayama와 Misawa, 1979). 또 같은 종의 식물이나 배양재료가 동일하다 하더라도 품종이나 재료의 채취, 보관상태 등에 따라 서로 다른 반응이 나타난다(Kim과 Lee, 1993; Park 등, 1997). 그러나

일반적으로 저농도의 sucrose 첨가는 소인경의 형성 및 엽상인편의 발달을 촉진하고 고농도에서는 오히려 발생되지 않고 소인경의 비대가 촉진되거나 캘러스가 다량 발생되기도 한다(Niimi와 Onozawa, 1979; Takayama와 Misawa, 1979). 그러나 이와 같은 형상은 종에 따라 반응이 다르다(Kim 등, 1996).

한편 자생나리의 경우, Kim 등(1995)은 참나리 인편배양시 sucrose의 첨가는 부정아 형성을 및 수의 감소를 초래하였으며, 광은 부정아 형성에 큰 영향이 없다고 하였다. 경정 배양은 고체 및 액체배지 모두에서 가능하였으나 액체배지에서 성장속도가 더 빨랐으며, 소인경의 비대는 sucrose의 농도가 높을수록 효과적으로, 9-12% 첨가구는 대조구에 비해 약 16-18배 증가한다고 하였다. Nam과 Kim(2003)은 참나리의 기내배양 소인편으로부터의 부정아 발생은 benzylamino purine(BAP) $1.0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 와 α -naphthaleneacetic acid(NAA) $0.1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 첨가배지에서 명 및 암배양했을 때, 그리고 실생인편의 부정아 발생율은 BAP $0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 와 NAA $0.1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 첨가배지에서 암배양했을 때 가장 높았다고 하였다. 소인편으로부터의 캘러스 형성은 BAP $0.1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 와 2,4-dichlorophenoxyacetic acid(2,4-D) $1.0\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 혼합처리구에서 높았으며, 재분화는 NAA $0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 와 BAP $0.1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 혼합처리한 배지에서 명배양했을 때 높았다고 하였다. 땅나리 인편의 기내배양시의 광조건은 24시간 일장 하에서 2,500-5,000Lux 정도의 광도가 자구의 발달에 효과적이라고 하였다(Park 등, 1998a).

이상과 같이 원예종 나리에 대한 기내배양 연구는 여러 각도에서 꾸준히 이루어지고 있으나 자생나리에 관한 연구는 몇몇 종에 한정되어 단편적으로 이루어지고 있다.

여기에서는 조직배양을 통한 자생나리 소인경의 대량생산과 비대를 도모하기 위해 고체 배양법으로 소인편으로부터 소인경의 형성과 소인경의 비대에 미치는 배양환경 및 배지의 영향을 검토하였다. 배양온도는 15, 20, 25, 30°C, 일장은 0, 8, 16, 24시간, sucrose 농도는 3, 6, 9, 12%로 달리하여 실험을 수행하였다. 또 액체정지배양법에 의한 소인경의 비대를 목적으로 MS(Murashige와 Skoog, 1962)염의 농도는 1/8, 1/4, 1/2, 1배, 배지부피는 10, 30, 50, 70, 90mL/250mL 용기, sucrose 농도는 3, 4.5, 6, 9%로 달리하여 실험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 식물재료

기내 배양중인 솔나리(*Lilium cernuum*), 하늘나리(*L. concolor* var. *parthneion*), 날개하늘나리(*L. davuricum*), 말나리(*L. distichum*), 섬말나리(*L. hansonii*), 하늘말나리(*L. miquelianum*), 중나리(*L. maximowitzi*), 털중나리(*L. amabile*)의 소인경을 사용하였다.

나. 인편삽

자생나리 인경의 가장 바깥쪽 인편을 제거하고 깨끗한 인편들을 분리해서 큐어링한 다음 벤레이트($2\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) 수용액에 30분간 침지처리 후 흐르는 수돗물로 깨끗이 씻었다. 그 후 하이드로볼을 깔고 TKS-2와 vermiculite를 7 : 3으로 채운 flower box에 깊이 2cm로 인편삽한 후 20℃의 항온실에서 관리하였다.

다. 기내 소인경의 유도 및 비대

기외에서 인편삽으로 유도된 소인경은 흐르는 수돗물로 깨끗이 씻은 후 증류수로 3회 세척하고 에탄올 70% 용액에서 1분간 표면 소독한 다음 멸균수로 3회 세척하였다. Tween 20이 용액 100mL당 한 방울 첨가된 sodium hypochlorite(act. Cl. 10%) 20배 용액에서 5분간 소독한 후 멸균수로 3회 세척한 다음, 다시 상기 sodium hypochlorite 100배 용액에서 10분간 소독하고 멸균수로 3회 세척하였다. 그 후 소인경의 인편을 하나씩 분리하여 배지에 치상하여 소인경(in vitro bulblet)을 유도하였다. 소인경의 유도를 위해서는 기내 인편삽 후 8주 배양하였으며, 소인경의 비대는 기내 인편삽으로 유도된 소인경을 재료로 12주간 배양하였다. 액체정지배양시의 재료는 소인경 유도 후 고체배지에서 12주간 비대시켜 사용하였으며 배양기간은 16주로 하였다.

라. 배지조제

고체 기본배지는 MS배지를 사용하였으며, 소인편(microscales)으로부터의 소인경 유도는 sucrose $30\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 소인경 비대는 sucrose $90\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 첨가한 다음 pH 5.7로 조정후 한천 $7\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 첨가하였다. 배양액은 직경 $2\times 10\text{cm}$ 시험관

에는 8mL, 100mL 삼각 플라스크에는 30mL씩 분주하여 알루미늄 호일로 봉한 다음 120℃, 1.2기압에서 10분간 고압멸균하였다. 소인경 비대를 위해 사용된 액체배지는 한천을 첨가하지 않은 배지이며, MS배지에 sucrose 60g·L⁻¹를 첨가하였으며, pH는 5.7로 하였다. 배양액은 직경 10×5cm 배양용기에 30mL씩 분주한 것을 기본으로 하였다.

마. 배양환경

기내에서의 소인경의 유도와 비대를 위한 배양조건은 형광조명 하에서 일장 16시간, 광도 23 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 온도 20℃로 하였다.

바. 조사항목

소인경 유도실험에서는 소인경 형성율, 형성수, 인편엽 형성율, 뿌리 형성율을 조사하였으며, 비대실험에서는 생존율, 소인경 생체중, 직경, 분구율, 분구수, 인편엽 형성율, 뿌리 형성율을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 소인경의 유도

1) 배양온도의 영향

자생나리 8종의 소인경 형성에 미치는 배양온도의 영향은(Table 1, Fig. 1), 하늘말나리와 중나리를 제외하면 20℃에서 소인경 형성율이 높고 형성수가 많았다. 상대적 고온인 30℃에서는 소인경의 형성이 불량하였다. 이는 분화가 20℃ 전후의 상대적인 저온, 생장은 25℃ 이상의 상대적 고온 하에서 양호하다는 Eum 등(2001)의 결과와 일치하는 경향이였다. 소인경의 형성율은 하늘나리가 99.2%로 가장 높았으며, 다음이 날개하늘나리, 중나리, 하늘말나리, 털중나리, 섬말나리, 솔나리 순이었으며 말나리가 63.8%로 가장 낮았다. 소인경의 형성수는 하늘나리가 4.7개로 가장 많았으며, 다음이 솔나리, 중나리, 털중나리, 날개하늘나리, 하늘말나리, 말나리, 섬말나리 순이었으며, 섬말나리는 1.7개로 가장 적었다. 인편엽의 형성율은 하늘나리가 90.8%로 가장 높았으며, 다음이 날개하늘

나리, 털중나리, 중나리, 솔나리, 말나리, 하늘말나리, 섬말나리 순이었다.

Table 1. Effect of culture temperature on bulblet formation in microscaling of Korean native lilies in vitro.

Species	Temp. (°C)	Bulblet formation		Morphology (%)	
		%	No.	Scaly leaf	Root
<i>L. cernum</i>	15	90.0	2.9±0.2	40.7	92.6
	20	100.0	4.5±0.2	82.8	100.0
	25	93.3	3.2±0.2	96.4	96.4
	30	10.0	2.7±0.5	0.0	0.0
	Mean	73.3	3.3±0.4	55.0	72.3
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	15	96.7	3.5±0.2	63.3	96.7
	20	100.0	5.3±0.2	100.0	100.0
	25	100.0	5.1±0.2	100.0	100.0
	30	100.0	4.9±0.3	100.0	100.0
	Mean	99.2	4.7±0.4	90.8	99.2
<i>L. davuricum</i>	15	100.0	2.4±0.2	100.0	100.0
	20	100.0	3.1±0.2	100.0	100.0
	25	100.0	2.8±0.2	95.5	95.5
	30	68.2	1.0±0.2	31.8	27.3
	Mean	92.1	2.3±0.4	81.8	80.7
<i>L. distichum</i>	15	72.0	1.7±0.1	0.0	76.0
	20	87.5	2.0±0.1	12.5	100.0
	25	87.5	1.8±0.1	83.3	83.3
	30	8.0	1.5±0.4	0.0	0.0
	Mean	63.8	1.8±0.1	24.0	64.8
<i>L. hansonii</i>	15	96.7	2.1±0.1	0.0	100.0
	20	100.0	2.5±0.1	0.0	100.0
	25	100.0	2.2±0.1	0.0	100.0
	30	0.0	-	0.0	100.0
	Mean	74.2	1.7±0.5	0.0	100.0
<i>L. miquelianum</i>	15	86.7	1.7±0.1	6.7	76.7
	20	100.0	1.7±0.1	0.0	100.0
	25	93.3	2.1±0.1	6.7	83.3
	30	26.7	2.3±0.4	0.0	16.7
	Mean	76.7	2.0±0.1	3.4	69.2
<i>L. maximowitzi</i>	15	88.2	2.9±0.2	0.0	82.4
	20	100.0	2.7±0.2	86.2	100.0
	25	94.1	3.0±0.3	94.1	94.1
	30	47.1	2.6±0.2	47.1	47.1
	Mean	82.4	2.8±0.1	56.9	80.9
<i>L. amabile</i>	15	56.7	2.2±0.2	56.7	73.3
	20	86.7	2.8±0.2	86.7	90.0
	25	90.0	2.6±0.2	100.0	93.3
	30	73.3	2.5±0.2	73.3	56.7
	Mean	76.7	2.5±0.1	79.2	78.3

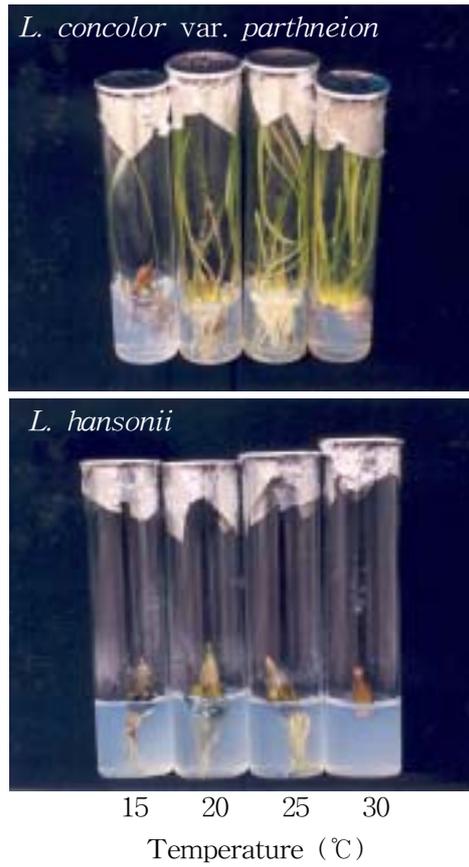


Fig. 1. Effect of culture temperature on scaly leaves formation in microscaling of Korean native lilies in vitro.

그 중 말나리, 섬말나리, 하늘말나리 등 말나리 계통에서는 0-24%로 인편엽이 거의 형성되지 않았으며, 섬말나리와 하늘말나리의 인편엽 형성율은 0% 수준이었다. 뿌리 형성율은 섬말나리가 100%로 가장 높았으며, 하늘나리, 중나리, 날개하늘나리, 털중나리, 솔나리, 하늘말나리, 말나리 순으로 낮아졌으며, 말나리는 64.8%이었다.

2) 일장의 영향

자생나리의 소인경 형성에 미치는 일장의 영향은 다음과 같다(Table 2). 소인경 형성율은 말나리 80%, 털중나리 88.3%를 제외하면 96.7-100%로 명암이나 일장과는 무관하였다. 그러나 말나리만은 암조건에서 소인경 형성율이 높았다. 소인경의 형성수는 하늘나리가 5.3개로 가장 많았으며 솔나리 3.8개, 중나리 2.9개, 날개하늘나리와 털중나리는 2.8개, 섬말나리와 하늘말나리는 2.1개, 말나리 1.9개로 종에 따른 차이가 컸다. 인편엽의 형성율은 0%인 섬말나리와 하늘말나리, 47%인 말나리를 제외한 대부분의 자생나리에서는 80-100% 수준이었다. 인편엽의 수는 일장이 길어질수록 많아지는 경향이였다(Fig. 2). 뿌리 형성율은 87-100%로 대부분의 나리에서 높은 편이었다.

Table 2. Effect of day length on bulblet formation in microscaling of Korean native lilies in vitro.

Species	Day length (hrs)	Bulblet formation		Morphology (%)	
		%	No.	Scaly leaf	Root
<i>L. cernuum</i>	0	100.0	3.2±0.2	96.7	93.3
	8	100.0	3.7±0.2	93.1	100.0
	16	100.0	4.3±0.1	83.2	97.8
	24	100.0	3.8±0.3	86.7	86.7
	Mean	100.0	3.8±0.2	89.9	94.5
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	0	100.0	5.3±0.3	100.0	100.0
	8	100.0	5.1±0.2	100.0	100.0
	16	100.0	5.3±0.2	100.0	100.0
	24	100.0	5.5±0.3	100.0	100.0
	Mean	100.0	5.3±0.1	100.0	100.0
<i>L. davuricum</i>	0	97.0	2.0±0.1	30.0	93.3
	8	100.0	2.8±0.2	100.0	100.0
	16	100.0	3.0±0.2	100.0	100.0
	24	100.0	3.2±0.2	100.0	100.0
	Mean	99.3	2.8±0.2	82.5	98.3
<i>L. distichum</i>	0	88.0	1.8±0.1	88.0	88.0
	8	84.0	1.6±0.1	52.0	100.0
	16	84.0	2.0±0.1	24.0	92.0
	24	64.0	2.1±0.1	24.0	84.0
	Mean	80.0	1.9±0.1	47.0	91.0
<i>L. hansonii</i>	0	100.0	1.5±0.1	0.0	100.0
	8	100.0	2.5±0.1	0.0	100.0
	16	100.0	2.4±0.1	0.0	100.0
	24	96.7	2.1±0.1	0.0	100.0
	Mean	99.2	2.1±0.2	0.0	100.0
<i>L. miquelianum</i>	0	93.3	2.2±0.1	0.0	90.0
	8	93.3	2.0±0.1	0.0	96.7
	16	100.0	2.2±0.1	0.0	96.7
	24	100.0	2.1±0.1	0.0	100.0
	Mean	96.7	2.1±0.0	0.0	95.9
<i>L. maximovitzi</i>	0	100.0	2.6±0.2	58.8	94.1
	8	100.0	3.6±0.3	88.2	100.0
	16	100.0	2.7±0.2	86.2	100.0
	24	100.0	2.6±0.2	94.1	94.1
	Mean	100.0	2.9±0.2	81.8	97.1
<i>L. amabile</i>	0	86.7	2.5±0.2	50.0	83.3
	8	93.3	2.3±0.2	96.7	93.3
	16	90.0	3.0±0.3	93.3	86.7
	24	83.3	3.2±0.2	93.3	83.3
	Mean	88.3	2.8±0.2	83.3	86.7

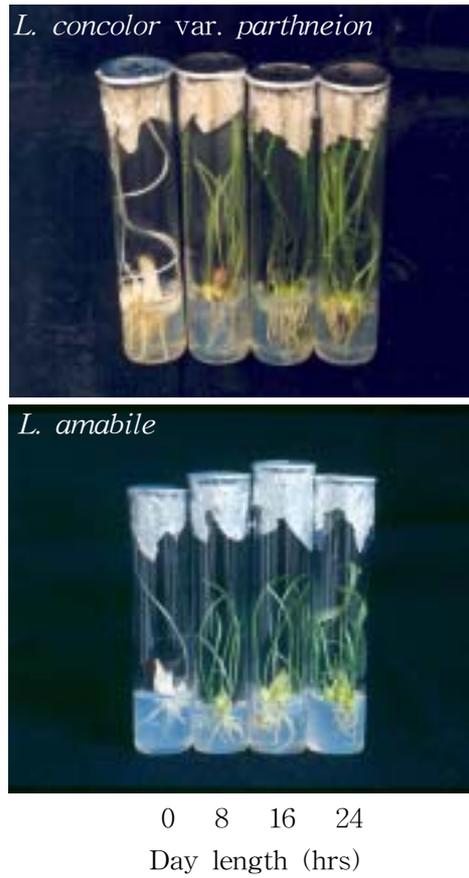


Fig. 2. Effect of day length on scaly leaves formation in microscaling of Korean native lilies in vitro.

3) Sucrose 농도의 영향

자생나리의 소인경 형성에 미치는 sucrose 농도의 영향을 살펴본 결과 (Table 3), 소인경의 형성율은 섬말나리가 99.2%로 가장 높았고, 다음이 하늘나리 98.2%, 날개하늘나리 97.8%, 솔나리 90.8%, 하늘말나리 85.0%, 중나리 84.3% 순으로 비교적 양호하였으나 말나리와 털중나리는 각각 52.2%와 30.9%로 매우 낮았다. 소인경의 형성수는 하늘나리가 4.4개로 가장 많았으며, 솔나리 3.5개, 날개하늘나리 3.1개, 중나리 2.5개, 털중나리 2.2개, 섬말나리와 하늘말나리 2.0개, 말나리 1.7개 순으로 종간의 차이가 매우 컸다. 또한 소인경의 형성수는 sucrose 농도가 증가할수록 낮아지는 경향이였다. 솔나리의 경우 sucrose의 농도가 $30\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서 $120\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 증가하면 소인경의 형성수는 4.2개에서 2.4개로 감소하여 그 경향이 가장 두드러졌다. 인편엽 형성율은 하늘나리 90.5%, 날개하늘나리 74.2%, 중나리 42.6%, 솔나리 42.2%, 털중나리 31.7%였으며 말나리 계통인 섬말나리, 하늘말나리, 말나리는 0-2.5%로 인편엽이 거의 형성되지 않았다. 뿌리 형성율은 섬말나리 98.3%, 중나리 96.2%, 날개하늘나리 95.0%, 하늘말나리 94.2%, 하늘나리 89.6%, 말나리 86.4%, 솔나리 77.2%, 털중나리 63.3% 순으로 비교적 높았다. 인편엽과 뿌리의 형성율은 소인경의 형성율과 마찬가지로 sucrose 농도가 증가할수록 감소하는 경향이였다. 인편엽의 형성이 적다는 것은 인경화가 촉진된다는 의미이므로 sucrose 고농도에서는 하늘나리를 제외하면 인편엽이 거의 형성되지 않았다(Fig. 3).

Table 3. Effect of sucrose concentration on bulblet formation in microscaling of Korean native lilies in vitro.

Species	Sucrose (g·L ⁻¹)	Bulblet formation		Morphology (%)	
		%	No.	Scaly leaf	Root
<i>L. cernuum</i>	30	100.0	4.2±0.1	83.2	97.8
	60	100.0	3.8±0.3	63.3	86.7
	90	90.0	3.4±0.3	22.2	74.1
	120	73.3	2.4±0.3	0.0	50.0
	Mean	90.8	3.5±0.3	42.2	77.2
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	30	100.0	5.3±0.2	100.0	100.0
	60	100.0	4.7±0.3	100.0	100.0
	90	92.9	3.1±0.3	96.4	92.9
	120	100.0	4.5±0.3	65.5	65.5
	Mean	98.2	4.4±0.4	90.5	89.6
<i>L. davuricum</i>	30	100.0	2.9±0.2	100.0	100.0
	60	100.0	3.2±0.2	100.0	100.0
	90	90.0	3.0±0.3	73.3	90.0
	120	93.0	3.1±0.3	23.3	90.0
	Mean	97.8	3.1±0.1	74.2	95.0
<i>L. distichum</i>	30	90.0	1.4±0.2	10.0	90.0
	60	41.4	1.8±0.1	0.0	72.4
	90	53.3	1.7±0.2	0.0	83.3
	120	24.1	1.7±0.2	0.0	100.0
	Mean	52.2	1.7±0.1	2.5	86.4
<i>L. hansonii</i>	30	100.0	2.1±0.1	0.0	100.0
	60	100.0	2.1±0.1	0.0	100.0
	90	100.0	1.8±0.1	0.0	100.0
	120	96.7	1.8±0.1	0.0	93.3
	Mean	99.2	2.0±0.1	0.0	98.3
<i>L. miquelianum</i>	30	100.0	2.0±0.1	0.0	100.0
	60	96.7	2.0±0.1	0.0	100.0
	90	80.0	1.9±0.1	0.0	80.0
	120	63.3	1.9±0.1	0.0	96.7
	Mean	85.0	2.0±0.0	0.0	94.2
<i>L. maximovitzi</i>	30	100.0	2.7±0.2	86.2	100.0
	60	93.1	2.6±0.2	62.1	100.0
	90	88.9	2.3±0.2	22.2	96.3
	120	55.2	2.4±0.2	0.0	88.5
	Mean	84.3	2.5±0.1	42.6	96.2
<i>L. amabile</i>	30	83.3	2.6±0.2	90.0	93.3
	60	26.7	2.3±0.5	23.3	60.0
	90	6.7	2.5±0.4	6.7	50.0
	120	6.7	1.5±0.4	6.7	50.0
	Mean	30.9	2.2±0.2	31.7	63.3

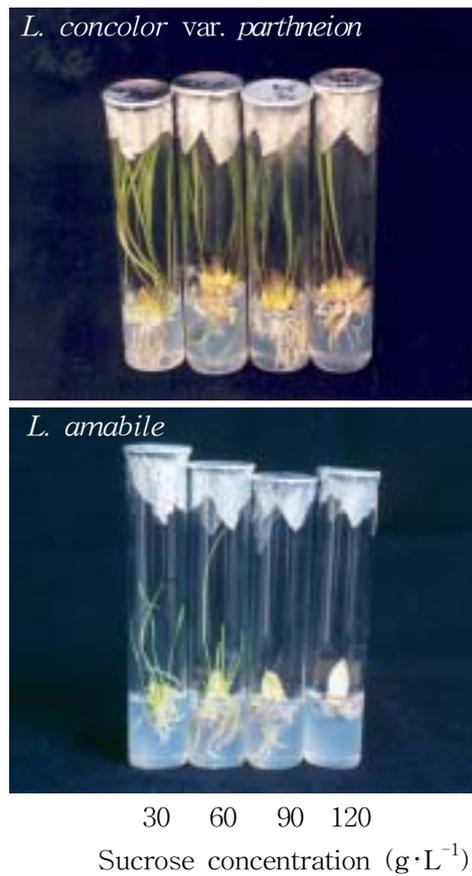


Fig. 3. Effect of sucrose concentration on scaly leaves formation in microscaling of Korean native lilies in vitro.

나. 소인경의 비대

1) 고체배양

가) 배양온도의 영향

소인경의 비대에 미치는 배양온도의 영향을 보면(Table 4, Fig. 4), 일반적으로 15℃와 30℃에서는 비대가 불량한 편이었다. 날개하늘나리와 섬말나리는 20℃에서 비대가 잘 이루어졌지만 솔나리, 하늘나리, 말나리, 하늘말나리, 중나리, 털중나리는 25℃에서 비대가 양호하였다. 한편 솔나리, 섬말나리, 하늘말나리는 온도에 민감한 편이었다. 솔나리와 섬말나리의 생존율은 30℃에서 63.3%와 50.0%로 떨어졌으며, 하늘말나리의 생체중은 15℃ 171.5mg, 25℃ 499.3mg, 30℃ 228mg으로 온도에 따른 차이가 매우 컸다. 생체중은 섬말나리가 448.5mg으로 가장 무거웠으며, 다음이 하늘나리, 하늘말나리, 말나리, 중나리, 솔나리, 털중나리 순이었으며, 날개하늘나리는 127.0mg으로 가장 가벼웠다. 일반적으로 말나리 계통 즉, 섬말나리 하늘말나리, 말나리는 구근의 크기가 큰 편이었다. 구폭은 섬말나리 11.2mm, 털중나리 7.1mm로 사이였으며, 소인경의 모양은 모두 긴 타원형이었다. 분구율은 날개하늘나리가 56.3%로 가장 높았으며 다음이 하늘나리 18.9%, 솔나리 12.9%, 털중나리 5.1%, 하늘말나리 1.8% 순이었으며, 말나리, 섬말나리, 중나리는 분구되지 않았다. 즉, 날개하늘나리는 실험재료로 사용한 나리들 가운데 구근의 크기가 가장 작으면서 분구율이 높아 비대속도가 느린 종이라고 할 수 있다. 분구수는 하늘나리가 2.2개로 가장 많았으며, 날개하늘나리 1.2개, 솔나리 1.1개, 털중나리 0.8개, 하늘말나리 0.3개였다. 인편엽 형성율은 날개하늘나리 92.1%, 하늘나리 91.9%, 털중나리 87.4%, 중나리 50.0%, 솔나리 43.4%, 말나리 33.4%, 하늘말나리 19.3%, 섬말나리 0%로 종간 차이가 컸다. 뿌리 형성율은 67.1-99.6% 범위였다.

Table 4. Effect of culture temperature on bulblet enlargement of Korean native lilies in vitro.

Species	Temp. (°C)	Survived (%)	Bulblet fresh wt. (mg)	Total fresh wt. (mg)	Diameter (mm)	Separation		Scaly leaf (%)	Root (%)
						%	No.		
<i>L. cernum</i>	15	96.7	161.9±11.6	195.3±11.1	7.0±0.2	23.7	1.0±0.0	11.9	100.0
	20	98.3	222.7±15.7	268.0±14.4	7.1±0.2	15.0	1.5±0.3	21.7	100.0
	25	100.0	249.7±15.8	278.8±14.5	7.4±0.2	10.2	1.0±0.0	40.0	100.0
	30	63.3	233.7±17.9	240.0±17.6	7.1±0.2	2.6	1.0±0.0	100.0	92.1
	Mean	89.6	217.0±16.6	245.5±16.1	7.2±0.1	12.9	1.1±0.1	43.4	98.0
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	15	100.0	311.2±15.9	345.5±11.5	8.8±0.2	11.7	1.8±0.5	71.6	98.3
	20	99.4	400.6±23.4	527.4±15.5	9.7±0.2	13.6	1.6±0.4	96.1	100.0
	25	100.0	518.3±33.2	650.8±20.1	10.5±0.2	15.0	2.6±0.6	100.0	100.0
	30	96.6	283.1±22.4	540.9±20.9	9.3±0.2	35.1	2.6±0.5	100.0	100.0
	Mean	99.0	378.3±45.9	516.2±54.8	9.6±0.3	18.9	2.2±0.2	91.9	99.6
<i>L. davuricum</i>	15	100.0	127.5±8.3	217.0±9.7	7.7±0.2	65.0	1.1±0.1	81.7	98.3
	20	98.9	140.8±8.7	230.3±10.2	7.8±0.1	50.0	1.3±0.1	91.7	99.4
	25	100.0	132.0±8.8	220.0±10.7	7.5±0.2	53.3	1.3±0.1	100.0	93.3
	30	96.7	107.6±5.1	104.0±4.6	5.5±0.1	56.7	1.0±0.0	95.0	96.7
	Mean	98.9	127.0±6.1	192.8±25.8	7.1±0.5	56.3	1.2±0.1	92.1	96.9
<i>L. distichum</i>	15	100.0	189.3±15.8	189.3±15.8	8.0±0.3	0.0	0.0	6.7	100.0
	20	100.0	318.6±19.2	318.6±19.2	9.2±0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
	25	100.0	350.7±26.7	350.7±26.7	9.3±0.2	0.0	0.0	26.7	100.0
	30	100.0	226.0±24.1	226.0±24.1	8.3±0.3	0.0	0.0	100.0	66.7
	Mean	100.0	271.2±32.9	271.2±32.9	8.7±0.3	0.0	0.0	33.4	91.7
<i>L. hansonii</i>	15	100.0	457.0±21.8	457.0±21.8	12.7±2.2	0.0	0.0	0.0	100.0
	20	98.3	546.1±22.3	546.1±22.3	11.6±0.3	0.0	0.0	0.0	96.6
	25	96.7	477.9±23.8	477.9±23.8	11.1±0.3	0.0	0.0	0.0	56.9
	30	50.0	313.0±17.0	313.0±17.0	9.2±0.2	0.0	0.0	0.0	23.3
	Mean	86.3	448.5±42.4	448.5±42.4	11.2±0.6	0.0	0.0	0.0	69.2
<i>L. miqellicum</i>	15	100.0	171.5±12.8	171.5±12.8	7.9±0.1	0.0	0.0	0.0	100.0
	20	100.0	337.9±24.1	337.9±24.1	9.7±0.3	0.0	0.0	7.1	100.0
	25	100.0	499.3±17.7	514.3±18.2	10.8±0.4	7.1	1.0±0.0	0.0	100.0
	30	100.0	228.0±23.1	228.0±23.1	9.0±0.4	0.0	0.0	70.0	40.0
	Mean	100.0	309.2±62.5	312.9±65.4	9.4±0.5	1.8	0.3±0.2	19.3	85.0
<i>L. maximowiczii</i>	15	100.0	201.3±21.9	201.3±21.9	7.4±0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
	20	100.0	250.7±17.8	250.7±17.8	7.9±0.2	0.0	0.0	0.0	100.0
	25	100.0	365.3±17.8	365.3±17.8	9.0±0.2	0.0	0.0	100.0	100.0
	30	100.0	258.7±28.8	258.7±28.8	7.6±0.3	0.0	0.0	100.0	93.3
	Mean	100.0	269.0±29.9	269.0±29.9	8.0±0.3	0.0	0.0	50.0	98.3
<i>L. amabile</i>	15	100.0	153.5±12.7	153.5±12.7	6.5±0.2	0.0	0.0	65.0	65.0
	20	100.0	190.0±21.7	190.0±21.7	6.7±0.4	0.0	0.0	95.0	55.0
	25	100.0	256.5±21.9	273.5±24.5	7.5±0.3	15.0	1.3±0.3	95.0	85.0
	30	100.0	257.4±25.8	264.2±27.8	7.5±0.3	5.3	2.0±0.0	94.7	63.2
	Mean	100.0	214.4±22.3	220.3±25.2	7.1±0.2	5.1	0.8±0.4	87.4	67.1

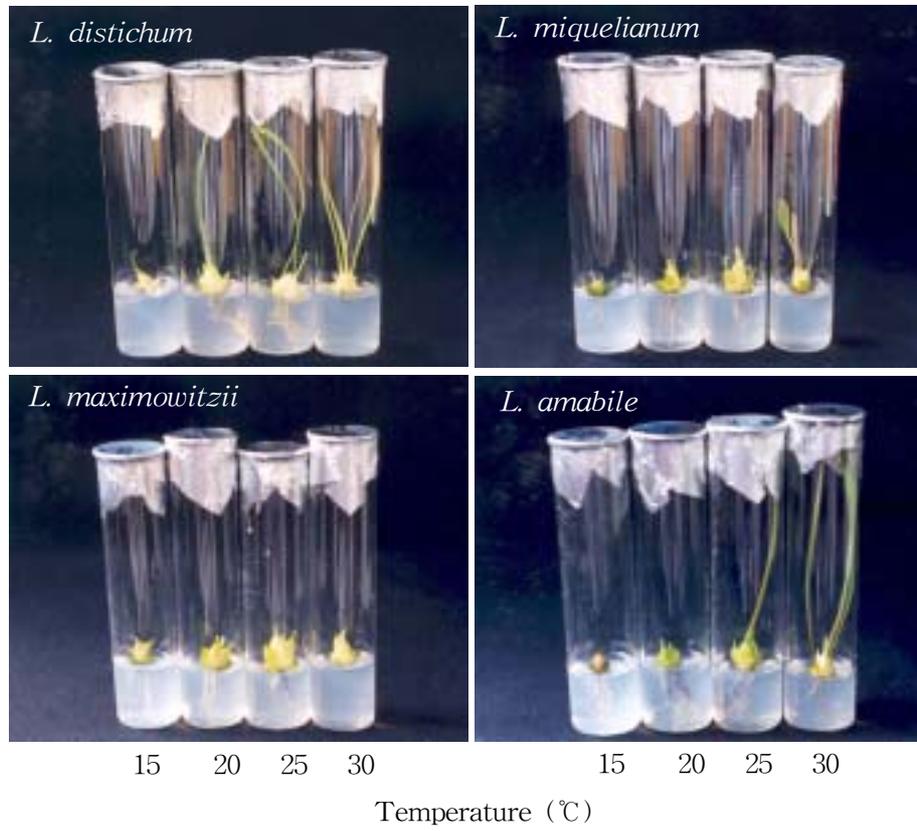


Fig. 4. Effect of culture temperature on bulblet enlargement of Korean native lilies in vitro.

나) 일장의 영향

자생나리 소인경의 비대에 미치는 일장의 영향을 보면(Table 5), 하늘나리, 날개하늘나리, 털중나리는 암조건에서 양호했으나 솔나리, 말나리, 섬말나리, 하늘말나리, 중나리 등 대부분의 나리는 일장이 증가할수록 생체중이 증가하여 24시간 일장 하에서 비대가 가장 잘 이루어졌다. 그러나 온도처리에서와 같은 큰 차이는 나타나지 않았다. 한편 모든 종에서 암배양구의 소인경은 흰색을 띄었고, 명배양구는 녹색을 띄었으며 일장이 길어질수록 소인경의 색깔은 진한 녹색을 띄었다(Fig. 5). 생존율은 97.5-100%로 매우 높았다. 생체중은 섬말나리가 500.5mg으로 가장 무거웠으며, 다음이 하늘나리, 말나리, 하늘말나리, 중나리, 털중나리, 솔나리 순이었으며, 날개하늘나리는 146.7mg으로 가장 가벼웠다. 구폭은 섬말나리 11.2mm, 하늘나리 10.3mm, 하늘말나리 9.5mm, 말나리 9.1mm, 중나리 8.2mm, 날개하늘나리 7.7mm, 털중나리 7.6mm, 솔나리 7.1mm이었다. 분구율을 보면 날개하늘나리가 40.8%로 가장 높았으며, 그 다음이 하늘나리 23.6%, 솔나리 14.2%, 털중나리 2.5%이었으며, 말나리, 섬말나리, 하늘말나리, 중나리는 분구가 되지 않았다. 분구수는 0.5-1.9개 정도였다. 인편엽 형성율은 하늘나리, 털중나리, 날개하늘나리가 83.3-93.6% 수준으로 높았으며, 솔나리, 말나리, 중나리, 섬말나리는 0-25.1%로 매우 낮았다. 뿌리 형성율은 83.0-100%로 높은 편이었다.

Table 5. Effect of day length on bulblet enlargement of Korean native lilies in vitro.

Species	Day length (hrs)	Survived (%)	Bulblet fresh wt. (mg)	Total fresh wt. (mg)	Diameter (mm)	Separation		Scaly leaf (%)	Root (%)
						%	No.		
<i>L. cernuum</i>	0	98.3	196.0±13.7	225.5±13.7	7.9±0.2	11.7	1.3±0.2	15.0	100.0
	8	98.3	179.6±11.5	217.8±11.4	6.8±0.2	16.9	1.2±0.1	30.0	98.3
	16	100.0	203.1±12.6	238.7±12.5	6.9±0.2	13.3	1.4±0.2	25.0	93.3
	24	93.3	203.7±13.3	236.4±11.3	6.8±0.2	15.0	1.3±0.3	30.5	90.0
	Mean	97.5	195.6±4.9	229.6±4.2	7.1±0.2	14.2	1.3±0.0	25.1	95.4
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	0	100.0	468.3±29.4	587.3±29.6	10.5±0.2	21.7	2.0±0.4	86.6	100.0
	8	98.3	318.9±22.9	552.0±14.5	10.2±0.2	37.3	2.2±0.3	93.2	100.0
	16	99.4	400.6±23.4	527.4±15.5	9.7±0.2	13.6	1.6±0.4	96.1	100.0
	24	100.0	446.5±29.0	616.8±17.5	10.9±0.2	21.7	1.8±0.3	98.3	100.0
	Mean	99.4	408.6±28.6	570.9±17.0	10.3±0.2	23.6	1.9±0.1	93.6	100.0
<i>L. davuricum</i>	0	100.0	179.7±9.8	212.8±11.0	7.9±0.2	16.7	1.1±0.1	53.3	98.3
	8	98.3	137.4±9.4	214.2±12.5	7.7±0.2	43.3	1.4±0.2	100.0	100.0
	16	98.9	140.8±8.7	230.3±10.2	7.8±0.1	50.0	1.3±0.1	91.7	99.4
	24	100.0	128.8±8.8	212.0±12.5	7.5±0.2	53.3	1.3±0.1	88.3	96.7
	Mean	99.3	146.7±9.8	217.3±3.8	7.7±0.1	40.8	1.3±0.1	83.3	98.6
<i>L. distichum</i>	0	100.0	308.7±27.4	308.7±27.4	9.3±0.4	0.0	0.0	26.7	100.0
	8	100.0	273.3±23.5	273.3±23.5	9.3±0.3	0.0	0.0	6.7	100.0
	16	100.0	260.7±17.7	260.7±17.7	8.9±0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
	24	100.0	312.7±15.4	312.7±15.4	8.9±0.2	0.0	0.0	0.0	100.0
	Mean	100.0	288.9±11.2	288.9±11.2	9.1±0.1	0.0	0.0	8.4	100.0
<i>L. hansonii</i>	0	100.0	413.2±19.5	413.2±19.5	10.4±0.3	0.0	0.0	0.0	96.7
	8	98.3	524.5±24.3	524.5±24.3	10.9±0.2	0.0	0.0	0.0	100.0
	16	100.0	528.8±23.2	528.8±23.2	11.6±0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
	24	96.7	535.3±25.6	535.3±25.6	11.7±0.2	0.0	0.0	0.0	100.0
	Mean	98.8	500.5±25.3	500.5±25.3	11.2±0.3	0.0	0.0	0.0	99.2
<i>L. miquelianum</i>	0	100.0	266.5±16.6	266.5±16.6	9.2±0.3	0.0	0.0	15.0	100.0
	8	100.0	301.8±23.6	301.8±23.6	9.4±0.3	0.0	0.0	9.1	100.0
	16	100.0	261.0±26.0	261.0±26.0	9.3±0.5	0.0	0.0	0.0	100.0
	24	100.0	317.1±19.7	317.1±19.7	9.9±0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
	Mean	100.0	286.6±11.8	286.6±11.8	9.5±0.1	0.0	0.0	6.0	100.0
<i>L. maximutzii</i>	0	100.0	234.0±16.4	234.0±16.4	7.4±0.2	0.0	0.0	0.0	100.0
	8	100.0	273.3±25.3	273.3±25.3	8.5±0.2	0.0	0.0	0.0	100.0
	16	100.0	287.3±25.8	287.3±25.8	8.5±0.3	0.0	0.0	6.7	100.0
	24	100.0	313.3±22.4	313.3±22.4	8.3±0.2	0.0	0.0	0.0	100.0
	Mean	100.0	270.1±14.3	270.1±14.3	8.2±0.2	0.0	0.0	1.7	100.0
<i>L. arabile</i>	0	100.0	334.0±23.6	338.5±22.7	7.8±0.2	5.0	1.0±0.0	50.0	100.0
	8	100.0	201.6±18.4	201.6±18.4	7.1±0.3	0.0	0.0	84.2	84.2
	16	100.0	236.1±14.0	236.1±14.0	7.6±0.3	0.0	0.0	100.0	77.8
	24	100.0	255.0±19.5	255.5±19.5	7.9±0.2	5.0	1.0±0.0	100.0	70.0
	Mean	100.0	256.7±24.3	257.9±25.2	7.6±0.2	2.5	0.5±0.3	83.6	83.0

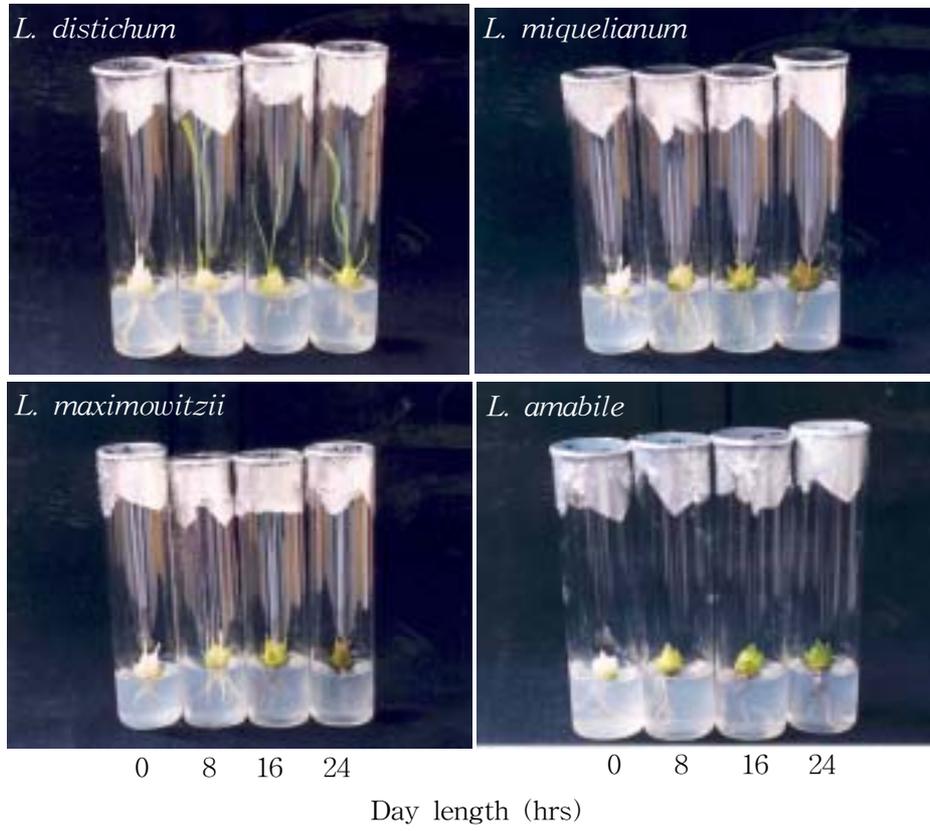


Fig. 5. Effect of day length on bulblet enlargement of Korean native lilies in vitro.

다) Sucrose 농도의 영향

자생나리 소인경의 비대에 미치는 sucrose 농도의 영향을 보면(Table 6) sucrose 농도가 증가할수록 생체중이 증가하여 $120\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 첨가구에서 소인경의 비대가 양호한 편이었다. 그러나 솔나리, 하늘말나리, 털중나리는 $60\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 날개하늘나리는 $90\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 첨가구에서 양호하였다. 소인경의 비대를 위한 sucrose 농도는 종별로 다양해 기내 배양시에는 종에 따른 배지 조성의 고려가 반드시 필요할 것으로 생각되었다. 생존율은 95.4-100%로 비교적 높은 편이었으며 생체중은 섬말나리가 544.5mg 으로 가장 무거웠으며, 그 다음이 하늘말나리, 말나리, 하늘나리, 중나리, 털중나리, 솔나리 순이었으며, 날개하늘나리는 119.2mg 으로 가장 가벼워, 중간 비대능력의 차이가 컸다. 구폭은 7.4-11.4mm 정도로 생체중과 같은 큰 차이는 나타나지 않았다. 분구율은 날개하늘나리가 61.3%로 가장 높았으며, 하늘나리 23.4%, 털중나리 14.0%, 솔나리 12.8%, 말나리 1.7%이었으며, 섬말나리, 하늘말나리, 중나리는 분구가 되지 않았다. 날개하늘나리를 제외한 대부분의 나리는 sucrose 농도가 높아짐에 따라 분구율이 낮거나 되지 않는 경향이였다. 분구수는 0.3-1.9개 정도이였다(Fig. 6). 인편엽 형성율은 털중나리가 98.8%로 가장 높았으며, 다음이 하늘나리, 날개하늘나리, 솔나리, 말나리, 중나리, 하늘말나리, 섬말나리 순이었다. 인편엽 형성율도 sucrose 농도가 증가할수록 낮아졌다(Fig. 6). 이는 계대배양시의 인편엽 제거작업을 생략할 수 있어 이식작업의 편리성 면에서 유리할 것으로 판단되었다. 뿌리 형성율은 91.3-100%로 높은 경향이였다.

Table 6. Effect of sucrose concentration length on bulblet enlargement of Korean native lilies in vitro.

Species	Sucrose (g·L ⁻¹)	Survived (%)	Bulblet fresh wt. (mg)	Total fresh wt. (mg)	Diameter (mm)	Separation		Scaly leaf (%)	Root (%)
						%	No.		
<i>L. cernuum</i>	30	96.7	203.4±12.9	267.2±14.3	7.8±0.2	15.3	1.4±0.3	91.5	98.3
	60	91.7	243.8±15.1	279.3±15.1	8.1±0.2	13.8	1.3±0.2	67.2	96.7
	90	95.0	235.6±15.7	272.8±15.1	7.7±0.2	17.2	1.1±0.1	34.5	91.7
	120	98.3	198.7±13.4	205.4±13.1	7.3±0.2	5.0	1.0±0.0	31.7	91.7
	Mean	95.4	220.4±9.8	256.2±14.8	7.7±0.1	12.8	1.2±0.1	56.2	94.6
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	30	100.0	162.3±11.3	281.6±11.5	8.2±0.2	35.0	1.7±0.2	100.0	100.0
	60	100.0	249.7±17.2	464.7±14.4	9.3±0.2	40.0	2.4±0.3	100.0	100.0
	90	99.4	400.6±23.4	527.4±15.5	9.7±0.2	13.6	1.6±0.4	96.1	100.0
	120	100.0	517.1±26.9	586.0±19.0	10.1±0.2	6.7	2.0±0.4	93.3	100.0
	Mean	99.9	332.4±68.3	464.9±57.1	9.3±0.4	23.8	1.9±0.2	97.4	100.0
<i>L. davuricum</i>	30	100.0	98.4±5.1	200.2±9.3	7.1±0.2	86.7	1.3±0.1	100.0	100.0
	60	98.3	111.4±6.4	201.2±7.4	7.6±0.1	71.7	1.2±0.1	100.0	100.0
	90	98.9	140.8±8.7	230.3±10.2	7.8±0.1	50.0	1.3±0.1	91.7	99.4
	120	100.0	126.3±8.9	185.5±10.0	7.0±0.1	36.7	1.3±0.1	81.7	93.3
	Mean	99.3	119.2±7.9	204.3±8.1	7.4±0.2	61.3	1.3±0.0	93.4	98.2
<i>L. distichum</i>	30	100.0	286.0±15.5	286.0±15.5	9.4±0.2	0.0	0.0	100.0	100.0
	60	100.0	344.0±21.5	344.0±21.5	9.5±0.3	0.0	0.0	20.0	100.0
	90	100.0	334.0±28.9	336.0±28.2	9.3±0.4	6.7	1.0±0.0	0.0	100.0
	120	100.0	385.3±28.8	385.3±28.8	9.2±0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
	Mean	100.0	337.3±17.7	337.8±17.6	9.4±0.1	1.7	0.3±0.2	30.0	100.0
<i>L. hansonii</i>	30	96.7	454.5±25.3	454.5±25.3	10.5±0.3	0.0	0.0	20.7	93.1
	60	100.0	561.5±26.9	561.5±26.9	11.6±0.2	0.0	0.0	13.3	96.7
	90	98.3	579.0±31.1	579.0±31.1	11.6±0.2	0.0	0.0	1.7	96.7
	120	100.0	582.8±24.7	582.8±24.7	11.7±0.2	0.0	0.0	1.7	91.7
	Mean	98.8	544.5±26.3	544.5±26.3	11.4±0.2	0.0	0.0	9.4	94.6
<i>L. miquelium</i>	30	100.0	336.9±19.5	336.9±19.5	9.8±0.3	0.0	0.0	50.0	100.0
	60	100.0	405.6±22.5	405.6±22.5	11.4±0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
	90	100.0	377.5±17.9	377.5±17.9	10.3±0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
	120	100.0	334.0±30.4	334.0±30.4	9.5±0.4	0.0	0.0	0.0	100.0
	Mean	100.0	363.5±14.9	363.5±14.9	10.3±0.4	0.0	0.0	12.5	100.0
<i>L. maximutzii</i>	30	100.0	286.0±17.4	286.0±17.4	8.1±0.3	0.0	0.0	80.0	100.0
	60	100.0	332.0±21.0	332.0±21.0	8.4±0.3	0.0	0.0	26.7	100.0
	90	100.0	318.0±25.5	318.0±25.5	8.3±0.4	0.0	0.0	0.0	100.0
	120	100.0	350.7±22.2	350.7±22.2	8.3±0.2	0.0	0.0	6.7	100.0
	Mean	100.0	321.7±11.8	321.7±11.8	8.3±0.1	0.0	0.0	28.4	100.0
<i>L. amabile</i>	30	100.0	295.5±16.1	302.5±18.1	8.6±0.3	15.0	1.0±0.0	100.0	95.0
	60	100.0	312.6±16.4	320.0±18.4	8.7±0.2	15.8	1.0±0.0	100.0	100.0
	90	100.0	197.5±19.7	201.5±19.8	7.4±0.3	10.0	1.0±0.0	100.0	75.0
	120	100.0	247.5±12.8	259.0±15.2	8.3±0.3	15.0	1.0±0.0	95.0	95.0
	Mean	100.0	263.3±22.4	270.8±22.9	8.3±0.3	14.0	1.0±0.0	98.8	91.3

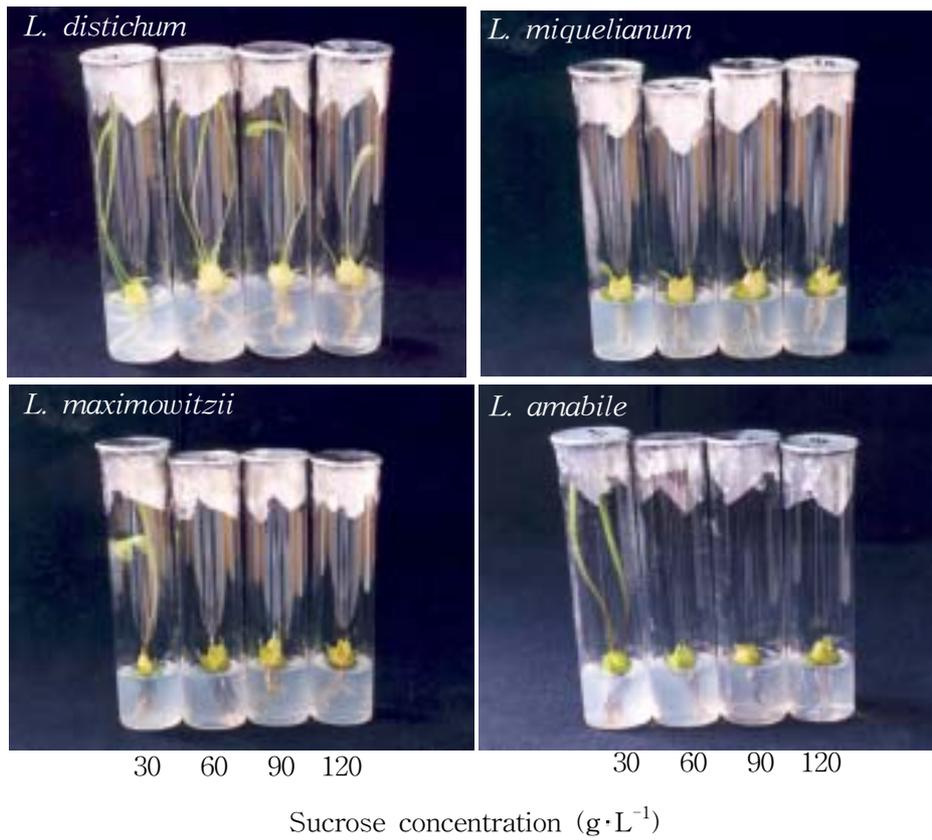


Fig. 6. Effect of sucrose concentration on the bulblet number and scaly leaves formation of Korean native lilies in vitro.

2) 액체정치배양

가) MS염 농도의 영향

액체정치배양시 소인경 비대에 미치는 MS염 농도의 영향을 살펴본 결과(Table 7), 생체중은 모든 나라에서 MS염의 농도가 증가할수록 생체중이 증가하여 MS 1배일 때 생체중이 가장 양호하였다. 대부분의 나리는 모든 처리구에서 고체배지보다 비대정도가 양호하였다. 생존율은 89.8%인 섬말나리를 제외한 거의 모든 종에서 100%에 가까운 생존율을 나타내었다. 생체중은 하늘나리가 1147.7mg으로 가장 무거웠으며, 다음이 섬말나리, 하늘마나리, 털중나리, 날개하늘나리, 중나리 727.3mg 순이었다(Fig. 7). 구폭은 하늘말나리가 14.6mm로 가장 컸으며, 다음이 섬말나리, 하늘나리, 중나리, 털중나리, 날개하늘나리 10.6mm로 종마다 구의 형태가 다를 수 있었다. 분구율은 가장 높은 날개하늘나리 28.8%를 제외하고는 대부분의 종에서 0-2.1%로 매우 낮아 액체정치배양시에는 분구가 되지 않는 경향이였다. 분구수 또한 날개하늘나리 1.5개를 제외하면 0.2-0.4개로 매우 낮았다. 인편엽 형성율은 하늘나리가 84.1%로 가장 높았으며, 다음이 날개하늘나리 63.2%, 하늘말나리 45.6%, 중나리 36.8%, 털중나리 36.4%, 섬말나리 6.9% 순이었다. 뿌리형성율은 대체로 높아 가장 낮은 털중나리 40.5%를 제외하고는 76-100% 수준이었다. 고체배지는 agar와 같은 고가의 배지 응고제를 필요로 하고, 치상작업이 불편하다는 등의 단점이 있다. 또 기존의 액체배양은 주로 진탕배양을 통해 이루어졌으며, 이를 위해서는 고가의 shaking incubator가 필요하다는 단점이 있다. 그러나 본 실험에서는 액체정치배양을 통해 고체배지보다 비대가 양호한 자생나리 소인경의 생산이 가능하였으며, 이는 조직배양구 대량생산의 효율을 매우 높인 것이라 할 수 있다. 한편 대부분의 나리는 MS염의 농도가 낮아질수록 소인경이 붉은 색을 띄었다.

Table 7. Effect of the MS salt concentration of medium on the bulblet enlargement in liquid stationary culture of Korean native lilies in vitro.

Species	MS strength	Survived (%)	Bulblet fresh wt. (mg)	Total fresh wt. (mg)	Diameter (mm)	Separation		Scaly leaf (%)	Root (%)
						%	No.		
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	Control ^z	100.0	778.5±48.0	796.5±56.2	11.5±0.4	5.0	1.0±0.0	80.0	100.0
	1/8	100.0	1148.5±57.3	1148.5±57.3	11.8±0.3	0.0	0.0	80.0	95.0
	1/4	100.0	1225.9±96.0	1225.9±96.0	12.6±0.4	0.0	0.0	70.6	100.0
	1/2	100.0	1197.0±56.5	1197.0±56.5	14.6±0.4	0.0	0.0	95.0	90.0
	1	100.0	1388.5±106.0	1388.5±106.0	14.7±0.4	0.0	0.0	95.0	100.0
	Mean	100.0	1147.7±90.1	1151.3±87.1	13.0±0.6	1.0	0.2±0.2	84.1	97.0
<i>L. davuricum</i>	Control	100.0	774.4±37.0	838.4±36.0	11.7±0.3	40.0	1.5±0.2	40.0	92.0
	1/8	100.0	557.2±37.8	588.8±39.6	9.5±0.3	28.0	1.3±0.2	40.0	60.0
	1/4	100.0	660.0±58.0	671.2±60.3	10.3±0.4	12.0	1.0±0.0	64.0	72.0
	1/2	100.0	705.2±57.5	770.0±67.1	11.0±0.4	36.0	1.2±0.1	72.0	76.0
	1	100.0	881.2±68.3	986.0±81.2	12.1±0.4	28.0	2.3±0.4	100.0	80.0
	Mean	100.0	715.6±48.7	770.9±61.3	10.9±0.4	28.8	1.5±0.2	63.2	76.0
<i>L. hansonii</i>	Control	100.0	868.8±46.9	878.8±49.7	11.3±0.3	4.0	1.0±0.0	0.0	100.0
	1/8	60.0	1164.0±61.6	1164.0±61.6	13.2±0.3	0.0	0.0	24.0	92.0
	1/4	88.8	1108.2±57.0	1108.2±57.0	13.2±0.2	0.0	0.0	4.0	100.0
	1/2	100.0	1234.8±54.7	1234.8±54.7	14.0±0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
	1	100.0	1316.7±64.8	1316.7±64.8	14.7±0.3	0.0	0.0	6.7	100.0
	Mean	89.8	1138.5±67.9	1140.5±66.3	13.3±0.5	0.8	0.2±0.2	6.9	98.4
<i>L. miquelionum</i>	Control	100.0	707.2±37.3	707.2±37.3	14.3±0.5	0.0	0.0	0.0	100.0
	1/8	96.0	805.4±34.6	805.4±34.6	12.5±0.3	0.0	0.0	44.0	100.0
	1/4	100.0	862.4±37.7	862.4±37.7	13.9±0.3	0.0	0.0	40.0	100.0
	1/2	100.0	1010.4±46.6	1025.2±42.1	15.4±0.4	4.0	1.0±0.0	64.0	100.0
	1	100.0	1164.4±56.3	1164.4±56.3	16.9±0.6	0.0	0.0	80.0	100.0
	Mean	99.2	910.0±71.9	912.9±72.7	14.6±0.7	0.8	0.2±0.2	45.6	100.0
<i>L. maximutzii</i>	Control	100.0	656.8±31.9	656.8±31.9	11.6±0.2	0.0	0.0	0.0	100.0
	1/8	100.0	688.4±35.3	688.4±35.3	11.4±0.2	0.0	0.0	28.0	100.0
	1/4	100.0	701.2±31.5	701.2±31.5	11.5±0.2	0.0	0.0	40.0	100.0
	1/2	100.0	730.8±44.2	730.8±44.2	11.2±0.2	0.0	0.0	56.0	92.0
	1	100.0	859.2±52.2	859.2±52.2	12.4±0.3	0.0	0.0	60.0	100.0
	Mean	100.0	727.3±31.4	727.3±31.4	11.6±0.2	0.0	0.0	36.8	98.4
<i>L. amabile</i>	Control	100.0	800.0±76.2	800.0±76.2	11.5±0.4	0.0	0.0	30.0	80.0
	1/8	100.0	710.0±43.7	710.0±43.7	11.0±0.3	0.0	0.0	6.7	6.7
	1/4	100.0	792.7±53.9	798.7±52.5	11.3±0.4	6.7	1.0±0.0	46.7	40.0
	1/2	100.0	676.7±49.0	676.7±49.0	11.1±0.3	0.0	0.0	46.7	20.0
	1	100.0	1044.8±57.1	1047.2±57.1	13.2±0.3	4.0	1.0±0.0	52.0	56.0
	Mean	100.0	804.8±57.7	806.5±58.0	11.6±0.4	2.1	0.4±0.2	36.4	40.5

^zControl shows that is one fold in solidified medium.

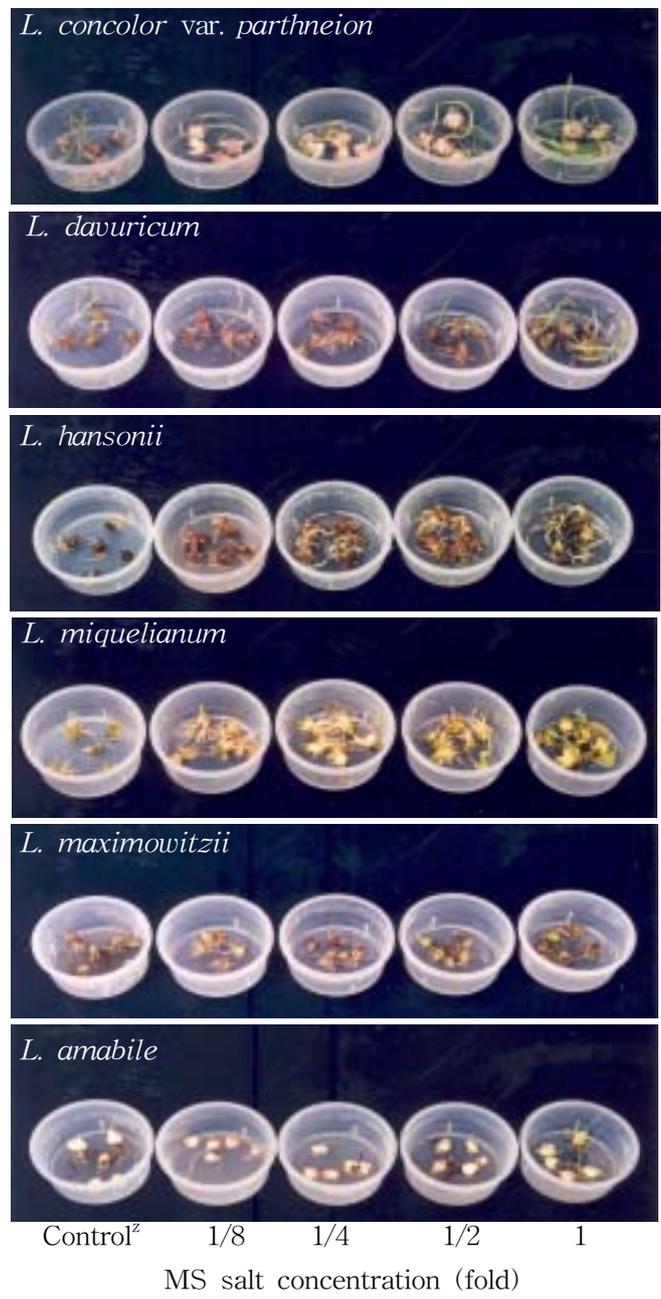


Fig. 7. Effect of the MS salt concentration of medium on the bulblet enlargement in liquid stationary culture of Korean native lilies in vitro. ^zControl shows that is one fold in solidified medium.

나) 배지 부피의 영향

액체정지배양시 250mL 용기에 주입하는 배지의 부피가 소인경의 비대에 미치는 영향을 살펴 본 결과(Table 8, Fig. 8), 배지 부피가 증가할수록 생존율은 낮아지는 경향으로 하늘나리 50mL를 예외로 하면 날개하늘나리, 섬말나리, 하늘말나리, 중나리, 털중나리는 30mL에서 가장 양호하였다. 생존율은 날개하늘나리, 중나리, 털중나리가 97.3-100%로 높았고, 하늘나리, 섬말나리, 하늘말나리는 40.0-58.7%로 낮았다. 생체중은 하늘나리가 1256.6mg으로 가장 무거웠으며, 하늘말나리 1068.2mg, 섬말나리 1040.8mg, 털중나리 687.2mg, 중나리 666.8mg, 날개하늘나리 588.8mg 순이었다. 고체배양과 비교했을 때 종에 따라 2-5배 정도 소인경의 비대가 촉진되었다. 분구율은 날개하늘나리가 12.0%로 가장 높았으며 하늘나리 2.2%, 털중나리 2.1%, 섬말나리, 하늘말나리, 중나리 0%로 고체배양에 비해 매우 낮은 편이었다. 분구수는 0.3-1.2개 정도였다. 인편엽 형성율은 하늘나리가 91.7%로 가장 높았으며, 다음이 하늘말나리, 중나리, 날개하늘나리, 털중나리 순이었으며 섬말나리가 3.4%로 가장 낮았다. 뿌리 형성율은 섬말나리, 중나리, 하늘말나리, 하늘나리는 91.1-100%로 높았으나 날개하늘나리와 털중나리는 21.9-38.4%로 낮았다.

Table 8. Effect of the volume of medium on the bulblet enlargement in liquid stationary culture of Korean native lilies in vitro.

Species	Volume (mL/20mL container)	Survived (%)	Bulblet fresh wt. (mg)	Total fresh wt. (mg)	Diameter (mm)	Separation		Scaly leaf (%)	Root (%)
						%	No.		
<i>L. concolor</i> var. <i>parthenon</i>	10	100.0	752.7±77.4	752.7±77.4	10.9±0.5	0.0	0.0	86.7	86.7
	30	100.0	1388.5±106.0	1388.5±106.0	14.7±0.4	0.0	0.0	95.0	100.0
	50	93.3	1628.6±154.2	1658.6±162.5	16.1±0.7	6.7	1.0±0.0	93.3	86.7
	70	0.0	-	-	-	-	-	-	-
	90	0.0	-	-	-	-	-	-	-
	Mean	58.7	1256.6±213.4	1266.6±219.2	13.9±1.3	2.2	0.3±0.3	91.7	91.1
<i>L. davuricum</i>	10	100.0	440.8±27.5	470.4±30.6	9.0±0.3	16.0	1.0±0.0	96.0	76.0
	30	100.0	881.2±68.3	986.0±81.2	12.1±0.4	28.0	2.3±0.4	100.0	80.0
	50	100.0	673.6±111.3	798.1±140.2	10.7±0.6	16.0	2.5±0.6	32.0	36.0
	70	100.0	353.6±22.6	353.6±22.6	8.6±0.2	0.0	0.0	12.0	0.0
	90	100.0	336.0±21.2	336.0±21.2	8.5±0.2	0.0	0.0	15.0	0.0
	Mean	100.0	537.0±93.9	588.8±115.7	9.8±0.6	12.0	1.2±0.5	51.0	38.4
<i>L. hansonii</i>	10	100.0	764.8±45.4	764.8±45.4	11.6±0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
	30	100.0	1316.7±64.8	1316.7±64.8	14.7±0.3	0.0	0.0	6.7	100.0
	50	0.0	-	-	-	-	-	-	-
	70	0.0	-	-	-	-	-	-	-
	90	0.0	-	-	-	-	-	-	-
	Mean	40.0	1040.8±195.1	1040.8±195.1	13.2±1.1	0.0	0.0	3.4	100.0
<i>L. miqelianum</i>	10	100.0	634.4±31.0	634.4±31.0	12.1±0.4	0.0	0.0	32.0	100.0
	30	100.0	1164.4±56.3	1164.4±56.3	16.9±0.6	0.0	0.0	80.0	100.0
	50	68.0	1405.9±94.7	1405.9±94.7	16.6±0.5	0.0	0.0	92.0	76.0
	70	0.0	-	-	-	-	-	-	-
	90	0.0	-	-	-	-	-	-	-
	Mean	53.6	1068.2±186.0	1068.2±186.0	15.2±1.3	0.0	0.0	68.0	92.0
<i>L. maximuitzii</i>	10	100.0	646.8±32.5	646.8±32.5	11.0±0.3	0.0	0.0	4.0	100.0
	30	100.0	859.2±52.2	859.2±52.2	12.4±0.3	0.0	0.0	60.0	100.0
	50	100.0	646.8±35.3	646.8±35.3	11.0±0.3	0.0	0.0	80.0	80.0
	70	100.0	612.5±44.5	612.5±44.5	11.1±0.3	0.0	0.0	90.0	90.0
	90	100.0	568.7±41.7	568.7±41.7	10.7±0.3	0.0	0.0	66.7	100.0
	Mean	100.0	666.8±44.9	666.8±44.9	11.2±0.3	0.0	0.0	60.1	94.0
<i>L. arabile</i>	10	100.0	655.8±55.9	658.3±56.2	11.2±0.6	6.7	1.0±0.0	53.3	40.0
	30	100.0	1044.8±57.1	1047.2±57.1	13.2±0.3	4.0	1.0±0.0	52.0	56.0
	50	100.0	750.8±130.4	750.8±130.4	11.9±0.7	0.0	0.0	33.3	13.3
	70	100.0	506.7±43.3	506.7±43.3	9.8±0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	90	86.7	473.1±39.8	473.1±39.8	10.3±0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Mean	97.3	686.2±91.9	687.2±92.3	11.3±0.5	2.1	0.4±0.2	27.7	21.9

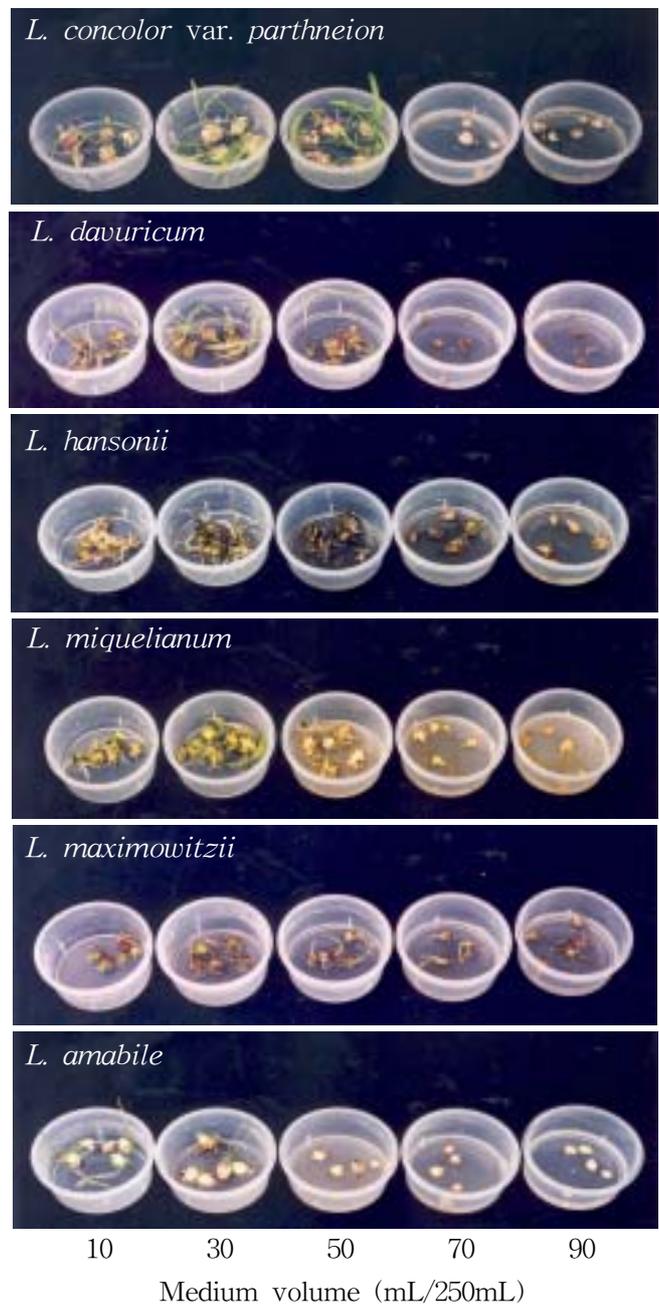


Fig. 8. Effect of the volume of medium on the bulblet enlargement and survivals in liquid stationary culture of Korean native lilies in vitro.

다) Sucrose의 농도의 영향

액체정치배양시 sucrose의 농도가 소인경의 비대에 미치는 영향을 살펴 본 결과(Table 9), 생존율은 모든 나라에서 100%이었다. Sucrose의 농도는 $60\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서 비대가 양호한 날개하늘나리와 중나리를 제외한 모든 나라에서 sucrose 농도가 증가할수록 비대가 양호해져 sucrose $90\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서 생체중이 가장 무거웠다. 생체중은 섬말나리가 1346.2mg 로 가장 무거웠으며, 다음이 하늘나리, 하늘말나리, 털중나리, 날개하늘나리, 중나리 순으로 종에 따른 비대정도의 순서는 고체배양시와 거의 같은 경향이었다. 구폭은 하늘말나리가 16.2mm 로 가장 컸으며 다음이 섬말나리, 하늘나리, 털중나리 순으로 날개하늘나리와 중나리가 11.8mm 로 가장 적었다. 분구율은 날개하늘나리 49.6%를 제외하고는 0-3.7% 수준으로 매우 낮은 편이었으며, 분구수는 0.2-1.9개 수준이었다. 인편엽 형성율은 하늘나리가 95.0%로 가장 높았고, 섬말나리가 4.1%로 가장 낮았으며 sucrose 농도가 낮을수록 인편엽의 수가 많은 경향이었다(Fig. 9). 한편 고체배양시 인편엽 형성율이 낮았던 말나리계통의 하늘말나리는 70.4%의 높은 인편엽 형성율을 나타내었다. 뿌리 형성율은 97.6-100%로 비교적 높은 편이었으나 털중나리의 경우는 59.2%로 낮은 편이었다.

Table 9. Effect of the sucrose concentration on the bulblet enlargement in liquid stationary culture of Korean native lilies in vitro.

Species	Sucrose (g·L ⁻¹)	Survival (%)	Bulblet fresh wt. (mg)	Total fresh wt. (mg)	Diameter (mm)	Separation		Scaly leaf (%)	Root (%)
						%	No.		
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	Control ^z	100	778.5±48.0	796.5±56.2	11.5±0.4	5.0	1.0±0.0	80.0	100.0
	30	100	1033.3±90.4	1033.3±90.4	13.6±0.5	0.0	0.0	100.0	100.0
	45	100	1354.0±49.0	1359.3±49.2	14.3±0.4	6.7	1.0±0.0	100.0	100.0
	60	100	1388.5±106.0	1388.5±106.0	14.7±0.4	0.0	0.0	95.0	100.0
	90	100	1524.7±114.0	1536.0±115.1	15.4±0.4	6.7	1.0±0.0	100.0	100.0
	Mean	100	1227.8±118.3	1234.7±117.0	13.9±0.6	3.7	0.6±0.2	95.0	100.0
<i>L. davuricum</i>	Control	100	774.4±37.0	838.4±36.0	11.7±0.3	40.0	1.5±0.2	40.0	92.0
	30	100	728.4±31.1	877.2±44.1	11.8±0.4	84.0	1.9±0.3	100.0	96.0
	45	100	852.8±39.9	990.4±49.0	12.0±0.3	68.0	2.1±0.3	100.0	76.0
	60	100	881.2±68.3	986.0±81.2	12.1±0.4	28.0	2.3±0.4	100.0	80.0
	90	100	843.2±87.9	982.0±127.8	11.6±0.5	28.0	1.9±0.4	48.0	60.0
	Mean	100	816.0±25.1	934.8±28.7	11.8±0.1	49.6	1.9±0.1	77.6	80.8
<i>L. hansonii</i>	Control	100	888.8±46.9	878.8±49.7	11.3±0.3	4.0	1.0±0.0	0.0	100.0
	30	100	1292.0±77.0	1292.0±77.0	14.4±0.4	0.0	0.0	10.0	100.0
	45	100	1384.4±58.6	1384.4±58.6	15.2±0.3	0.0	0.0	0.0	100.0
	60	100	1316.7±64.8	1316.7±64.8	14.7±0.3	0.0	0.0	6.7	100.0
	90	100	1899.2±77.2	1899.2±77.2	15.7±0.3	0.0	0.0	4.0	100.0
	Mean	100	1346.2±142.4	1348.2±141.0	14.3±0.7	0.8	0.2±0.2	4.1	100.0
<i>L. miquelionum</i>	Control	100	707.2±37.3	707.2±37.3	14.3±0.5	0.0	0.0	0.0	100.0
	30	100	1054.8±40.6	1054.8±40.6	16.0±0.5	0.0	0.0	100.0	100.0
	45	100	1245.7±61.8	1245.7±61.8	16.5±0.5	0.0	0.0	100.0	100.0
	60	100	1164.4±56.3	1164.4±56.3	16.9±0.6	0.0	0.0	80.0	100.0
	90	100	1419.6±65.8	1419.6±65.8	17.3±0.4	0.0	0.0	72.0	96.0
	Mean	100	1118.3±106.2	1118.3±106.2	16.2±0.5	0.0	0.0	70.4	99.2
<i>L. maximowiczii</i>	Control	100	656.8±31.9	656.8±31.9	11.6±0.2	0.0	0.0	0.0	100.0
	30	100	778.8±40.4	778.8±40.4	11.4±0.3	0.0	0.0	68.0	100.0
	45	100	802.4±38.9	802.4±38.9	12.0±0.3	0.0	0.0	60.0	100.0
	60	100	859.2±52.2	859.2±52.2	12.4±0.3	0.0	0.0	60.0	100.0
	90	100	831.6±58.1	831.6±58.1	11.5±0.3	0.0	0.0	52.0	88.0
	Mean	100	785.8±31.3	785.8±31.3	11.8±0.2	0.0	0.0	48.0	97.6
<i>L. amabile</i>	Control	100	800.0±76.2	800.0±76.2	11.5±0.4	0.0	0.0	30.0	80.0
	30	100	808.2±61.7	808.8±61.5	12.3±0.6	5.0	1.0±0.0	45.0	40.0
	45	100	966.0±78.9	968.5±79.1	12.1±0.5	5.0	1.0±0.0	90.0	90.0
	60	100	1044.8±57.1	1047.2±57.1	13.2±0.3	4.0	1.0±0.0	52.0	56.0
	90	100	1056.5±99.2	1056.5±99.2	12.8±0.5	0.0	0.0	25.0	30.0
	Mean	100	935.1±49.8	936.2±50.0	12.4±0.3	2.8	0.6±0.2	48.4	59.2

^zControl shows that is one fold in solidified medium.

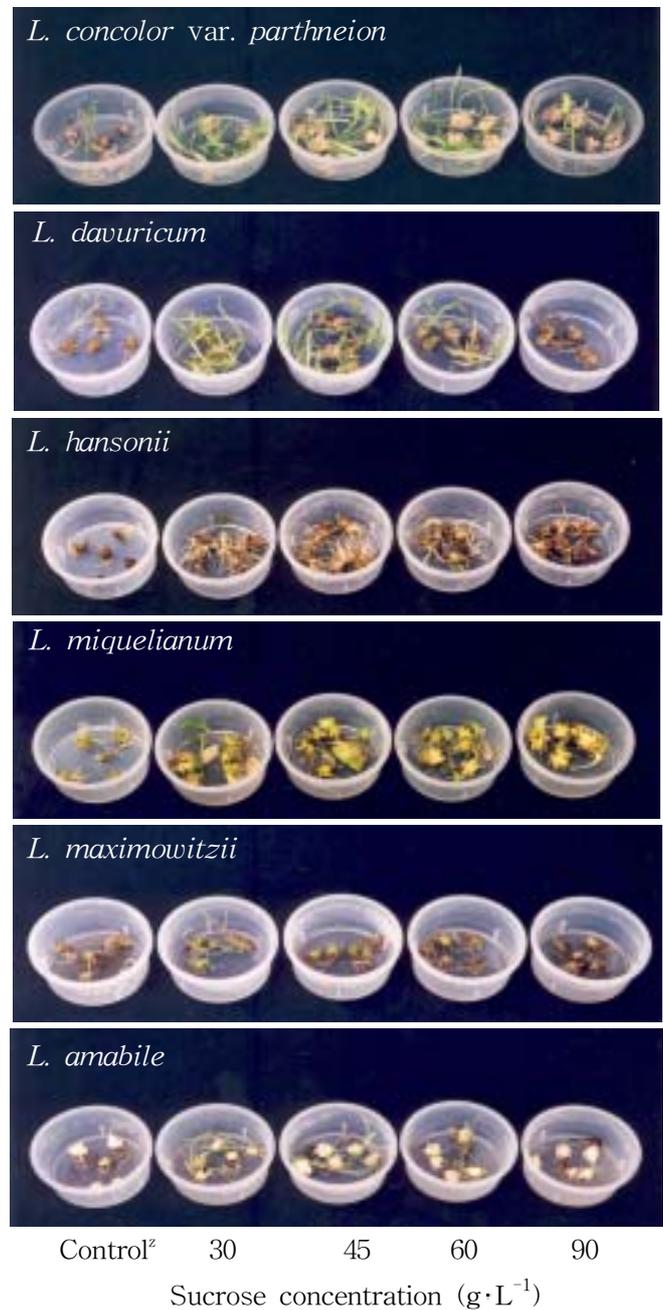


Fig. 9. Effect of the sucrose concentration on the bulblet enlargement and scaly leaves formation in liquid stationary culture of Korean native lilies in vitro. ^zControl shows that is one fold in solidified medium.

제2절 소인경으로부터의 줄기 유도

1. 서언

기내에서 생산된 소인경은 종 혹은 품종에 따라 다르지만 2-4년이 경과해야 개화용 구근으로 사용할 수 있어 생산기간이 길다는 문제점이 있다. 또 기내에서 생산된 소인경은 휴면을 타파시켜 토양에 이식하면 대부분 인편엽이 발생하고 이듬해에야 줄기가 발생한다. 따라서 장기간이 소요되는 나리의 개화구(flowering bulb) 생산기간을 단축시키고 생산비를 절감시키기 위해서는 소인경을 기외에서 조기 비대시키는 방법을 모색하여야 한다. 즉 인편엽의 발생은 줄기(shoot) 출현에 비해 엽면적이 적기 때문에 광합성 속도가 낮다. 이러한 현상은 소인경의 비대에 효율적이지 못하므로 당년에 엽면적을 최대한 확보하고 광합성속도를 촉진하기 위해서는 소인경에서 줄기를 직접 유도하는 것이 바람직하다.

Tsukamoto(1971)는 인편삽(scaling) 이전에 모구를 4℃에서 17주간 저온처리함으로써 소인경으로부터의 줄기 출현율이 증가한다고 하였다. Matsuo 등(1979, 1983, 1984)은 소인경을 10℃에 4-5주간 저온처리하면 줄기출현이 증가하고, 0.1% Hyponex용액과 완효성 비료를 시비하면 2주 빨리 줄기 출현한다고 하였으며, 바깥쪽 인편에서 형성된 소인경과 휴면 모구에서 발생한 소인경이 줄기출현에 효과적이라고 하였다. Stimart 등(1983)은 기내에서 생산된 나팔나리 소인경으로부터 직접 줄기를 유도하기 위해서 이식 전 45℃의 물에 1시간 동안 침지처리하는 것이 효과적이라고 하였다. 또 나팔나리 소인경을 GA₃에 습적하여 저온저장하면 줄기출현율이 높아지며, 저장기간이 증가할수록 줄기출현에 효과적이라고 하였다. 한편 신(2000)은 아시아틱 및 오리엔탈 나리는 나팔나리보다 줄기출현 유도가 어렵다고 하였다.

줄기출현에 관한 생리, 생화학적 연구는 주로 무나 사탕무와 같은 채소작물에서 이루어졌다. Al-Zahim 등(1997)은 RAPD(random amplified polymorphism DNA)법으로 마늘의 유연관계를 분석한 결과 추대 품종은 비추대 품종과 유전적으로 구분되어진다고 하였다. Kang 등(1997)은 RFLP(restriction fragment

length polymorphism)법으로 저온감응 추대성을 보이는 무에서 추대 조절유전자를 분리한 바 있다. Boudry 등(1994)은 RFLP 분석을 통해 사탕무 추대에 관여하는 B-유전자의 위치를 찾아내었고, 추대를 조절하는 B-유전자를 갖는 표현형은 환경과 유전적 요인에 의해 영향을 받는다고 하였다. 즉, 춘화처리를 하였을 때 추대가 되지 않는 품종에서는 반응이 없으나 추대감응 사탕무에서는 개화가 시작되면서 지베렐린의 변화가 나타났다고 하였다. 또 Abe(1997)는 사탕무의 추대 조절은 온도와 일장과 같은 환경인자에 의해 쉽게 영향을 받는다고 하였고 B-유전자를 갖는 식물체는 장일이 추대의 시작에 필수적이라고 하였다. 또한 무에서 조기추대 형질이 만추대 형질에 우성을 나타내어 무의 육종에 유용할 것으로 예측하였다(Kaneko 등, 2000).

이렇듯 줄기출현에 관한 연구는 채소작물을 재료로 유전학적 연구에까지 활발히 이루어지고 있으나, 화훼작물에서는 단백질 수준에서의 연구도 부족한 실정이다. 특히 나리의 단백질에 관한 연구는 병인관련 단백질이나 생식관련 단백질에 국한되고(Huang 등, 1997; Wang 등, 1992), 조직이나 기관 형성에 관련된 연구는 매우 미흡하다. Kim 등(1996)은 오리엔탈 나리의 기내 소인경에서 형성된 잎의 형태별 단백질 밴드 패턴을 조사한 결과, 잎이 없는 소인경과 잎이 있는 소인경과는 단백질 패턴에 차이가 있다고 하였다. 또한 섬말나리의 휴면중인 소인경은 휴면 타파된 소인경보다 단백질 함량이 많고 단백질 패턴도 다르다고 보고하였다(Kim 등, 1999). Jeong과 Kwon(1995)은 섬말나리 윤생엽의 2단 계통과 3단 계통의 단백질 밴드의 차이는 유전적 변이일 것으로 추측한 바 있다.

줄기신장과 관련하여 단백질을 조사한 결과로는 툴립 인경 내에서 줄기신장이 시작될 때 나타나는 내생 전분과 sucrose 함량의 감소와 이에 따른 glucose의 증가가 sucrose 분해효소인 invertase와 sucrose-synthase의 작용에 의해 일어난다고 하였다(Balk와 Boer, 1999). 이 두 효소는 다른 저장기관과 종자에서도 같은 작용을 한다고 보고되어 있다(Weber 등, 1997; Zrenner 등, 1996). 하지만 줄기를 형성하는 기관형성 단백질을 밝혀내는 연구는 전무한 실정이다.

여기에서는 기내에서 생산된 하늘나리 및 날개하늘나리의 소인경을 사용하여 조직배양시의 명·암조건, 소인경의 크기에 따른 기내 다음세대에서의 맹아와 줄기출현 반응을 조사하고자 하였다. 또한 줄기 출현개체와 인편엽 출현개체간의

단백질 패턴 및 함량을 비교 분석하므로서 줄기생장에 대한 생리적 기작의 일부를 기내에서 밝히고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 식물재료

하늘나리(*L. concolor* var. *parthneion*) 및 날개하늘나리(*L. davuricum*)의 인편으로부터 기내에서 얻은 소인경을 실험재료로 사용하였다(Fig. 10).

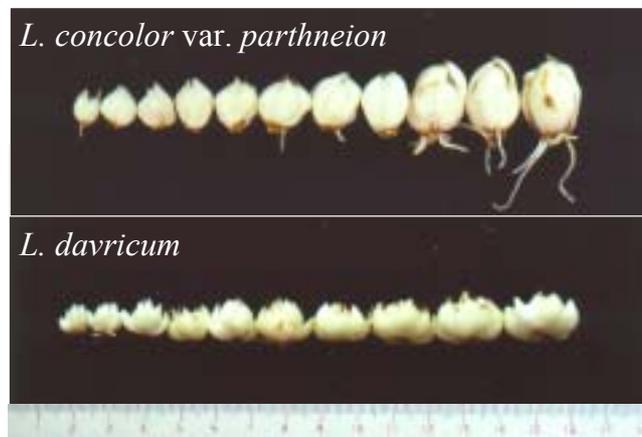


Fig. 10. Bulblets regenerated by microscaling of *Lilium concolor* var. *parthneion* (upper) and *L. davuricum* (lower) in vitro.

나. 실험방법

1) 기내배양시의 명·암조건과 줄기출현

기내배양은 Kim 등(1995)이 수행한 방법에 따랐으며, 구체적인 과정은 다음과 같다.

가) 배지조제

기본배지는 MS배지를 사용하였으며 성장조절물질은 첨가하지 않았다. 소인편으로부터의 소인경 유도는 sucrose $30\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 소인경 비대는 sucrose $90\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 첨가한 다음 pH 5.7로 조정한 후 한천 $7\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 첨가하였다. 이 배지를 직경 $2\times 10\text{cm}$ 시험관에 8mL, 100mL 삼각플라스크에는 30mL씩 분주하여 알루미늄

호일로 봉한 다음 120℃, 1.2기압에서 15분간 고압멸균하였다.

나) 배양환경

명배양은 형광조명 하에서 일장 16시간, 광도 $23\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 조건으로 하였고 암배양은 통기가 가능한 암상자를 이용하였으며, 온도는 두 처리 모두 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 로 하였다.

다) 배양방법

소인경의 유도과 비대는 명과 암으로 구분하여 배양하였다. 소인경의 유도와 비대를 위한 배양기간은 각각 2개월과 3개월간으로 하였으며, 큰 소인경을 얻기 위하여 6개월 이상 배양하기도 하였다.

라) 처리내용

배양 중 광의 유무와 기내에서 생산된 소인경의 크기가 줄기출현에 미치는 영향을 알아보기 위하여 기내에서 3개월간 비대된 소인경을 수확하여 4℃에서 8주간 저온처리한 다음 실험재료로 사용하였다. 즉 휴면이 타파된 소인경을 기외에 이식하여 맹아 및 줄기출현을 관찰하였다.

2) 소인경의 크기와 줄기출현

소인경 크기에 따른 줄기출현능력을 조사하기 위해 기내에서 3개월 또는 그 이상의 기간동안 배양한 소인경을 수확하여 수태에 습적한 다음, 4℃에서 8주간 저장한 후 크기별(생체중 기준)로 트레이에 정식하여 맹아 및 줄기출현 여부를 조사하였다.

3) 저온처리 방법

기내에서 수확한 소인경은 저온처리 전 물에 씻어 잎과 뿌리를 제거하여 소독하였고, 물로 깨끗이 씻은 수태를 약간의 물기가 남을 정도로 짠 다음 소인경과 섞어서 4℃에서 8주간 저온 저장하였다.

4) 맹아 및 줄기출현 실험

저온 저장이 끝난 소인경은 육묘용 상토인 TKS-2와 vermiculite를 7 : 3으로 혼합한 용토로 채워진 5.5×5.5cm(32공) 트레이에 정식하였다. 정식 후의

환경조절은 성장상(growth chamber)을 이용하여 일장 16시간, 광도 $68\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 온도 20℃, 습도 70%로 조절하였다. 정식 후에는 1-2일 간격으로 1개월간 맹아 및 줄기출현 여부를 조사하였다.

5) 줄기 출현 여부의 판정

소인경으로부터 인편엽이나 줄기가 출현하면 맹아된 것으로 하였다. 줄기 출현은 Fig. 11에서와 같이 마디와 절간의 구분이 명확할 때를 판단기준으로 하였다.



Fig. 11. A scaly leaf and a shoot formed from the bulblets regenerated in vitro of *L. davuricum*

6) 소인경의 기외 비대

구근의 비대 조사는 소인경을 트레이에 정식한 후 3개월 뒤 수확하여 물에 깨끗이 씻은 후 2-3일 정도 음건시킨 다음 지상부와 뿌리를 절단하고 구근의 생체중을 측정하였다.

7) 분석 실험

가) 단백질 함량의 측정

단백질 추출은 Kim 등(1999)의 방법에 따라 소인경 3g을 마쇄액[0.4M sucrose, 25mM Tris-HCl(pH 7.6), 1mM DTT, 0.1% BSA, 10mM KCl, 1mM EDTA, 0.1mM MgCl₂] 10mL로 유발에서 균질화하여 500×g에서 15분간 원심분리한 후 상정액을 10,000×g에서 15분간 다시 원심분리하여 그 상정액을 단백질로 하였다. 단백질 함량은 Lowry 등(1951)의 방법에 따라 Bovine serum

albumin(BSA)을 표준 단백질로 하여 정량하였다. 즉, 2% Na_2CO_3 를 함유한 0.1N NaOH:1% $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$:2% Na_2 -tartrate 용액을 만들어 각각 100:1:1(v/v/v)로 혼합하였다. 이 혼합용액에 시료를 넣고 25°C에서 10분간 방치한 후 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 2배 희석액 0.3mL를 첨가해 25°C에서 30분간 반응시켰다. 이 반응액을 spectrophotometer(Shimadzu, UV-160A)로 500nm에서 흡광도를 측정하였다. 단백질 함량은 mg/g FW로 나타내었다.

나) 단백질 밴드 비교

단백질 패턴의 분석은 Kang 등(1995)이 행한 SDS-PAGE(sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis)법에 의해 다음과 같이 수행하였다. Separating gel과 stacking gel은 polyacrylamide의 농도를 각각 12.5%와 7%로 하여 gel의 두께를 0.75mm로 하였으며, 시료 50 μg 에 SDS와 β -mercaptoethanol이 첨가된 SDS extraction buffer를 넣어 100°C에서 2분간 끓였다. 전기영동은 15-20mA에서 5시간 동안 실시하였으며, 0.1% coomassie brilliant R-250용액[10% acetic acid : 0.25% coomassie brilliant blue R-250 in 95% ethanol = 1 : 1(v/v)]으로 염색하고, acetic acid : methanol : 증류수 = 70 : 100 : 830(v/v/v)의 혼합용액으로 탈색한 후 단백질 밴드를 관찰하였다. 단백질의 분자량은 14,000-97,000dalton(Bio-Red Co.)의 지표 단백질(maker protein)로 비교하였다.

8) 통계처리

평균치의 표준오차로 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 배양시의 광조건과 소인경의 크기가 멍아에 미치는 영향.

기내배양으로 생산된 자생 하늘나리와 날개하늘나리 소인경을 재료로 배양시의 광조건이 멍아에 미치는 영향을 검토한 결과(Table 10), 93.6% 이상의 멍아율을 나타내었다. 특히 두 종 모두 암배양에서 생산된 소인경의 멍아율이 3% 정도 높았다. 멍아소요일수는 날개하늘나리가 평균 5-6일로 하늘나리 평균

10-11일보다 5일 정도 빨랐다. 이와 같이 암배양된 소인경은 명배양의 그것보다 맹아율과 속도가 빨랐다.

Table 10. Effect of species and light condition during culture on sprouting of *Lilium* bulblets after-generation in vitro.

Species	Light condition	No. of bulblets tested	Sprouting	
			%	days
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	Light	314	93.6	11.3±0.2 ^z
	Dark	561	96.5	10.3±0.1
<i>L. davuricum</i>	Light	704	95.3	6.7±0.1
	Dark	395	98.7	5.6±0.0

^zMean±SE

소인경 크기에 따른 맹아소요일수를 보면(Table 11), 종에 따라 다른 양상을 보였다. 하늘나리의 경우 소인경의 크기가 작을수록 빨리 맹아가 되었다. 이러한 경향은 명배양보다 암배양에서 생산된 소인경에서 더욱 뚜렷하였다. 그러나 날개하늘나리는 크기에 따른 맹아소요일수의 변화는 없었다.

Table 11. Effect of bulblet size and light condition during culture on days to sprouting of *Lilium* bulblets after-generation in vitro.

Bulblet size (g)	Days to sprouting			
	<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>		<i>L. davuricum</i>	
	Light	Dark	Light	Dark
x<0.3	10.3±0.3 ^z	8.9±0.1	6.5±0.3	5.9±0.1
0.3≤x<0.4	12.7±0.4	9.4±0.2	6.9±0.2	5.9±0.1
0.4≤x<0.5	14.0±0.5	10.2±0.3	6.5±0.2	5.6±0.1
0.5≤x<0.6	12.7±0.4	11.0±0.2	6.4±0.2	5.6±0.1
0.6≤x<0.7	11.0±0.0	12.0±0.4	6.1±0.7	5.3±0.2
0.7≤x<0.8	16.0±0.0	11.9±0.4	5.9±0.2	5.4±0.2
0.8≤x<0.9	14.0±0.0	12.6±0.5	6.6±0.9	5.2±0.2
0.9≤x<1.0	-	14.4±0.8	6.3±0.5	5.7±0.3
1.0≤x<1.1	-	18.0±2.1	4.7±0.5	6.0±0.5
1.1≤x<1.2	-	15.3±1.2	-	5.5±0.3
1.2≤x<1.3	-	16.5±2.5	-	-
1.3≤x	-	-	-	6.5±0.4
Total	11.3±0.2	10.3±0.1	6.7±0.1	5.6±0.1

^zMean±SE

한편, 배양시의 광조건에 따라서는 맹아 후 인편엽의 형태에 차이가 있었다 (Fig. 12). 즉, 명배양에서 생산된 소인경의 인편엽은 암배양의 인편엽보다 엽수가 많고 가늘어지는 경향을 나타내었다. Kim 등(1996)은 소인편 절편체 배양시 multiple shoots 형성수가 명배양이 암배양보다 2-3배 이상 많다고 하였고, Niimi 등(1999)은 광 하에 장기간 두면 소인경으로부터 인편엽의 형성이 촉진된다고 하였다. 기관형성에 대한 광의 효과는 명확하지 않으나 광은 잎의 성장을 촉진한다는 보고(Takayama와 Misawa, 1979)와 *L. longiflorum* 'Georgia' 인편 배양시 부정아 형성에 광이 효과적이며, 암배양에 의해 엽상인편의 발생이 억제된다는 보고(Paek과 Chun, 1982)와 본 실험의 결과는 일치하였다. 또한 Tillberg(1974)는 광에 의한 엽 생육촉진은 IAA 농도 등 체내 호르몬 수준의 변화에 의해 일어났을 것으로 보고한 바 있다.

따라서 기내배양시 소인경 내의 생리적 변화가 기내 다음세대의 생육에까지 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다.



Fig. 12. Difference of leaf morphology by light condition during culture in *L. davuricum*. Left: Light, Right: Dark

나. 배양시의 광조건과 소인경의 크기가 줄기출현에 미치는 영향.

나리의 맹아 후 발육형태는 일반적으로 세 유형으로 나누어진다(Fig. 13). 인경으로부터 인편엽이 출현하는 것(HTP), 인경으로부터 줄기가 출현하는 것(ETP), 그리고 인경으로부터 줄기와 인편엽이 모두 출현하는 것(HETP)의 세 형태이다.

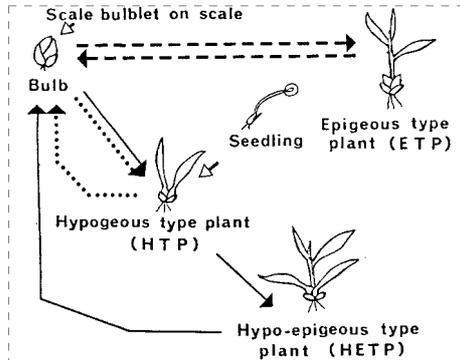


Fig. 13. Types of leaves and plant development(Matsuo와 Tuyl, 1984).

본 실험의 재료로 사용된 하늘나리와 날개하늘나리에서도 인편엽만 출현한 것, 줄기만 출현한 것, 줄기와 인편엽이 모두 출현한 것 등 세 유형의 발달 형태를 모두 확인할 수 있었다(Fig. 14).

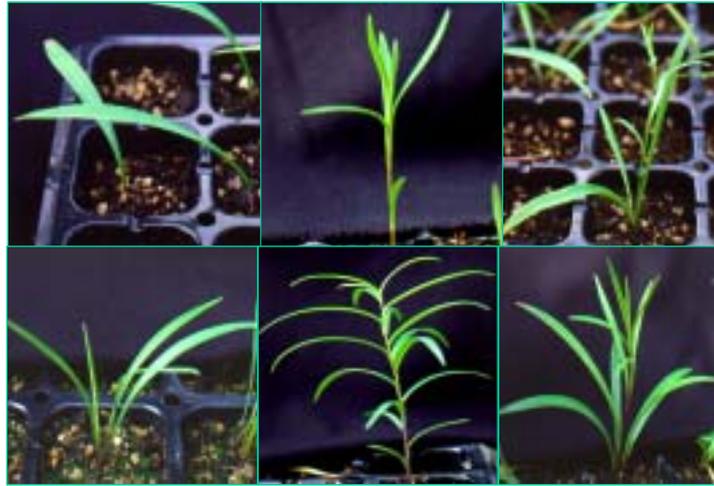


Fig. 14. Three types of plant development in after-generation in vitro of *L. concolor* var. *parthneion* (upper) and *L. davuricum* (lower) bulblets.

배양시의 광조건에 따른 줄기출현율을 보면(Table 12), 두종 모두 명배양보다 암배양으로 생산된 소인경에서 줄기출현율이 높았다. 하늘나리는 명조건에서 0%, 암조건에서 4%였으며, 날개하늘나리는 명조건에서 0.6%, 암조건에서 7.9%이었다. 이는 나팔나리의 인편삽 후 암처리가 줄기출현에 효과적이라는 보고

(Choi, 1985)와 명배양보다 암배양으로 비대된 소인경에서 줄기 발생율이 높다고 한 보고(신, 2000)와 일치하는 결과였다.

Table 12. Effect of species and light condition during culture on shoot appearance of *Lilium* bulblets after-generation in vitro.

Species	No. shooted/No. planted (%)		
	Light	Dark	Total(Mean)
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	0/294(0)	22/556(4.0)	22/ 850(2.6)
<i>L. davuricum</i>	4/666(0.6)	31/392(7.9)	35/1,058(3.3)
Total(Mean)	4/960(0.4)	53/948(5.6)	56/1,907(2.9)

소인경 크기에 따른 줄기출현능력을 비교해 보면, 하늘나리의 경우 명배양으로 생산된 소인경은 줄기가 출현하지 않았는데 비해 암배양 소인경은 0.6g 이상에서부터 줄기가 출현하였다(Fig. 15). 그러나 날개하늘나리는 명배양에서 생산된 소인경은 0.4g 이상에서부터, 암배양의 소인경은 0.7g에서부터 줄기가 출현하였지만 명배양의 경우, 소인경의 크기에 따른 줄기출현의 균일성을 인정할 수 없었다. 이와 같이 소인경의 크기가 일정 한계 이상이 되면 줄기가 출현하였으나 예외적인 경우도 관찰할 수 있었다.

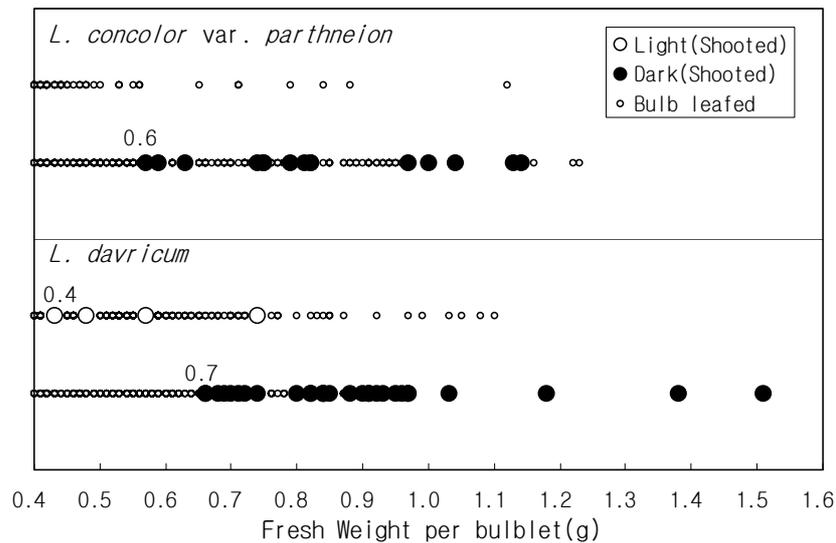


Fig. 15. Effect of bulblet size and light condition during culture on shoot appearance in after-generation in vitro of *L. concolor* var. *parthneion* and *L. davuricum* bulblets.

한편 소인경 크기에 따른 줄기출현율을 보면(Table 13), 하늘나리 암배양 소인경의 경우 0.4g에서 3.8%로 시작하여 1g 이상에서는 약 50%의 줄기출현율을 나타내었으나, 명배양 구는 0%이었다. 날개하늘나리의 암배양 소인경의 경우에는 0.6g에서 8.5%로 시작하여 하늘나리와 같이 1g 이상의 크기가 되면 약 50%의 줄기출현율을 나타내었고 명배양 구에서는 크기에 따른 줄기출현의 균일성을 인정할 수 없었으며 전체는 0.6% 정도이었다. 나팔나리의 줄기출현은 소인경의 크기와 상관이 없다고 했던 Stimart 등(1983)의 보고와는 상반된 결과였으나, 오리엔탈 나리는 소인경의 크기가 클수록 줄기출현율이 높아진다는 신(2000)의 보고와는 일치하였다.

Table 13. Effect of bulblet size and light condition during culture on shoot appearance percentage in after-generation in vitro of *L. concolor* var. *parthneion* and *L. davuricum* bulblets.

Bulblet size(g)	No. shooted/No. planted (%)			
	<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>		<i>L. davuricum</i>	
	Light	Dark	Light	Dark
x < 0.3	0/166(0)	0/169(0)	0/284(0)	0/49(0)
0.3 ≤ x < 0.4	0/79(0)	1/120(0.8)	0/145(0)	0/50(0)
0.4 ≤ x < 0.5	0/37(0)	3/80(3.8)	2/101(2.0)	0/78(0)
0.5 ≤ x < 0.6	0/6(0)	2/72(2.8)	1/70(1.4)	0/76(0)
0.6 ≤ x < 0.7	0/1(0)	3/38(7.9)	0/30(0)	4/47(8.5)
0.7 ≤ x < 0.8	0/3(0)	5/33(15.2)	1/23(4.3)	4/31(12.9)
0.8 ≤ x < 0.9	0/1(0)	3/19(15.8)	0/7(0)	8/26(30.8)
0.9 ≤ x < 1.0	-	1/14(7.1)	0/3(0)	10/22(45.5)
1.0 ≤ x < 1.1	-	2/4(50.0)	0/3(0)	1/4(25.0)
1.1 ≤ x < 1.2	0/1(0)	2/5(40.0)	-	1/5(20.0)
1.2 ≤ x < 1.3	-	0/2(0)	-	-
1.3 ≤ x	-	-	-	2/2(100)
Total	0/294(0)	22/556(4.0)	4/666(0.6)	31/392(7.9)

²Mean±SE

날개하늘나리의 인편엽 출현 개체와 줄기 출현 개체의 엽면적을 비교한 결과 (Table 14), 인편엽은 평균 1.7개가 발생하였으며, 엽면적은 6.4cm²이었는데 비해, 줄기는 평균 6.9개의 잎이 발생하였으며 엽면적은 7.6cm²이었다. 이와 같이 엽면적은 줄기 출현 소인경에서 많이 확보되는 것이 확인되었다.

Table 14. Leaf area by plant developmental types of *Lilium davuricum* bulblets in after-2 generation in vitro.

Bulblet size in planting(g)	Bulb leafed			Bulb Shooted		
	No. of leaves	Leaf area per leaf	Leaf area per bulblet	No. of leaves	Leaf area per leaf	Leaf area per bulblet
0.5≤x<0.6	2	3.5	6.9	6.3	1.2	7.6
0.6≤x<0.7	1	4.6	4.6	6.3	1.2	7.5
0.7≤x<0.8	2	3.8	7.6	8.0	1.0	7.6
Mean	1.7	4.0	6.4	6.9	1.1	7.6

Leaf area unit: cm²

다. 배양시의 광조건이 소인경 비대와 자구형성에 미치는 영향.

배양시의 광조건이 다른 소인경을 정식한 후 3개월 뒤 수확하여 비대정도를 조사하였다(Table 15). 하늘나리 소인경은 평균 비대율이 195.4%이고 날개하늘나리는 143.9%로 종에 따라 구비대 정도가 다르다는 것을 알 수 있었다. 두 종 모두 인편엽 출현개체보다 줄기 출현개체에서 소인경의 비대율이 높은 경향이 있었다. 특히 하늘나리의 암배양 소인경에서는 217.1%의 비대율을 나타내었다

Table 15. Effect of species and light condition during culture on enlargement of *Lilium* bulblets in after-generation in vitro.

Species	Enlarged (%)				Mean
	Bulb leafed		Bulb shooted		
	Light	Dark	Light	Dark	
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	182.0 ^z ±6.6 ^y	187.1±3.4	-	217.1±20.8	195.4±3.0
<i>L. davuricum</i>	159.7±7.8	131.6±4.5	-	140.4± 7.9	143.9±4.0
Mean	170.9±5.2	159.4±3.0	-	178.8±10.9	169.7±6.4

^zEnlarged percentage = FW of bulblet at harvesting time/FW of bulblet at planting time×100,

^yMean±SE

정식시의 소인경 크기에 따른 비대율을 보면, 하늘나리는 정식 당시의 소인경 크기가 작을수록 비대율이 높은 경향이었으며, 명배양보다는 암배양 소인경의 비대가 양호하였다(Table 16). 이는 Stimart와 Ascher(1978)가 *L. longiflorum* ‘Ace’의 기내 인편배양시 광은 소인경 형성을 억제하고 잎, 뿌리, 캘루스의 생장에 효과적이고 암은 부정아 형성수를 증가시키고 소인경 비대를 촉진한다고 한 보고와 일치하였다.

Table 16. Effect of bulblet size and light condition during culture on enlargement in after-generation in vitro of *Lilium concolor* var. *parthneion* bulblets.

Bulblet size (g)	Enlarged (%)			
	Bulb leafed		Bulb shooted	
	Light	Dark	Light	Dark
0.3≤x<0.4	195.9 ^z ±8.8 ^y	184.2±6.3	-	224.3± 0.0
0.4≤x<0.5	167.7±10.1	206.6±7.6	-	297.8±11.7
0.5≤x<0.6	122.3±15.5	205.8±6.2	-	227.7±36.9
0.6≤x<0.7	78.5± 0.0	160.3±6.8	-	197.1±71.5
0.7≤x<0.8	133.1±19.4	157.3±7.1	-	166.1±23.1
0.8≤x<0.9	106.8± 0.0	146.2±8.6	-	255.1±48.6
Total	182.0± 6.6	187.1±3.4	-	217.1±20.8

^zEnlarged percentage = FW of bulblet at harvesting time/FW of bulblet at planting time×100. ^yMean±SE

날개하늘나리도 암배양에서 생산된 소인경은 크기가 작을수록 비대율이 높아지는 경향이었다(Table 17). 그러나, 하늘나리와 다르게 명배양에서 생산된 소인경의 비대율이 암배양보다 높았고 명배양은 크기가 클수록 비대율이 높아지는 경향이었다. 이는 명배양이 암배양보다 자구수가 많은 것과 관련이 있을 것으로 생각되었다(Table 18). 앞서 보고된 결과(Stimart와 Ascher, 1978)와 달리 날개하늘나리는 명배양시 소인경 형성수가 많아지고 비대율도 높아짐을 알 수 있었다. 즉 종에 따라 광에 따른 반응이 달라질 수 있음을 시사하고 있다.

Table 17. Effect of bulblet size and light condition during culture on enlargement in after-generation in vitro of *Lilium davuricum* bulblets.

Bulblet size (g)	Enlarged (%)			
	Bulb leafed		Bulb shooted	
	Light	Dark	Light	Dark
0.6 ≤ x < 0.7	147.4 ^z ± 12.5 ^y	141.6 ± 8.4	-	138.3 ± 17.1
0.7 ≤ x < 0.8	172.5 ± 11.7	122.3 ± 6.1	-	135.8 ± 20.9
0.8 ≤ x < 0.9	156.6 ± 25.7	129.4 ± 10.5	-	160.4 ± 19.0
0.9 ≤ x < 1.0	166.7 ± 20.3	125.9 ± 8.7	-	128.0 ± 7.2
1.0 ≤ x < 1.1	181.8 ± 29.3	111.2 ± 7.0	-	132.0 ± 0.0
Total	159.7 ± 7.8	131.6 ± 4.5	-	140.4 ± 7.9

^zEnlarged percentage = FW of bulblet at harvesting time / FW of bulblet at planting time × 100. ^yMean ± SE

자구형성수는 날개하늘나리가 하늘나리보다 많았으며 암배양보다 명배양이 많았다(Table 18). 특히 인편엽 출현 개체보다는 줄기 출현 개체에서 소인경의 형성이 더 많은 것으로 나타났다.

Table 18. Effect of species and light condition during culture on bulblet formation of *Lilium* in after-generation in vitro.

Species	No. of bulblets			
	Bulb leafed		Bulb shooted	
	Light	Dark	Light	Dark
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	0.1 ± 0.0 ^z	0.1 ± 0.0	-	0.6 ± 0.2
<i>L. davuricum</i>	0.4 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.5 ± 0.3	1.8 ± 0.1

^zMean ± SE

소인경의 크기별로 자구형성수를 비교한 결과, 하늘나리는 모든 크기의 소인경에서 자구형성수가 0개로 정식시의 소인경 크기가 자구형성에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 줄기 출현 개체에서만 자구형성수가 조금 많아졌다(Table 19).

Table 19. Effect of bulblet size on bulblets formation in after-generated in vitro of *L. concolor* var. *parthneion*.

Bulblet size (g)	No. of bulblets			
	Bulb leafed		Bulb shooted	
	Light	Dark	Light	Dark
x < 0.3	0.0±0.0 ^z	0.0±0.0	-	-
0.3 ≤ x < 0.4	0.1±0.1	0.0±0.0	-	1.0±0.0
0.4 ≤ x < 0.5	0.1±0.1	0.1±0.0	-	1.0±0.0
0.5 ≤ x < 0.6	0.0±0.0	0.1±0.0	-	0.3±0.3
0.6 ≤ x < 0.7	2.0±0.0	0.1±0.0	-	0.0±0.0
0.7 ≤ x < 0.8	0.0±0.0	0.1±0.0	-	0.4±0.2
0.8 ≤ x < 0.9	0.0±0.0	0.0±0.0	-	2.0±0.0
0.9 ≤ x < 1.0	-	0.1±0.1	-	0.0±0.0
1.0 ≤ x < 1.1	-	0.0±0.0	-	0.0±0.0
1.1 ≤ x < 1.2	-	-	-	0.0±0.0
1.2 ≤ x < 1.3	-	-	-	-
1.3 ≤ x	-	-	-	-
Total	0.1±0.0	0.1±0.0	-	0.6±0.2

^zMean±SE

그러나 날개하늘나리는 명배양으로 생산된 소인경의 경우, 정식당시의 소인경 크기가 클수록 자구의 형성수가 증가하였으나 암배양의 소인경은 크기와 상관없이 거의 자구를 형성하지 않았다(Table 20). 즉, 배양시의 광은 자구형성수를 증가시키는 역할을 하는 것을 알 수 있었다. 이는 Stimart와 Ascher(1978)가 기내배양시 암은 소인경의 형성 수와 크기를 증가시키고 명조건은 소인경형성을 억제한다고 보고한 것과는 상반된 결과였다. 그러나 7종의 나리를 기내인편삽한 결과, 명조건에서의 자구형성수가 암조건에서보다 많다는 보고(Niimi 등, 1999)와 일치하였다. 그리고 Taeb과 Alderson(1990)의 툴립 인편배양시 장일조건(16 또는 22시간)은 결구줄기(bulbing shoot)의 재생을 증가시킨다는 보고와 땅나리 기내 인편배양시 24시간 명조건이 소인경과 다른 기관의 생장에 매우 효과적이라는 Park 등(1998)의 결과와도 일치하였다. 소인경의 광조건에 대한 반응들은 광에 의해 식물체내 내생호르몬의 농도가 변화하기 때문에 표현형 및 생리적 차이가 발생한다고 한 보고(Niimi 등, 1999)로 설명될 수 있다.

Table 20. Effect of bulblet size on bulblet formation in after-generated in vitro of *Lilium davuricum*.

Bulblet size (g)	No. of bulblets			
	Bulb leafed		Bulb shooted	
	Light	Dark	Light	Dark
$x < 0.3$	0.2±0.1 ^z	0.0±0.0	-	-
$0.3 \leq x < 0.4$	0.3±0.1	0.0±0.0	-	-
$0.4 \leq x < 0.5$	0.4±0.1	0.0±0.0	3.0±0.0	-
$0.5 \leq x < 0.6$	0.5±0.1	0.0±0.0	2.0±0.0	-
$0.6 \leq x < 0.7$	0.8±0.2	0.1±0.1	-	1.5±0.3
$0.7 \leq x < 0.8$	0.9±0.3	0.0±0.0	2.0±0.0	1.8±0.2
$0.8 \leq x < 0.9$	0.4±0.5	0.0±0.0	-	1.6±0.3
$0.9 \leq x < 1.0$	0.7±0.3	0.0±0.0	-	1.8±0.2
$1.0 \leq x < 1.1$	0.3±0.3	0.0±0.0	-	2.0±0.0
$1.1 \leq x < 1.2$	-	0.0±0.0	-	2.0±0.0
$1.2 \leq x < 1.3$	-	-	-	-
$1.3 \leq x$	-	-	-	3.5±0.4
Total	0.4±0.0	0.0±0.0	2.5±0.3	1.8±0.1

^zMean±SE

라. 기내 다음 2세대에서의 줄기출현 반응

기내 다음 2세대에서 인경 크기에 따른 줄기출현 정도를 조사한 결과 (Table 21, Fig. 16), 하늘나리는 1.3g 이상의 4.5%를 제외하면 줄기출현이 전혀 이루어지지 않았다. 이에 비해 날개하늘나리는 0.4g의 작은 크기에서부터 19% 줄기가 출현하여 기외 1세대와 마찬가지로 소인경의 크기가 클수록 줄기출현율이 높아 0.9g 이상에서는 줄기출현 개체가 100%이었다. 이는 구근비대가 상대적으로 양호한 하늘나리의 경우, 1세대에서 분구된 작은 자구는 2세대에서의 줄기출현 능력이 1세대보다 낮거나, 영양부족 때문일 것으로 추측할 수 있었다. 또는 광이 줄기출현의 억제요인으로 작용할 가능성도 생각할 수 있었다.

Table 21. Effect of bulblet size on shoot appearance in after-2 generation in vitro of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Bulblet size (g)	No. shooted/No. planted (%)	
	<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	<i>L. dauricum</i>
0.4 ≤ x < 0.5	0/ 9(0)	4/21(19.0)
0.5 ≤ x < 0.6	0/14(0)	25/47(53.2)
0.6 ≤ x < 0.7	0/11(0)	44/49(89.8)
0.7 ≤ x < 0.8	0/12(0)	47/48(97.9)
0.8 ≤ x < 0.9	0/14(0)	34/35(97.1)
0.9 ≤ x < 1.0	0/10(0)	13/13(100)
1.0 ≤ x < 1.1	0/13(0)	14/14(100)
1.1 ≤ x < 1.2	0/18(0)	9/9(100)
1.2 ≤ x < 1.3	0/17(0)	2/2(100)
1.3 ≤ x	3/66(4.5)	4/4(100)
Total	3/184(1.63)	196/245(80.0)

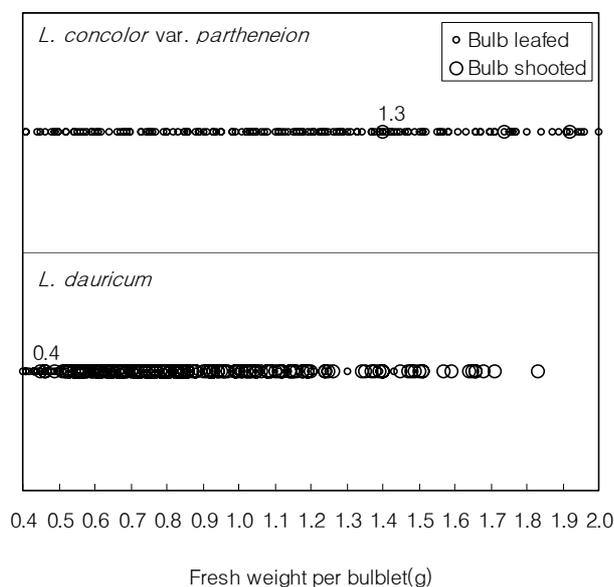


Fig 16. Effect of bulblet size on shoot appearance in after-2 generation in vitro of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

날개하늘나리의 기내 다음 2세대의 경우, 기내 다음 1세대와 다르게 줄기 옆 액부에 주아가 형성되었다(Fig. 17, Left). 참나리를 제외한 자생나리의 주아는 보고된 바가 없기 때문에 특이한 사실이며, 추후 지속적인 관찰이 필요하다. 형성된 주아는 줄기 위에서 맹아가 되었고(Fig. 17, Middle) 발근도 되었다(Fig. 17, Right). 이와 같이 날개하늘나리는 주아번식이 가능할 것으로 생각되어 기외에서의 수적 증가를 도모하기가 편리할 것으로 판단되었다.



Fig. 17. Bulbil formation in after-2 generation in vitro of *L. davuricum*.

날개하늘나리의 기내 다음 2세대에서 정식 3개월 뒤 수확하여 인경의 비대율을 조사한 결과, 기내 다음 1세대에서와 같이 인편엽 출현보다 줄기출현 소인경의 구비대율이 높았다(Table 22). 자구수는 기내 다음 1세대에서 2.5개의 소인경이 형성된 것과는 달리 자구의 형성이 전혀 없었다.

Table 22. Effect of bulblet size on bulb enlargement in after-2 generation in vitro of *L. davuricum*.

Bulblet size (g)	Enlarged (%)		No. bulblet formed
	Bulb leafed	Bulb shooted	
0.3≤x<0.4	106.1±4.4 ^z	-	0
0.4≤x<0.5	99.4±3.2	115.6±5.8	0
0.5≤x<0.6	93.2±2.5	104.8±3.5	0
0.6≤x<0.7	90.1±7.2	104.8±1.9	0
0.7≤x<0.8	101.4±0.0	105.0±1.8	0
0.8≤x<0.9	71.6±0.0	105.1±2.3	0
0.9≤x<1.0	-	103.3±2.7	0
1.0≤x<1.1	-	100.7±2.4	0
1.1≤x<1.2	-	97.9±1.8	0
1.2≤x<1.3	-	96.8±11.4	0
1.3≤x	-	95.8±2.1	0
Total	94.4±2.2	104.3±0.9	0

^zMean±SE

마. 단백질 정량 및 패턴 분석

기내에서 생산된 소인경을 8주간 저온처리한 후 배양시의 광조건별 및 소인경의 크기별(큰 것: 1.5g 이상, 작은 것: 0.4g 이하)로 구분하여 단백질 함량을 측정하였다(Fig. 18). 그 결과, 종에 따른 함량의 차이는 없었다. 그러나 크기와 상관없이 명배양보다 암배양으로 생산된 소인경에서 단백질 함량이 높았다. *L. longiflorum* 'Georgia' 인편배양시 암조건에서 엽상인편의 발생이 억제된다고 한 보고(Paek과 Chun, 1982)로 볼 때, 기내 배양시의 암조건에서는 인편엽의 생장이 억제되거나, 인편엽 내의 대사반응이 줄어드는 반면, 소인경내의 2차 대사활성이 높아져서(Kim 등, 1996b) 명배양보다 암배양에서 생산된 소인경에서 단백질 함량이 많아지는 것으로 추측되었다.

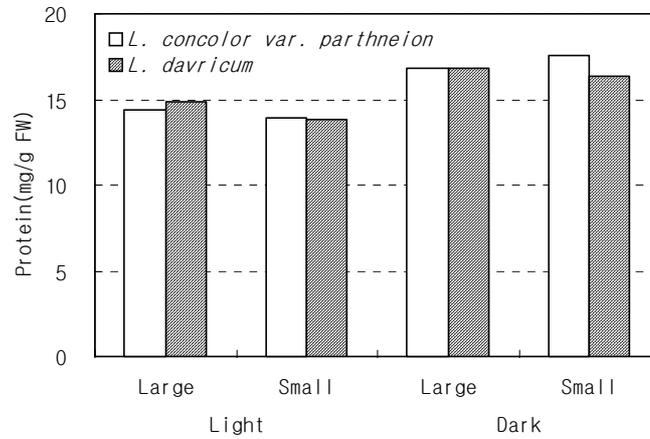


Fig. 18. Effect of bulb size and light condition on protein content of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

하늘나리와 날개하늘나리의 소인경을 저온 처리한 후 정식하여 2개월 뒤 인편엽 출현 개체의 지상부와 소인경 그리고 줄기 출현 개체의 지상부와 소인경에서 단백질 함량을 측정하였다(Fig. 19). 그 결과, 하늘나리보다 날개하늘나리에서 단백질 함량이 많았고 두종 모두 소인경보다 지상부에서 단백질 함량이 많았다. 이는 맹아된 후 광합성과 같은 대사작용이 지상부에서 주로 이루어지기 때문인 것으로 생각되었다. Miller와 Langhans(1989)는 Easter lily 모구에 축적된 저장 물질은 개화전 줄기신장에 사용되며 모구내 유기물의 소비율은 생장기의 광도와는 상관없다고 한 바 있다. 이로서 인경 내에 있는 전분이 당으로 분해되어 줄기로 이동할 때 물질대사촉매로 작용하는 단백질이 함께 신생합성(de novo synthesis)되는 것으로 추측할 수 있었다.

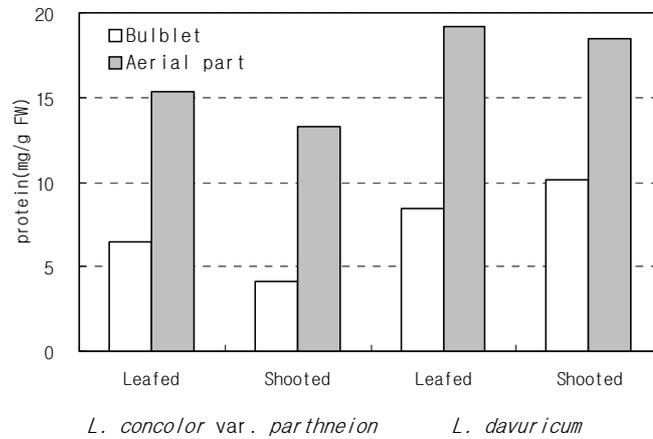


Fig. 19. Difference of protein content of bulblet and aerial part in *L. concolor var. parthneion* and *L. davuricum*.

전기영동으로 단백질 패턴의 차이를 비교해 본 결과, 하늘나리와 날개하늘나리의 차이가 명확하였다. Fig. 20에서 a와 b밴드는 하늘나리에 있었으나, 날개하늘나리에는 없었다. 그리고 암배양시에는 22kD의 c밴드의 함량이 명배양보다 많았다. 이러한 단백질 패턴의 차이가 줄기출현 능력과 어떠한 관계에 있는지에 대해 보다 명확히 하기 위해서는 동위효소나 DNA나 RNA 수준에서의 연구가 이루어져야 할 것으로 생각되었다.

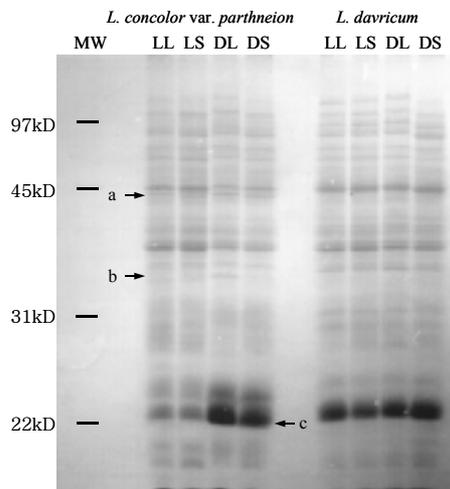


Fig. 20. Protein pattern by bulblet size and light condition of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

LL: Light-Large, LS: Light-Small, DL: Dark-Large, DS: Dark-Small

제3절 조직배양 환경과 소인경의 휴면과의 관계

1. 서언

기내에서 생산된 소인경의 휴면은 배지 내의 sucrose 농도, 배양온도, 배양기간 등에 의해 영향을 받으며, 고농도의 gibberellic acid(GA₃), 저농도의 sucrose, 저온에 의해서 휴면이 알아진다(Aguettaz 등, 1990; Stimart와 Ascher, 1981a, 1981b; Takayama와 Misawa, 1980)고 알려져 있다. Kim 등(1998)은 오리엔탈나리 'Casa Blanca'와 'Marco Polo'의 기내에서 생산된 소인경들은 배양기간과 sucrose 농도에 관계없이 모두 휴면한다고 하였다.

Delvallee 등(1990)은 여러 가지 요인 중에서 배양온도가 휴면발달에 가장 중요한 것으로 보고하였다. 즉, 점박이 나리는 15℃ 이하에서 배양하면 휴면하지 않으나 20℃ 이상에서는 휴면이 쉽게 유도된다고 하였다. 또한, 배양기간이 6주 이하이면 휴면하지 않는다고 하였다. 오리엔탈 나리에서도 배양온도가 15℃로 낮으면 휴면정도가 낮거나 없다고 하였다(Kim 등, 1998). 그러나 소인경은 15℃ 이하 또는 6주 이내의 배양으로는 충분히 비대되기 어려운 문제점이 있다.

한편, Yae 등(2001)은 오리엔탈 나리 'Casa Blanca'의 배지내 sucrose 농도가 높을수록 휴면기간이 길어졌고 저온처리에 의해서만 휴면이 타파된다고 하였다. 배지 내에 지베렐린을 첨가하면 휴면정도가 알아지지만(Takayama 등, 1993), 엽상인편의 발생율이 증가하기 때문에 잎 제거 작업의 번거로움으로 생산성이 떨어지게 된다(Kim 등, 1996; Kim과 De Hertogh, 1997; Stimart와 Ascher, 1978).

한편, 소인경의 휴면은 저온처리(Stimart 등, 1982), 온탕처리(Choi, 1983) 및 GA처리(Niimi 등, 1988)에 의해 타파될 수 있다. 저온처리의 경우에는 4℃에서 6주간 처리함으로써 기내에서 생산된 오리엔탈 나리 소인경의 휴면이 100% 타파된다고 하였다(Kim, 1999).

식물의 분화와 성장에는 복잡한 대사과정들이 관여하고 있으며, 이들 과정에는 많은 종류의 효소가 작용하고 있다. Peroxidase는 고등식물의 거의 모든 조직에 존재하는데, 이 효소는 과산화효소로서 식물의 성장과 발육(Imberty 등,

1985) 및 분화(Mellon과 Triplett, 1989)에 밀접한 관련이 있고, 형태형성(Boyer 등, 1983) 특히 기관형성(Mato 등, 1988) 및 화아분화(Gaspar 등, 1975)에 직접적으로 영향을 미치고 있다. Peroxidase는 글라디올러스 목자와 같은 저장조직에서는 그 활성이 없거나 매우 낮으며(Goo와 Kim, 1995), 나리 인편으로부터의 부정아 형성과정동안에는 활성이 증가(Park 등, 1998a)하는 등 생장이나 기관분화와는 밀접한 관계가 있다. Fumarase는 미토콘드리아의 지표 효소로서 호흡 활성이 높으면 효소활성 역시 높아진다. Peroxidase와 fumarase의 활성은 휴면이 타파되었을 때 높고 휴면 중에는 낮을 것으로 예상할 수 있다(문, 2002). 한편, 사과나무의 눈이 휴면 타파되는 과정동안 TCA cycle 효소인 isocitrate dehydrogenase 활성이 증가됨을 보고된 바 있다(Wang 등, 1991).

휴면의 정도는 나리의 종류와 품종, 배양환경 등에 따라 다양한 것으로 알려져 있지만 자생나리를 재료로 한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 여기에서는 하늘나리, 날개하늘나리, 솔나리 및 섬말나리의 기내인편삽(microscaling)으로 재생된 소인경을 배양온도, 일장, sucrose 농도가 다른 조건에서 비대시킨 다음 이들 구근의 휴면정도를 파악, 즉 조직배양환경과 휴면과의 관계를 검토하고자 하였다. 한편 peroxidase와 fumarase 활성과 휴면과의 관계도 조사하였다.

2. 재료 및 방법

가. 식물재료

기내에서 재생된 하늘나리(*L. concolor* var. *parthneion*), 날개하늘나리(*L. davuricum*), 솔나리(*L. cerunm*) 및 섬말나리(*L. hansonii*)의 소인경을 식물재료로 사용하였다.

나. 실험방법

1) 배양 실험

배양실험은 Kim 등(1995)이 수행한 방법에 따랐으며, 구체적인 내용은 다음과 같다.

가) 배지조제

기본배지는 MS배지를 사용하였으며, 소인편으로부터의 소인경 유도는 sucrose $30\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 소인경 비대는 sucrose $90\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 첨가한 다음 pH 5.7로 조정 한 후 한천 $7\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 첨가하였다. 이 배양액을 직경 $2\times 10\text{cm}$ 시험관에 8mL 씩 분주하여 알루미늄 호일로 봉한 다음 120°C , 1.2기압에서 10분간 고압 멸균하였다.

나) 배양기간

배양기간은 소인경의 유도시에는 8주, 소인경의 비대시에는 12주로 하였다.

다) 배양환경

배양환경은 형광조명 하에서 일장 16시간, 광도 $23\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 하였으며, 온도는 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 로 하였다.

라) 처리내용

기내에서 재생된 소인경의 휴면과 배양환경과의 관계를 파악하기 위해 sucrose $90\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 가 첨가된 MS 기본배지에서 배양온도($15, 20, 25, 30^\circ\text{C}$), 일장($0, 8, 16, 24$ 시간)을 달리하거나, 온도 20°C , 일장 16시간 하에서 sucrose 농도($30, 60, 90, 120\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)를 달리하여 12주간 배양한 다음 휴면의 정도를 파악하였다. 각 처리당 소인경의 수는 60개로 하였다. 배양 후 30개체는 무처리구로 곧 바로 트레이에, 30개체는 저온처리후 트레이에 심어서 맹아정도를 관찰하였다.

2) 습윤냉장

기내에서 수확한 소인경은 습윤냉장 전 물로 씻은 다음 잎과 뿌리를 제거하고 소독하였다. 이 소인경을 깨끗한 수태와 섞어서 4°C 에서 8주간 습윤냉장 (wet cold storage)하였다.

3) 맹아실험

육묘용 상토인 TKS-2와 vermiculite를 7 : 3의 비율로 혼합한 용토로 채워진 $5.5\times 5.5\text{cm}$ (32공) 트레이에 소인경을 정식하였다. 정식 후의 온도는 온도조절이 가능한 온실에서 주간 $23\pm 2^\circ\text{C}$, 야간 $18\pm 2^\circ\text{C}$ 로 하였다. 정식 후에는 1-2

일 간격으로 4주간 맹아 즉, 인편엽 또는 줄기의 출현 여부를 조사하였다.

4) 분석실험

가) 단백질 함량

단백질 추출은 Kim 등(1999)의 방법에 따라 제2절의 실험방법에 서술된 것과 같이 수행하였다. Spectrophotometer(Shimadzu, UV-160A)로 500nm에서 흡광도를 측정하여 mg/g FW로 함량을 표시하였다.

나) 단백질 밴드 비교

단백질 패턴의 분석은 Kang 등(1995)이 행한 SDS-PAGE(sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis)법에 의하였고, 자세한 방법은 제2절의 실험방법에 서술한 것과 같다. 단백질의 분자량은 14,000-97,000 dalton(Bio-Red Co.)의 지표 단백질로 비교하였다.

다) Peroxidase 활성의 비교

소인경 3g에 마쇄액 [0.4M sucrose, 25mM Tris-HCl(pH 7.6), 1mM DTT, 0.1% BSA, 10mM KCl, 1mM EDTA, 0.1mM MgCl₂] 10mL를 첨가해 유발에서 균질화한 후 500×g에서 15분간 원심분리하여 침전물을 1차 제거한 다음, 상정액을 10,000×g에서 15분간 다시 원심분리하여 그 상정액을 조효소(crude enzyme)로 사용하였다. Peroxidase 활성의 측정은 Kim 등(1999)이 행한 방법에 따랐다. 즉, 반응액 [20mM Na-acetate(pH 5.0) 1.5mL, 10mM guaiacol 0.5mL, 30mM H₂O₂ 0.2mL, 증류수 1.2mL]에 조효소 0.05mL를 가해 25℃에서 A₄₇₀의 증가를 측정하였다. Peroxidase의 활성 표시는 단백질 1mg이 1분 동안 생성하는 tetraguaiacol의 양으로 표시하였다. 즉, specific activity는 $\mu\text{moles}/\text{min}/\text{mg}$ protein으로, total activity는 $\mu\text{moles}/\text{min}/\text{g}$ FW로 표시하였다.

라) Fumarase 활성

Kim 등(1999)의 방법에 따라 소인경 3g을 상기한 마쇄액 [0.4M sucrose, 25mM Tris-HCl(pH 7.6), 1mM DTT, 0.1% BSA, 10mM KCl, 1mM EDTA, 0.1mM MgCl₂] 10mL로 유발에서 균질화하여 500×g에서 15분간 원심분리한 후 상정액을 10,000×g에서 15분간 다시 원심분리하였다. 그 침전물을 1mM DTT를 함유한 0.4M sucrose용액 0.5mL로 현탁하여 crude mitochondria

로 사용하였다. Fumarase 활성의 측정은 Racker(1950)의 방법에 따라 반응액 [0.1M potassium-phosphate buffer(pH 7.4) 1.5mL, 0.5M Na-L-Malate 0.3mL, 증류수 1.15mL]에 crude mitochondria 0.05mL를 첨가하여 30°C에서 spectrophotometer(Shimadzu, UV-160A)를 이용하여 A₂₄₀의 증가를 측정하였다. Fumarase 활성의 표시는 단백질 1mg이 1분 동안 생성하는 fumarate의 양으로 표시하였다. 즉, specific activity는 mmoles/min/mg protein으로, total activity는 mmoles/min/g FW로 표시하였다. 상기 두 효소의 추출을 위한 모든 조작은 0-4°C에서 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 배양환경이 생존율에 미치는 영향

나리 소인경의 배양조건에 따른 배양시의 생존율을 검토한 결과(Table 23), 배양온도가 증가할수록 생존율이 감소하는 경향이였다. 특히 배양온도가 30°C일 때의 생존율은 솔나리 46.7%, 섬말나리 50.0%로, 고온은 솔나리와 섬말나리 배양에 적합치 못한 것으로 판단되었다. 그러나 일장과 sucrose 농도는 종에 관계 없이 배양시의 생존율과는 무관하였다.

Table 23. Effects of culture condition on survival percentage during culture of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Culture condition		Survived (%)			
		<i>concolor</i> var. <i>parthneion</i>	<i>davuricum</i>	<i>cerunm</i>	<i>hansonii</i>
Temperature (°C)	15	100	100	85.0	100
	20	98.3	100	91.7	98.3
	25	100	100	83.3	96.7
	30	91.7	96.7	46.7	50.0
Day length (hours)	0	98.3	100	96.7	100
	8	98.3	98.3	95.0	100
	16	100	100	88.3	100
	24	100	100	88.3	96.7
Sucrose (g·L ⁻¹)	30	100	100	96.7	96.7
	60	100	100	95.0	100
	90	100	100	88.3	98.3
	120	100	100	86.7	100

나리 소인경의 배양조건과 습윤냉장동안의 생존율과의 관계를 검토한 결과 (Table 24), 일장과 sucrose 농도와는 생존율이 무관하여 거의 100%였다. 그러나 고온 하에서 배양한 날개하늘나리와 솔나리 소인경의 생존율은 저조하였으며 각각 34.5%와 85.7%였다.

Table 24. Effects of culture condition on survival percentage during chilling of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Culture condition		Survived (%)			
		<i>concolor</i> var. <i>parthneion</i>	<i>davuricum</i>	<i>cerunm</i>	<i>hansonii</i>
Temperature (°C)	15	93.3	100	100	96.7
	20	100	96.7	100	100
	25	96.7	96.7	95.2	96.7
	30	100	34.5	85.7	100
Day length (hours)	0	96.7	96.6	96.7	100
	8	93.3	100	96.7	100
	16	93.3	100	100	100
	24	96.7	100	100	100
Sucrose (g·L ⁻¹)	30	93.3	93.1	86.7	100
	60	93.3	96.4	96.7	96.7
	90	96.7	96.2	100	100
	120	90.0	100	96.7	100

나리 소인경 배양조건과 정식 후의 생존율을 검토한 결과 (Table 25), 대부분은 처리에 관계없이 90% 이상의 높은 생존율을 나타냈었다. 그러나 솔나리는 30°C의 고온에서 배양하면 정식 후의 생존율이 57.1%로 매우 낮았으며, 습윤냉장 후에도 75.0%로 다른 종에 비해 고온에 대한 내성이 낮았다.

Table 25. Effects of culture condition on survival percentage after planting of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Culture condition	Treatment	Survived (%)					
		<i>concolor</i> var. <i>parthneion</i>	<i>davuricum</i>	<i>cerunm</i>	<i>hansonii</i>		
Temperature (°C)	15	Control	100	100	88.0	100	
		Chilling	100	100	92.3	100	
	20	Control	86.7	100	94.1	100	
		Chilling	100	100	100	100	
	25	Control	96.7	100	88.0	100	
		Chilling	100	100	89.1	100	
	30	Control	96.4	100	57.1	100	
		Chilling	100	100	75.0	100	
	Day length (hours)	0	Control	100	100	96.6	100
			Chilling	100	100	100	100
		8	Control	86.2	100	85.7	100
			Chilling	96.7	96.4	100	100
16		Control	96.7	100	97.4	100	
		Chilling	96.7	100	100	100	
24		Control	96.7	100	100	100	
		Chilling	100	96.6	100	100	
Sucrose (g·L ⁻¹)		30	Control	100	100	96.6	100
			Chilling	100	100	100	96.2
		60	Control	100	100	93.1	100
			Chilling	100	100	100	100
	90	Control	100	100	100	100	
		Chilling	100	92.3	100	86.7	
	120	Control	93.3	100	100	100	
		Chilling	100	100	100	100	

이상에서와 같이, 배양시의 일장과 sucrose 농도는 소인경의 배양 중, 습윤냉장 중 및 정식 후의 생존율에 영향을 미치지 않았다. 그러나 30°C의 고온은 소인경의 생존율에 크게 영향을 미쳤다. 즉, 배양 중에는 4종 모두, 습윤냉장 중에는 날개하늘나리와 솔나리, 정식 후에는 솔나리의 생존율이 낮았다. 종별로 보면 솔나리, 날개하늘나리, 섬말나리 순으로 고온에 대한 내성이 약한 것으로 판단되었다.

나. 배양환경이 나리 소인경의 맹아율에 미치는 영향

기내에서 재생된 자생나리 소인경의 맹아율에 미치는 배양온도의 영향을 검토한 결과(Table 26), 배양온도가 15℃일 때의 맹아율은 하늘나리 100%, 날개 하늘나리 83.3%, 솔나리 70.0%, 섬말나리 33.3%였다. 그러나 배양온도가 높아짐에 따라 모든 종에서 맹아율이 크게 감소하여 30℃에서 배양했을 때는 각각 85.7%, 27.6%, 3.7%, 6.7%였다. 이 가운데 하늘나리는 배양온도의 영향을 크게 받지 않아 온도에 대한 내성이 비교적 강한 것으로 판단되었다. Kim 등(1998)은 오리엔탈 나리에서도 배양온도가 15℃로 낮으면 휴면정도가 같거나 없다고 하여 본 실험의 결과와 일치하였다. Aguetaz 등(1990)은 기내에서 재생된 소인경의 휴면조절에는 배양온도가 중요한 작용을 하며, 15℃에서 재생된 소인경은 휴면하지 않는다고 보고한 바 있다.

Delvallee 등(1990)과 Stimart와 Ascher(1981a)는 이에 대해 소인경의 휴면이 15℃보다 높은 온도에서 일어나는 'heat units'의 축적에 의해 좌우되기 때문으로 고찰하였다. 한편, Aguetaz 등(1990)과 Kim(1991)은 15℃에서 휴면이 얇은 것은 낮은 ABA(abscisic acid) 함량이 낮기 때문이라고 하였다. 한편, Kim 등(1994)은 15℃에서 재생된 점박이나리 소인경이 무휴면인 것은 ABA 수준이 낮기 때문만은 아니라고 하였다. 그리고 기내에서 재생된 점박이 나리의 경우에는 ABA의 적정농도와 함께 또 다른 제 3의 요인에 의해 휴면이 유도된다고 하였다.

습윤냉장에 의해서는 종에 관계없이 휴면타파가 촉진되었다. 그러나, 습윤냉장 기간은 축적된 'heat units'의 양에 따라 다르다는 Kim 등(1999)의 보고에서 같이 종이나 배양환경에 따라 습윤냉장 기간의 조절이 필요할 것으로 생각되었다.

Table 26. Effects of culture temperature on sprouting percentage of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Culture temperature (°C)	Treatment	Sprouting (%)				Mean
		<i>concolor</i> var. <i>parthneion</i>	<i>davuricum</i>	<i>cerunum</i>	<i>hansonii</i>	
15	Control	100	83.3	70.0	33.3	71.7
	Chilling	100	83.3	76.7	86.2	86.6
20	Control	84.6	43.4	3.8	10.3	35.5
	Chilling	100	92.6	100	76.7	92.3
25	Control	79.3	30.0	6.7	8.5	31.1
	Chilling	100	83.3	50.0	65.5	74.7
30	Control	85.7	27.6	3.7	6.7	30.9
	Chilling	100	30.0	75.0	26.7	57.9
Mean	Control	87.4	46.1	21.1	14.7	42.3
	Chilling	100	72.3	75.4	63.8	77.9

기내에서 재생된 자생나리 소인경의 맹아율에 미치는 일장의 영향을 검토한 결과(Table 27), 암조건에서는 명조건에 비해 하늘나리와 날개하늘나리의 맹아율이 낮았다. 하늘나리와 날개하늘나리의 경우 빛에 의해 휴면유도물질의 생성이 억제되는 것으로 판단되었다. 특히 하늘나리의 경우, 암조건에서는 맹아율이 3.3%이었으나 명조건에서는 80% 이상으로 빛에 의한 휴면유도물질의 생성이 크게 억제되는 것으로 판단되었다. 솔나리와 섬말나리는 일장에 따른 맹아율의 변화가 거의 없었다. 이러한 결과는 배양시의 명 또는 암조건은 휴면과 무관하다고 한 Aguetz 등(1990)의 보고와는 상이하였다. 한편, 종이나 일장에 관계없이 습윤냉장함으로써 90% 이상의 맹아율, 즉 휴면타파율을 나타내었다.

Table 27. Effects of day length on sprouting percentage of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Day length (hours)	Treatment	Sprouting (%)				Mean
		<i>concolor</i> var. <i>parthneion</i>	<i>davuricum</i>	<i>cerunm</i>	<i>hansonii</i>	
0	Control	3.3	10.0	10.3	10.1	8.4
	Chilling	96.7	100	92.9	86.2	94.0
8	Control	83.3	50.0	7.1	6.7	36.8
	Chilling	96.7	96.4	92.9	69.0	88.8
16	Control	90.7	50.0	3.8	8.5	38.3
	Chilling	99.2	92.9	100	74.9	91.8
24	Control	86.7	50.0	3.3	7.6	36.9
	Chilling	100	96.7	100	70.0	91.7
Mean	Control	66.0	40.0	6.1	8.2	30.1
	Chilling	98.2	96.5	96.5	75.0	91.6

기내에서 재생된 자생나리 소인경의 맹아율에 미치는 sucrose 농도의 영향을 검토한 결과(Table 28), sucrose 농도가 증가할수록 맹아율이 억제되었다. 즉, sucrose $30\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 에서 $120\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 로 증가함에 따라 하늘나리는 100%에서 80%로, 날개하늘나리는 73.3%에서 43.3%로, 솔나리는 20.0%에서 4.0%로 감소하였다. 섬말나리는 sucrose 농도에 관계없이 10% 이하로 그 경향을 읽기 어려웠다.

배지내의 sucrose 농도가 높으면 휴면이 깊어진다고 한 Takayama와 Misawa(1980), Aguetaz 등(1990), Stimart와 Asher(1981a)의 보고와 본 실험 결과는 일치하였다. 이와 같은 결과는 고농도의 sucrose가 수분 스트레스를 야기하여 소인경내의 ABA의 생합성을 촉진시킴으로써 휴면이 유지 되는 것으로 이해(Karssen 등, 1983)하고 있다. 한편, Kim 등(1998)과 Kim 등(2000)은 sucrose 농도에 관계없이 기내에서 생산된 소인경은 대부분 휴면을 한다고 하였다. 그러나 하늘나리의 경우에는 sucrose 농도가 $30\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 일 때는 휴면을 하지 않았다. 이는 종에 따라 sucrose에 대한 반응이 다른 것으로 판단되었다.

Table 28. Effects of sucrose concentration on sprouting percentage of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Sucrose (g·L ⁻¹)	Treatment	Sprouting (%)				Mean
		<i>concolor</i> var. <i>parthneion</i>	<i>davuricum</i>	<i>cerunm</i>	<i>hansonii</i>	
30	Control	100	73.3	20.0	3.4	49.2
	Chilling	100	100	100	73.1	93.3
60	Control	96.7	50.0	11.1	10.0	42.0
	Chilling	96.7	96.4	96.3	79.3	92.3
90	Control	82.0	46.7	3.8	6.7	34.8
	Chilling	98.4	92.3	100	73.1	88.9
120	Control	80.0	43.3	4.0	6.7	33.5
	Chilling	100	92.6	96.2	41.4	82.6
Mean	Control	89.7	53.3	9.7	6.7	39.9
	Chilling	98.8	95.3	98.1	66.7	89.3

이상의 결과를 보면, 종에 관계없이 배양온도가 높을수록 나리 소인경의 휴면이 깊었고 배양온도가 15℃일 때는 휴면이 없거나 얇았다. 하늘나리와 날개하늘나리는 암조건에 비해 명조건에서 휴면이 얇았고 솔나리와 섬말나리는 일장과 무관하였다. 또한 종이나 sucrose 농도에 관계없이 휴면하였으며, sucrose 농도가 증가할수록 휴면이 깊었다. 그러나 하늘나리는 예외로 sucrose 저농도인 30g·L⁻¹구에서는 휴면하지 않았다. 자생나리의 종별 휴면의 정도는 섬말나리, 솔나리, 날개하늘나리, 하늘나리 순으로 깊었다. 하지만 4℃에서 8주간 습윤냉장함으로써 휴면은 쉽게 타파되었다.

다. 배양환경이 나리 소인경의 맹아소요일수에 미치는 영향

기내에서 수확된 자생나리 소인경의 맹아소요일수에 미치는 배양시의 온도 효과를 검토한 결과(Table 29), 4종 모두 배양온도가 높아짐에 따라 맹아소요일수가 지연되었다. 즉, 하늘나리는 7.3일에서 14.6일로, 날개하늘나리는 11.0일에서 16.2일로, 솔나리는 9.4에서 17.3일로, 섬말나리는 17.9에서 19.0일로 지연되었다. 종별 맹아소요일수는 하늘나리, 날개하늘나리, 솔나리, 섬말나리순으로 빨랐다. 그러나 습윤냉장에 의해 맹아소요일수는 단축되었다. 특히 섬말나리는 평균 19.6일에서 8.3일로 크게 단축되었다. 무처리구의 맹아소요일수는 섬말나리가 가

장 길었으나 습윤냉장 후에는 가장 빨랐다. 이는 섬말나리가 다른 종에 비해 습윤냉장에 의해 민감하게 반응한다는 것을 의미하며 문(2002)의 결과와도 일치하였다.

Table 29. Effects of culture temperature on days to sprouting of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Temp. (°C)	Treatment	Days to sprouting				
		<i>concolor</i> var. <i>parthneion</i>	<i>davuricum</i>	<i>cerunm</i>	<i>hansonii</i>	Mean
15	Control	7.3±0.5 ^z	11.0±1.1	9.4±0.9	17.9±1.3	11.4±1.0
	Chilling	7.6±0.4	7.8±0.8	9.7±0.7	7.0±0.6	8.0±0.6
20	Control	13.4±0.6	14.4±0.8	14.0±0.0	20.3±3.2	12.5±1.2
	Chilling	12.6±0.6	10.2±1.1	13.4±0.5	8.8±0.8	11.3±0.8
25	Control	13.4±0.4	12.3±1.2	15.7±0.8	21.0±0.5	15.6±0.7
	Chilling	11.9±0.8	9.8±0.8	15.0±0.0	7.5±0.5	11.1±0.5
30	Control	14.6±0.9	16.2±1.5	17.3±1.6	19.0±0.0	16.3±1.0
	Chilling	13.8±0.3	9.0±2.9	12.0±0.4	10.0±1.8	11.2±1.4
Mean	Control	12.2±0.6	13.5±1.2	14.1±0.8	19.6±1.3	14.9±1.0
	Chilling	11.5±0.5	9.2±1.4	12.5±0.4	8.3±0.9	10.4±0.8

^zMean±SE

기내에서 수확된 자생나리 소인경의 맹아소요일수에 미치는 일장의 영향을 검토한 결과(Table 30), 명배양구에서는 맹아가 다소 지연되는 경향이였다. 또 명배양시의 일장이 길어질수록 다소 지연되는 경향이 있었으나 큰 차이는 없었다. 종별로 보면, 하늘나리, 날개하늘나리, 솔나리의 맹아소요일수는 14일 전후로 비슷하였으나 섬말나리는 20.1일로 가장 늦었다. 한편, 습윤냉장에 의해 맹아소요일수는 단축되었다. 특히 날개하늘나리와 섬말나리는 각각 7.4일과 12일이 단축되었다.

Table 30. Effects of day length on days to sprouting of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Day length (hours)	Treatment	Days to sprouting				Mean
		<i>concolor</i> var. <i>parthneion</i>	<i>davuricum</i>	<i>cerunm</i>	<i>hansonii</i>	
0	Control	13.0±0.0 ^z	12.8±1.0	13.0±4.1	19.3±2.7	14.5±2.0
	Chilling	12.5±0.4	5.2±0.1	11.2±0.4	7.0±0.3	9.0±0.3
8	Control	15.3±1.1	13.7±0.6	12.5±3.2	20.3±2.9	15.5±2.0
	Chilling	12.7±0.5	7.7±0.7	11.7±0.4	7.6±1.0	9.9±0.7
16	Control	14.0±0.9	15.9±1.2	13.0±0.0	20.5±3.1	15.9±1.3
	Chilling	13.6±0.5	7.5±1.2	12.7±0.5	7.5±0.5	10.3±0.7
24	Control	13.5±0.9	15.4±1.3	16.0±0.0	20.4±3.2	16.3±1.4
	Chilling	13.9±0.6	7.8±0.6	14.8±0.6	10.4±0.8	11.7±0.7
Mean	Control	14.0±0.7	14.5±1.0	13.6±1.8	20.1±3.0	15.6±1.7
	Chilling	13.2±0.5	7.1±0.7	12.6±0.5	8.1±0.7	10.2±0.6

^zMean±SE

기내에서 수확된 자생나리 소인경의 맹아소요일수에 미치는 sucrose 농도의 영향을 검토한 결과(Table 31), 술나리를 예외로 하면 sucrose 농도가 증가할수록 맹아소요일수가 지연되었다. 즉, sucrose 농도가 30g·L⁻¹에서 120g·L⁻¹로 증가함에 따라 하늘나리는 9.0일에서 15.5일로, 날개하늘나리는 10.6일에서 17.3일로, 섬말나리는 11에서 22.5일로 지연되었다. 습윤냉장 후에도 배양중의 sucrose 농도의 영향이 남아 있었으나 모든 종에서 대조구 보다는 크게 단축되었다.

Table 31. Effects of sucrose concentration on days to sprouting of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Sucrose (g·L ⁻¹)	Treatment	Days to sprouting				Mean
		<i>concolor</i> var. <i>parthneion</i>	<i>davuricum</i>	<i>cerunm</i>	<i>hansonii</i>	
30	Control	9.0±0.4 ^z	10.6±0.7	16.0±2.9	11.0±0.0	11.7±1.0
	Chilling	8.9±0.2	5.9±0.1	8.9±0.3	6.6±0.3	7.6±0.3
60	Control	10.4±0.3	15.5±1.3	17.0±0.8	15.8±1.6	14.7±1.0
	Chilling	9.7±0.3	6.3±0.2	11.9±0.5	8.0±0.4	9.0±0.4
90	Control	13.3±0.7	16.7±1.5	15.6±2.2	20.4±3.2	16.5±1.9
	Chilling	12.3±0.5	9.0±2.2	13.4±0.7	9.4±0.7	11.0±1.0
120	Control	15.5±1.0	17.3±1.4	16.2±2.0	22.5±1.1	17.9±1.4
	Chilling	12.2±0.5	8.6±0.8	12.5±0.5	8.4±0.4	10.4±0.6
Mean	Control	12.1±0.6	15.0±1.2	16.2±2.0	17.4±1.5	15.2±1.3
	Chilling	10.8±0.4	7.5±0.8	11.7±0.5	8.1±0.5	9.5±0.6

^zMean±SE

이상에서와 같이, 4종 모두 배양온도가 높아질수록, sucrose 농도가 증가할수록, 또 명배양구에서는 맹아소요일수가 길어지는 경향이였다. 그러나 습윤냉장 후에는 모든 처리에서 맹아소요일수가 단축되었다.

라. 명배양과 암배양이 하늘나리 소인경의 생리활성에 미치는 영향

MS 기본배지에 sucrose 90g·L⁻¹, 배양온도 20℃의 동일조건 하에서 암배양과 일장 16시간의 명배양으로 비대시킨 소인경을 분석 재료로 사용하였다(Fig. 21).



Dark



Light (16 hours)

Fig 21. Effect of day length on dormancy status of *L. concolor* var. *parthneion* regenerated in vitro.

명·암배양에 따른 mitochondria fraction과 cytosol fraction의 단백질 패턴 차이를 비교해 본 결과(Fig. 22), mitochondria와 cytosol의 단백질 패턴에는 차이가 있었으나, 같은 fraction 내에서의 명·암처리 간의 차이는 없었다.

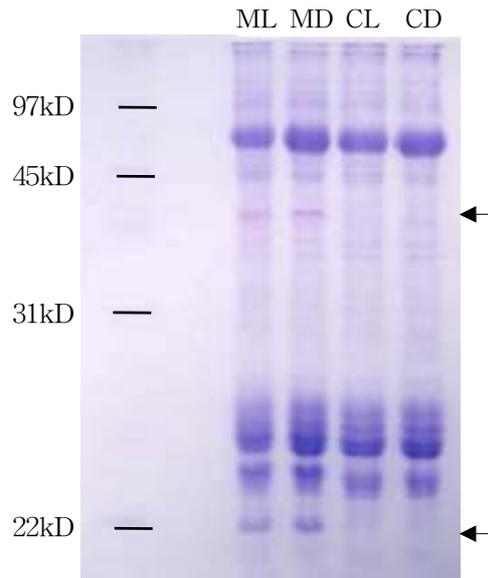


Fig. 22. Protein pattern by light condition and fraction of *L. concolor* var. *parthneion* bulblets regenerated in vitro.
 ML: Mitochondria of light, MD: Mitochondria of dark
 CL: Cytosol of light, CD: Cytosol of dark

하늘나리의 명배양과 암배양한 소인경의 단백질 함량을 측정한 결과(Fig. 23), 명배양한 소인경에서는 암배양한 것보다 단백질 함량이 더 높았다. 이는 기내에서 명배양과 암배양으로 생산된 소인경을 8주간 습윤냉장한 후 단백질 함량을 조사한 결과, 암배양으로 생산된 소인경에서 단백질 함량이 더 높다고 한(김, 2001)의 결과와는 상이하였다. 이와 같은 결과는 습윤냉장동안에 변화할 수도 있지만 종간의 차이가 더욱 큰 요인이라고 생각된다. 명배양한 소인경에서 단백질 함량이 높은 것은 저장단백질의 분해가 빛에 의해 촉진되었기 때문으로 생각된다.

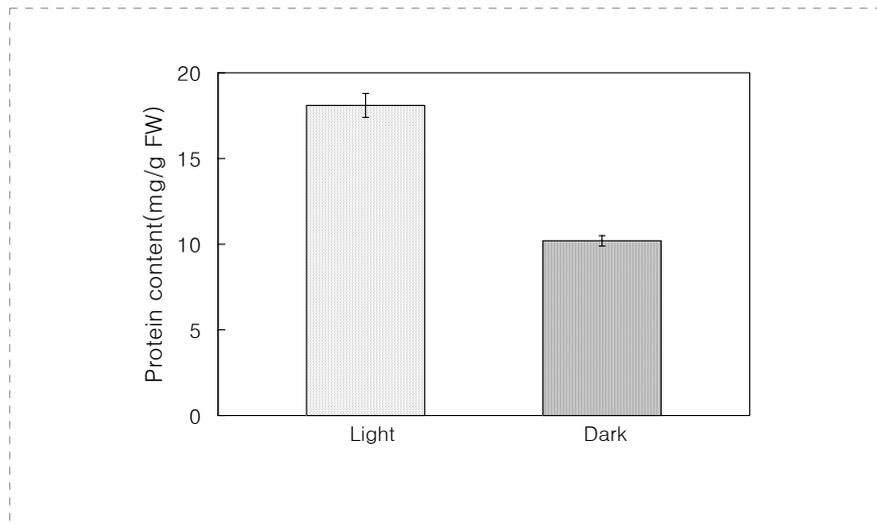


Fig. 23. Effect of light on protein content of *L. concolor* var. *parthneion* bulblets regenerated in vitro.

하늘나리의 명배양과 암배양으로 생산된 소인경의 휴면의 정도와 peroxidase 활성과의 관계를 알아보기 위해 소인경의 peroxidase 활성을 측정하였다(Fig. 24). 그 결과, 명배양한 소인경의 고유활성은 $23.9 \mu\text{moles}/\text{min}/\text{mg}$ protein, 암배양한 것의 고유활성은 $12.5 \mu\text{moles}/\text{min}/\text{mg}$ protein으로 약 2배 가량 더 높았고 총 활성 역시 3배 가량 더 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 빛에 의해 대사활성 특히 산화작용이 촉진된다는 것을 의미한다.

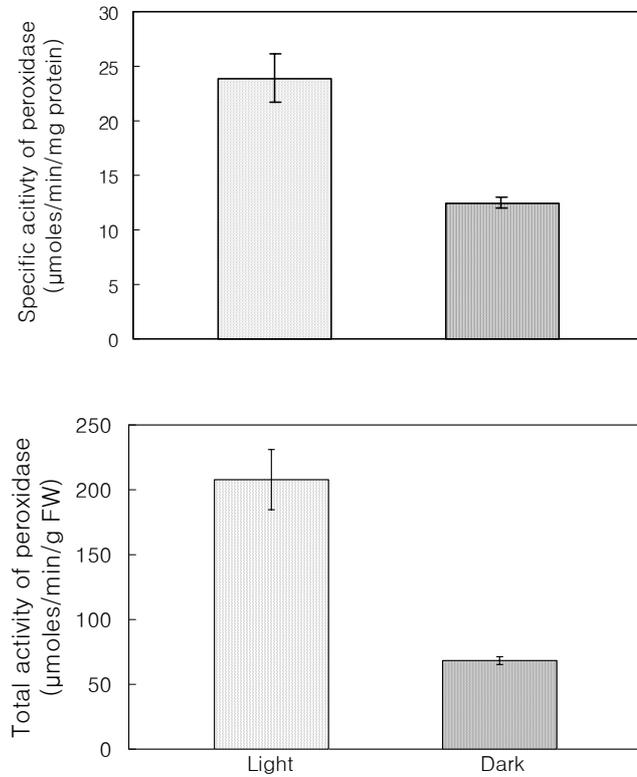


Fig. 24. Effect of light on peroxidase activity of *L. concolor* var. *parthneion* bulblets regenerated in vitro.

하늘나리의 명배양과 암배양 한 소인경의 미토콘드리아의 호흡활성을 비교하기 위해 TCA cycle의 지표효소인 fumarase 활성을 측정된 결과(Fig. 25), 고유활성은 암배양한 소인경에서 높았으나 총 활성은 명배양 한 것에서 더 높았다. 이것은 명배양한 소인경에서 단백질 함량이 많았기 때문으로 생각되었다. 이와 같이 명배양한 하늘나리의 소인경은 암배양한 것에 비해 단백질 함량이 많고 peroxidase와 fumarase의 활성이 높았다.

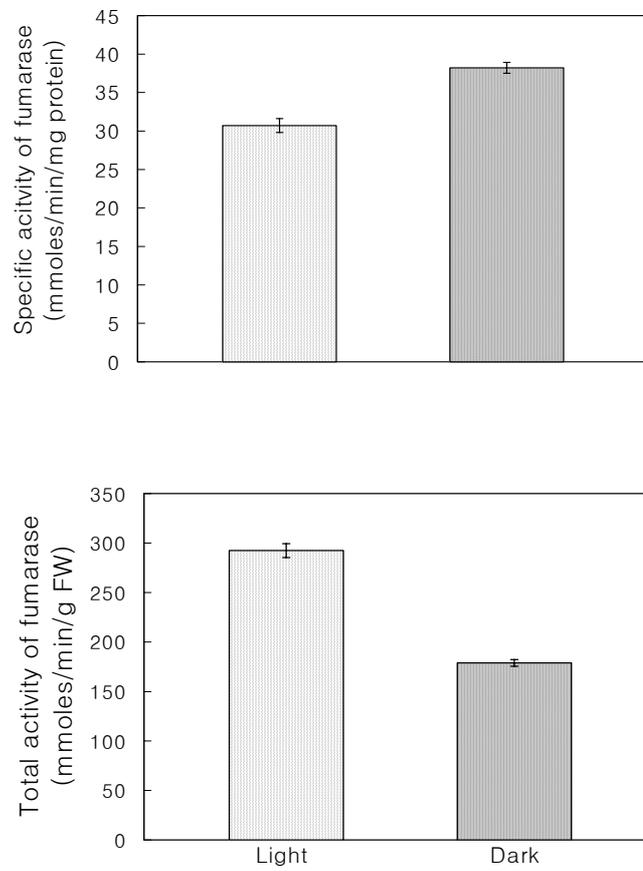


Fig. 25. Effect of light on fumarase activity of *L. concolor* var. *parthneion* bulblets regenerated in vitro.

제4절 소인경의 휴면타파 기술 확립

1. 서언

휴면은 식물체가 정상적으로 생육할 수 있는 환경조건에도 불구하고 일시적으로 생장이 정지하거나 매우 느린 현상이다(Juntilla, 1988). 구근류를 포함한 모든 식물의 휴면은 부적합한 환경에 적응하기 위해서이며 이때에는 식물체내에서 생리활성물질의 많은 변화가 있을 것으로 추정하고 있다(De Hertogh, 1974).

나리는 1년의 생육주기 동안 외관상 생장이 정지되는 휴면 과정을 반드시 거친다. 기내에서 생산된 소인경 역시 종에 따라 그 형태가 다소 다르긴 하지만 모두 휴면한다(Kim 등, 1996). 휴면의 정도는 나리의 종류나 품종에 따라 다양하며(Kim과 De Hertogh, 1997), 나팔나리는 고온 휴면형으로 휴면이 비교적 얇은 편이지만, 아시아틱 및 오리엔탈 계통은 저온 휴면형으로 휴면이 깊은 편이다. 기내에서 생산된 소인경 역시 휴면을 하며, 휴면의 정도는 배지내 sucrose 농도, 배양온도(Isabelle 등, 1990), 배양기간 등에 의하여 영향을 받는다.

이들 소인경의 휴면은 저온처리(Higgins와 Stimart, 1990), 온탕처리(Choi, 1983) 및 GA처리(Niimi 등, 1988)에 의해 타파될 수 있다. 저온처리의 경우에는 4°C에서 6주간 처리함으로써 기내에서 생산된 오리엔탈나리 소인경의 휴면이 100% 타파된다고 하였다(Kim, 1999). 이와 같이 나리 소인경의 휴면 타파는 주로 저온처리에 의존하고 있으며, 저온처리를 위해서는 별도의 저온처리 시설과 노력뿐만 아니라 장기간이 소요되므로 구근 생산비용이 그 만큼 증가하게 된다.

한편 나리 구근의 휴면타파를 위해 GA를 처리할 경우 GA에 대한 반응이 나리의 종류간에 다르다. 예를 들면, 오리엔탈나리는 GA₃(Kim 등, 1998)가, 나팔나리는 GA₄₊₇(Lin 등, 1975)이, 아시아틱나리는 GA₄가 효과적이다(Takayama 등, 1993). Kim 등(2002)은 오리엔탈나리 'Casa Blanca', 'Gran Paradiso'의 저온 습윤 처리시 증류수 대신 GA₃ 또는 GA₄₊₇으로 습적하여 휴면타파율을 크게 개선하였다. 특히 GA₄₊₇ 처리구에서는 종이나 배양조건에 관계없이 2주간의 저온 처리로 휴면타파가 100% 가능하다고 하였다.

또 35-40°C의 GA₃ 또는 GA₄₊₇ 용액에서의 온탕처리는 종이나 배양조건에 관계없이 소인경의 휴면타파율이 95-100%라고 하였다. 저온처리, 온탕처리 또는 GA처리에 의한 나리 소인경의 휴면타파는 내생 억제물질이 감소되거나 ABA와 GA의 상대적인 발란스의 변화, 즉 내생 GA의 함량이 증가되기 때문으로 이해(Kim, 1999)하고 있으나 종에 따라 GA에 대한 반응이 다를 뿐만 아니라 자생 나리의 휴면 및 휴면타파 기작에 관한 연구는 거의 없다.

식물체의 성장이나 분화에는 복잡한 대사과정들이 관여하고 있으며, 이들 대사과정에는 많은 종류의 효소들이 촉매 역할을 하고 있다. 성장이나 분화에 필요한 적당한 환경이나 성장조절물질의 요구 정도를 규명하기 위해서는 체내물질의 대사에 대한 이해가 필요하다. Peroxidase는 고등식물의 거의 모든 조직에 존재하는데, 이 효소는 식물의 성장과 발육 및 분화(Mellon과 Triplett, 1989)에 밀접한 관련이 있어서 형태형성(Boyer 등, 1983) 특히 기관형성(Mato 등, 1988) 및 화아분화(Gaspar 등, 1975)에 직접적으로 영향을 미치고 있다. Peroxidase는 글라디올러스의 목자와 같은 저장조직에서는 그 활성이 없거나 매우 낮으며(Goo와 Kim, 1995), 백합 인편으로부터의 부정아 형성 과정 동안에는 활성이 증가(Park 등, 1998)하는 등 성장이나 기관분화와 이 효소의 활성 사이에는 밀접한 관계가 있다. 한편 peroxidase를 분화에 대한 생화학적 지표로서 활용하고자 하는 연구도 많이 수행되어 왔다(Coppens와 Dewitte, 1990; Goo와 Kim, 1995).

한편 fumarase는 미토콘드리아의 지표 효소로서 호흡활성이 높으면 효소활성 역시 높아진다. 따라서 peroxidase와 fumarase의 활성은 휴면이 타파되었을 때 높고 휴면 중에는 낮을 것으로 예상할 수 있다.

여기에서는 기내에서 생산된 날개하늘나리 및 섬말나리의 소인경을 사용하여 온탕처리와 식물성장조절물질의 병행처리에 의해 자생나리 소인경의 휴면타파 방법의 새로운 모델을 정립하는 한편 소인경의 휴면생리를 파악하기 위해 peroxidase와 fumarase 활성, 단백질 함량 및 패턴 등의 분석도 병행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 식물재료

날개하늘나리(*L. davuricum*) 및 섬말나리(*L. hansonii*)의 기내에서 생산된 소인경을 식물재료로 사용하였다.

나. 처리내용

1) 저온처리

저온처리가 휴면타파에 미치는 영향을 파악하기 위해 기내에서 수확한 날개하늘나리 및 섬말나리의 소인경을 4°C에서 0, 2, 4, 6, 8주간 저온 습윤 저장한 후 포트에 정식하여 맹아출현 정도를 조사하였다. 저온 습윤 저장전에 인편엽과 뿌리를 제거하고 온도 30°C, 상대습도 90%인 성장상에서 2-3일간 큐어링(curing)한 후 소독하여 생체중을 측정하였다. 그 후 증류수로 깨끗이 씻은 수태를 약간의 물기가 남을 정도로 짜서 플라스틱 용기에 담고 이 수태 속에 처리할 소인경을 넣은 다음 냉장고에서 일정기간 저장하였다.

2) 온탕처리

온탕처리시의 온도 및 성장조절물질이 휴면타파에 미치는 영향을 파악하기 위해 기내에서 12주 이상 비대시킨 소인경을 수확하여 1시간 동안 온탕처리하였다. 처리 용액의 온도는 30, 35, 40°C로 하였으며 성장조절물질로는 6-Benzylaminopurine(BA), Kinetin, Thidiazuron(TDZ), Gibberellin A₃(GA₃), Gibberellin A₄₊₇(GA₄₊₇)을 사용하였으며, 증류수를 대조구로 하였다. 성장조절물질의 농도는 사이토키닌 50mg·L⁻¹, 지베렐린 500mg·L⁻¹로 하였다. 처리가 끝난 소인경은 수도물로 체온을 떨어뜨린 다음 바로 포트에 정식하였다. 한편 온탕처리동안 단백질 함량 및 패턴, peroxidase 및 fumarase 활성을 분석하였으며 온탕처리 후 맹아한 잎의 기공을 관찰하고 엽록소 함량을 비교하였다.

저온 및 온탕 처리시의 처리구당 개체수는 날개하늘나리 17-30개, 섬말나리 13-15개로 하였다.

다. 실험방법

1) 배양실험

배양실험은 Kim 등(1995)이 수행한 방법에 따랐으며, 구체적인 내용은 다음과 같다.

가) 배지조제

기본배지는 MS배지를 사용하였으며, 소인편으로부터의 소인경 유도시에는 sucrose $30\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 소인경 비대시에는 sucrose $90\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 첨가하였으며, pH는 5.7로 조정 한 후 환천 $7\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 를 첨가하였다. 이 배양액을 100mL 삼각플라스크에 30mL씩 분주하여 aluminium foil로 봉한 다음 120°C , 1.2기압에서 10분간 고압 멸균하였다.

나) 배양환경

배양환경은 형광조명 하에서 일장 16시간, 광도 $23\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 하였으며, 온도는 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 하였다.

다) 배양기간

배양기간은 소인경의 유도시에는 8주, 소인경 비대시에는 12주 이상으로 하였다.

2) 맹아실험

일정기간 저온 저장한 소인경과 1시간 동안 온탕처리한 소인경을 TKS-2와 vermiculite를 7 : 3의 비율로 혼합한 용토로 채워진 포트에 정식하였다. 정식 후에는 주간 25°C , 야간 18°C 가 유지되는 온실에서 자연일장 하에서 관리하였다. 맹아율과 맹아일수는 1-2일 간격으로 8주간 조사하였다. 맹아는 원래 줄기 출현을 의미하지만 소인경으로부터 인편엽이 출현하는 것도 맹아된 것으로, 즉 휴면이 타파된 것으로 간주하였다.

3) 기공관찰

잎 시료 0.5-1.0cm인 것을 2.5% glutaraldehyde에 넣고 4°C 에서 2-4시간 전고정시킨 후 0.1M potassium phosphate buffer(pH 7.4)로 10-15분간 2-4회 수세 후 4°C 에서 overnight하였다. 고정액은 1% OsO_4 로 하였으며 4°C 에서 1-2시

간 후고정한 다음 0.1M potassium phosphate buffer로 10-15분간 2-3회 수세해서 30, 50, 70, 80, 90, 95, 100% EtOH 용액에 순서대로 각각 10-15분씩 담귀 탈수시켰다. 그 후 Iso-amylacetate에 20-30분 동안 2회 처리한 후 overnight 시킨 다음 임계점 건조법으로 시료를 건조시켜 mount-disk에 접착하였다. 접착된 시료를 Ion coater로 두께 100-200Å로 백금 coating 하여 SEM(Scanning Electron Microscope)으로 기공을 관찰하였다.

4) 분석실험

가) 엽록소 함량

생잎(fresh leaves) 1g을 80%의 아세톤 100mL로 마쇄하여 거름종이로 여과한 다음 spectrophotometer(Shimadzu, UV-160A)를 이용하여 645, 652, 663nm에서 흡광도를 측정하였다. 엽록소 함량은 Yoshita 등(1971)의 방법에 따라 계산하였으며, 엽록소 함량은 mg/g FW로 표시하였다.

나) 단백질 함량

단백질 추출은 Kim 등(1999)의 방법에 따라 수행하였고, 제2절의 서술하였다. Bovine serum albumin(BSA)을 표준 단백질로 하여 정량하고 단백질 함량은 mg/g FW로 나타내었다.

다) 단백질 패턴

단백질 추출은 Kim 등(1999)의 방법에 따라 제2절의 서술과 같으며, 단백질의 분자 14,000-97,000dalton (Bio-Red Co.)의 지표 단백질로 비교하였다.

라) Peroxidase 활성

소인경 2g을 재료로 하여 Kim 등(1999)이 행한 방법에 따랐다. 제3절에 서술한 대로 수행하였으며, specific activity는 $\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ protein으로, total activity는 $\mu\text{M}/\text{min}/\text{g}$ FW로 표시하였다.

마) Fumarase 활성

Kim 등(1999)의 방법에 따라 소인경 2g을 재료로 하였으며, 제3절에 자세히 서술하였다. 효소의 활성 표시로 specific activity는 $\text{mM}/\text{min}/\text{mg}$ protein으로, total activity는 $\text{mM}/\text{min}/\text{g}$ FW로 표시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 저온처리가 나리 소인경의 휴면타파에 미치는 영향

기내에서 생산된 날개하늘나리와 섬말나리의 소인경을 재료로 저온처리가 휴면에 미치는 영향을 검토한 결과(Table 32), 대조구의 맹아율은 각각 54.8%와 7.7%였다. 대조구의 맹아소요일수는 날개하늘나리 15.1일, 섬말나리 34일로서 날개하늘나리의 맹아속도가 섬말나리에 비해 2배 이상 빨랐다.

Table 32. Effect of cold-wet storage at 4°C on sprouting of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Species	Chilling period (week)	Sprouting	
		%	days
<i>L. davuricum</i>	0	54.8	15.1±0.6 ^z
	2	76.5	10.0±1.0
	4	100.0	11.4±1.4
	6	90.0	12.0±1.7
	8	90.5	10.8±1.5
<i>L. hansonii</i>	0	7.7	34.0±0.0
	2	7.7	27.0±0.0
	4	15.4	16.5±1.8
	6	60.0	13.3±0.8
	8	92.3	9.1±0.7

^zMean±SE

두 종 모두 저온처리 기간이 길어질수록 맹아율이 향상되고 맹아소요일수가 단축되는 경향이 있었다. 날개하늘나리는 4주간의 저온처리로 100%, 섬말나리는 8주간의 저온처리로 92.3%의 맹아, 즉 휴면 타파율을 보였다. 그러나 날개하늘나리의 맹아소요일수는 8주 저온처리로 4일정도 단축된 10.8일인데 비해 섬말나리는 25일 정도 단축된 9.1일로 8주간 저온처리 후의 맹아소요일수는 섬말나리가 날개하늘나리보다 오히려 빨랐다.

이와 같이 날개하늘나리는 섬말나리에 비해 휴면정도가 매우 낮고 저온처리 기간이 짧아도 휴면 타파율이 높았다. 저온처리에 의해 휴면타파율은 두 종 모두 거의 100% 수준으로 향상되었으며, 맹아소요일수는 두 종 모두 10일 내외로 단축되었다. 결과적으로 휴면정도가 깊은 섬말나리도 8주간의 저온처리로 소인경의 휴면을 거의 타파할 수 있었다.

나. 온탕처리시의 온도 및 성장조절물질이 소인경의 휴면타파에 미치는 영향

온탕처리시의 온도 및 성장조절물질이 기내에서 생산된 소인경의 휴면타파에 미치는 영향을 검토한 결과(Table 33, Fig. 26), 대조구 즉 증류수의 맹아율은 날개하늘나리가 80.9%인데 비해 섬말나리는 18.2%로서 날개하늘나리가 높았다. 온탕처리 온도 30℃의 경우 날개하늘나리는 성장조절물질의 종류에 관계없이 맹아율이 86.7-100%로 높았는데 비해, 섬말나리는 GA₄₊₇ 처리에서만 맹아율이 84.6%이었을뿐 다른 성장조절물질 처리구는 모두 날개하늘나리에 비해 낮은 편이었다. 그러나 섬말나리의 맹아율은 온탕처리와 성장조절물질 처리에 의해 크게 개선되었는데 비해, 날개하늘나리는 대조구 자체의 맹아율이 높았기 때문에 온탕처리나 성장조절물질 처리에 의해 맹아율의 개선은 10% 내외였다.

Table 33. Effect of temperature and PGRs during hot-water treatment on sprouting percentage of *Lilium* blublets regenerated in vitro.

Temp. (°C)	Sprouting (%)						Mean
	DW	BA	Kinetin	TDZ	GA ₃	GA ₄₊₇	
<i>L. davuricum</i>							
30	88.2	86.7	93.3	93.8	100	86.7	90.1
35	78.2	66.7	93.3	93.3	80.0	73.3	80.0
40	76.4	66.7	80.0	80.0	46.7	62.5	71.5
Mean	80.9	73.4	88.9	89.0	75.6	74.2	80.5
<i>L. hansonii</i>							
30	8.3	15.4	15.4	46.2	23.1	84.6	32.2
35	38.5	76.9	23.1	53.8	15.7	76.9	44.9
40	7.7	7.7	7.7	38.5	8.3	66.7	22.8
Mean	18.2	33.3	15.4	46.2	15.7	76.1	33.3

저온처리 실험인 Table 32에서 날개하늘나리는 섬말나리 보다 휴면 정도가 낮았다. 온탕처리 실험에서도 날개하늘나리는 성장조절제물질에 영향을 받지 않고 모든 처리구에서 섬말나리에 비해 높은 맹아율을 나타내었다. 이와 같이 날개하늘나리의 휴면 정도는 섬말나리에 비해 낮기 때문에 날개하늘나리는 저온처리, 온탕처리 및 성장조절물질에 대한 반응이 섬말나리에 비해 둔감하다는 것을 알 수 있었다.

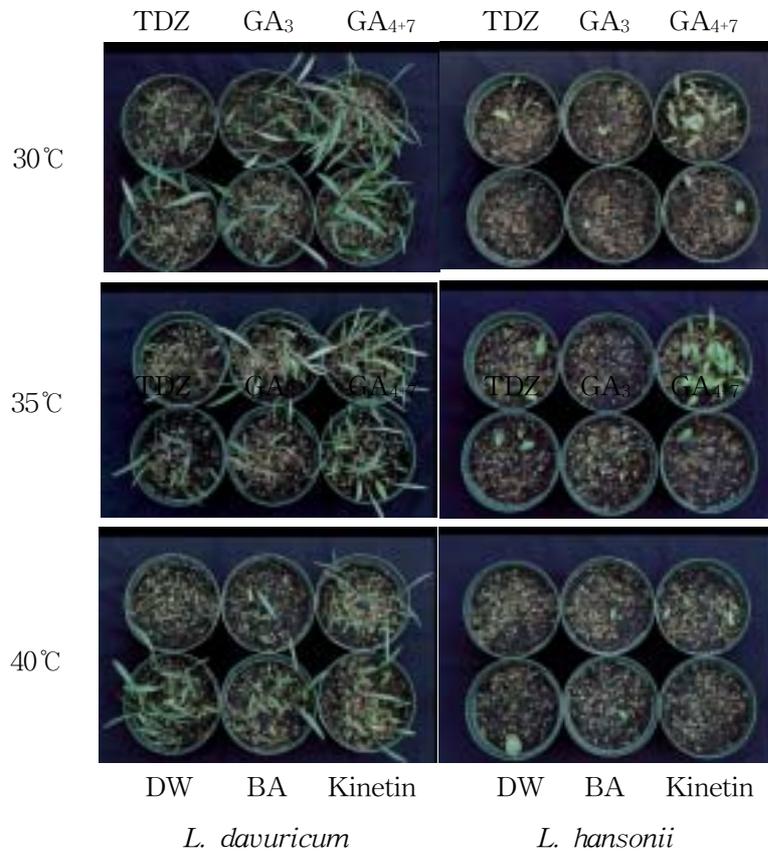


Fig. 26. Effect of temperature and PGRs during hot-water treatment on dormancy breaking of *Lilium* blublets regenerated in vitro.

Stimart 등(1982)은 조직배양으로 생산된 나팔나리 소인경의 휴면타파는 47°C에서 1시간동안 침지하는 것이 효과적이라고 하였다. 그러나 본 실험의 경우 40°C 온탕처리에서는 소인경의 종류에 관계없이 맹아율이 낮았다. 이는 날개하늘나리와 섬말나리의 휴면타파를 위한 온탕처리시의 온도는 40°C가 너무 고온이라는 것을 의미한다.

한편 Aguetaz 등(1990)은 점박이나리의 소인경 휴면타파에는 GA₃가 오리엔탈나리에서는 GA₃(Kim 등, 1998)가, 나팔나리에서는 GA₄₊₇이, 아시아틱나리에서는 GA₄(Takayama 등, 1993)가 휴면타파에 효과적이라고 하였다. Kim 등(2002)은 오리엔탈나리, 나팔나리, 아시아틱나리 모두 GA₄₊₇이 효과적이라고 하였다. 본 실험의 경우 날개하늘나리는 GA₃, 섬말나리는 GA₄₊₇에 의해 맹아율, 즉 휴면타

과율이 촉진되었다. 이와 같은 결과는 나리의 종류에 따라 휴면타파에 필요한 GA의 종류가 다르다는 것을 의미한다.

기내에서 생산된 소인경의 맹아소요일수를 살펴보면(Table 34), 날개하늘나리는 온탕처리 온도나 생장조절물질 처리에 의해 크게 개선되지 않았다.

Table 34. Effect of temperature and PGRs during hot-water treatment on days to sprouting of *Lilium* blublets regenerated in vitro.

Temp. (°C)	Days to sprouting						Mean
	DW	BA	Kinetin	TDZ	GA ₃	GA ₄₊₇	
<i>L. davuricum</i>							
30	12.3±1.8 ^z	10.9±0.8	9.9±1.1	12.9±2.3	12.5±2.2	9.5±1.7	11.3±0.5
35	13.4±2.0	12.5±1.6	9.7±0.7	10.9±1.3	7.9±0.4	8.4±1.2	10.5±0.8
40	11.7±1.6	14.2±2.8	14.8±2.8	16.2±2.6	10.4±0.4	10.8±2.4	13.0±0.9
Mean	12.5±0.4	12.5±0.8	11.5±1.4	13.3±1.3	10.3±1.1	9.6±0.6	11.6±0.6
<i>L. hansonii</i>							
30	23.3±0.0	12.5±1.1	10.5±1.8	21.8±3.7	17.7±1.7	14.5±1.6	16.7±1.9
35	23.6±5.5	22.7±2.3	23.7±8.3	28.7±4.1	19.2±0.8	11.9±1.1	18.4±3.9
40	41.0±0.0	26.0±0.0	32.0±0.0	28.6±2.9	22.0±0.0	16.3±1.3	27.7±3.2
Mean	29.3±4.8	20.4±3.3	22.1±5.1	26.4±1.9	19.6±1.0	14.2±1.0	20.9±2.8

^zMean±SE

그러나 온탕처리 온도 35°C, 그리고 GA₃와 GA₄₊₇ 처리구에서 맹아소요일수가 다소 단축되는 경향이였다. 이에 비해 섬말나리는 온탕처리 온도 30-35°C에서 또 GA에 의해 개선되었으며 특히 GA₄₊₇처리구에서는 맹아소요일수가 크게 단축되었다.

한편 인편엽의 수와 모양 또한 처리간에 차이가 컸다(Fig. 27). 날개하늘나리와 섬말나리는 모두 GA₄₊₇ 처리구에서 다른 처리구에 비해 인편엽의 수가 많고 엽폭이 좁았다(Table 35). 날개하늘나리의 경우 엽수는 35°C, GA₄₊₇처리구에서 5.5개로 가장 많았으며 엽장도 7.5cm로 가장 길었다. 그러나 엽폭은 GA₄₊₇처리에 의해 다소 좁아지는 경향이였다. 섬말나리의 경우도 엽수와 엽장은 35°C GA₄₊₇처리구에서 가장 많았으며 엽장 또한 길었다. 종에 관계없이 인편엽의 수

와 형태는 GA₄₊₇의 영향이 큰 것으로 보였다.

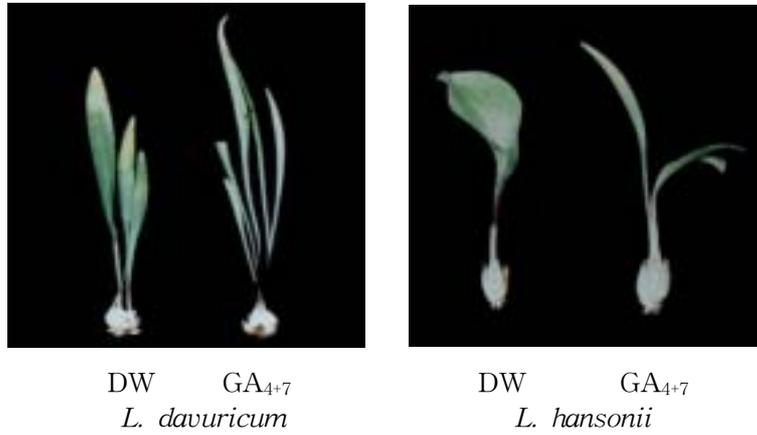


Fig. 27. Effect of GA₄₊₇ during hot-water treatment on morphology of leaves sprouted of *Lilium* bulbets regenerated in vitro.

Table 35. Effect of temperature and PGRs during hot-water treatment on number, length and width of scaly leaf of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Species	Temp. (°C)	PGRs	Scaly leaf		
			Number	Length (cm)	Width (cm)
<i>L. davuricum</i>	30	DW	2.3±0.5 ^z	5.4±0.7	0.5±0.1
		BA	2.3±0.4	5.5±0.5	0.5±0.0
		Kinetin	2.6±0.4	6.4±0.5	0.6±0.0
		TDZ	2.1±0.3	3.2±0.4	0.3±0.0
		GA ₃	2.1±0.2	6.4±0.5	0.6±0.0
		GA ₄₊₇	5.1±0.6	7.2±0.4	0.4±0.0
	35	DW	1.5±0.2	6.4±0.6	0.5±0.1
		BA	1.6±0.2	4.6±0.7	0.4±0.0
		Kinetin	2.3±0.2	7.1±0.4	0.6±0.0
		TDZ	1.6±0.2	4.0±0.4	0.3±0.0
		GA ₃	2.4±0.3	6.6±0.4	0.6±0.0
		GA ₄₊₇	5.5±0.6	7.5±0.5	0.4±0.0
	40	DW	2.9±0.6	6.4±0.4	0.6±0.0
		BA	2.4±0.3	5.4±0.5	0.5±0.0
		Kinetin	1.8±0.2	6.3±0.4	0.6±0.0
		TDZ	1.7±0.2	3.1±0.3	0.3±0.0
		GA ₃	1.1±0.1	6.0±1.0	0.5±0.1
		GA ₄₊₇	3.8±0.3	7.1±0.4	0.3±0.0
<i>L. hansonii</i>	30	DW	1.0±0.0	0.6±0.0	0.2±0.0
		BA	1.0±0.0	1.7±0.8	0.9±0.4
		Kinetin	1.0±0.0	3.6±0.0	1.4±0.1
		TDZ	1.0±0.0	3.6±0.6	1.2±0.2
		GA ₃	1.0±0.0	1.5±0.2	1.0±0.3
		GA ₄₊₇	2.5±0.3	4.1±0.3	0.7±0.0
	35	DW	1.0±0.0	2.8±0.7	0.9±0.2
		BA	1.2±0.1	1.9±0.3	0.6±0.1
		Kinetin	1.0±0.0	2.4±1.0	0.8±0.4
		TDZ	1.1±0.1	2.7±0.5	1.1±0.2
		GA ₃	1.0±0.0	2.5±0.0	1.1±0.0
		GA ₄₊₇	3.0±0.3	5.2±0.3	1.0±0.1
	40	DW	1.0±0.0	5.0±0.0	2.6±0.0
		BA	1.0±0.0	2.4±0.0	0.8±0.0
		Kinetin	1.0±0.0	2.0±0.0	0.5±0.0
		TDZ	1.0±0.0	2.4±0.2	0.8±0.1
		GA ₃	1.0±0.0	3.0±0.0	1.1±0.0
		GA ₄₊₇	1.1±0.1	2.9±0.3	0.7±0.1

^zMean±SE

소인경의 비대에 미치는 온탕처리시 성장조절물질의 영향을 검토한 결과(Table 36), 날개하늘나리와 섬말나리 모두 35°C, GA₄₊₇ 처리구에서 157.4%, 153.8%로 비대

율이 가장 높았다. 즉 두 종 모두 GA₄₊₇처리시에 소인경의 무게가 가장 많이 증가하였다. 그러나 GA를 위시한 나머지 생장조절물질은 큰 효과가 없었다. 두 종 모두 비대율에서도 40℃ 처리구가 가장 낮았다.

Table 36. Effect of temperature and PGRs during hot-water treatment on enlargement of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

Temp. (°C)	Enlarged (%)						
	DW	BA	Kinetin	TDZ	GA ₃	GA ₄₊₇	Mean
<i>L. davuricum</i>							
30	98.7	107.6	128.2	77.2	117.4	146.2	112.6
35	81.7	101.8	121.0	91.7	122.8	157.4	112.7
40	114.7	115.0	102.7	66.1	94.9	122.1	102.6
Mean	98.4	108.1	117.3	78.3	111.7	141.9	109.3
<i>L. hansonii</i>							
30	119.0	117.5	95.5	98.7	104.4	144.2	113.2
35	107.1	87.7	109.7	103.3	111.4	153.8	112.2
40	93.1	104.4	78.1	91.8	83.5	75.3	87.7
Mean	106.4	103.2	94.4	97.9	99.8	124.4	104.4

다. 온탕처리와 GA₄₊₇이 소인경의 생리활성에 미치는 영향

생리활성물질의 분석은 30℃에서 각각 GA₄₊₇과 증류수(대조구)로 온탕처리한 소인경을 재료로 수행하였다.

날개하늘나리와 섬말나리의 맹아한 인편엽의 엽록소 함량을 분석한 결과(Fig. 28), 날개하늘나리는 GA₄₊₇처리구에서 대조구에 비해 엽록소 함량이 높아지는 반면, 섬말나리는 오히려 줄어드는 현상을 보였다.

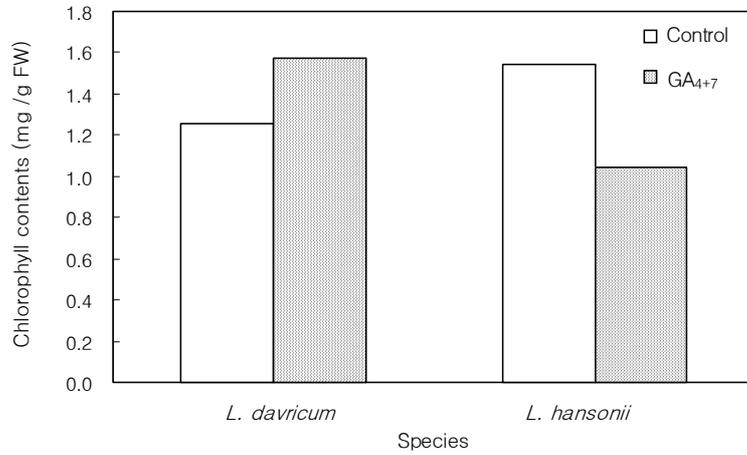


Fig. 28. Effect of GA₄₊₇ hot-water treatment at 30°C on chlorophyll content in leaves sprouted of *Lilium* blublets regenerated in vitro.

날개하늘나리와 섬말나리의 맹아한 인편엽의 기공을 관찰한 결과(Fig. 29), 처리 간 기공의 수나 크기에 큰 차이가 없어 온탕처리 및 GA₄₊₇ 처리가 기공의 기능에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

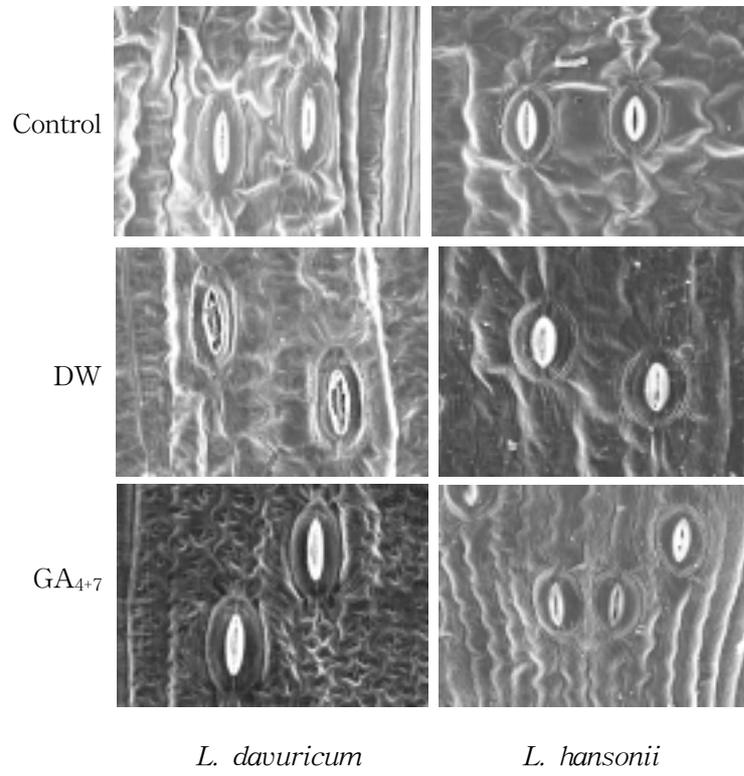


Fig. 29. Morphology of stomata after hot-water treatment at 30°C in leaves sprouted of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

이상의 결과로 볼 때 온탕처리시 GA₄₊₇의 첨가는 휴면타파에도 효과적일 뿐만 아니라 엽수를 증가시켜 광합성 효율을 향상시키고 기공의 기능에 문제가 없으며 소인경의 비대에도 효과적이었다.

날개하늘나리와 섬말나리의 소인경을 30분 간격으로 온탕처리하면서 단백질 함량을 측정된 결과(Fig. 30), 온탕처리 30분 후의 소인경에서 단백질 함량이 가장 많았다. 두 종 모두 60분동안 온탕처리를 하였을 때까지는 대조구 수준의 높은 단백질 함량을 유지하고 있었다.

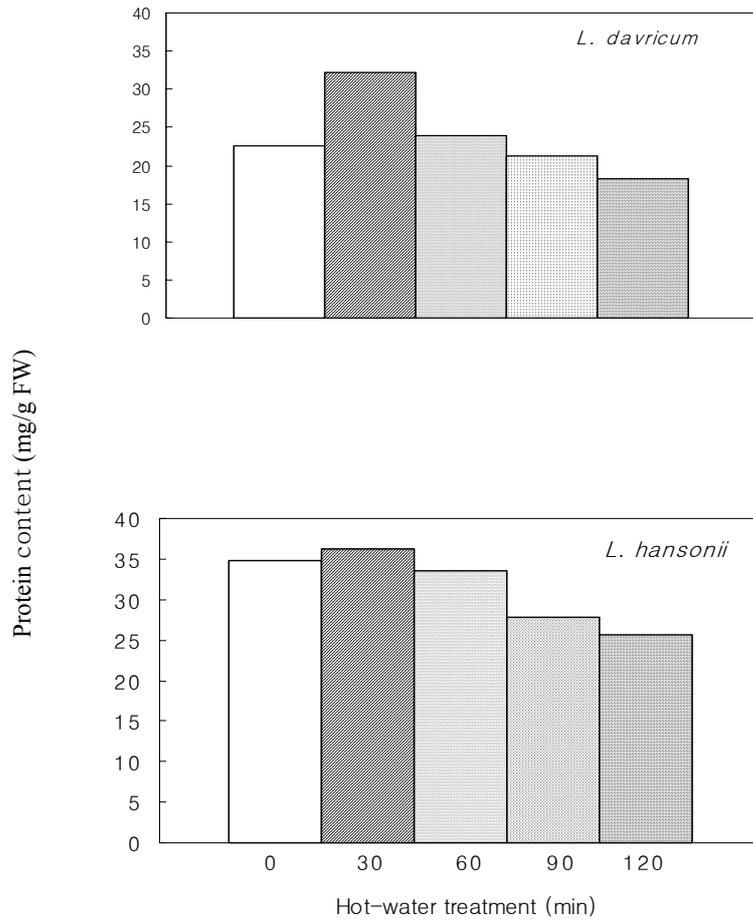


Fig. 30. Changes of protein content after hot-water treatment of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

단백질 패턴은 처리간에는 차이가 없었으나, 종간에는 차이가 있었다(Fig. 31). 즉 날개하늘나리는 116.0kD, 97.4kD, 38kD에 뚜렷한 밴드가 있었으나, 섬말나리는 없었다. 또 섬말나리는 21.5kD에 뚜렷한 밴드가 있었으나, 날개하늘나리는 없었다.

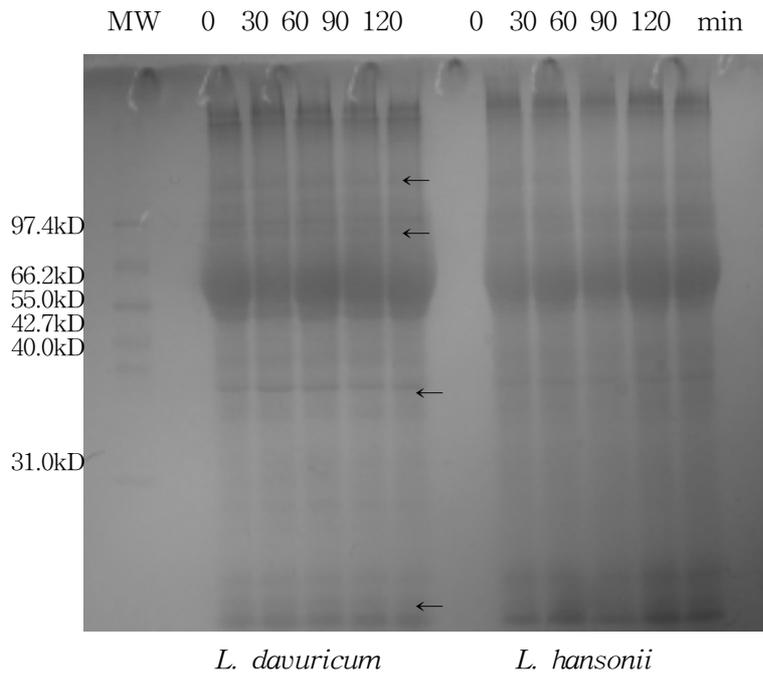


Fig. 31. Protein pattern after hot-water treatment of *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

일반적으로 peroxidase는 종자발아(Kim 등, 1988), 부정근 형성(Choi와 Kim, 1997) 등 성장과 기관 형성에 중요한 역할을 하고 있다. 글라디올라스의 기내 소구경은 구근이 비대중일 때나 휴면기 보다는 휴면이 타파된 후나 발아될 때 단백질 함량이 높으며, peroxidase의 활성이 매우 높다고 밝힌 바 있다(Goo와 Kim, 1995). 본 실험도 날개하늘나리와 섬말나리의 휴면이 타파될 때 peroxidase의 활성에 차이가 있을 것으로 판단되어 날개하늘나리와 섬말나리를 30분 간격으로 120분까지 온탕처리를 하여 peroxidase의 활성을 측정하였다(Fig. 32).

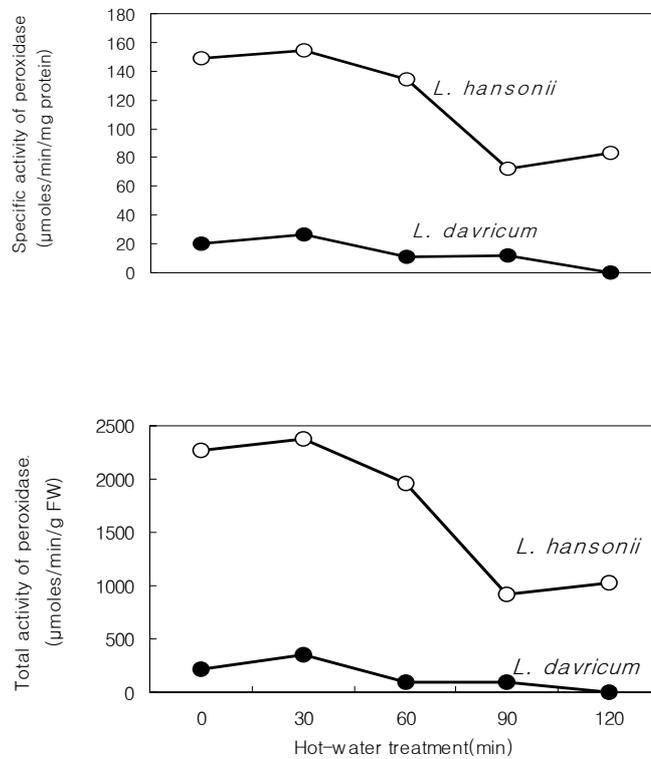


Fig. 32. Change of peroxidase activity after GA₄₊₇ (500mg·L⁻¹) hot-water treatment at 30°C in *Lilium* bulblets regenerated in vitro.

날개하늘나리와 섬말나리의 peroxidase 활성은 모두 30분 동안 온탕처리한 소인경에서 가장 높았으며, 섬말나리의 경우 90분 이상 온탕처리를 하면 peroxidase 활성이 급격히 떨어졌다. 날개하늘나리의 경우는 온탕처리 시간에 따른 peroxidase 활성의 차이를 관찰할 수 없었으나, 온탕처리 120분 후에는 peroxidase 활성이 없어졌다. 이와 같이 온탕처리 동안 peroxidase 활성은 나리의 종간에 큰 차이가 있었으며, 두 종 모두 온탕처리 60분 후부터는 peroxidase 활성이 감소하였다.

Wang 등(1991)은 사과나무의 눈에서 휴면이 타파되는 과정 동안 TCA cycle 효소인 isocitrate dehydrogenase(ICDH)활성의 증가를 관찰한 바 있다. 본 실험에서도 소인경의 온탕처리동안 즉 소인경의 휴면이 타파되는 과정동안 미토콘

드리아의 호흡 활성을 비교하기 위해 TCA cycle의 지표효소인 fumarase의 활성을 측정하였다(Fig. 33).

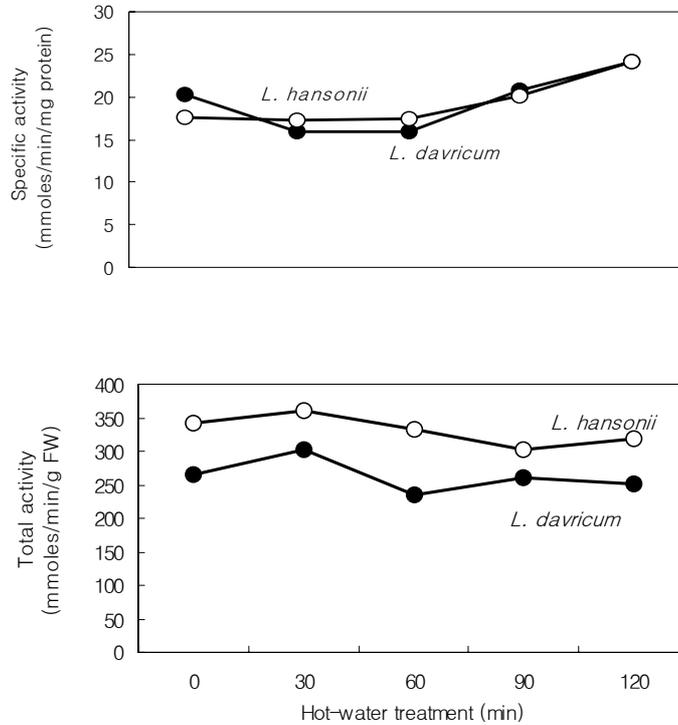


Fig. 33. Change of fumarase activity after GA_{4+7} ($500mg \cdot L^{-1}$) hot-water treatment at $30^{\circ}C$ in *Lilium* bulblet regenerated in vitro.

실험결과, 날개하늘나리와 섬말나리의 fumarase의 고유활성은 온탕처리 시간이 길어질수록 증가하였다. 그러나 총 활성은 30분 이후부터 감소하는 경향이 있었다. 이러한 결과는 체온이 높아짐에 따라 호흡속도가 빨라져 고유활성은 증가하였지만 앞에서 언급한 바와 같이 단백질 함량이 감소되어 총 활성이 저하된 것으로 볼 수 있다.

이상에서와 같이 날개하늘나리와 섬말나리의 기내에서 생산된 소인경의 휴면은 저온처리에 의해 거의 100% 타파되었으며, 저온처리 기간은 날개하늘나리 4주, 섬말나리 8주 소요되었다. 이에 비해 1시간동안의 온탕처리는 저온처리와 비슷한 휴면타파율을 기록하였으며, GA_{4+7} 용액의 온탕처리는 나리 소인경의 휴면타파에 매우 효과적이었다.

제5절 주년생산을 위한 화아분화 유도 및 장기저장

1. 서언

꽃은 화훼류의 상품성을 결정짓는 가장 중요한 요소이다. 꽃이 개화하는 시기는 종에 따라 각기 다르다. 화훼류의 개화과정은 화숙, 최화, 화아창시, 화아분화, 화아발달, 화아성숙, 개화의 7단계로 구분하는 것이 일반적이다(小西 등, 1988). Langhans와 Weiler(1968)는 나리의 개화 단계를 화아창시, 화아분화, 화아성숙, 개화의 4단계로 구분하였다. 식물체의 정단분열조직에서 엽아를 분화하는 영양생장에서 화아를 형성하는 생식생장으로 전환하는 데에는 식물체 자체의 내적인 조건이 갖추어져야 하고 여기에 온도, 일장, 수분 등의 환경요인이 관여하게 된다. 화아분화에 영향을 미치는 요인과 시기를 밝혀냄으로써 축성 또는 억제제를 통해 자유로이 화훼류의 개화시기를 조절할 수 있게 된다. 따라서 자생나리의 주년생산을 위해서는 화아분화에 대한 이해가 반드시 필요하다.

나팔나리의 화아분화는 로젯트 상태로 겨울의 저온을 경과한 후 봄에 기온이 상승하면 화아가 형성되는 유형으로, 이 경우 저온은 춘화 작용을 한다는 것이 Weiler와 Langhans(1968)의 연구에서 밝혀졌다. 저온을 겪지 않은 'Ace'의 구근을 최저 야온 21℃의 온실에서 재배하면 맹아는 해도 로젯트상의 잎만 전개될 뿐 개화는 하지 않으며, 이와 같은 상태에서 약 300일 재배해 온 식물체를 7.2℃에서 4주간 둔 후, 본래의 최저 야온 21℃의 온실에서 재배하면 모든 개체가 개화한다. 이와 같이 나팔나리는 저온을 겪지 않으면 개화를 할 수 없는 질적인 춘화요구성 식물이다. 구근을 1.7℃의 저온에서 저장한 후 최저 21℃의 온실에서 재배하면 저온기간이 2-4주로 길어짐에 따라 개화율이 높아지고 6주 이상이 되면 100% 개화한다고 하였다.

Baranova(1972)는 나리 35종의 화아분화 시기를 관찰하고 그 유형에 따라 4그룹으로 분류하였으며, 화아분화는 종 또는 품종의 유전적인 성질에 영향을 받는다고 하였다. *L. martagon*과 *L. davuricum*과 같은 종들은 8월에 화아창시가 되며 춘화처리가 필요없거나 필요하더라도 춘화처리 온도가 높거나 기간이 춘화요구성에 비해 상대적으로 짧다고 하였다.

Ohkawa(1989)는 일본 자생종 나리 15종을 포함한 18종의 나리에 대해 화아 분화 시기를 조사하여 다음과 같이 4그룹으로 분류하였다. 1-a형은 초가을에 구근 내에서 화아분화가 시작되어 맹아하기 전인 초겨울에 완성되는 유형(*L. rubellum*, *L. davuricum*)이고, 1-b형은 늦가을에 구근 내에서 화아분화가 시작되어 맹아 후인 다음해 봄에 완성되는 유형(*L. concolor* var. *pulchellum*, *L. hansonii*, *L. japonicum*, *L. maculatum*)이고, 2-a형은 화아분화가 다음해 봄인 맹아 직후에 시작되어 성장중에 완성되는 유형(*L. leichtlinii* var. *maximowiczii*, *L. callosum*, *L. longiflorum*, *L. alexandrae*, *L. nobilissimum*, *L. speciosum*, *L. auratum*, *L. platyphyllum*, *L. medeoloides*, *L. brownii*, *L. concolor*, *L. maculatum*)이며, 2-b형은 맹아 1개월 후에 화아분화가 시작되어 완성되는 유형(*L. lancifolium*, *L. henryi*)이다. 이렇듯 나리의 화아분화 시기는 종에 따라 가을부터 봄까지 매우 다양하므로, 습윤냉장에 의한 휴면 타파 과정 또한 (품)종마다 다르다고 할 수 있다. 그러나 *L. concolor*와 *L. maculatum*과 같은 몇몇 종의 화아분화 시기는 성장환경에 따라 변화한다고 하였다.

또한 식물의 분화와 성장에는 복잡한 대사과정들이 관여하고 있는데, 이 중 peroxidase는 고등식물의 거의 모든 조직에 존재한다. 이 효소는 과산화효소로서 식물의 성장과 발육(Imberty 등, 1985) 및 분화(Mellon과 Triplett, 1989)에 밀접한 관련이 있고, 형태형성(Boyer 등, 1983) 특히 기관형성(Mato 등, 1988), 부정아 형성(Park 등, 1998a) 및 화아분화(Gaspar 등, 1975)에 직접적으로 영향을 미치고 있다. 한편 peroxidase를 분화에 대한 생화학적 지표로서 활용하고자 하는 연구도 많이 되어왔다(Coppense와 Dewitte, 1990; Coppense와 Gills, 1987; Kim과 De Hertogh, 1997; Moncousin과 Gaspar, 1983). 그러나 클라디올러스 목자와 같은 저장조직에서는 그 활성이 없거나 매우 낮다(Goo와 Kim, 1995).

온도는 나리의 화아분화와 발달을 조절하는 가장 중요한 환경요소 중의 하나로 나팔나리와 몇몇 잡종의 개화를 촉진하기 위해서는 일정기간의 저온이 필요하다고 하였지만(McKenzie, 1989; Stuart, 1946; Wilkins, 1980), 화아분화에 필요한 저온의 범위는 명확하지 않다. 그리고 재배온도에 대해서도 저온을 충분히 감응한 구근은 온도가 높을수록 개화까지의 일수가 단축되고, 특히 맹아로부터 발육까지의 기간이 단축된다. 그 중에서 상품의 질을 결정하는 요인중의 하나인

꽃수는 화아분화 초기단계의 재배온도에 의해 결정된다.

아시아틱 나리를 육성재배했을 때 가장 심각한 문제는 블라스팅이다. 'Connecticut King'은 여름동안 고온에 의해 유발되고(Boontjes, 1982), 'Enchantment'는 겨울동안의 저광도 또는 단일에 의해 유발된다(Durieux 등, 1982). Roh(1990)는 'Red Carpet', 'Cherub', 'Sunray'와 'Connecticut Lemonglow'의 개화를 위해서는 16/13℃(낮/밤)온도보다 26/24℃에서 더 빨리 개화하고, 발육 정지한 꽃눈의 수는 고온에서 더 많이 발생한다고 하였다. Aoki와 Yoshino(1984)는 'Enchantment' 재배 초기의 온도가 비정상적으로 높으면 발육이 정지되는 꽃눈의 수가 60%에 이른다고 하였다.

이렇듯 종에 따라 화아분화 시기와 화아발달에 적합한 온도에 대한 연구는 많지만 대부분 노지에서 시행한 것들이고 우리나라의 자생나리를 재료로 한 연구는 없다.

한편, 최근 자생식물에 대한 인식이 높아지면서 자생나리의 원예화에 대한 관심도 높아지고 있으나 자생나리에 대한 연구는 아직 시작단계에 불과한 시점이다. 이 시점에서 조직배양을 통한 급속대량생산 체계와 발맞추어 자생나리의 주년생산을 도모하여야 한다. 나리의 생산에 대한 연구는 분화재배를 위해 생장 조절물질을 이용한 왜화 유도가 대부분이다(Choi 등, 1998; Choi 등, 2002; Douglas와 William, 1989; Wang과 Tsujita, 1990).

여기에서는 하늘나리와 날개하늘나리를 재료로 조절된 환경, 즉 습윤 냉장하면서 광학현미경과 주사형 전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)을 이용하여 일정한 간격으로 화아분화 과정을 관찰하고, peroxidase 활성과 화아분화와의 관계를 규명하고, HPLC(High- Performance Liquid Chromatography)를 이용하여 가용성 당을 분석해 개화유도에 적합한 재배온도를 알아보고자 한다. 또 소인경을 재료로 하여 저온 저장기간(1-6개월)을 달리했을 때 저장기간별 자생나리의 생장과 발육에 미치는 영향을 조사하고자 한다. 소인경 상태로 장기간 저온저장하고, 저장 이후 생장과 발육에 나쁜 영향을 미치지 않는다면, 자생나리의 주년 생산을 가능하게 할 수 있을 뿐만 아니라 원하는 시기에 다량을 한꺼번에 공급할 수도 있게 함으로써 계획생산이 가능해 진다. 이로 인해 자생나리를 연중 감상할 수 있어 대중화 할 수 있으며, 대량공급 체계확립에도 도

움이 될 것으로 확신한다. 이를 통해 자생나리의 화아분화 유형을 파악하고 주
년생산을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 식물재료

하늘나리(*L. concolor* var. *parthneion*), 날개하늘나리(*L. davuricum*), 중나
리(*L. maximowitzi*), 참나리(*L. lancifolium*) 및 땅나리(*L. callosum*)의 기내에서
재생된 소인경을 온실에서 비대시켜 사용하였다.

나. 실험 방법

1) 처리내용

하늘나리와 날개하늘나리의 화아분화 시기를 규명하기 위해서는 화아형
성이 가능한 구근(하늘나리 2.5-5.5g, 날개하늘나리 3.5-5.5g)을 선별하여 4℃에
서 10주간 습윤냉장하였다. 습윤냉장 기간동안, 그리고 습윤냉장 8주 후 온실에
정식하여 화아분화가 완성될 때까지 4일 간격으로 인경 5개씩 임의로 선별하여
광학 현미경과 주사형 전자현미경으로 화아분화 과정을 관찰하였다. 또 습윤냉
장 기간동안의 peroxidase 활성과 화아분화와의 관련성에 대해 검토하였다. 개
화유도에 적합한 재배온도를 규명하기 위해서는 개화가 가능한 구근(하늘나리
3g 이상, 날개하늘나리 4g 이상)을 선별하여 4℃에서 8주간 습윤냉장 후 정식하
여 성장상에서 재배온도(15, 20, 25, 30℃)를 달리하여 성장과 개화특성을 조사
하면서 재배하였다. 각 처리 당 개체수는 10개로 하였다.

장기저장을 위해서는 하늘나리, 중나리, 참나리, 땅나리 소인경을 재료로 4℃
와 -1℃에서 6개월간 습윤저장하면서 1개월 간격으로 꺼내 멥아올과 발근유를
조사하였고, 정식한 후 생육을 조사하였다.

2) 조사내용 및 방법

가) 화아분화 및 발달과정

Ohkawa(1989)가 행한 방법을 참고로 하여 8단계로 구분하였다.

나) 개화유도실험

- 맹아 : 줄기 선단부가 지표면을 뚫고 나왔을 때를 맹아로 하였으며, 맹아율을 계산하고 맹아까지 소요되는 일수를 계산하였다.
- 초장 : 개화했을 당시 지표면에서 줄기 선단부까지의 길이를 측정하여 초장으로 나타내었으며, 이때의 엽수와 마디수를 조사하였다.
- 화폭 : 꽃의 가장 바깥쪽 꽃잎과 꽃잎사이의 폭을 조사하였다.
- 개화 : 가장 바깥쪽 꽃잎이 완전히 수평으로 되는 시점을 개화로 하여 개화율을 계산하고 개화하기까지 소요되는 일수를 계산하였다.
- 노화 : 꽃잎의 위조가 일어나고 꽃잎의 말림 현상이 시작될 때를 노화로 하여, 개화지속기간을 계산하였다.

3) 습윤냉장

온실에서 수확한 구근을 물로 깨끗히 씻은 다음 잎과 뿌리를 제거하고 benlate $2\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 수용액으로 3시간 소독하였다. 이 구근을 깨끗한 수태와 섞어서 4°C 에서 일정기간 습윤냉장하였다.

4) 상토와 재배환경

습윤냉장이 끝난 구근은 화분에 정식하여 온도조절이 가능한 온실에서 관리하였다. 배양토는 TKS-2와 vermiculite를 7 : 3의 비율로 혼합한 상토 10kg 당 복합비료(N:P:K:Mg=21:12:11:3) 5g 을 기비로 넣어 제조하였다. 화분은 $10\times 10\text{cm}$ 크기의 플라스틱 제품으로 하였다. 화아분화 관찰을 위해서는 온실의 온도를 주간 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, 야간 $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 설정하였으며, 일장과 광도는 자연광으로 하였다. 개화유도 실험에서는 생장상을 이용하여 일장 16시간, 광도 $170\text{--}220\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 상대습도 70%로 조절하였다.

5) 광학현미경 관찰

실체현미경 하에서 관찰한 나리의 경정부 5mm 를 FAA(formalin:acetic acid:ethanol 50%=5:5:90, v/v/v)용액으로 고정시켜 Kim과 Byun(1988), Kim 등(1991)이 수행한 방법에 따라 ethanol과 t-butanol series로 탈수시킨 후

paraffin(55±1℃)에 포매한 다음 rotary microtome(Heidelberg HM-320)으로 10 μm 두께의 연속절편을 만들었다. Gelatin으로 코팅된 slide glass에 부착한 절편체를 Hematoxylin-Safranin-Fast Green FCF로 3중 염색한 다음 광학현미경(light microscope, LM)으로 관찰 및 촬영하였다.

6) 주사형 전자현미경 관찰

실체현미경 하에서 관찰한 나리의 경정부 3-5mm를 glutaraldehyde 2.5% 용액에 넣고 4℃에서 2-4시간 전 고정시킨 후 potassium phosphate buffer 0.1M(pH 7.4)로 10-15분간 2-4회 수세 후 4℃에서 16시간 방치하였다. 고정액은 OsO₄ 1%로 하였으며 4℃에서 1-2시간 후고정한 다음 potassium phosphate buffer 0.1M(pH 7.4)로 10-15분간 2-3회 수세해서 ethanol 30, 50, 70, 80, 90, 95, 100% 용액에 순서대로 각각 10-15분씩 담귀 탈수시켰다. 그 후 iso-amylacetate에 20-30분 동안 2회 처리한 후 16시간 방치시킨 다음 임계점 건조기로 건조시켜 mount-disk에 접착하였다. 접착된 시료는 ion coater를 이용하여 두께 100-200Å이되게 백금 coating하여 주사형 전자현미경으로 관찰 및 촬영하였다.

7) Peroxidase 활성 분석

구근의 중심부 2g을 직경 0.5cm 콜크볼러(cork borer)로 채취하여 Kim 등(1988)이 행한 방법에 따랐다. 고유활성은 μmoles/min/mg protein으로, 총활성은 μmoles/min/g fresh weight(fresh wt.)로 표시하였다. 단백질의 정량은 Bradford(1976)가 행한 방법에 따랐다.

8) 당 분석

암술과 수술을 포함한 꽃 1g과 소화병을 제외하고 잎이 포함된 줄기 선단부 1g을 사용하여 분석하였다. 시료 1g에 ethanol 80% 25mL를 첨가하여 유발에서 마쇄한 다음, water bath를 이용하여 80℃에서 30분간 열탕처리하였다. 처리된 시료액을 3,000rpm(Hanil MF-80, Korea)에서 10분간 원심분리하여 상정액을 취하고, 잔사는 다시 ethanol 80%을 첨가하여 위의 과정을 2회 반복하여

최종적으로 얻은 상정액이 50mL가 되게 하였다. 획득한 상정액을 환저플라스크(round flask)에 넣어 회전농축기(rotary evaporator)를 이용하여 감압 농축하였다. 농축액을 3차 증류수 2mL로 잘 섞은 다음, Sep-Pak C₁₈ cartridge를 이용하여 1차 여과하였다. 여과된 액을 다시 0.45 μ m 구공의 PVDF 주사기용 필터를 이용하여 2차 여과하여 HPLC(RI 410, Waters Co. USA)를 통해 분석하였다. 분석시의 조건은 zorbax carbohydrate colum(HP사, 4.6mm ID \times 150mm, 5 μ m)을 이용하였으며 이동상은 acetonitrile 75%를 사용하였으며, 온도 30 $^{\circ}$ C, injection volume 30 μ L, 유속 1.0mL/min로 수행하였다.

9) 안토시아닌 함량 측정

개화했을 당시 채취한 꽃잎 1g을 ethanol 95%와 HCl 1.5N 용액을 85 : 15의 부피비율로 혼합한 용매 10mL에 넣고 유포로 마쇄한 다음 parafilm으로 용기를 봉한 후 4 $^{\circ}$ C 냉장고에서 16시간 방치하였다. 이 혼합물을 여과지로 여과하여 분석하였다. 추출액은 spectrophotometer(Shimadzu, UV-160A)로 535nm에서 흡광도를 측정 후 Fuleki와 Francis(1968)의 방법에 따라 total anthocyanin 함량을 계산하였으며, mg/g fresh wt.로 표시하였다.

10) 엽록소 함량 측정

개화했을 당시 채취한 잎 1g을 acetone 80% 용액 50mL로 마쇄하여 여과지로 여과하여 분석하였다. 추출액은 spectrophotometer(Shimadzu, UV-160A)를 이용하여 652nm에서 흡광도를 측정 후 Yoshita 등(1971)의 방법에 따라 total chlorophyll 함량을 계산하였으며, mg/g fresh wt.로 표시하였다.

11) 색차분석

개화했을 당시 하늘나리의 꽃잎을 채취하여 가운데 부분에 대해 chromometer(Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 색차를 측정하여 헌터값(Hunter value)으로 비교하였다. L(명도)값은 0(흑색)~100(백색)을, a(색상)값은 -80(녹색)~80(적색)을, b(색상)값은 -80(청색)~80(황색)을 나타낸다.

3. 결과 및 고찰

가. 광학 현미경과 SEM에 의한 화아의 분화 및 발달과정 관찰

날개하늘나리의 경정을 광학 현미경으로 관찰한 결과(Fig. 34), 영양생장기인 미분화상태(A)에서는 경정 분열조직의 크기가 매우 작았다. 생식생장기의 시작인 화아창시기 때는 경정 분열조직이 비대되어 돔 모양을 이루었으며, 화아시원체가 형성(B)되었다. 돔 모양의 경정 분열조직이 평편해 지면서 외화피가 형성(C)되었으며, 이 후 내화피, 수술, 암술 순으로 화아가 완성(D)되었다.

영양생장에서 생식생장으로 전환된 다음 화아가 개화하기까지는 여러 단계를 거친다. 일반적으로 꽃의 개화과정(flowering process) 7단계로 구분한다. (1) 화숙(ripeness to flower)은 생식생장으로의 생리적 준비단계로 개화능력을 갖는다. (2) 최화(flower induction)는 영양생장에서 생식생장으로의 생리적 전환으로 화성 또는 개화 유도라 한다. (3) 화아창시(flower bud initiation)는 개화현상의 시작으로 영양생장에서 생식생장으로의 형태적 전환이며, 화아형성이 일어나는 최초의 형태적 징후이다. 이때 화축(flora axis)이 형성된다. (4) 화아분화(flower bud differentiation)는 화아창시와 비슷한 의미로 사용되고 있지만 엄밀히는 꽃의 각부 원기, 즉 화엽(floral leaf)이 발생하는 것을 말하며, 일반적으로 꽃받침, 꽃잎, 수술, 암술 순으로 발생한다. 그러나 구근류의 화아분화 양식은 일반 초화류와는 다소 차이가 있다. Baranova(1972)와 Boyer(1942)는 나리의 화아분화 과정과 양식을 미분화, 화아창시, 화아시원체, 포엽, 소포엽, 외화피, 내화피, 수술(외측), 수술(내측), 암술 순으로 규정하였다. 하지만 Ohkawa(1989)는 미분화, 화아시원체, 전분화, 외화피, 내화피, 수술, 암술 순으로 규정하였다. (5) 화아발달(flower bud development)은 분화된 화엽원기가 성장, 발달하여 전체로서 화서가 완성되어 가는 것으로 꽃의 각 부분이 성장하는 단계이다. 화아창시, 화아분화, 화아발달 3단계를 합쳐서 화아형성(flower bud formation)이라고 한다. 이때 환경 조건이 불량하면 화아분화가 중단되고 영양생장으로 다시 되돌아가는 블라인드(blind, 성장상의 역전)이나, 화아가 발달도중에 고사는 블라스팅(blasting)이 발생하기도 한다. (6) 화아성숙(flower bud maturation)은 개화의 생리적 준비단계이며, 마지막으로 (7) 개화(flowering)를 한다.

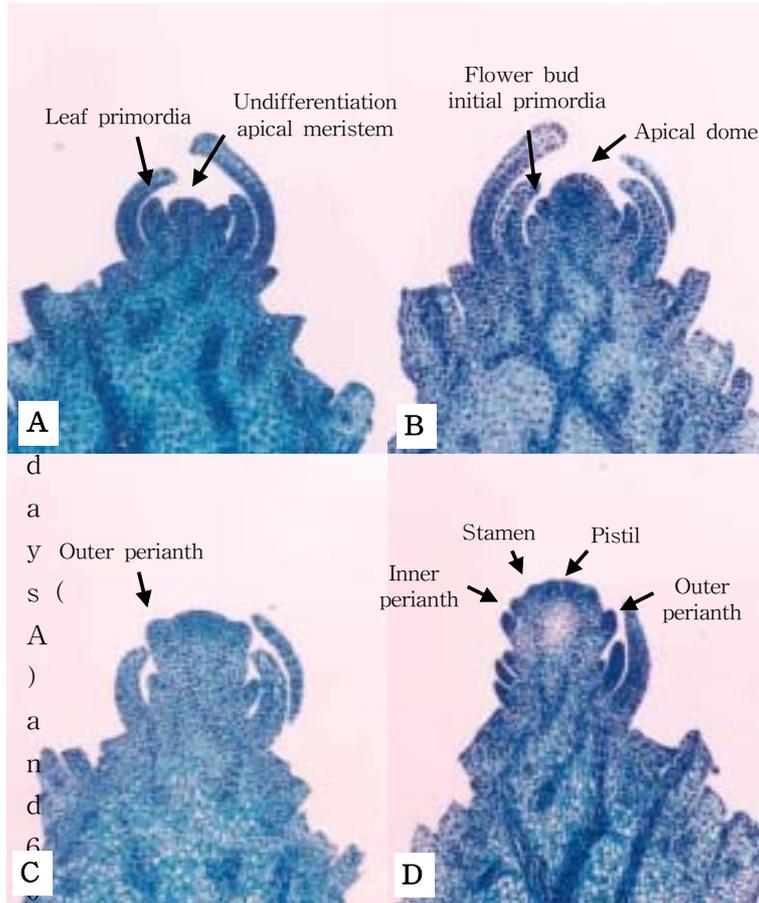


Fig. 34. Developmental process of flower bud in *L. davuricum* ($\times 40$).
 A: Undifferentiation (Stage I), B: Initial primordia grown out (Stage III),
 C: Outer perianth developed (Stage IV), D: Pistils completed (Stage VII).

B
)
 a f
 t e
 r
 p l
 a
 n
 t i
 n
 g
 A

하늘나리(Fig. 35)와 날개하늘나리(Fig. 36)의 화아발달 과정을 SEM으로 관찰한 결과, 두 종간에 형태 및 시기적인 차이는 있으나 각 기관의 발생과정은 미분화, 화아창시, 화아시원체, 외화피, 내화피, 수술(외측), 수술(내측), 암술 순으로 두 종 모두 동일하였다. 이들 두 종에서는 Baranova(1972)가 관찰한 포엽과 소포엽은 관찰되지 않았으며, Ohkawa(1989)가 관찰한 양식과 비슷한 과정을 거쳐 화아가 완성되었다. 이와 같은 결과는 나리의 종에 따라 화아분화 양상이 다르다는 것을 의미한다.

하늘나리의 화아분화 과정(Fig. 35)은 다음과 같다. Stage I (A)은 영양생장기인 미분화상태로 줄기의 정단분열조직이 반구상으로 어린 엽원기로 둘러 싸여 있으며, stage II (B)는 영양생장에서 생식생장으로 전환하는 화아창시 단계로 반구상의 경정이 돛 모양으로 비대해지기 시작한다. Stage III (C)는 엽원기 대신에 화아시원체가 형성되며, stage IV (D)에서는 3매의 외화피 원기가 형성되고, stage V (E)는 3매의 내화피 원기가 형성되면서 총 6매의 화피 원기가 완성된다. Stage VI (F)는 외측 수술 원기 3개가 형성되며, stage VII (G)는 내측 수술 원기 3개가 분화되어 6개의 수술 원기가 완성되고 심피시원체가 보이는 단계이며, 이때 외화피의 끝부분에서 표피세포들이 돌기처럼 부풀어올라 내화피, 수술, 심피의 원기를 둘러싸고 있다. Stage VIII (H)는 심피원기가 형성되는 단계로서 화아분화가 완성된 시점이다. 이때에는 외화피 원기가 자라 그 내부를 관찰할수 없어 외화피를 제거한 모습이다. 날개하늘나리(Fig. 36) 역시 하늘나리와 같은 과정을 거쳐 화아가 완성되었다.

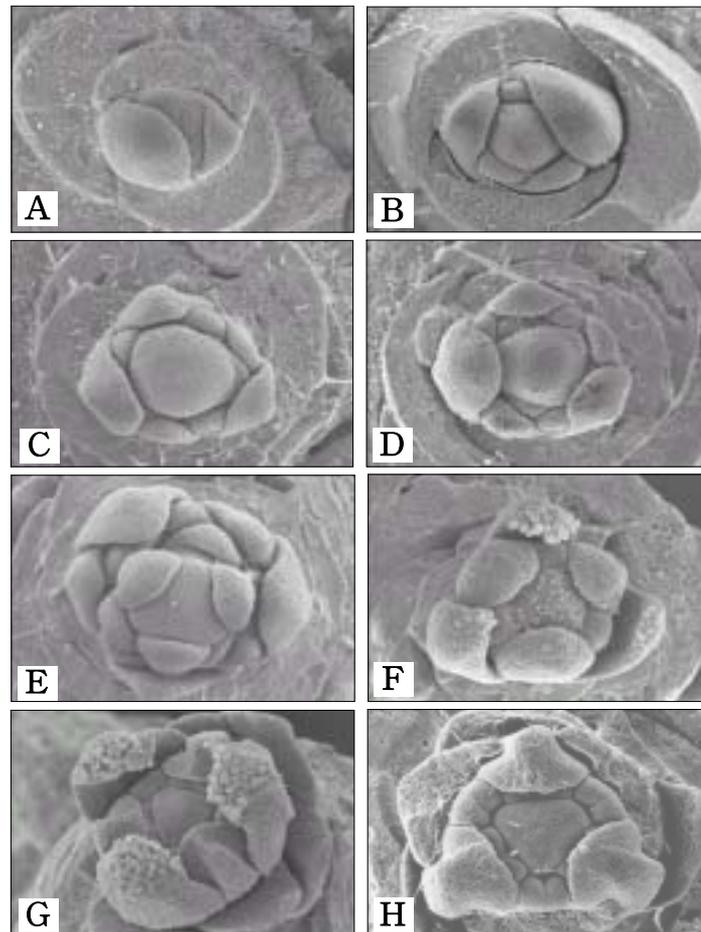


Fig. 35. Scanning electron microscope of *L. concolor* var. *parthneion* showing topographical changes from Stage I to Stage VIII ($\times 100$).

- (A) Stage I : Undifferentiation.
- (B) Stage II : Flower bud initiation.
- (C) Stage III: Initial primordia grown out.
- (D) Stage IV: Outer perianth developed.
- (E) Stage V: Inner perianth developed.
- (F) Stage VI: Outer stamen developed.
- (G) Stage VII: Inner stamen developed.
- (H) Stage VIII: Pistils completed(removed outer perianth).

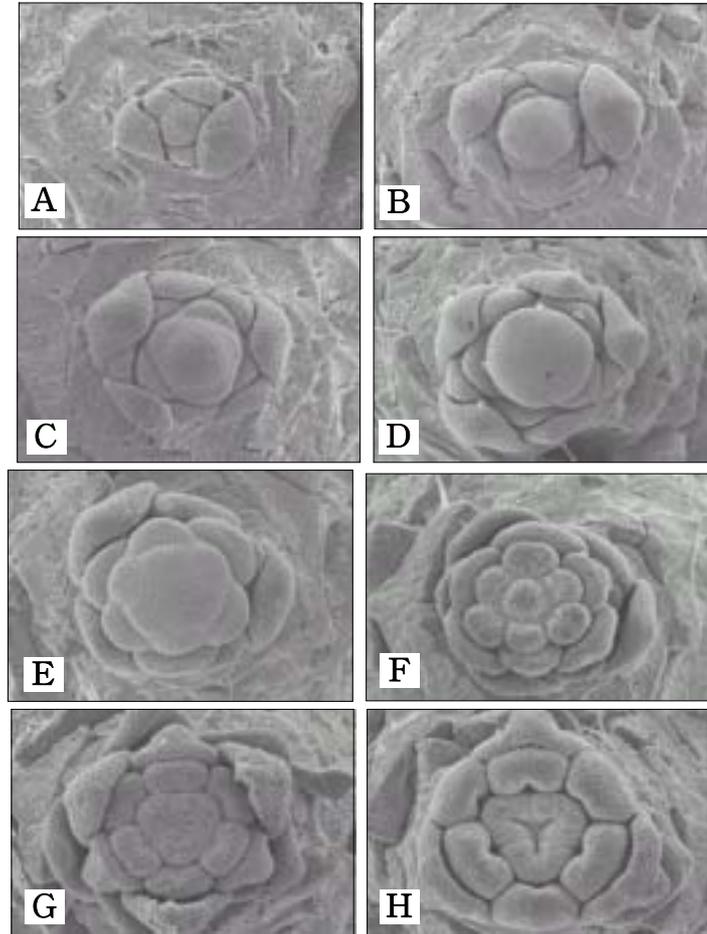


Fig. 36. Scanning electron microscope of *L. davuricum* showing topographical changes from Stage I to Stage VIII ($\times 100$).
 (A) Stage I: Undifferentiation.
 (B) Stage II: Flower bud initiation.
 (C) Stage III: Initial primordia grown out.
 (D) Stage IV: Outer perianth developed.
 (E) Stage V: Inner perianth developed.
 (F) Stage VI: Outer stamen developed.
 (G) Stage VII: Inner stamen developed.
 (H) Stage VIII: Pistils completed (removed outer perianth).

나. 습윤냉장과 화아분화

하늘나리의 화아발달 과정은 습윤냉장 시작부터 화아가 완성될 때까지 4일간격으로 조사하였다(Table 37). 화아창시는 습윤냉장 후 32일째에 시작되어 정식 후 20일째인 맹아 직전에 완성되었다. 하늘나리의 화아가 완성되기까지의 기간은 습윤냉장 하에서 56일, 정식 후 20일로 76일이 소요되었다. 날개하늘나리(Table. 38)는 수확 당시, 즉 습윤냉장 0일째에 이미 화아창시가 시작되어 습윤냉장 기간 중에 완성되었다. 그러나 습윤냉장 8주 후 정식한 경우에는 정식 후 4일째에 화아가 완성되었다.

하늘나리와 날개하늘나리 모두 습윤냉장 기간 중에 구근 내에서 화아분화가 시작되는 유형이며, 하늘나리는 맹아 직전에 완성되는 1-b형이고, 날개하늘나리는 습윤냉장 기간 중에 완성되는 1-a형으로 Ohkawa(1989)의 보고와 일치하였다. 그러나 날개하늘나리의 경우 수확 당시에 이미 화아창시된 개체가 관찰되었다. 이 경우에는 Baranova(1972)의 보고에서와 같이 습윤냉장이 필요없거나 상대적으로 처리온도가 높거나 처리기간이 짧을 가능성이 있다.

Table 37. Flower bud differentiation investigated at intervals of 4 days in *L. concolor* var. *parthneion*.

Sampling date (days after)		Stem length (cm)	Number of bulbs with stage of 1st flower							
Wet cold storage	Planting		I ^z	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	28	0.2	5							
	32	0.2	3	2						
	36	0.3	2	3						
	40	0.3	2	3						
	44	0.3		3	2					
	48	0.3		2	3					
	52	0.4		2	2	1				
	56	0.4		1	2	2				
	70	0.5				5				
	56	4	0.7		1	2	2			
	56	8	1.1			2	3			
	56	12	1.8				1	2	2	
	56	16	2.9					3	2	
	56	20	3.5							5

^zSee the footnote of Fig. 35

하늘나리와 날개하늘나리의 화아분화 완성에 온도가 미치는 영향을 보면 하늘나리는 습윤냉장 기간을 8주에서 10주(습윤냉장 후 70일)로 늘려도 외화피 원기형성 단계(stage IV) 이상으로는 발달하지 못하고 정식 후에 화아가 완성되었다. 이것은 저온에서 화아분화가 시작되지만 화아가 완성되기 위해서는 고온이 필요하다는 것을 의미한다. 그러나 날개하늘나리는 습윤냉장 중에 화아가 완성이 되었다. 이와 같이 날개하늘나리는 화아분화의 시작과 완성이 저온에서 가능하다.

Table 38. Flower bud differentiation investigated at intervals of 4 days in *L. davuricum*.

Sampling date (days after)		Stem length (cm)	Number of bulbs with stage of 1st flower							
Wet cold storage	Planting		I ^z	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0	-	0.3	4	1						
4	-	0.3	2	3						
8	-	0.4		4	1					
12	-	0.4		3	2					
16	-	0.5		2	3					
20	-	0.5			5					
24	-	0.5			4	1				
28	-	0.6			4	1				
32	-	0.6			3	2				
36	-	0.7			2	2	1			
40	-	0.8			2	1	2			
44	-	0.9			1	2	2			
48	-	1.1				3	2			
52	-	1.4					3	2		
56	-	1.8					2	3		
70	-	3.0								5
56	4	2.3								5

^zSee the footnote of Fig. 35

다. 습윤냉장 기간 중 단백질 함량과 peroxidase 활성의 변화

하늘나리와 날개하늘나리의 습윤냉장 기간 중 2주 간격으로 단백질 함량을 조사한 결과(Fig. 37), 두 종 모두 습윤냉장 기간이 길어질수록 단백질 함량이 증가하였다. 두 종간에는 수확 당시의 단백질 함량에 큰 차이를 나타내지 않았

으나 습윤냉장 8주 후에는 하늘나리 9.85mg/g fresh wt., 날개하늘나리 7.36mg/g fresh wt.로 중간에 큰 차이가 있었다. Patra와 Mishra(1979)에 의해 peroxidase 활성의 증가가 단백질 합성 저해물을 분해함으로써 단백질 합성을 유도할 수 있다고 한 보고와 본 실험의 결과는 일치하였다.

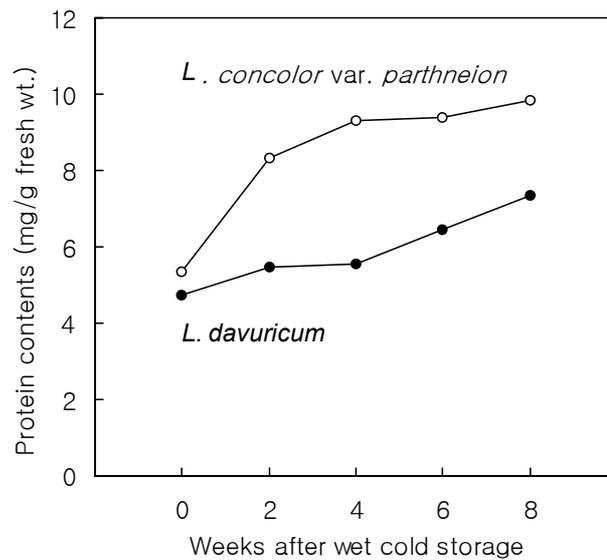


Fig. 37. Change of protein contents during wet cold storage at 4°C in *L. concolor* var. *parthneion* and *L. davuricum*.

Peroxidase는 H_2O_2 의 존재 하에서 여러 hydrogen donor인 기질에 대하여 탈수화 반응을 촉매하는 효소로써 많은 생화학적 기능을 가지는 것으로 알려져 있는데, 조직의 분화 및 기관형성 시에 중요한 역할을 하는 것으로 보고되어 왔다. 하늘나리와 날개하늘나리의 습윤냉장 8주 동안 2주 간격으로 peroxidase 활성의 변화를 측정한 결과(Fig. 38), 두 종 모두 수확 당시에는 큰 차이가 없었다. 그러나 습윤냉장 2주 후부터 peroxidase 활성이 증가하기 시작하여 4주째부터는 큰 차이를 나타내었다. 하늘나리는 화아분화가 시작되는 시점인 습윤냉장 4주째에는 고유활성이 $1.76\mu\text{moles}/\text{min}/\text{mg}$ protein였고 습윤냉장이 끝나는 즉, 화아분화 중인 8주째에는 $2.33\mu\text{moles}/\text{min}/\text{mg}$ protein으로 완만하게 증가하였다. 그러나 날개하늘나리는 화아분화가 계속 중인 4주째에는 고유활성 $2.95\mu\text{moles}/$

min/mg protein에서 화아분화가 완성되는 8주째에는 6.58 μ moles/min/mg protein으로 2배 이상 급속히 증가하였다.

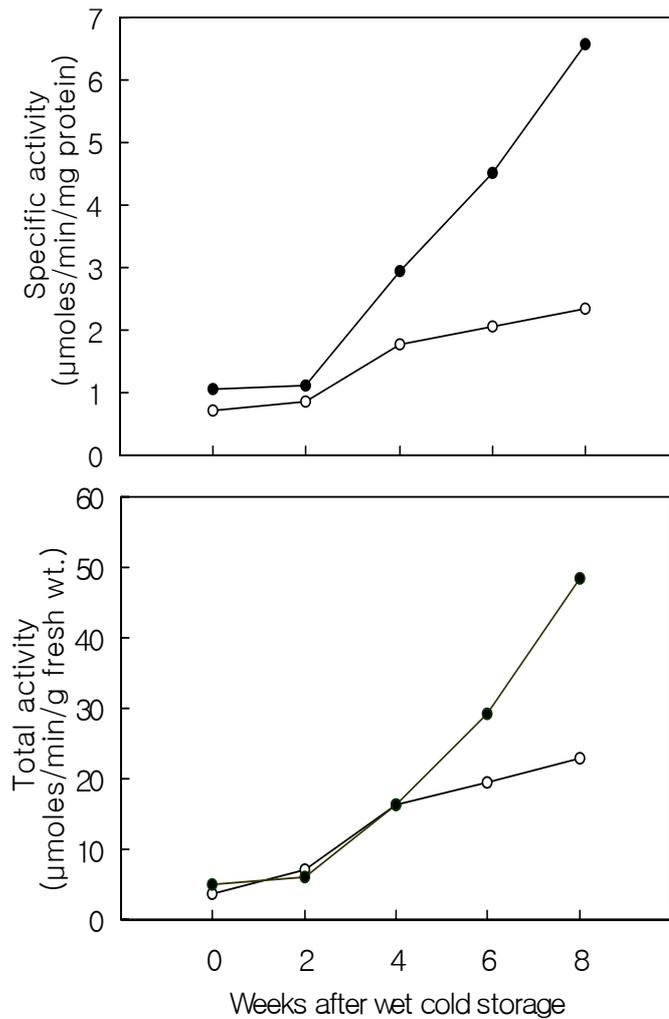


Fig. 38. Change of peroxidase activity during wet cold storage at 4°C in *L. concolor* var. *parthneion* (—○—) and *L. davuricum*(—●—).

신나팔나리 'BS Super', 참나리와 나팔나리 'Hinomoto'에서 부정아가 육안으로 관찰되기 직전 또는 눈시원체의 형성 직전에 최대치를 나타낸다는 Park 등 (1998a)의 결과와 일치하였다. 나리의 경정으로부터 화아가 형성되는 동안에는

저장물질의 분해와 산화가 필수적으로 수반되어야하고, 이러한 분해물질은 이동하여 에너지 및 영양분의 공급원이 될 것이다. 따라서 나리의 화아분화 과정동안 peroxidase 활성이 증가하는 것은 나리의 화아분화 형성 여부를 판단하는 생화학적 지표로써도 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

라. 재배온도와 생장과 개화와의 관계

하늘나리와 날개하늘나리의 맹아에 미치는 재배온도의 영향을 검토한 결과(Table 39), 하늘나리는 재배온도가 15℃에서 30℃로 높아질수록 맹아율은 100%에서 66.7%로 감소하고 맹아소요일수는 41.2일에서 15.4일로 단축되었다. 날개하늘나리는 15-25℃의 경우 맹아율이 100%였으나 30℃에서는 60%로 크게 낮아졌다. 맹아소요일수는 20-25℃에서 단축되는 경향이였다. 종간에는 날개하늘나리가 하늘나리보다 빨리 맹아되었다.

Table 39. Effect of temperature cultivated on sprouting of *L. concolor* var. *parthneion* and *L. davuricum*.

Species	Temperature (°C)	Sprouting	
		%	days
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	15	100.0	41.2±1.4 ²
	20	83.3	29.1±2.0
	25	75.0	17.6±1.6
	30	66.7	15.4±1.0
<i>L. davuricum</i>	15	100.0	17.6±1.1
	20	100.0	10.7±0.6
	25	100.0	11.4±1.1
	30	60.0	16.7±1.3

²Mean±SE

하늘나리와 날개하늘나리의 줄기생장에 미치는 재배온도의 영향을 검토한 결과(Table 40), 두 종 모두 30℃에서 줄기생장이 억제되는 경향이였다. 엽수와 마디수도 줄기길이와 비슷한 경향이였다. 특히 날개하늘나리의 30℃ 처리구에서는 엽색이 얼어지고 로젯트 현상이 나타났다.

하늘나리의 개화에 미치는 재배온도에 영향을 검토한 결과(Table 41), 재배온도에 관계없이 꽃봉오리 형성율은 100%였으나 15℃에서 30℃로 재배온도가 상

승함에 따라 개화율은 100%에서 50%로 크게 감소하였다. 또 온도가 높을수록 개화소요일수가 단축되고 개화지속기간이 짧았다. 화폭과 소화병의 길이는 온도가 낮을수록 증가하였다.

Table 40. Effect of temperature cultivated on stem growth of *L. concolor* var. *parthneion* and *L. davuricum*.

Species	Temperature (°C)	Stem length (cm)	No. of	
			leaves	nodes
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	15	39.2±1.1 ^z	24.0±1.4	23.4±1.4
	20	40.3±1.5	24.0±0.9	23.8±0.9
	25	39.8±1.9	24.3±1.5	23.8±1.5
	30	35.0±0.4	21.0±2.1	21.0±2.1
<i>L. davuricum</i>	15	13.8±1.2	28.4±2.6	29.8±1.8
	20	14.5±1.0	33.0±1.3	30.2±1.1
	25	16.4±1.1	33.2±1.5	31.1±1.4
	30	3.0±0.8	17.0±1.2	6.7±3.3

^zMean±SE

Table 41. Effect of temperature cultivated on flowering of *L. concolor* var. *parthneion*.

Temp. (°C)	Flower bud formation		Flowering			Flower width (cm)	Pedicel length (cm)
	%	No.	%	days required	period		
15	100.0	1.8±0.3 ^z	100.0	90.4±1.9	10.0±0.2	6.3±0.1	1.8±0.3
20	100.0	1.9±0.2	90.0	65.9±2.2	7.3±0.2	5.7±0.1	1.7±0.2
25	100.0	2.1±0.2	90.0	43.3±1.6	3.9±0.1	5.1±0.2	1.3±0.2
30	75.0	1.3±0.2	50.0	37.0±1.4	3.0±0.0	4.1±0.4	0.9±0.4

^zMean±SE

하늘나리와 날개하늘나리의 정식 후 30일과 60일째의 생육 상태를 관찰한 결과(Fig. 39), 하늘나리(A, B)는 정식 후 30일이 지나도 15°C에서는 멍아되지 않았고 60일 경과했을 때도 개화를 하지 못한 상태였으며 전체 줄기길이의 1/2 정도 밖에 신장하지 못하였다. 그러나 25°C와 30°C에서는 벌써 개화를 끝내고 삭과가 부풀어 오르고 있었다. 날개하늘나리(C, D)에서는 30일이 경과했을 때

모든 처리구에서 맹아되었으며, 15-25℃에서는 온도가 증가할수록 줄기신장이 촉진되었다. 그러나 60일이 경과했을 때는 15-25℃에서는 30일과 비슷한 경향으로 줄기가 신장되었으나 30℃에서는 로켓트 현상을 나타내었다.

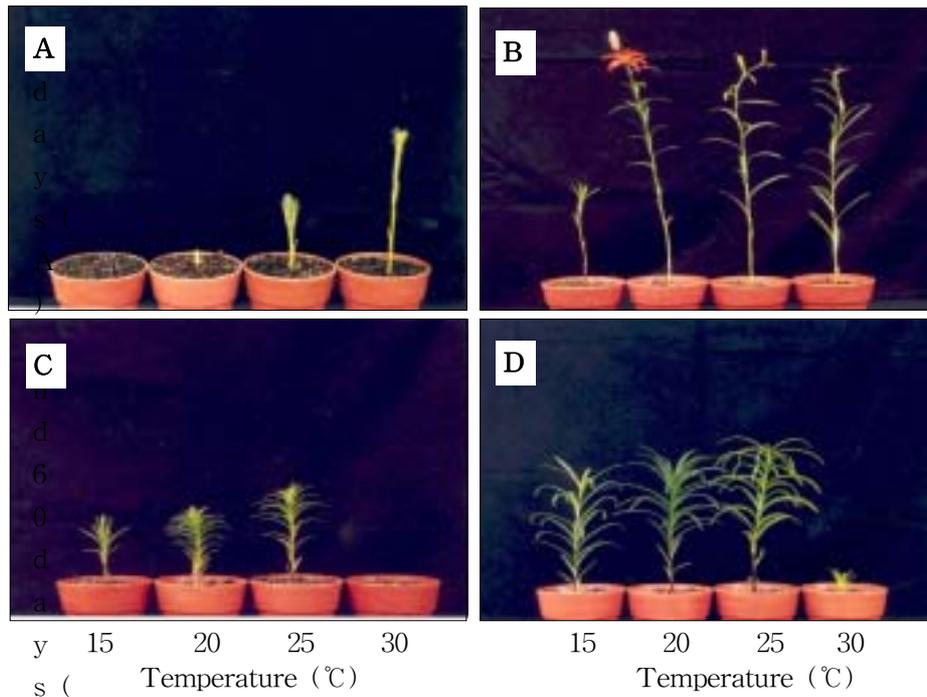


Fig. 39. Effect of temperature cultivated on growth at 30 days (A) and 60 days (B) after planting in *L. concolor* var. *parthneion*. and at 30 days (C) and 60 days (D) after planting in *L. davuricum*.

날개하늘나리는 하늘나리보다 블라스팅이 많이 발생하였는데, 블라스팅이 일어난 화아를 관찰한 결과(Fig. 40), 줄기 선단부에 형성된 화아가 흰 색깔로 마른 상태였으며, 크기는 2-3mm 정도였다. 블라스팅 된 화아를 video-microscope로 관찰한 결과, 화아분화는 완성된 상태였으나 발달이 이루어지지 않고 그대로 정지된 상태의 모습이였다. Boontjes(1982)는 'Connecticut King'의 블라스팅은 여름 동안 높은 온도에 의해 발생할 수 있다고 하였다. 이와 유사하게 Roh(1990)는 'Red Carpet', 'Cherub', 'Sunray'와 'Connecticut Lemonglow'의 경우, 개화에는 16/13℃(day/night)의 저온보다 26/24℃(day/night)의 고온에서 개화가 촉진되었으나, 블라스팅은 고온에서 더 많이 발생한다고 하였다. Aoki와

Yoshino(1984)는 재배 시작 당시의 온도가 지나치게 높으면 ‘Enchantment’의 블라스팅 수는 60%까지 증가한다고 하였다. Post(1949)에 의하면 축성재배시의 고온과 저광도는 화아에서 탄수화물 함량의 감소를 야기하고 그 결과 블라스팅이 일어난다고 하였다.

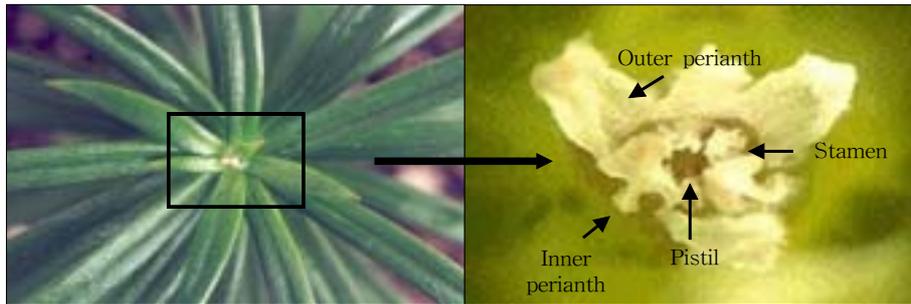


Fig. 40. Bud blasted (left) and bud stopped of development (right) in *L. davuricum* (left bud observed with eye and right bud observed with video-microscope).

그러나 날개하늘나리는 온도가 낮아도 블라스팅율이 높았다. 그것은 고온으로 인해 블라스팅 발생율이 증가하는 것은 사실이나, 광부족 또한 블라스팅에 중요한 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 틸나리 계통인 날개하늘나리는 생장 및 화아 발달에 많은 빛을 필요로 한다. 정상적인 개화에 필요한 광도는 자연상태에서 $370\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 정도인데 일조가 부족하면 꽃봉오리가 떨어지거나 발육이 정지하며, 이런 현상은 재배온도가 높을수록 다발한다. 일조부족에 대한 감수성은 종마다 차이가 있는데 날개하늘나리는 감수성이 높다고 판단된다.

마. 재배온도별 가용성 당의 종류와 함량 비교

하늘나리의 개화 당시의 줄기와 꽃의 가용성 당을 분석한 결과(Table 42), 온도와 식물체 부위간 가용성 당 함량에 큰 차이가 있었다. 하늘나리의 경우 온도가 높을수록 줄기와 꽃 모두 다 fructose, glucose, sucrose가 감소하는 경향이 있었다. 그리고 꽃이 줄기 보다 전체적으로 가용성 당 함량이 월등히 많았다.

Roh(1990)의 연구에서 가용성 당 함량은 품종간에 차이가 클 뿐만 아니라 고온 처리구에서 fructose, glucose, sucrose 함량이 감소하였다. 앞에 녹아있는 당의 양이 눈에 있는 것보다 더 낮았으며, 그것은 발달 중인 눈에 이용가능한 탄수화물의 공급이 고온일 때 억제되면서 초기에 개화하는 'Red Carpet'의 블라스팅을 일으키는 원인이라고 하였다. 따라서 본 실험의 결과와 일치하였다.

Table 42. Effect of temperature cultivated on ethanol soluble carbohydrate of *L. concolor* var. *parthneion*.

Temp. (°C)	Stem(mg/g fresh wt.)			Flower(mg/g fresh wt.)		
	fructose	glucose	sucrose	fructose	glucose	sucrose
15	2.13	6.29	11.02	12.77	15.11	14.18
20	1.90	6.92	8.02	9.12	9.41	13.17
25	1.19	7.23	8.30	6.41	9.55	12.85
30	0.85	2.64	5.37	4.58	7.00	9.07

바. 재배온도별 엽록소 함량, 안토시아닌 함량, 화색의 차이 분석

하늘나리와 날개하늘나리의 엽록소 함량에 재배온도가 미치는 영향을 검토한 결과(Fig. 41), 하늘나리는 온도가 증가할수록 감소하였고, 날개하늘나리는 15°C를 제외하고는 온도가 증가할수록 감소하였다. 그리고 전체적으로 엽록소 함량은 하늘나리에서보다 날개하늘나리에서 더 많았다.

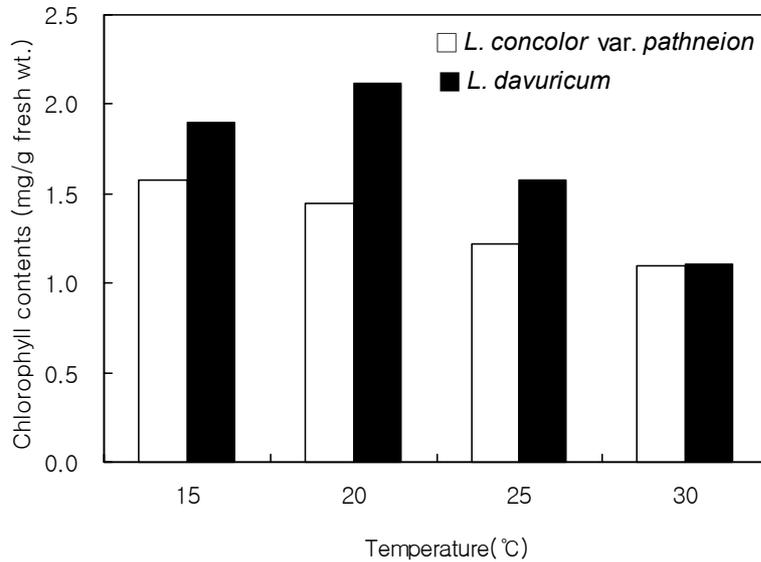


Fig. 41. Effect of temperature cultivated on chlorophyll contents of *L. concolor* var. *parthneion* and *L. davuricum*.

대부분 꽃의 색소는 세포 내 액포나 유색체 내에 존재하는데, 이들 색소는 카로틴, 크산토펜, 안토시아닌 등의 색소가 단독 혹은 상호작용에 의해 발현되는 것으로 알려져 있다(Ashtaka와 Schwartz, 1971; Osawa, 1982). 그 중 안토시아닌은 온도, 산소, 이산화탄소, 광 등과 같은 환경요인(Rivereau-Gayon, 1982)과 polyphenol oxidase, β -glycosidase, phenolase, peroxidase 등의 효소와 세포 내 pH에 의해 쉽게 변형되거나 파괴되는 것으로 알려져 있다(Asen 등, 1973; Lopez-Serrano와 Barcelo, 1995).

하늘나리의 안토시아닌 함량과 화색차이에 재배온도가 미치는 영향을 검토한 결과(Table 43), 안토시아닌 함량은 온도가 높을수록 감소하는 경향이였다. 특히, 30°C에서 크게 낮아져 적색색소가 많이 파괴되었음을 알 수 있었다. 헨티값에서 L값과 b값은 온도가 높을수록 증가하였으나, a값은 큰 차이가 없었다. 꽃잎의 모습(Fig. 42)을 보면, 15°C와 20°C에서는 적색 반점이 꽃잎 전체 면적의 1/2-2/3 이상을 차지하고 있어 꽃이 지저분한 느낌을 주고, 반면 30°C에서는 다른 처리구보다 화색도 연하고 적색반점 또한 열게 퍼져있고 화폭 또한 다른 처리구보다 작아 관상가치를 떨어뜨렸다.

안토시아닌과 저온과의 관계에서 보통 가을에 핀 꽃이 화색이 선명하다고 하여 고품질로 평가받는 경우가 있다. 이는 일반적으로 저온에 의해 화색이 선명해지는 것으로 이해하고 있으나, 그것만이 전부는 아니다. 안토시아닌과 같은 2차 대사산물은 거의가 당과 결합되어 있는 배당체이고, 또 당으로부터 얻어진 에너지를 이용하여 색소가 합성되므로 광합성산물이 충분해야된다. 이 여분의 당은 안토시아닌의 생성에 이용되어 많은 색소를 축적하게된다(김, 1999). Maekawa와 Nakamura(1977)의 카네이션의 화색에 대한 온도의 영향에 대한 연구에서 상대적으로 저온에서 색소생성이 촉진되어, 저온 강광일 때 색소의 생성은 더욱 효과적이라고 하였다.

Table 43. Effect of temperature cultivated on anthocyanin contents and Hunter value of *L. concolor* var. *parthneion*.

Temperature (°C)	Anthocyanin contents (mg/g fresh wt.)	Hunter value		
		L	a	b
15	1.80	40.5±0.3 ^z	46.3±1.1	37.1±0.5
20	1.34	40.7±0.3	48.2±0.2	36.4±0.7
25	0.87	45.1±0.5	48.8±0.7	45.6±0.3
30	0.78	47.9±0.3	46.8±1.3	47.3±1.3

^zMean±SE

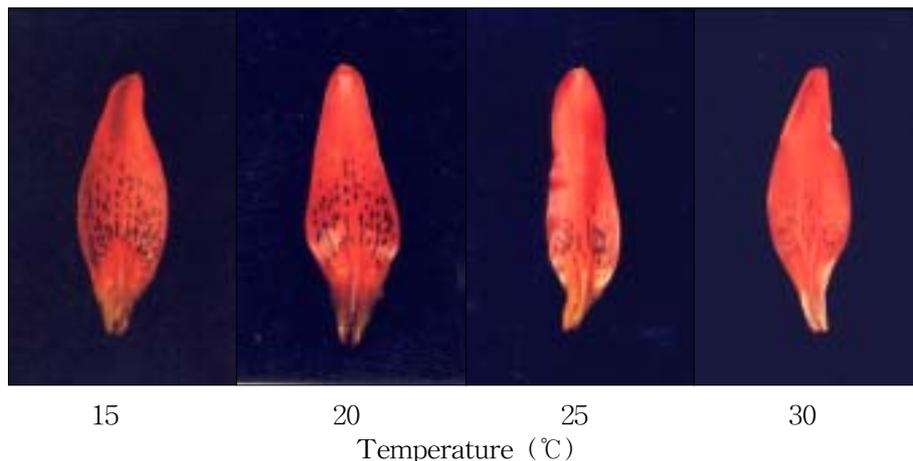


Fig. 42. Effect of temperature cultivated on color spot of *L. concolor* var. *parthneion*.

사. 장기저장 후의 성장과 발육

하늘나리, 중나리, 참나리 및 땅나리의 기내에서 재생된 소인경을 6개월간 저온저장하며 한달 간격으로 꺼내어 온실에서 정식한 후 생육의 변화를 조사하였다(Table. 44). 자생나리 모든 종에서 저장온도가 높을수록, 저장기간이 길어질수록 발근율은 높았고, 맹아율도 같은 경향이였다. 맹아소요일수는 종류마다 달랐으며, 땅나리가 4종류 중 가장 길었다. 땅나리는 저온저장 5개월까지 저온저장 온도에 관계없이 맹아되지 않았고, 6개월 저온저장 한 구에서만 저장온도 4와 -1°C 에서 각각 20, 50% 맹아되어 장기저장이 용이하였다. 참나리가 가장 일찍 맹아되어 4°C 로 저장할 때는 2개월까지는 변화없다가 3개월째는 저장동안에 20% 맹아되었고, 4개월 이상 저장하면 100% 맹아되었다. 저장기간 및 저장온도에 따른 자생나리 종류별 초장을 보면 하늘나리는 40.5-52.2cm, 중나리는 65.2-89.8cm, 참나리는 54.7-74.9cm, 땅나리는 33.8-57.3cm 정도였다. 잎수는 하늘나리가 26.9-43.3개, 중나리는 30.5-53.3개, 참나리는 57.8-81.3개, 땅나리는 15.0-22.0개였다. 마디수는 하늘나리 23.7-39.5개, 중나리 29.8-51.9개, 참나리 56.6-76.8개, 땅나리 14.5-20.0개였다. 네 종류의 자생나리를 재료로 장기저장한 결과, 저온저장의 온도가 4°C 일 때보다 -1°C 일때가 초장이 더 길었고, 잎수와 마디수도 더 많아졌다. 자생나리의 저온저장 기간 및 온도에 의한 초장, 잎수 및 마디수 등의 생육은 원예상품화 하는데 큰 문제가 없었다. 이것으로 미루어 보아 자생나리의 소인경 저온저장은 6개월까지 무리없이 수행할 수 있고, 이로 인해 생산시기 조절 및 주년생산체계가 가능할 것으로 판단된다.

Table 44. Effect of the storage period and storage temperature on shoot growth in *Lilium*.

Species	Storage Temp. (°C)	In Storage		Days to sprouting	Plant height (cm)	No. of leaves	No. of nodes
		Rooting (%)	Sprouting (%)				
1 month							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	0.0	0.0	26.0±2.3	40.0±5.1	34.8±5.0	34.3±5.8
	-1	0.0	0.0	29.2±4.7	44.8±0.9	40.0±6.4	36.5±6.7
<i>L. maximowitzi</i>	4	0.0	0.0	25.9±1.4	87.0±4.8	49.3±4.5	48.8±4.5
	-1	0.0	0.0	37.0±6.5	76.8±8.6	46.8±6.4	43.8±4.6
<i>L. lancifolium</i>	4	0.0	0.0	17.4±0.6	54.7±4.6	79.3±5.4	74.3±4.7
	-1	0.0	0.0	18.5±0.7	64.3±4.0	72.1±5.4	66.5±4.0
<i>L. callosum</i>	4	0.0	0.0	29.0±6.6	33.8±7.6	22.0±0.7	20.0±0.7
	-1	0.0	0.0	47.3±10.4	35.5±0.0	20.0±0.0	15.0±0.7
2 months							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	40.0	0.0	18.8±1.7	44.4±3.4	30.6±1.5	27.9±1.6
	-1	0.0	0.0	18.9±1.1	52.2±2.6	43.3±2.8	39.5±2.8
<i>L. maximowitzi</i>	4	80.0	0.0	15.7±0.9	89.8±3.3	45.0±5.3	44.2±5.5
	-1	70.0	0.0	16.3±1.5	89.2±9.4	53.3±3.4	51.9±3.3
<i>L. lancifolium</i>	4	50.0	0.0	13.0±0.3	74.9±1.7	70.9±2.8	67.9±2.2
	-1	0.0	0.0	13.9±0.5	70.8±2.3	81.3±3.9	76.8±3.5
<i>L. callosum</i>	4	30.0	0.0	23.3±4.2	57.3±2.3	18.3±1.1	17.0±0.9
	-1	0.0	0.0	26.4±3.9	52.0±3.2	17.0±0.9	15.6±0.6
3 months							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	30.0	0.0	13.1±0.4	49.6±1.4	36.1±2.9	34.0±2.7
	-1	0.0	0.0	14.6±0.5	52.2±2.7	40.6±2.6	36.8±2.1
<i>L. maximowitzi</i>	4	60.0	0.0	11.1±0.9	89.2±4.2	42.3±2.5	41.2±2.4
	-1	20.0	0.0	13.7±1.1	83.9±3.1	44.0±3.5	43.1±3.2
<i>L. lancifolium</i>	4	90.0	20.0	7.4±0.5	74.6±1.0	65.1±3.6	63.9±3.1
	-1	40.0	0.0	8.4±0.4	70.1±2.0	74.9±6.0	71.4±5.1
<i>L. callosum</i>	4	9.1	0.0	16.0±0.4	51.8±2.8	17.5±0.9	16.8±1.0
	-1	36.4	0.0	15.1±0.8	54.9±2.2	17.0±0.7	16.1±0.4
4 months							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	60.0	0.0	15.2±1.2	51.4±2.2	34.3±1.2	31.1±1.1
	-1	10.0	0.0	15.2±0.6	45.4±1.9	35.3±2.6	32.7±2.5
<i>L. maximowitzi</i>	4	90.0	30.0	11.7±0.5	71.9±3.7	36.1±2.3	34.7±2.2
	-1	90.0	90.0	6.1±1.0	78.4±1.0	37.1±2.7	36.5±2.7
<i>L. lancifolium</i>	4	100.0	100.0	0.0±0.0	69.5±2.2	64.4±2.1	63.7±2.0
	-1	100.0	100.0	0.0±0.0	68.4±2.2	66.6±4.2	65.2±3.7
<i>L. callosum</i>	4	45.5	0.0	13.4±0.8	15.9±0.5	16.4±1.0	15.6±0.8
	-1	18.2	0.0	14.4±0.8	50.2±2.4	15.9±0.5	15.1±0.4

(Table 44 continued)

Species	Storage Temp. (°C)	In Storage		Days to sprouting	Plant height (cm)	No. of leaves	No. of nodes
		Rooting (%)	Sprouting (%)				
5 months							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	70.0	10.0	9.9±0.4	43.1±2.2	27.7±2.1	23.7±2.7
	-1	50.0	0.0	12.6±0.9	47.5±2.5	31.8±1.8	29.6±1.9
<i>L. maximowitzii</i>	4	90.0	90.0	1.1±0.1	68.6±3.1	35.5±2.4	34.4±2.3
	-1	100.0	100.0	0.0±0.0	74.1±2.3	38.5±2.8	37.4±2.8
<i>L. lancifolium</i>	4	100.0	100.0	0.0±0.0	66.0±2.6	68.6±3.1	66.4±3.0
	-1	100.0	100.0	0.0±0.0	61.2±1.8	57.8±2.4	56.6±2.3
<i>L. callosum</i>	4	45.5	0.0	10.5±0.6	44.5±4.2	19.0±0.0	15.3±0.3
	-1	54.5	0.0	13.8±0.4	51.8±4.2	16.5±0.7	15.3±0.6
6 months							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	50.0	0.0	11.0±0.8	40.5±2.1	26.9±2.6	26.5±2.5
	-1	40.0	10.0	12.6±0.7	46.7±2.6	31.2±1.3	29.3±1.5
<i>L. maximowitzii</i>	4	100.0	100.0	0.0±0.0	65.2±2.7	34.8±2.4	34.0±2.4
	-1	90.0	100.0	0.0±0.0	72.4±3.4	30.5±2.0	29.8±2.1
<i>L. lancifolium</i>	4	100.0	100.0	0.0±0.0	62.5±3.0	72.7±4.5	69.0±3.9
	-1	100.0	100.0	0.0±0.0	67.5±2.6	61.3±4.6	59.0±3.7
<i>L. callosum</i>	4	50.0	50.0	12.9±0.7	48.5±2.5	15.0±1.4	14.5±1.1
	-1	50.0	20.0	13.6±0.9	45.8±6.3	18.0±2.4	17.8±2.2

저온 저장 기간별 자생나리 종류별로 봉오리 형성율은 차이가 있었다(Table 45). 참나리의 경우는 저온저장 3개월까지는 저장 온도에 관계없이 100% 봉오리가 형성되었고, 6개월 뒤에도 4°C 저장구에서는 90%로 높았다. 화폭은 5개월 이상 저장함으로써 다소 작아졌지만, 개화지속일수에도 크게 영향을 미치지 않아 품질의 큰 영향을 미치지 않았다. 땅나리의 경우는 봉오리 형성율이 가장 나빴지만, -1°C에서 3-4개월 저온저장하였을 때 72.7-81.8%의 봉오리 형성율을 보여 저장 기간 및 온도의 조절로 피해를 최소화할 수 있을 것으로 생각된다. 하늘나리와 중나리 역시 저장기간 2개월 이후부터는 봉오리 개화율, 꽃의 수, 화폭 등에 피해를 주지 않고 정상적인 생육이 가능하였다. 따라서 저장기간, 저장온도를 종류별로 적절히 조절해주면 자생나리의 장기저장으로 인한 주년 생산체계는 확립해 나갈 수 있을 것으로 판단된다.

Table 45. Effect of the storage period and storage temperature on flowering in *Lilium*.

Species	Storage Temp. (°C)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			(%)	Duration (days)			
1 month							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	40.0	30.0	5.0±0.0	55.7±1.5	1.3±0.5	
	-1	20.0	20.0	5.0±0.0	62.0±0.0	1.0±0.0	
<i>L. maximowitzi</i>	4	44.4	44.4	4.3±0.2	109.8±5.2	1.8±0.6	9.0±0.7
	-1	60.0	60.0	3.3±0.4	113.2±6.8	1.0±0.0	7.8±0.5
<i>L. lancifolium</i>	4	100.0	100.0	4.1±0.4	115.5±4.7	2.8±0.5	10.2±0.7
	-1	100.0	100.0	3.6±0.3	120.5±4.0	2.6±0.3	10.0±0.6
<i>L. callosum</i>	4	20.0	20.0	3.0±0.7	117.0±7.8	1.0±0.0	3.2±0.6
	-1	10.0	10.0	3.0±0.0	126.0±0.0	1.0±0.0	2.2±0.0
2 months							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	77.8	77.8	3.3±0.2	56.9±2.2	2.4±0.4	6.4±0.3
	-1	55.6	55.6	3.2±0.6	66.7±4.1	2.2±0.4	6.3±0.2
<i>L. maximowitzi</i>	4	70.0	70.0	4.1±0.4	93.0±2.5	1.9±0.4	10.0±0.6
	-1	77.8	77.8	3.4±0.4	98.1±2.4	2.1±0.2	9.3±0.4
<i>L. lancifolium</i>	4	100.0	100.0	3.9±0.3	113.7±1.4	3.5±0.3	11.5±0.8
	-1	100.0	100.0	3.6±0.3	109.9±1.7	4.0±0.4	10.5±0.5
<i>L. callosum</i>	4	60.0	60.0	3.0±0.0	101.5±1.0	1.0±0.0	3.5±0.1
	-1	50.0	50.0	3.6±0.4	102.8±2.3	1.0±0.0	3.4±0.3
3 months							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	88.9	88.9	5.0±0.0	47.8±0.2	1.9±0.2	6.2±0.1
	-1	80.0	80.0	5.0±0.0	55.1±1.2	2.6±0.4	5.7±0.3
<i>L. maximowitzi</i>	4	90.0	90.0	4.3±0.2	78.7±1.4	1.8±0.2	9.5±0.4
	-1	70.0	70.0	3.3±0.4	87.1±1.3	1.6±0.3	9.4±0.4
<i>L. lancifolium</i>	4	100.0	100.0	4.1±0.4	97.0±1.0	2.9±0.2	11.1±0.4
	-1	90.0	90.0	3.6±0.3	98.0±1.2	2.8±0.3	11.8±0.4
<i>L. callosum</i>	4	36.4	36.4	3.0±0.7	88.0±1.2	1.0±0.0	3.7±0.6
	-1	81.8	81.8	3.0±0.0	89.2±2.1	1.0±0.0	2.9±0.3
4 months							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	70.0	70.0	2.9±0.3	47.7±0.7	2.6±0.3	6.2±0.2
	-1	87.5	87.7	3.3±0.3	48.9±1.4	2.1±0.3	6.2±0.3
<i>L. maximowitzi</i>	4	90.0	90.0	2.7±0.2	75.3±1.4	1.7±0.2	9.6±0.3
	-1	100.0	100.0	3.1±0.2	71.4±1.5	1.7±0.2	9.4±0.4
<i>L. lancifolium</i>	4	90.0	90.0	2.2±0.2	90.8±1.0	2.6±0.2	10.1±0.4
	-1	100.0	100.0	2.3±0.1	88.0±0.5	2.2±0.3	10.1±0.6
<i>L. callosum</i>	4	63.6	63.6	3.4±0.2	88.0±0.5	1.0±0.0	3.8±0.3
	-1	72.7	72.7	2.8±0.2	88.5±1.7	1.0±0.0	3.7±0.3

(Table 45 continued)

Species	Storage Temp. (°C)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			(%)	Duration (days)			
5 months							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	70.0	70.0	2.7±0.3	39.7±0.8	1.6±0.2	6.5±0.3
	-1	100.0	100.0	2.6±0.2	45.1±0.9	2.4±0.4	6.8±0.2
<i>L. maximowitzii</i>	4	70.0	70.0	2.4±0.3	72.4±1.9	1.7±0.2	8.9±0.4
	-1	90.0	90.0	2.6±0.2	63.7±1.2	1.8±0.1	9.6±0.4
<i>L. lancifolium</i>	4	70.0	70.0	2.3±0.3	81.7±1.6	2.0±0.3	8.4±0.3
	-1	100.0	100.0	2.1±0.1	84.4±0.9	1.7±0.2	9.5±0.5
<i>L. callosum</i>	4	30.0	30.0	3.3±0.3	83.7±3.3	1.0±0.0	4.8±0.5
	-1	60.0	60.0	2.7±0.3	83.8±1.2	1.0±0.0	3.1±0.1
6 months							
<i>L. concolor</i> var. <i>parthneion</i>	4	100.0	100.0	3.1±0.3	39.2±1.3	2.0±0.3	5.9±0.2
	-1	66.6	66.6	3.0±0.2	41.8±0.6	1.7±0.3	5.9±0.1
<i>L. maximowitzii</i>	4	90.0	90.0	2.3±0.2	65.7±2.8	1.4±0.2	7.6±0.3
	-1	80.0	80.0	2.6±0.2	70.9±1.9	1.0±0.0	8.7±0.3
<i>L. lancifolium</i>	4	90.0	90.0	3.3±0.2	77.7±1.2	1.9±0.2	8.7±0.6
	-1	60.0	60.0	3.0±0.2	78.5±1.5	1.5±0.2	8.6±0.7
<i>L. callosum</i>	4	20.0	20.0	2.0±0.0	90.0±4.2	1.0±0.0	4.4±0.8
	-1	40.0	40.0	2.5±0.3	88.8±4.0	1.0±0.0	3.4±0.2

제6절 생장억제제를 이용한 초장억제

1. 서언

식물 생장억제물질은 식물의 발육상을 변경시키거나 약해를 유발함이 없이 식물의 초장을 단축시킨다. 이러한 효과는 식물세포의 신장을 억제함으로써 주로 발현되며 아울러 식물의 세포분열속도를 늦춤으로서도 유발된다. 생장억제물질은 주로 줄기신장을 조장하는 식물호르몬인 지베렐린이나 옥신류에 대한 길항작용으로 식물의 형태변화에 영향을 미친다(이 등, 1998).

식물생장 억제물질은 에틸렌 발산 물질류, 지베렐린 이동억제제, 지베렐린 생합성억제제의 3군으로 분류할 수 있다. 기체상태인 에틸렌은 농업이나 원예에서는 그 실용적 가치가 거의 없다. 따라서 분해가 되면서 또는 식물체내에서 에틸렌을 발산시키는 물질류를 탐색해 왔다. 이 중에서 에테폰은 현재까지의 억제제 중 가장 성공적이었던 식물생장 조절물질류로 *Hevea brasiliensis*에서 유액분비 촉진, 목화과실의 열개 촉진, 파인애플의 개화유발, 과실의 성숙촉진, 화분과 식물에서의 경엽신장억제 등에 이용되고 있다(Gianfagna, 1987; Lürssen, 1982; Yang, 1985).

지베렐린 이동억제 물질류로는 daminozide가 유일한 대표물질이다. Daminozide는 어떤 식물류에서는 매우 높은 활성을 보이며 사과, 땅콩, 그리고 수종의 장식식물의 생산에 비교적 많이 사용되어 왔다. 그러나 최근에는 인체에 독성을 미친다는 것이 밝혀지면서 이 약제의 사용량은 급속히 감소되었다.

지베렐린 생합성 억제물질류는 onium 화합물, 함질소 heterocycle 보유 화합물, cyclohexanetriones의 3 종류가 알려져 있다. 이 가운데 cyclohexanetriones은 크게 실용화되지 않고 있으나, 페튜니아, 밀짚꽃에서의 꽃잎 착색현상이 cyclohexanetriones 고농도 처리에 영향을 받는다(Heller와 Forkmann, 1980; van Tunen과 Mol, 1989). Onium 화합물에는 phosphonium 또는 sulfonium류로서 지베렐린 생합성 경로 중 *ent*-kaurene 직전의 과정을 차단한다(Fig. 43, 이 등, 1998). 이 그룹에 속하는 가장 대표적인 화학물질은 chlormequat chloride (CCC) 와 mepiquat chloride이다. Quarternary ammonium기를 가지고 있는 이들 함질

소 물질류는 곡류 재배시의 도복방지제로, 목화재배시의 과도한 영양생장 억제제로 사용되고 있다.

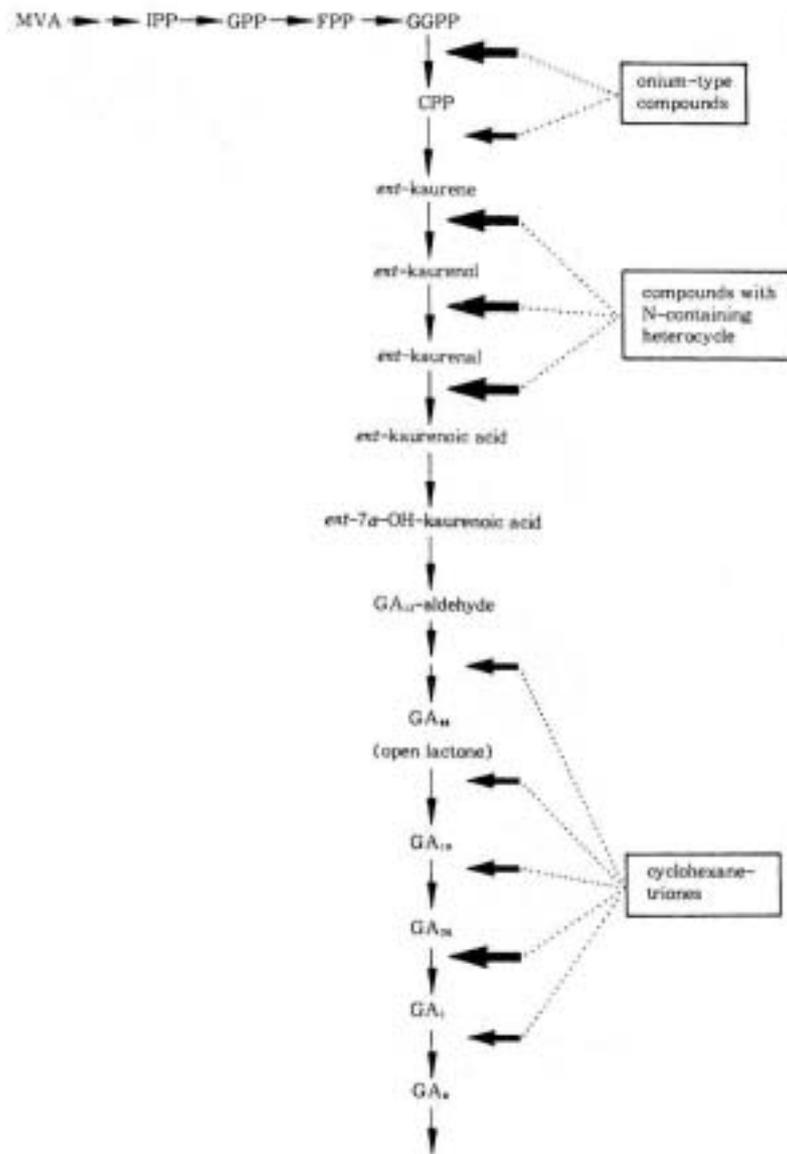


Fig. 43. Suppression of growth retardants in the GA biosynthesis pathway.

질소함유 heterocycle 보유 화합물은 지베렐린 생합성 과정에서 *ent*-kaurene 이 *ent*-kaurenoic acid로 산화되는 과정에 작용한다. 이 부류에는 ancymidol, flurprimidol, paclobutrazol, uniconazole, diniconazole, tetcyclacis, hexaconazole 등이 있다. 특히, 피리미딘계 물질인 ancymidol과 flurprimidol 등은 상업적인 중요성을 지니는 물질로 특히 잔디류에 효과가 크다(Sterrett와 Tworkoski, 1987). 근래에는 몇 가지 트리아졸계 화합물들은 상당히 높은 관심을 끌고 있으며, hexaconazole, paclobutrazol, uniconazole이 이 그룹에 속하는 물질들이다. 그리고 도꼬마리의 엽절편을 이용한 실험에서 tetcyclacis 처리는 abscisic acid(ABA)가 비활성물질인 phaseic acid로 산화되는 과정을 억제하는 것이 밝혀졌다(Zeevaart 등, 1990). 이상의 지베렐린 생합성 억제제는 지베렐린 함량의 감소뿐만 아니라 sterols, carotenoids, ABA, 사이토카이닌 생합성에도 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다.

최근 들어 급속한 산업사회로의 발달로 인해 작은 공간에서 미를 추구하고자 분화식물의 이용이 급증하고 있다. 특히 나리는 절화용으로 많이 재배되고 있으나, 근래에는 분화용 수요의 확대로 왜성품종의 육성과 재배가 증가하고 있다(Curry, 1983; Park, 1994). 미국의 경우 1980년대까지는 화훼작물 생산에서 절화작물이 차지하는 비율이 분화작물의 비율보다 높았으나 1990년대에는 분화생산량이 우위를 점하고 있으며, 나리의 경우에는 부활절을 겨냥한 나팔나리의 화분재배에 주력하고 있다(Choi 등, 1998; Nelson, 1991). 분화용 나리는 수송이 편리하고 소비자가 취급하기 쉽도록 왜화시키거나 초장과 꽃수 등을 균일하게 확보하기 위한 수단으로 성장조절제를 처리하고 있다(Miller, 1992).

분화재배시의 초장억제를 위해서는 주로 함질소 heterocycle 보유화합물인 ancymidol, paclobutrazol, uniconazole 등, onium 화합물인 CCC, 지베렐린 이동 억제제인 daminozide가 주로 사용되고 있다. 이들 성장억제제에 대한 반응은 품종, 처리방법, 처리농도에 따라 다르며(De Hertogh, 1989; Miller, 1992; Yoo와 Kang, 1999; Yoo와 Kim, 1996), 나리에서도 품종에 따라 왜화제의 반응이 각기 다르게 나타나고 있다(Wang과 Tsujita, 1990). Choi 등(2002)은 아시아틱 나리인 'Solemio', 'Lemon Pixie', 오리엔탈 나리인 'Star Gazer', 나팔나리인 'Gerlia'를 실험재료로 한 성장억제제의 분무처리 실험에서 daminozide는 처리농도에

관계없이 초장억제효과가 없었으며, CCC는 'Lemon Pixie'에서만 효과가 있다고 하였다. Diniconazole은 'Star Gazer'를 제외한 3품종에서, hexaconazole은 4품종 모두에서 초장억제 효과가 있었다. Choi 등(1998)은 'Star Gazer'를 식물재료로 처리방법 및 농도를 달리하여 uniconazole을 처리한 결과 침지, 분무 및 관주처리 모두 처리 농도가 증가할수록 초장신장과 개화가 크게 지연되었다. 개화소요일수는 대조구가 99일인데 비해, $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 침지처리 구는 112일, $40\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 분무처리구는 111일, $1.12\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 관주처리구는 104일로 개화가 지연된다고 하였다. 나팔나리의 경우 ancymidol과 uniconazole은 1회 또는 2회 분무처리에 의해 초장의 감소효과가 있었다. 고농도의 uniconazole은 개화를 지연시켰지만 ancymidol처리는 개화를 지연시키지 않았다(Douglas와 William, 1989).

이렇듯 분화재배를 위한 성장조절물질 실험은 주로 원예종의 개화구를 중심으로 이루어지고 있다.

여기에서는 휴면이 타파된 자생나리 소인경을 재료로 성장억제제 종류 및 농도를 달리하여 분무, 관주, 침지처리를 통한 초장억제를 유도하였다.

2. 재료 및 방법

가. 식물재료

기내배양한 하늘나리(*L. concolor* var *parthneion*) 날개하늘나리(*L. davuricum*), 중나리(*L. maximowitzi*), 참나리(*L. lancifolium*), 하늘말나리(*L. miquelianum*), 및 말나리(*L. distichum*) 소인경을 사용하였다.

나. 휴면타파와 정식

성장억제 실험을 위해서는 4°C 에서 8주간 습윤냉장하여 휴면이 타파된 소인경을 직경 10cm의 플라스틱 화분에 정식하였다. 상토는 TKS-2와 vermiculite를 7 : 3으로 혼합한 후 상토 10kg당 복합비료(N:P:K+Mg= 21:12:11+3) 5g을 기비로 사용하였으며 1주일 간격으로 하이포텍스(N:P:K= 20:20:20) 1,000배액을 충분히 시비하였다.

다. 생장억제제 처리방법

생장억제제는 ancymidol, diniconazole, uniconazole의 3종류를 사용하였으며, 농도는 0, 25, 50, 100mg·L⁻¹로 분무, 관주, 침지처리 하였다. 분무처리는 식물체의 초장이 5cm 정도 되었을 때 지상부가 충분히 젖도록 처리하였으며, 관주처리 역시 같은 크기일 때 식물체 주변에 20mL씩 관주하였다. 침지처리는 저온처리가 끝난 구를 35℃에서 1시간 동안 생장억제제 용액에서 온탕처리한 후 물로 수세하여 정식하였다. 모든 처리의 대조구는 증류수로 하였다.

라. 재배환경

주간온도 23±2℃, 야간온도 18±2℃로 조절되는 온실에서 수행하였으며, 일장은 자연일장으로 하였다.

마. 조사항목

초장, 엽수, 마디수, 인편엽수, 개화소요일수, 개화기간 등을 조사하였으며, 초장은 3일 간격으로 초장이 증가하지 않는 시점 또는 개화시점까지 조사하였다.

사. 광학현미경 관찰

줄기의 횡단면과 종단면, 그리고 잎의 종단면을 관찰하고 줄기 세포의 수와 크기를 조사하였다. 광학현미경 관찰에 사용된 줄기와 잎은 초장을 3등분하여 중간 부분을 사용하였다. 시료의 크기는 0.5-1.0cm 정도로 하였으며, 이것을 Kim 등(1991), Kim과 Byun(1988)이 수행한 다음 Hematoxylin- Safranin-Fast Green FCF로 3중 염색한 다음 광학현미경으로 관찰 및 촬영하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 생장억제제에 의한 초장조절

1) 관주처리

관주처리시의 생장억제제의 종류 및 농도가 하늘나리의 초장에 미치는

영향을 살펴본 결과(Table 46, Fig. 44), ancymidol, uniconazole, diniconazole 순으로 초장의 억제효과가 컸으며, 또 약제에 관계없이 농도가 증가할수록 초장의 억제효과가 컸다. Ancymidol 100mg·L⁻¹ 처리구는 초장이 19.6cm로 대조구 42.4cm에 비해 46.2%의 초장의 감소효과가 있었다. 엽수와 마디수는 처리에 따른 차이가 크지 않았다.

Table 46. Effect of the drench treatment of growth retardants on shoot growth in *L. concolor* var. *parthneion*.

Growth retardant	Conc. (mg·L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of Leaves	No. of nodes
Control (DW)	0	42.4±2.0	20.4±1.5	20.3±1.5
Ancymidol	25	24.0±2.2	20.2±2.1	19.5±2.2
	50	20.9±1.8	20.4±1.8	19.3±1.7
	100	19.6±1.3	20.2±1.0	18.3±1.0
Diniconazole	25	40.9±1.2	23.6±0.6	23.0±0.6
	50	37.9±2.5	21.6±1.7	20.8±1.6
	100	39.4±1.4	22.6±1.2	21.9±1.2
Uniconazole	25	24.6±2.2	20.1±0.9	19.5±1.0
	50	24.4±2.3	21.3±2.2	19.6±2.1
	100	21.6±2.3	19.8±1.1	19.4±2.3

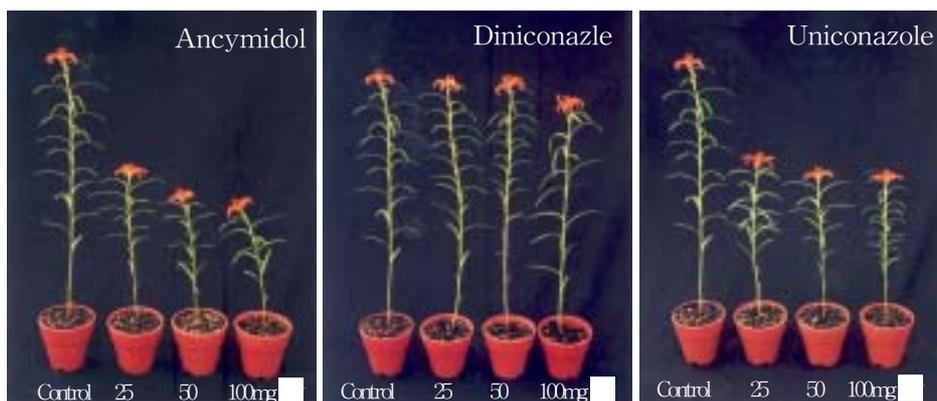


Fig. 44. Effect of the drench treatment of growth retardants on shoot growth in *L. concolor* var. *parthneion*.

봉오리의 형성율은 모든 처리구에서 100%였다(Table 47). 대조구의 개화율은 90%이었는데 비해, 생장억제제 처리구에서는 약제의 종류에 상관없이 저농도인 25mg·L⁻¹구에서는 80-88.9%로 대조구와 비슷하였으나 농도가 증가할수록 개화율이 낮아져 100mg·L⁻¹구에서는 22.2-55.6% 범위였다. 특히 ancymidol 고농도구에서는 22.2%로 가장 저조하였다. 한편 봉오리의 형성수는 1개, 개화소요일수는 약 50일, 개화기간은 4일, 화폭은 5-6cm 정도로 처리간 차이가 없었다.

Table 47. Effect of the drench treatment of growth retardants on flowering in *L. concolor* var. *parthneion*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			%	Duration (days)			
Control (DW)	0	100	90.0	4.1±0.3	49.8±0.7	1.1±0.1	5.4±0.1
Ancymidol	25	100	87.5	4.0±0.2	50.3±1.0	1.4±0.2	4.9±0.3
	50	100	50.0	3.5±0.3	50.8±1.5	1.0±0.1	5.2±0.3
	100	100	22.2	3.5±0.4	49.5±1.8	1.0±0.0	5.2±0.2
Diniconazole	25	100	88.9	4.5±0.3	49.5±0.6	1.0±0.0	5.6±0.2
	50	100	55.6	4.0±0.3	49.2±0.7	1.0±0.0	5.4±0.2
	100	100	55.6	4.0±0.0	51.2±1.0	1.0±0.0	5.4±0.2
Uniconazole	25	100	80.0	4.1±0.2	48.8±0.7	1.0±0.0	5.6±0.2
	50	100	65.0	3.7±0.5	51.3±1.9	1.1±0.9	5.5±0.2
	100	100	50.0	4.0±0.4	49.2±0.7	1.0±0.0	4.9±0.5

생장억제제에 의한 하늘나리 초장의 경시적 억제효과를 보면(Fig. 45), ancymidol과 uniconazole에서는 3일째부터 초장의 억제효과가 나타나기 시작하여 완만한 성장 후 21일째에 생장이 거의 멈추는 것으로 관찰되었다. Diniconazole은 대조구와 비슷한 성장패턴으로 초장의 억제효과가 거의 없었다. 분무처리시 효과가 가장 좋았던 diniconazole은 관주처리에서는 별다른 효과를 나타내지 않아 처리방법에 따른 생장억제제의 적용과 선발이 중요할 것으로 생각되었다. 처리방법에 따른 생장억제 정도의 차이는 흡수방법의 차이에 의한 것으로 ancymidol은 뿌리를 통해 흡수되므로 분무보다는 관주처리시에 효과가 크게 나타나는 것으로 생각된다. 그리고 diniconazole은 분무처리의 효과가 큰 것으로 보아 paclobutrazol과 같이 잎과 줄기를 통해 흡수(McDaniel, 1990)되는 것으로 생각되어진다.

이상의 결과들로 볼 때 하늘나리 관주치리시의 생장억제제로는 초장의 억제정도가 크고 화아의 생육과 발달이 정상적으로 이루어지는 ancymidol $25\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 처리가 적합할 것으로 생각되었다.

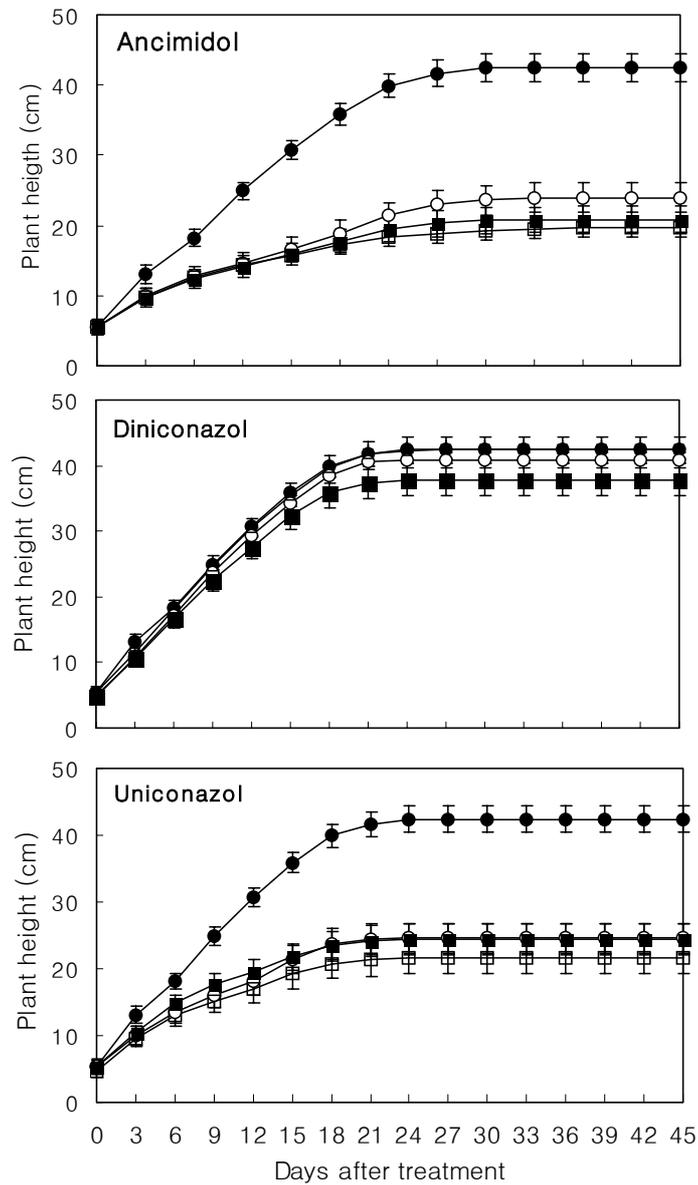


Fig. 45. Time course of plant height by the drench treatment of growth retardants in *L. concolor* var. *parthneion*. Bars mean \pm SE. (—●— DW, —○— $25\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, —■— $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, —□— $100\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)

날개하늘나리 관주처리의 경우도 하늘나리와 마찬가지로 모든 처리구는 대조구에 비해 초장이 억제되었으며, 생장억제제의 농도가 증가할수록 그 경향은 더욱 뚜렷하였다(Table 48, Fig. 46). 생장억제제의 종류별로는 ancymidol, uniconazole, diniconazole 순으로 생장억제 효과가 컸다. Ancymidol 처리구는 초장이 9.7-12.1cm의 범위로 대조구 24.5cm에 비해 50.6-60.4% 억제되었다. 생장이 억제됨에 따라 절간신장 뿐만 아니라 마디의 수도 다소 억제되었다. 엽수는 diniconazole과 uniconazole 처리구에서 2-6개 정도 증가하는 경향이였다.

Table 48. Effect of the drench treatment of growth retardants on shoot growth in *L. davuricum*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of Leaves	No. of nodes
Control (DW)	0	24.5±2.1	37.6±3.1	34.1±3.0
Ancymidol	25	10.5±0.9	35.1±3.3	28.4±2.9
	50	12.1±1.5	36.9±3.3	30.1±2.7
	100	9.7±0.9	37.3±1.8	29.0±1.0
Diniconazole	25	19.9±2.7	40.6±2.5	35.6±2.5
	50	22.6±0.5	43.6±3.0	37.3±2.5
	100	17.7±1.6	39.5±2.8	33.5±1.8
Uniconazole	25	13.6±1.7	43.8±3.6	34.0±2.7
	50	11.5±1.2	37.8±3.7	29.9±2.5
	100	11.3±1.5	41.9±1.9	33.0±1.5



Fig. 46. Effect of the drench treatment of growth retardants on shoot growth in *L. davuricum*.

봉오리의 형성율은 37.5%~75.0%, 개화율은 16.7~33.3%의 범위로 낮은 경향이 있었으며, 봉오리의 형성수는 모두 1개였다(Table 49). 개화소요일수는 51.0~55.0일, 개화기간은 5.0~6.0일, 화폭은 9.5~10.5cm 범위로 대조구와 큰 차이가 없

었다.

이상의 결과로 볼 때 날개하늘나리 관주처리시에는 ancymidol이 가장 효과적이었으며, 농도간에는 큰 차이가 없었으므로 저농도인 $25\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 가 적합할 것으로 판단되었다

Table 49. Effect of the drench treatment of growth retardants on flowering in *L. davuricum*.

Growth retardants	Conc. ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			%	Duration (days)			
Control (DW)	0	50.0	25.0	6.0±0.0	52.0±0.0	1.0±0.0	9.5±0.0
Ancymidol	25	37.5	11.1	5.5±0.0	52.5±0.0	1.0±0.0	9.6±0.0
	50	37.5	33.3	5.0±0.0	53.0±0.0	1.3±0.3	9.8±0.0
	100	62.5	0	-	-	1.0±0.0	-
Diniconazole	25	75.0	16.7	5.0±0.0	55.0±0.0	1.0±0.0	10.5±0.0
	50	50.0	0	-	-	1.0±0.0	-
	100	37.5	0	-	-	1.0±0.0	-
Uniconazole	25	75.0	16.7	5.0±0.0	51.0±0.0	1.0±0.0	10.2±0.0
	50	50.0	0	-	-	1.0±0.0	-
	100	37.5	0	-	-	1.0±0.0	-

생장억제제에 의한 초장의 경시적인 변화를 보면(Fig. 47), 대조구는 급속한 생장후 15일째에 생장이 정지되었다. Ancymidol과 uniconazole은 처리 후 3일째부터 초장의 억제효과가 나타났으며 이후 완만한 생장을 한 다음 6일째에 생장이 거의 멈추었다. 그러나 생장억제효과가 가장 적었던 diniconazole은 9일째부터 초장의 억제 효과가 나타나 15일째에 생장이 거의 정지되었다.

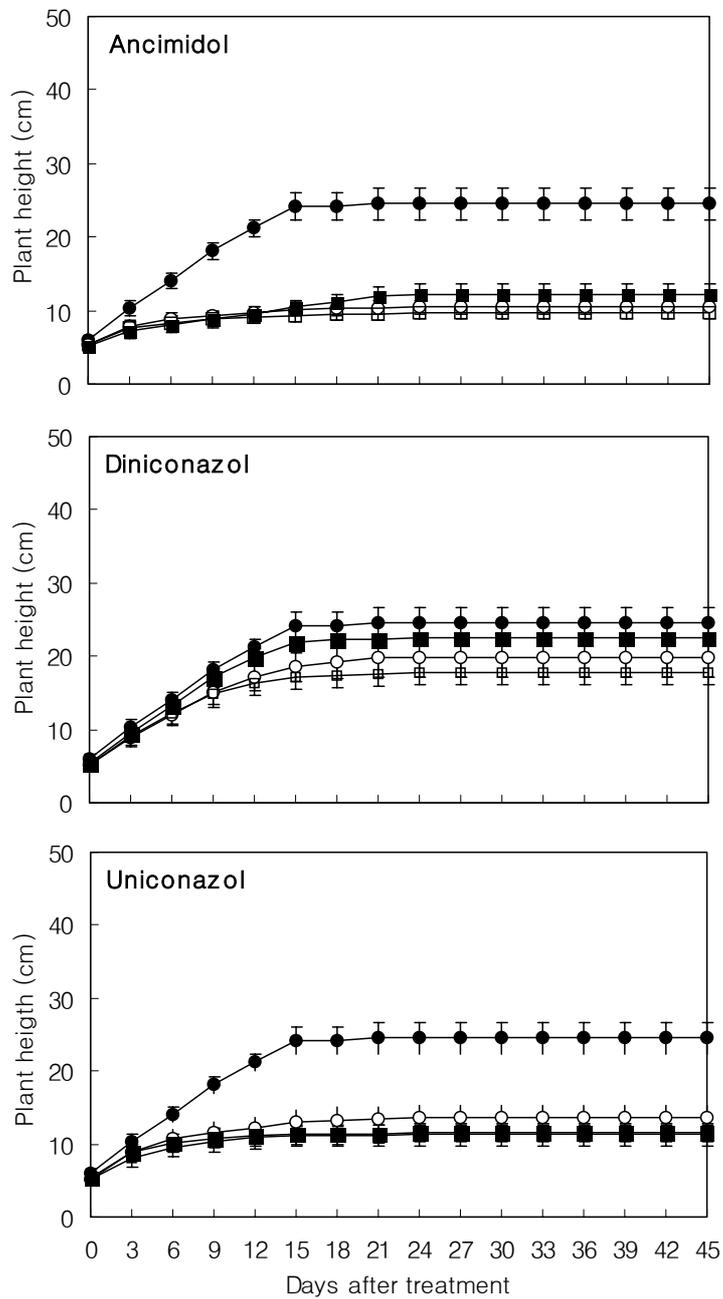


Fig. 47. Changes of plant height by the drench treatment of growth retardants in *L. davuricum*. Bars mean \pm SE.
 (—●— DW, —○— 25 mg·L⁻¹, —■— 50 mg·L⁻¹, —□— 100 mg·L⁻¹)

2) 침지처리

하늘나리 침지처리시의 맹아율은 uniconazole 처리구를 제외한 모든 처리구에서 93.3-100%로 높게 나타났으나, 발아일수는 대조구에 비해 적게는 1일에서 많게는 8일까지 늦은 것으로 나타났다(Table 50).

Table 50. Effect of the dipping treatment of growth retardants on sprouting in *L. concolor* var. *parthneion*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Sprouting (%)	Days to sprouting
Control (DW)	0	93.3	16.9±0.3
Ancymidol	25	100	17.0±0.3
	50	93.3	18.4±0.7
	100	100	21.2±0.7
Diniconazole	25	100	20.7±0.9
	50	100	20.1±0.6
	100	100	20.1±0.4
Uniconazole	25	60.0	21.6±1.0
	50	20.0	25.3±1.7
	100	20.0	20.3±1.8

침지처리에 의한 초장의 억제효과는 대조구가 47.1cm인데 비해 uniconazole 처리구에서는 9.6-18.5cm로 초장의 억제효과가 컸으며, ancymidol과 diniconazole 처리에 의한 생장억제효과는 나타나지 않았다(Table 51).

Table 51. Effect of the dipping treatment of growth retardants on shoot growth in *L. concolor* var. *parthneion*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of Leaves	No. of nodes
Control (DW)	0	47.1±1.1	39.3±1.3	37.7±1.2
Ancymidol	25	46.8±1.7	40.4±1.0	38.3±1.2
	50	49.1±1.6	38.6±1.4	37.5±1.4
	100	47.7±1.6	40.1±1.6	37.9±1.5
Diniconazole	25	51.7±0.9	39.9±1.2	38.8±1.0
	50	48.3±1.4	39.4±1.4	38.4±1.4
	100	47.7±1.9	39.5±0.7	38.6±0.8
Uniconazole	25	18.5±3.3	37.5±2.1	34.8±1.7
	50	14.4±2.7	30.0±2.9	32.6±3.7
	100	10.2±5.2	31.3±1.5	30.3±2.0

봉오리 형성율은 모든 처리구에서 100%였으며, 개화율은 84.3-100% 범위였다. Uniconazole 처리구는 농도에 관계없이 100%의 높은 개화율을 나타내었다 (Table 52).

이상의 결과들로 볼 때 uniconazole의 경우 맹아율만 향상시킨다면 초장의 억제효과가 크고, 봉오리 형성율 및 개화율이 높아 실용성이 높을 것으로 판단되었으며, 이후 보다 낮은 농도에서의 검토가 필요할 것으로 생각되었다.

Table 52. Effect of the dipping treatment of growth retardants on flowering in *L. concolor* var. *parthneion*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			%	Duration (days)			
Control (DW)	0	100	100	4.4±0.2	55.4±0.6	2.0±0.1	5.9±0.1
Ancymidol	25	100	81.8	4.6±0.2	56.6±1.0	2.0±0.2	5.9±0.1
	50	100	84.3	4.1±0.2	57.3±0.7	2.0±0.2	5.5±0.2
	100	100	86.7	4.0±0.1	59.7±0.3	2.1±0.2	5.5±0.1
Diniconazole	25	100	93.3	4.0±0.2	58.6±0.8	2.4±0.2	5.7±0.1
	50	100	96.7	4.0±0.2	58.0±0.6	2.2±0.2	5.6±0.2
	100	100	100	4.0±0.2	58.2±0.4	2.2±0.1	5.6±0.1
Uniconazole	25	100	100	3.5±0.2	63.5±1.3	2.0±0.4	5.5±0.1
	50	100	100	4.0±0.0	61.5±1.8	2.0±0.0	5.0±0.3
	100	100	100	3.0±0.0	59.0±0.0	1.0±0.0	5.8±0.0

날개하늘나리의 생장억제제 침지처리 결과(Table 53), 대조구의 맹아율은 100%였으며, ancymidol과 diniconazole 처리구의 맹아율은 92.9-100%이었다. 그러나 uniconazole 처리구의 맹아율은 33.3-80.0%로 저조하였으며 생장억제제의 농도가 높을수록 맹아율이 낮아졌다. 또 uniconazole 처리구에서는 발아가 되더라도 식물체의 대부분이 2-3주 이내에 고사하였다. 발아일수는 대조구가 9.8일 인데 비해 ancymidol은 1-2일, diniconazole은 1-4일, uniconazole 6일 정도 지연되었다.

Table 53. Effect of the dipping treatment of growth retardants on sprouting in *L. davuricum*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Sprouting (%)	Days to sprouting
Control (DW)	0	100.0	9.9±0.8
Ancymidol	25	100.0	10.5±0.7
	50	100.0	11.1±0.8
	100	100.0	12.4±1.2
Diniconazole	25	96.5	11.8±1.4
	50	100.0	12.8±0.9
	100	92.9	14.2±0.8
Uniconazole	25	80.0	15.5±0.9
	50	85.7	15.6±0.9
	100	33.3	15.6±0.6

침지처리에 의한 초장의 억제효과는 diniconazole 처리구에서 가장 우수하였다(Table 54, Fig. 48). 반면 ancymidol의 효과는 크지 않았다. 그리고 uniconazole 25mg·L⁻¹ 처리구의 경우에는 초장이 0.6cm로 아주 작아졌으나 식물체가 빨리 고사하는 경향이어서 침지처리시 uniconazole의 적용은 바람직하지 않을 것으로 생각되었다. 엽수는 생장억제제의 농도가 증가할수록 감소하는 경향으로 uniconazole 25mg·L⁻¹ 처리구는 대조구에 비해 16.8개 감소하였으며, 마디수 또한 같은 경향이였다.

Table 54. Effect of the dipping treatment of growth retardants on shoot growth in *L. davuricum*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of Leaves	No. of nodes
Control (DW)	0	23.3±1.3	35.8±1.9	31.8±1.8
Ancymidol	25	26.4±1.6	40.4±3.6	37.2±3.7
	50	20.6±1.4	34.9±1.7	31.1±1.6
	100	20.0±1.9	34.2±2.6	29.8±2.5
Diniconazole	25	7.0±1.0	32.7±2.8	29.2±2.7
	50	5.0±1.2	27.3±4.1	21.6±4.5
	100	3.2±0.9	26.8±4.1	15.8±5.2
Uniconazole	25	0.6±0.1	19.0±2.8	1.0±0.0
	50	- ^z	-	-
	100	-	-	-

^zMortality

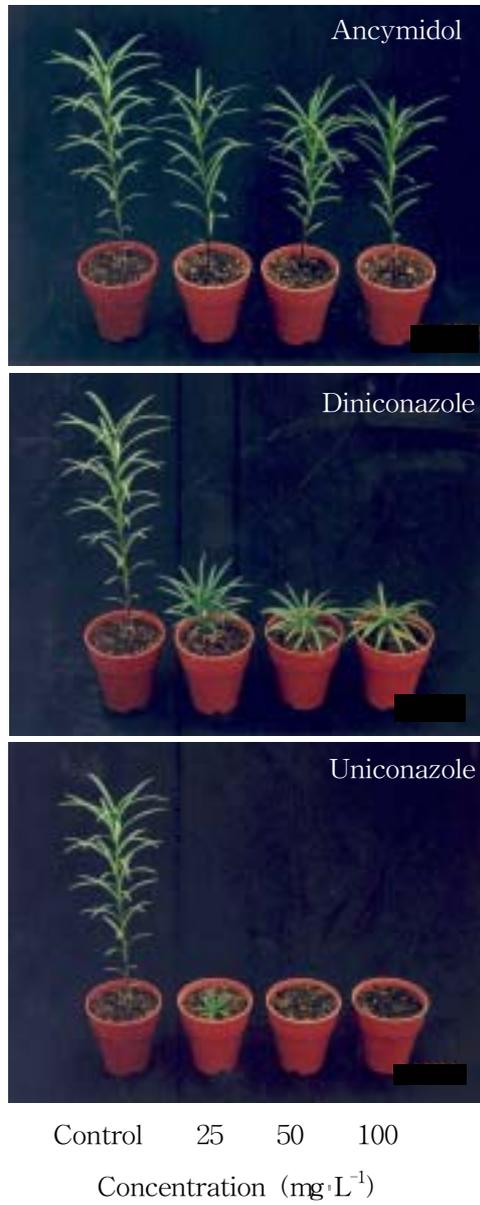


Fig. 48. Effect of the dipping treatment of growth retardants on shoot growth in *L. davuricum*.

봉오리의 형성율과 개화율은 생장억제제 특히, ancymidol과 diniconazole 처리에 의해 높아지는 경향이었다(Table 55). 그러나 봉오리 형성수는 1개, 개화 소요일수는 50일 전후, 개화기간은 6일로 대조구와 동일하였다.

Table 55. Effect of the dipping treatment of growth retardants on flowering in *L. davuricum*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			%	Duration (days)			
Control (DW)	0	38.5	0.0	-	-	1.0±0.0	-
Ancymidol	25	53.8	42.9	6.0±0.0	48.3±1.9	1.0±0.0	9.9±0.4
	50	28.6	32.7	6.0±0.0	49.7±1.0	1.0±0.0	10.2±0.2
	100	33.3	25.0	6.0±0.0	51.0±0.0	1.0±0.0	10.5±0.0
Diniconazole	25	45.5	40.0	6.0±0.0	50.5±1.1	1.0±0.0	10.2±0.4
	50	33.3	50.0	6.0±0.0	57.5±1.8	1.0±0.0	9.9±0.5
	100	41.7	20.0	6.0±0.0	55.0±0.0	1.0±0.0	9.5±0.0
Uniconazole	25	- ^z	-	-	-	-	-
	50	-	-	-	-	-	-
	100	-	-	-	-	-	-

^zMortality

3) 분무처리

분무처리시 생장억제제의 종류 및 농도가 하늘나리의 초장에 미치는 영향을 살펴본 결과(Table 56, Fig. 49), 모든 처리구에서 대조구에 비해 초장이 억제되었으며 농도가 증가할수록 초장의 억제효과가 커졌다. 엽수는 2-4매 정도 감소하였으며 마디수에는 큰 차이가 없었다. 생장억제제의 종류별로는 uniconazole, diniconazole, ancymidol 순으로 초장의 억제효과가 컸다. 특히 uniconazole 100mg·L⁻¹ 처리구에서는 대조구 44.6cm에 비해 21.9cm로 가장 억제되었다.

Table 56. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. concolor* var. *parthneion*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of Leaves	No. of nodes
Control (DW)	0	44.6±1.1	23.0±2.0	22.6±2.1
Ancymidol	25	42.3±1.6	21.9±1.4	21.6±1.5
	50	39.8±0.7	19.9±0.9	19.4±1.0
	100	39.0±2.7	21.3±1.4	20.9±1.5
Diniconazole	25	33.2±1.3	21.5±1.1	21.0±1.0
	50	29.1±1.1	21.1±1.4	20.8±1.4
	100	30.8±1.1	20.3±1.0	19.9±1.0
Uniconazole	25	31.6±1.5	20.0±1.3	18.6±1.4
	50	27.7±1.6	20.6±1.6	19.0±1.7
	100	21.9±1.6	19.0±0.8	17.1±0.8

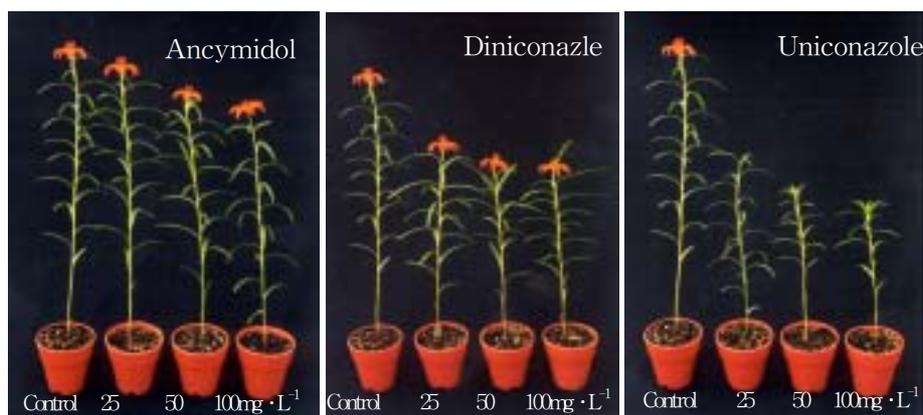


Fig. 49. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. concolor* var. *parthneion*.

개화율은 대조구 50%에 비해 ancymidol과 diniconazole 처리구에서는 71.4-100%로 크게 향상되었다(Table 57). 그러나 uniconazole은 모든 농도에서 형성된 봉오리의 대부분이 개화하지 않고 고사하였다(Fig. 49). 개화소요일수, 개화기간, 화폭은 성장억제제의 종류 및 농도에 관계없이 대조구와 큰 차이가

없었다. 즉 uniconazole 처리구를 제외하면 개화소요일수는 45.5-46.6일, 개화기간은 3.9-4.3일, 화폭은 5.0-5.8cm 정도이었다.

Table 57. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on flowering in *L. concolor* var. *parthneion*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			%	Duration (days)			
Control (DW)	0	100.0	50.0	4.3±0.5	45.5±0.8	1.1±0.1	5.5±0.1
Ancymidol	25	100.0	87.5	3.7±0.2	46.7±0.6	1.0±0.0	5.7±0.2
	50	87.5	71.4	4.0±0.3	45.8±0.3	1.1±0.1	5.5±0.1
	100	100.0	100.0	3.7±0.3	46.6±0.8	1.1±0.1	5.0±0.3
Diniconazole	25	100.0	100.0	3.9±0.3	46.0±0.5	1.1±0.1	5.8±0.1
	50	100.0	75.0	3.9±0.3	45.5±1.0	1.1±0.1	5.6±0.2
	100	87.5	100	4.0±0.4	46.1±0.3	1.0±0.0	5.7±0.2
Uniconazole	25	100.0	12.5	5.0±0.0	49.0±0.0	1.0±0.0	5.2±0.0
	50	87.5	14.3	3.0±0.0	50.0±0.0	1.0±0.0	4.8±0.0
	100	87.5	0.0	-	-	1.0±0.0	-

생장억제제에 의한 초장억제의 경시적 결과를 보면 diniconazole 처리구는 다른 처리구에 비해 초장의 억제 효과가 빨리 나타나 처리 21일째부터 생장이 둔화되기 시작하여 24일째에 멈추었다(Fig. 50).

이상의 결과들로 볼 때 분무처리시 하늘나리의 생장억제제로는 초장의 억제정도가 크고 화아의 발달이 정상적으로 이루어지는 diniconazole 50mg·L⁻¹가 적합할 것으로 생각되었다.

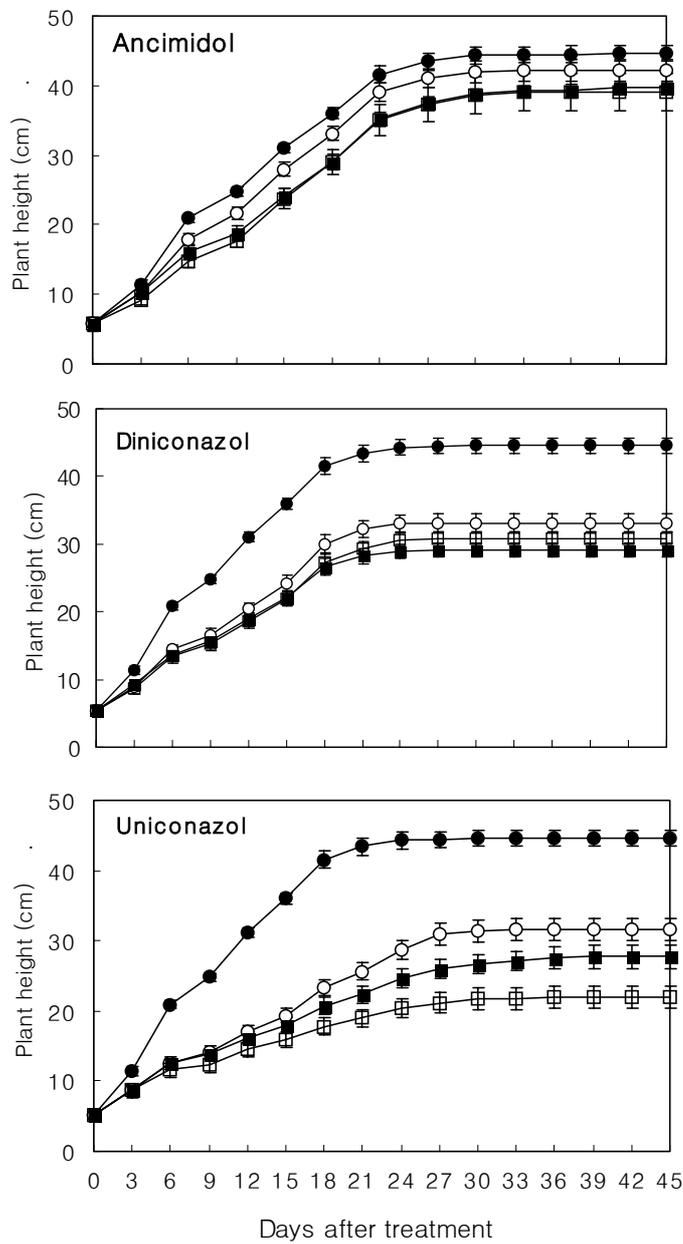


Fig. 50. Time course of plant height by the foliar spray treatment of growth retardants in *L. concolor* var. *parthneion*. Bars mean \pm SE. (—●— DW, —○— 25 mg·L⁻¹, —■— 50 mg·L⁻¹, —□— 100 mg·L⁻¹)

날개하늘나리의 경우도 하늘나리와 마찬가지로 모든 생장억제제 처리구는 대조구에 비해 초장이 억제되었으며, 생장억제제의 농도가 증가할수록 그 경향은 더욱 뚜렷하였다(Table 58, Fig. 51). 생장억제제의 종류별 초장억제도 하늘나리와 마찬가지로 uniconazole, diniconazole, ancymidol 순으로 효과가 높았으며, 특히 uniconazole 50mg·L⁻¹ 처리구에서는 초장이 대조구 27.6cm에 비해 10.8cm로 가장 많이 억제되었다. 엽수는 생장억제제의 농도가 증가할수록 다소 감소하는 경향이었으며, 육안으로 판별 가능한 마디수는 35개에서 1-12개까지 감소되었다.

Table 58. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. davuricum*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of Leaves	No. of nodes
Control (DW)	0	27.6±2.2	38.7±2.1	35.0±2.0
Ancymidol	25	19.3±0.8	35.2±2.4	29.9±1.9
	50	16.9±1.2	35.9±1.7	30.2±1.4
	100	15.6±0.9	28.7±2.2	24.8±1.9
Diniconazole	25	16.8±0.9	38.2±1.7	34.2±1.9
	50	15.4±1.6	32.6±2.7	28.7±2.6
	100	15.6±1.2	37.3±3.4	33.7±2.9
Uniconazole	25	13.3±0.6	34.7±3.2	29.8±2.4
	50	10.8±0.5	29.6±1.3	24.4±1.2
	100	11.2±0.5	28.4±1.9	23.3±1.4



Fig. 51. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. davuricum*.

봉오리의 형성율은 0-55.6%의 범위로 낮은 경향이었고, 개화율은 0-100%로 그 차이가 컸으며, 봉오리 형성수는 모두 1개였다(Table 59). 개화소요일수, 개화기간, 화폭은 대조구와 큰 차이가 없었으며, 개화소요일수는 47.5-51.0일, 개화기간은 5.0-6.0일, 화폭은 9.3-11cm 범위였다. 한편 초장억제에 가장 효과가 컸던 uniconazole 처리구에서는 봉오리의 블라스팅으로 개화가 전혀 이루어지지 않았다. 초장억제에 효과가 있고 개화율도 높은 diniconazole 50mg·L⁻¹의 분무처리하는 날개하늘나리에 가장 적합할 것으로 판단되었다.

Table 59. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on flowering in *L. davuricum*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			%	Duration (days)			
Control (DW)	0	44.4	50.0	5.5±0.4	47.5±2.5	1.0±0.0	9.9±0.5
Ancymidol	25	33.3	33.3	5.0±0.0	45.0±0.0	1.0±0.0	10.5±0.0
	50	11.1	100.0	5.0±0.0	48.0±0.0	1.0±0.0	9.3±0.0
	100	44.4	0.0	-	-	1.0±0.0	-
Diniconazole	25	33.3	33.3	6.0±0.0	51.0±0.0	1.0±0.0	11.0±0.0
	50	33.3	66.7	6.0±0.0	49.5±0.4	1.0±0.0	9.6±0.2
	100	55.6	40.0	5.5±0.4	48.5±0.4	1.0±0.0	9.5±0.4
Uniconazole	25	44.4	0.0	-	-	1.0±0.0	-
	50	0.0	0.0	-	-	-	-
	100	11.1	0.0	-	-	1.0±0.0	-

생장억제제에 의한 초장의 경시적인 변화를 보면(Fig. 52), 대조구는 급속한 성장 후 18일째에 생장이 정지되었으며, 초장억제 효과가 컸던 diniconazole과 uniconazole은 처리 후 3일째부터 초장의 억제효과가 나타났으며, 이후 완전한 성장을 한 다음 15-18일째에 생장이 멈추었다.

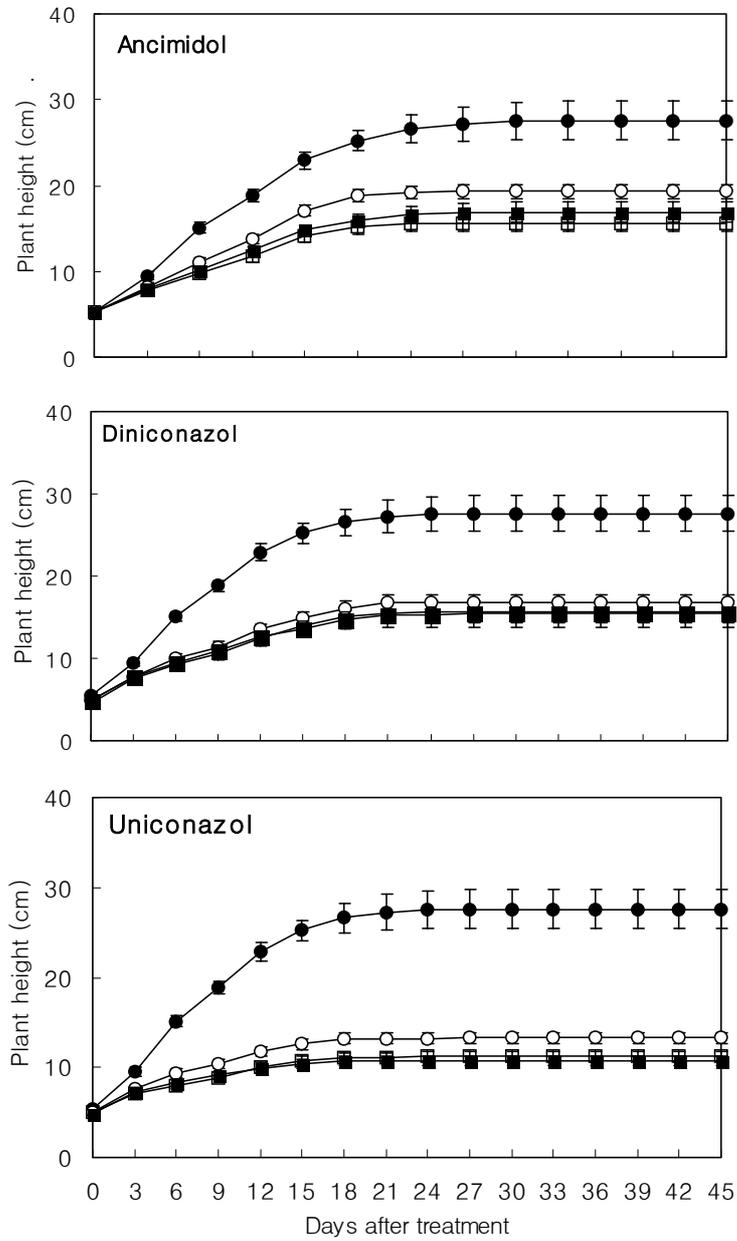


Fig. 52. Time course of plant height by the foliar spray treatment of growth retardants in *L. davuricum*. Bars mean \pm SE.
 (—●— DW, —○— 25 mg·L⁻¹, —■— 50 mg·L⁻¹, —□— 100 mg·L⁻¹)

중나리의 경우도 마찬가지로 모든 생장억제제 처리구는 대조구에 비해 초장이 억제되었으며, 생장억제제의 농도가 증가할수록 그 경향은 더욱 뚜렷하였다 (Table 60, Fig. 53). 생장억제제의 종류별 초장억제는 다른 것과 마찬가지로 uniconazole, diniconazole, ancymidol 순으로 효과가 높았으며, 특히 uniconazole 100mg·L⁻¹ 처리구에서는 초장이 대조구 74.3cm에 비해 32.0cm로 가장 많이 억제되었다. 엽수는 생장억제제의 농도가 증가할수록 다소 감소하는 경향이었으며, 육안으로 관별 가능한 마디수는 처리별 큰 차이가 없었으나 ancymidol 100mg·L⁻¹ 처리구에서 9.9개로 급격히 감소되었다.

Table 60. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. maximowitzi*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of Leaves	No. of nodes
Control (DW)	0	74.3±3.0	33.9±2.0	33.1±1.9
Ancymidol	25	67.4±5.7	31.8±2.3	31.0±2.3
	50	68.3±6.7	35.1±2.0	33.9±2.0
	100	62.8±4.0	35.6±1.7	9.9±0.5
Diniconazole	25	61.2±4.7	34.0±1.8	33.6±1.9
	50	56.1±3.9	37.2±1.7	36.9±1.7
	100	51.3±3.8	35.8±2.3	35.2±2.3
Uniconazole	25	47.6±4.5	31.7±1.8	30.9±1.8
	50	40.1±4.7	34.5±1.9	33.5±1.8
	100	32.0±3.0	30.6±2.3	29.7±2.5

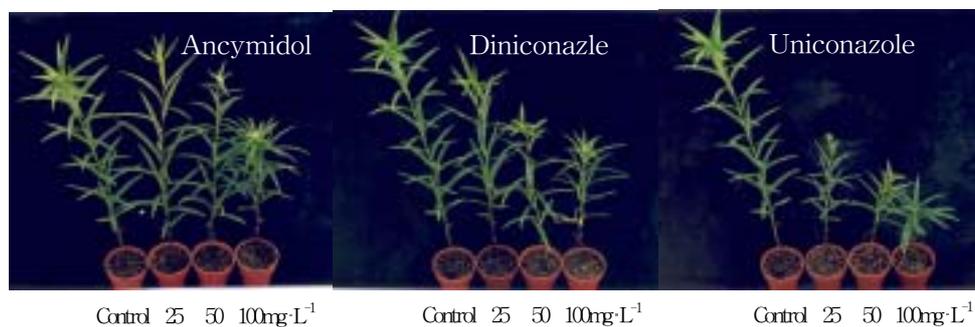


Fig. 53. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. maximowitzi*.

봉오리의 형성율과 개화율은 30-88.9%의 범위로 생장억제제의 종류 및 농도별로 차이가 났다(Table 61). 봉오리 형성수는 대조구에 비해 오히려 다소 증가하였다. 개화소요일수, 개화기간, 화폭은 대조구와 큰 차이가 없었으며, 개화소요일수는 84.6-98.7일, 개화기간은 1.9-2.9일, 화폭은 7.7-10.2cm 범위였다. 참나리의 경우는 개화율이 가장 높고 개화기간, 꽃수, 화폭 등이 대조구와 차이없이 정상적인 개화를 보인 ancymidol 50mg·L⁻¹의 분무처리가 가장 적합할 것으로 판단되었다.

Table 61. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on flowering in *L. maximowitzi*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			(%)	Duration (days)			
Control	0	100.0	100.0	2.4±0.2	89.0±2.6	1.2±0.1	8.3±0.4
Ancymidol	25	70.0	70.0	2.5±0.6	84.6±2.1	1.4±0.2	10.2±0.6
	50	88.9	88.9	2.4±0.2	84.6±1.3	1.4±0.2	8.3±0.4
	100	80.0	80.0	2.3±0.2	90.9±1.9	1.8±0.2	9.9±0.5
Diniconazole	25	60.0	60.0	2.2±0.2	91.2±2.4	1.2±0.2	8.0±0.6
	50	70.0	70.0	2.9±0.7	88.3±2.1	1.7±0.2	8.2±0.6
	100	63.6	63.6	2.0±0.2	92.4±1.8	1.4±0.2	7.2±0.6
Uniconazole	25	72.7	72.7	1.9±0.1	88.5±1.8	1.4±0.2	7.7±0.3
	50	50.0	50.0	2.0±0.4	91.0±1.6	1.8±0.2	8.7±1.0
	100	30.0	30.0	2.3±0.3	98.7±7.8	1.0±0.0	8.9±0.1

참나리의 경우도 마찬가지로 uniconazole의 억제효과가 가장 컸다. Uniconazole 100mg·L⁻¹ 처리구에서는 초장이 대조구 67.9cm에 비해 21.4cm로 크게 줄었다(Table 62, Fig. 54). 엽수와 마디수는 생장억제제의 농도가 증가할수록 다소 감소하는 경향이있었지만 초장의 억제정도에 비해서는 경미하였다. 이것은 절간의 길이가 짧아지고 줄기가 다소 더 굵어지는 것으로 확인되었다. 생장억제제의 처리로 인해 전체 초장을 작게 하는 것도 중요하지만, 참나리처럼 키가 큰 자생나리를 분화류로 생산하려면 키가 작아져야 하는 것은 물론이고, 줄기에 붙어 있는 잎들의 간격이 좁아야만 관상가치가 높아진다. 즉 생장억제제를 처리하여 마

디수의 감소에는 크게 영향을 미치지 않는 것이 효과적이다. 본 실험에 사용한 생장억제제 모두가 초장을 작게하는 효과가 있었던 반면 마디수 감소에는 큰 영향을 미치지 않아 상품성 있는 자생나리의 왜화제로 적합할 것으로 판단되었다.

Table 62. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. lancifolium*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of Leaves	No. of nodes
Control (DW)	0	67.9±2.3	54.5±4.0	54.1±4.1
Ancymidol	25	57.8±4.1	54.3±3.0	53.8±3.0
	50	41.6±4.4	51.8±4.4	51.8±4.0
	100	30.8±3.9	52.8±4.1	48.3±3.9
Diniconazole	25	54.2±2.2	54.9±2.8	54.1±3.1
	50	54.6±3.1	46.7±1.7	46.1±1.9
	100	52.5±2.5	55.7±2.7	53.4±2.3
Uniconazole	25	46.7±2.4	53.5±1.8	51.7±1.7
	50	27.8±2.7	53.6±3.7	46.4±4.0
	100	21.4±3.4	49.8±6.9	37.4±5.7

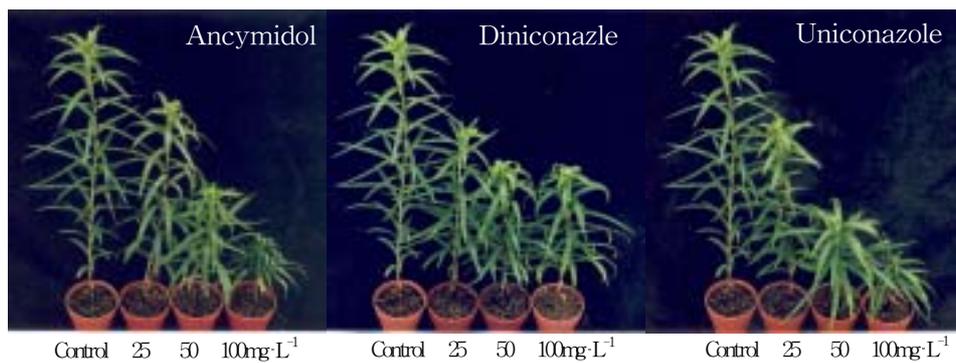


Fig. 54. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. lancifolium*.

봉오리의 형성율과 개화율은 ancymidol과 uniconazole 100mg·L⁻¹ 처리구를 제외하면 모두 100%로 대조구보다 더 좋았다(Table 63). 봉오리 형성수는 대조구가 1.4개인데 비해 오히려 1.5-3.0개로 증가하였다. 개화소요일수, 개화기간은 대조구와 큰 차이가 없었다. 화폭은 대조구 7.7cm에서 9.0-12.3cm 범위로 꽃이 더 커졌다. 참나리의 경우는 본 실험에 사용한 생장억제제 모두의 25 또는 50mg·L⁻¹의 분무처리로 효과가 큰 것으로 확인되었다.

Table 63. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on flowering in *L. lancifolium*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			(%)	Duration (days)			
Control	0	83.3	83.3	2.0±0.3	102.0±1.2	1.4±0.2	7.7±0.3
Ancymidol	25	100.0	100.0	2.6±0.2	100.2±1.8	1.8±0.2	9.1±0.4
	50	100.0	100.0	2.1±0.2	101.7±1.6	1.9±0.2	12.3±0.6
	100	90.9	72.7	2.2±0.3	105.4±0.8	1.9±0.3	10.7±0.7
Diniconazole	25	100.0	100.0	2.7±0.3	102.1±1.3	1.5±0.2	9.0±0.6
	50	100.0	100.0	2.5±0.2	103.4±1.3	1.6±0.2	9.7±1.1
	100	100.0	100.0	2.7±0.2	101.4±1.8	1.9±0.2	9.9±0.5
Uniconazole	25	100.0	100.0	2.3±0.2	103.4±1.2	2.2±0.1	10.0±0.3
	50	100.0	100.0	1.8±0.2	104.1±1.8	2.7±0.3	9.4±0.8
	100	30.0	30.0	2.0±0.0	100.3±3.3	3.0±0.0	9.8±0.6

말나리의 경우도 참나리의 경우처럼 생장과 개화에 아무런 피해를 주지 않으면서 초장만 억제시켜 생장억제제를 이용한 왜화효과가 컸다(Table 64, Fig. 55). Uniconazole의 경우는 농도를 높혀 초장억제 정도는 더 높일 수 있을 것으로 생각되었다. 본 실험에 사용한 생장억제제 ancymidol, diniconazole, uniconazole 모두 정상적인 개화가 가능하면서 초장억제효과가 있었다. 말나리가 생장억제제에 대한 생장피해는 가장 적으면서 개화된 식물체의 상태도 가장 양호한 것으로 나타났다(Table 65). 봉오리 형성율, 개화율은 90-100%였고, 대조구에 비해 개화기간, 개화소요일수, 봉오리 수, 화폭 모두 우수하였다.

Table 64. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. distichum*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of Leaves	No. of nodes
Control	0	35.1±1.7	13.5±0.4	5.8±0.4
Ancymidol	25	33.9±1.5	12.4±0.8	5.2±0.5
	50	29.7±1.2	11.9±0.6	4.9±0.3
	100	30.0±2.0	11.8±0.5	5.2±0.2
Diniconazole	25	30.0±1.5	12.2±0.8	4.7±0.4
	50	30.3±2.1	13.0±0.5	5.7±0.5
	100	32.6±1.5	11.8±0.6	5.8±0.3
Uniconazole	25	29.1±1.1	14.3±1.1	6.1±0.2
	50	29.4±3.0	12.3±0.6	5.3±0.4
	100	20.8±1.2	12.4±0.5	5.8±0.4

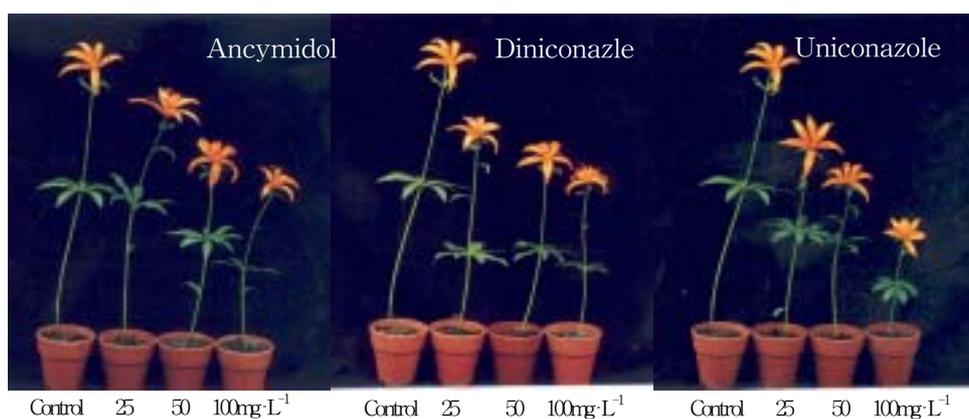


Fig. 55. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. distichum*.

Table 65. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on flowering in *L. distichum*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			(%)	Duration (days)			
Control	0	100.0	100.0	3.7±0.3	95.0±1.2	1.0±0.0	10.6±0.5
Ancymidol	25	90.0	90.0	3.6±0.3	95.0±1.4	1.1±0.1	10.3±0.3
	50	100.0	100.0	3.6±0.3	95.4±0.9	1.0±0.0	9.9±0.3
	100	100.0	100.0	3.4±0.3	95.5±1.2	1.1±0.1	9.9±0.3
Diniconazole	25	100.0	100.0	3.7±0.2	93.3±0.9	1.0±0.0	9.9±0.9
	50	100.0	100.0	3.0±0.2	96.2±1.0	1.1±0.1	10.0±0.3
	100	100.0	100.0	3.2±0.3	94.0±1.2	1.0±0.0	9.9±0.2
Uniconazole	25	100.0	100.0	4.5±0.4	95.4±1.6	1.2±0.0	10.0±0.2
	50	100.0	100.0	3.6±0.4	96.2±1.6	1.0±0.0	9.8±0.3
	100	100.0	100.0	3.7±0.2	97.3±2.3	1.0±0.0	8.9±0.1

하늘말나리의 경우에는 초장 억제정도가 다른 자생나리 종류에 비해 적었으며 잎수와 마디수도 대조구에 비해 큰 차이가 없었다(Tabel 66, Fig. 56). 개화에 대한 생장억제제의 반응을 보면(Table 67), uniconazole은 50mg·L⁻¹의 분무처리로도 봉오리 개화율이 54.5%로 급격히 떨어져 피해증상을 나타냈고, ancymidol의 경우에서도 100mg·L⁻¹처리로 봉오리 형성율이 낮았다. 하늘말나리는 diniconazole 처리에 의해 봉오리 개화율과 개화기간, 개화소요일수, 봉오리수, 화폭에 피해주지 않았다. 하늘말나리는 diniconazole 50mg·L⁻¹의 분무처리가 초장억제와 개화된 식물체의 상품성을 높일 수 있는 가장 효과적인 처리구로 생각된다.

Table 66. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. miquelianum*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of Leaves	No. of nodes
Control	0	32.4±4.14	17.0±0.6	7.0±0.3
Ancymidol	25	36.4±1.3	17.0±1.4	6.9±0.7
	50	38.2±0.6	16.6±0.9	6.6±0.4
	100	32.9±1.6	17.2±1.1	7.2±0.6
Diniconazole	25	36.4±2.9	15.6±0.8	6.0±0.4
	50	33.4±1.8	17.0±1.0	7.0±0.2
	100	35.8±2.1	16.1±0.5	6.8±0.3
Uniconazole	25	36.8±2.0	16.7±0.9	6.8±0.4
	50	38.9±1.8	17.2±0.8	7.0±0.4
	100	27.7±3.5	15.0±1.3	6.0±0.6

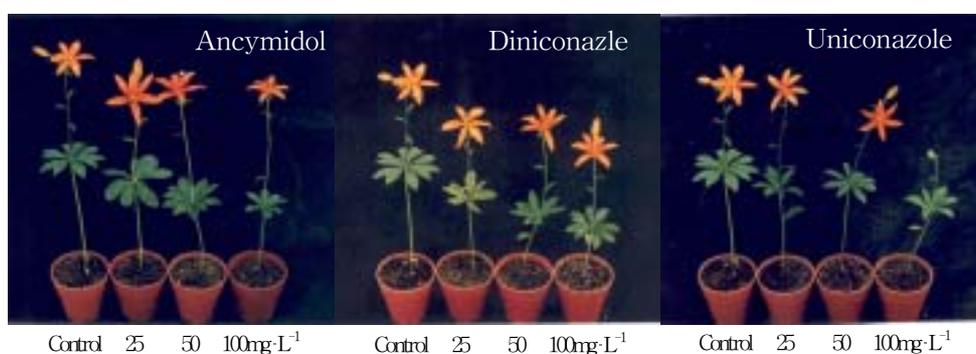


Fig. 56. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on shoot growth in *L. miquelianum*.

Table 67. Effect of the foliar spray treatment of growth retardants on flowering in *L. miquelianum*.

Growth retardants	Conc. (mg·L ⁻¹)	Bud formation (%)	Flowering		Days to flowering	No. of flowers	Width of flower (cm)
			(%)	Duration (days)			
Control	0	81.8	81.8	4.1±0.3	67.9±2.5	1.7±0.2	7.0±0.3
Ancymidol	25	81.8	81.8	3.1±0.3	63.4±1.1	1.9±0.3	6.8±0.3
	50	100.0	100.0	3.1±0.3	70.0±2.3	1.9±0.2	7.6±0.2
	100	54.5	54.5	3.3±0.3	66.5±3.4	1.5±0.2	7.4±0.2
Diniconazole	25	81.8	81.8	3.2±0.4	65.6±2.2	1.4±0.2	7.5±0.3
	50	90.0	90.0	3.6±0.4	67.8±2.4	1.4±0.2	7.2±0.3
	100	90.0	90.0	3.0±0.3	66.9±2.5	1.9±0.2	7.5±0.3
Uniconazole	25	90.0	90.0	3.1±0.3	67.8±1.1	1.8±0.1	7.5±0.2
	50	54.5	54.5	3.0±0.3	71.7±1.7	2.0±0.2	6.9±0.2
	100	40.0	40.0	2.0±0.4	77.0±2.8	1.3±0.2	6.1±0.6

나. Diniconazole 처리에 의한 날개하늘나리 줄기와 잎의 형태적 변화

대조구와 diniconazole 50mg·L⁻¹ 분무처리구의 줄기의 횡단면을 조직학적으로 관찰한 결과(Fig. 57), 대조구에 비해 처리구 세포의 크기가 작음을 알 수 있었다.

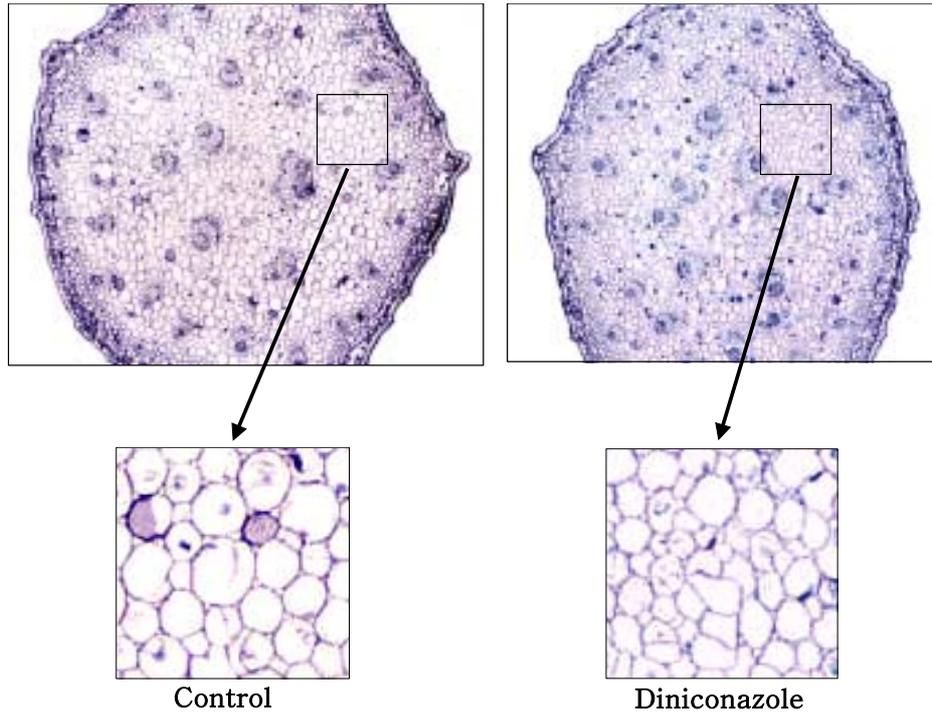


Fig. 57. Light microscopic observation transversal section by diniconazole foliar spray in *L. davuricum* stem ($\times 40$).

대조구와 처리구의 세포 수의 차이를 보기 위해 0.2mm² 내의 세포 수를 측정한 결과 대조구 26.8개, 처리구 42.0개로 처리구가 대조구에 비해 약 1.6배 정도 많음을 알 수 있었다(Fig. 58).

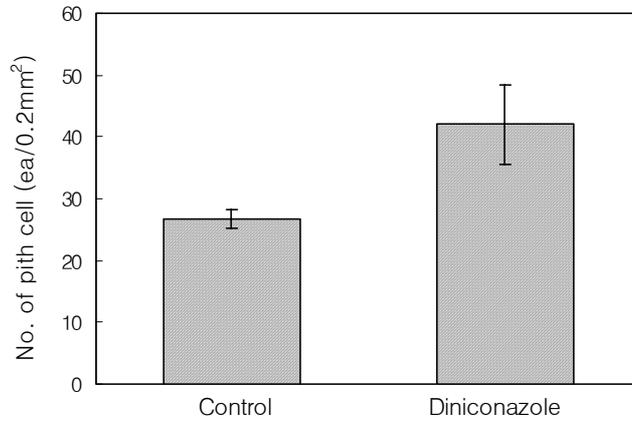


Fig. 58. Change of the number of pith cell by diniconazole foliar spray in *L. davuricum*.

줄기의 횡단면도 diniconazole 처리에 의한 변화가 있었다(Fig. 59). 대조구에 비해 처리구의 세포 길이가 짧아져 대조구 0.83mm, 처리구 0.52mm로 세포길이가 약 37% 감소하였다(Fig. 60). 이것으로 볼 때 diniconazole 처리는 세포의 신장생장에 관여하는 지베렐린의 생합성을 억제함으로써 세포신장을 저해하여 결과적으로 초장억제효과를 나타내는 것으로 생각된다.

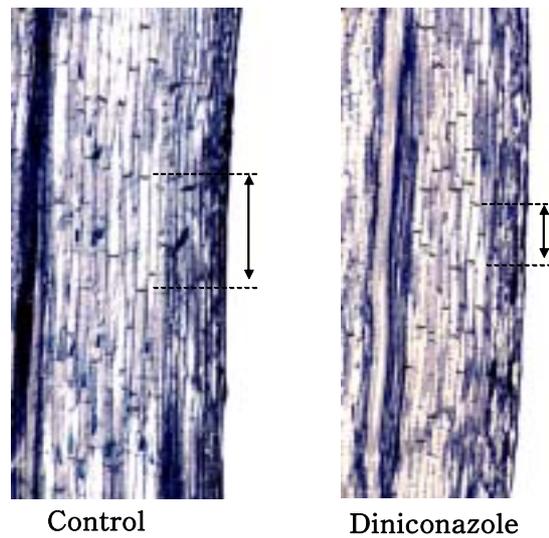


Fig. 59. Light microscopic observation longitudinal section by diniconazole foliar spray in *L. davuricum* stem ($\times 40$).

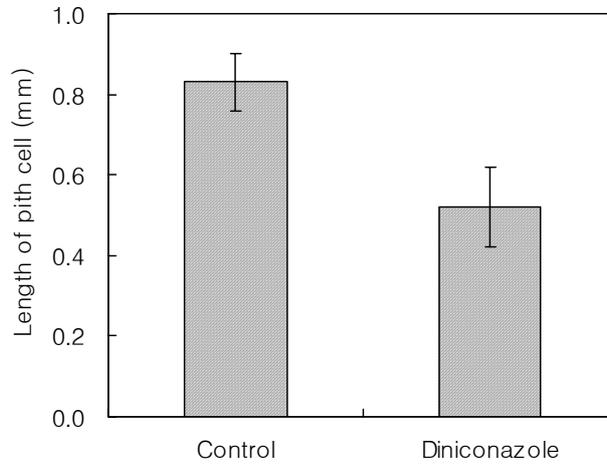


Fig. 60. Changes of the length of pith cell by diniconazole foliar spray in *L. davuricum*.

앞조각은 처리구의 표피세포가 약간 고르지 못한 점을 제외하고는 별다른 차이가 없었다(Fig. 61).

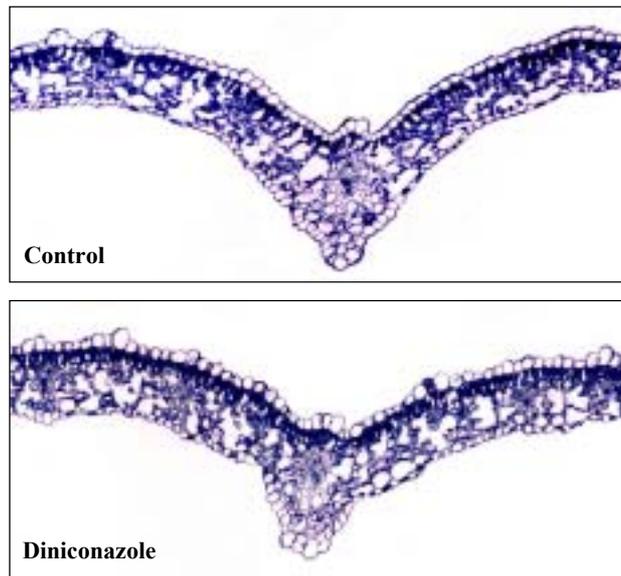


Fig. 61. Light microscopic observation transversal section by diniconazole foliar spray in *L. davuricum* leaf ($\times 40$).

제7절 배양토의 선발

1. 서언

식물이 뿌리내려 자라는 주 공간은 토양이라 할 수 있다. 식물은 토양으로부터 양분과 수분을 공급받으며 생육할 수 있다. 토양 속에는 고상의 토양입자 뿐만 아니라 수분을 유지하는 액상과 호흡을 할 수 있는 기상의 적절한 유지가 필수적이다. 식물의 생육에 적합한 고상 : 액상 : 기상의 비율은 50 : 25 : 25의 비율일 때이며 이런 토양의 구조를 입단구조(aggregate structure)라 한다. 그러나 최근 거의 모든 작물재배에서는 인공용토를 사용하고 있다. 인공용토는 가볍고, 소독되어 있으며, 최근에는 오히려 값이 더 싸다는 경제적인 이점도 가지고 있다. 시중에 나와 있는 많은 종류의 인공용토 중 몇 가지를 혼용하여야만 적정 pH를 유지할 수 있으며, 토양의 배수성, 보수성 및 통기성을 양호하게 유지하여 식물의 생육에 적합한 조건을 충족시킬 수 있다. 뿐만 아니라 인공용토 종류별로 보습효과가 뛰어나 관수 회수를 줄이기는 하지만, 지나친 과습에 의해 구근의 부패를 증가시키는 문제점도 안고 있다. 따라서 몇가지 인공용토의 단용 및 혼용으로 자생나리 구근의 과습피해를 줄일 수 있는 적합한 배양토 조건을 찾고자 한다.

2. 재료 및 방법

본 실험에 사용한 인공용토의 종류와 특징은 다음과 같다.

가. 인공용토의 종류

1) TKS-2(피트모스, peat moss) : 늪지식물이 습지의 바닥에 퇴적되어 산소가 부족한 상태에서 부분적으로 부식된 것으로서 암갈색을 띤다. 가볍고 수분보유력이 건물중의 15배 정도되며, pH 3.2-4.5 정도의 강산성을 띤다. 질소성분이 약간 함유되어 있고 인산과 칼리성분은 거의 없으며, 캐나다, 아일랜드, 독일, 미국, 러시아 등지에서 많이 생산된다. 최근 TKS-2라는 상표로 판매되고 있는 것은 주성분은 피트모스이고, 여기에 약간의 양분을 첨가시켜 상품화되고

있다.

2) 버미큘라이트(질석, vermiculite) : 760℃의 고온으로 가열하여 만든 운모화합물이다. 질석은 입자층 사이와 표면의 무기물 간에 양이온치환능력이 있으며, 칼리 6%, 마그네슘 성분이 20% 함유되어 있고 살균이 잘 되어 있다. 산도는 pH 7 정도의 중성이며 가볍고 보수력이 좋다. 시중에는 입자의 굵기에 따라 대, 중, 소립 상품이 판매되고 있으며 실험에는 대립을 선택하였다.

3) 펄라이트(perlite) : 진주암을 870℃ 정도의 고온으로 가열하여 만든 것으로서 원래의 모암보다 4-20배 정도의 보수력이 있다. pH는 6.5-7.5 정도되는데 중화능력이나 양이온치환능력이 없으며 비료성분은 전혀 없다.

4) 원예용 상토 1 : 동부한농에서 판매되고 있는 원예용 상토로서 배합성분은 코코피트, 펄라이트, 버미큘라이트, 지올라이트, 기타로 구성되어 있다.

나. 인공용토의 배합기준

인공용토의 종류별로 혼합한 비율과 종류 및 pH는 Table 68과 같다.

Table 68. Composition of artificial medium and pH for pot Korea native lily.

No.	Composition(%)				pH
	TKS-2	Vermiculite	Perlite	Compost 1 ^z	
1	100				5.40
2	70	30			5.34
3	30	70			5.40
4		100			6.25
5	70		30		5.33
6	30		70		5.46
7			100		6.90
8				100	5.93

^zDongboo Hannong Co.

다. 실험방법

Table 68의 방법으로 각각의 인공용토를 혼용하고 충분히 관수한 후 온실

에 두고, 5일 간격으로 지표면 2cm 부위의 배양토를 채취한 후, 건조하여 토양 속에 함유된 수분의 함량을 백분율로 표시하였다. 그 값을 인공용토를 처음 구입시 함유되어 있던 수분량을 다시 제한 값을 최종 토양수분함량으로 보고 그림으로 표시하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에 사용된 자생나리의 생활환에 따라 휴면타파시키는 기간이 필요하였고, 휴면타파된 자생나리는 용토의 배합별 시험을 온실에서 수행 중에 있다. 그러나 인공용토의 종류 및 배합비율별 토양수분함량을 조사한 결과(Fig. 62), TKS-2와 vermiculite를 7:3으로 배합한 처리구와 상업용으로 판매되고 있는 (주)동부한농의 원예용 상토가 가장 먼저 0%에 도달하는 것을 알 수 있었다. 단 1회 관수로 토양함수량이 0%되는 일수가 가장 빨라도 20-21일 정도까지 걸린다는 것만으로 인공용토가 얼마나 수분함유량이 높은지 알 수 있었고, 특히 구근과 같이 토양수분에 의해 부패될 위험성이 높은 재료일수록 TKS-2:vermiculite 7:3인 인공배양토의 조성을 권장하여야만 한다.

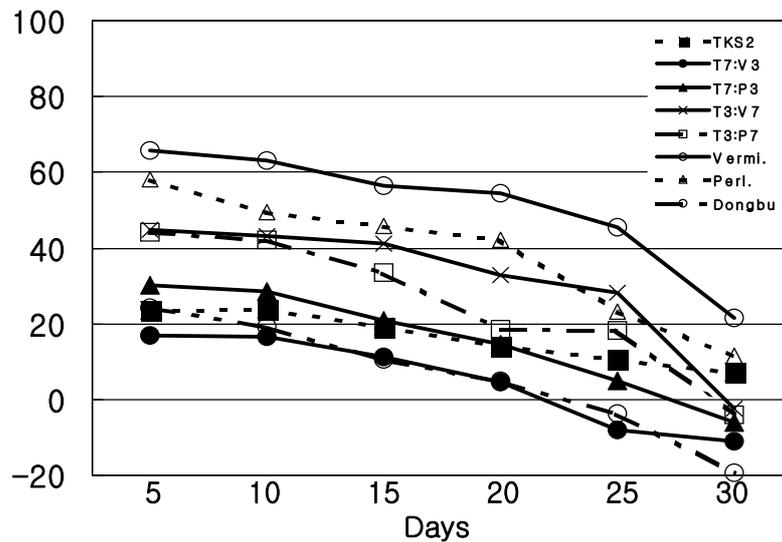


Fig. 62. Change of water contents(%) in soil by artificial medium composition.

제8절 자생나리의 향기분석

1. 서언

꽃은 관상의 대상이므로 꽃의 형태와 색은 무엇보다 중요하다. 꽃의 색과 더불어 향기 또한 꽃의 기호도를 좌우하는 중요한 인자이지만 우리나라에서는 꽃 향기에 대해서 거의 관능적인 평가만을 해왔고, 분석기기를 통한 구체적인 향기 분석의 예는 매우 미미하다. 자생나리의 경우 대체로 향이 은은하지만 시판되는 나리(Liliaceae)의 경우 어떤 좋은 향이 우수하고 강하기 때문에, 나리의 몇몇 종류는 향장류에도 이용되며 프랑스에서는 Madonna lily(*L. candidum*)가 향수 제조에 이용되기도 한다. 나리는 신선한 향기를 함유하고 있어 라일락과 시클라멘의 향을 강조하기 위해 합성정유, 조합향료에 사용되기도 한다(Budavari 등, 1989). 이와 같이 향장류의 원료로 이용가치가 높은 나리의 향기성분에 관한 연구는 장미, 양란, 프리지아 등 동일한 이용가치를 지닌 꽃에 비해 국내외적으로 연구가 부족한 실정이다.

현재까지 나리의 향기성분에 관한 연구는 전혀 되어 있지 않으며, 전체적인 향기성분과 key compound를 밝힌다면 분화용 자생나리의 개발에 일조할 뿐 아니라 동정된 향기성분을 조합하여 국산향수 또는 방향제 개발의 자료로 이용할 수 있을 것이다.

우리나라의 자생나리는 변종을 제외하면 약 10 여종에 이르는 데 본 연구에서는 특히 자생나리인 중나리(*L. maximowitzii*), 하늘나리(*L. concolor* var. *parthneion*), 하늘말나리(*L. miquelianum*), 섬말나리(*L. hansonii*) 및 털중나리(*L. amabile*)를 중심으로 연구하고 자생나리와 비교하기 위해 일반적으로 꽃가게에서 나리꽃으로 판매되는 아시아틱나리 'Connecticut King'과 향이 우수하고 강한 오리엔탈나리 'Casa Blanca'의 정유성분을 비교, 규명함으로써 나리의 향료용, 약용 및 아로마테라피 등에 대한 이용가능성을 알아보려고 한다. 또한 유사한 다른 종류의 국내산 꽃의 향기성분 분석 및 개발의 기초 자료로서 활용하면 국산꽃 식물의 정유성분을 구성하는 화합물들을 규명할 수 있으며 국산 꽃 식물정유를 이용한 방향제 개발 등의 자료로도 활용할 수 있으며 나아가 수입

품에 의존하는 향기요법의 치료제를 국산으로 대체할 계기를 마련할 수 있을 것이다.

2. 재료 및 방법

가. 식물 재료

신선한 재료를 같은 조건에서 실험하기 어려웠기 때문에 자생나리는 2004년에 채취하여 냉동보존(-70℃)하여, 전처리 없이 사용하였다. 각 시료는 자른 후 분쇄기(Heung sang trading Co., LTD)로 분쇄 후 사용하였다. 자생나리의 향기분석을 위해서는 중나리(*L. maximowitzi*), 하늘나리(*L. concolor* var. *parthneion*), 하늘말나리(*L. miquelianum*), 섬말나리(*L. hansonii*), 및 털중나리(*L. amabile*)를 사용하였으며, 나리계통별 향기분석을 위해서는 자생나리인 중나리, 아시아틱나리(*L. Asiatic Hybrids*) 'Connecticut King', 오리엔탈나리(*L. Oriental Hybrids*) 'Casa Blanca'를 사용하였다. 각 휘발성성분의 동정에 이용된 탄화수소, 알코올류, 알데히드류, 케톤류 및 산류의 표준시약은 각각 limonene, 1-penten-3-ol, hexanal, (*E*)-2-octenal (Aldrich, Milwaukee, WI, USA), 1-pentanol, 2-pentanol, (*E*)-2-decenal, (*E,E*)-2,4-nonadienal, phenylacetaldehyde, nonanal, (*E*)-2-decenal, (*E,E*)-2,4-nonadienal, (*E,E*)-decadienal, hexanoic acid, heptanoic acid, octanoic acid, dodecanoic acid (Wako, Osaka, Japan), 2-phenethylalcohol, 3-methylbutanol(Sigma, St. Louis, MO, USA), 그 외 시약은 Tokyo kasai, Fluka 등의 특급 또는 1급 시약을 사용하였다.

나. 휘발성 성분 농축물의 제조

자생나리꽃 휘발성 성분 추출에는 Likens와 Nickerson형 연속수증기증류 장치를 사용하였다. 즉, 분쇄한 시료 각 200g과 증류수 1,000mL 및 내부표준 물질로서 tetradecane 용액(8mg/1,000mL dichloromethane) 1mL를 Likens와 Nickerson형 연속수증기증류 장치의 시료 플라스크에 넣고 용매플라스크에는 diethyl ether 50mL를 가한 후 1 시간 동안 가열 환류하여 휘발성 성분을 추출

하였다. 얻어진 휘발성 성분은 무수 황산나트륨을 가해 하룻밤 탈수 후, diethyl ether를 상압에서 증류, 제거하여 얻어진 휘발성 성분 농축물은 GC 및 GC-MS 분석에 사용하였다.

다. 휘발성 성분의 분석 및 동정

연속 수증기증류에 의해 얻어진 휘발성 성분 농축물의 분석 및 동정은 gas chromatography(GC)와 gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS)에 의하였다. GC는 Shimadzu model GC-17A(Kyoto, Japan)형을 사용하였다. 휘발성 성분의 검출에는 FID(불꽃이온화 검출기), column은 HP-5MS capillary column(30m×0.25mm i.d.×0.25µm film thickness, J & W Scientific, USA)을 사용하였으며, column 온도는 60℃에서 5분간 유지시킨 후 220℃까지 2℃/min의 속도로 승온하였으며, GC 주입부의 온도는 200℃를 유지하였다. Carrier gas는 질소가스를, 유량은 1.0mL/min, 분석시 split mode로 split ratio는 1 : 38을 유지하였다. GC-MS는 HP 6890와 HP 5973 Mass Selective Detector(Palo Alto, CA, USA)가 연결된 것을 사용하였다. Carrier gas를 helium을 사용한 것을 제외하고는 column과 온도조건은 GC의 조건과 동일하게 하였다. MS의 이온화 전압은 70eV로 하였다. GC에 의해 분리된 각 peak 성분의 동정은 표준물질의 retention time(t_R) 및 GC-MS 분석 결과로 얻은 mass spectral library data와 비교하여 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 자생나리 종류별 향기성분 비교

형태와 색깔 및 모양이 다른 5종 자생나리 휘발성 성분 농축물의 gas chromatograms(Fig. 64-68)과 표준물질의 retention time과 GC-MS 분석결과로 얻은 mass spectral library data와 비교하여 동정한 결과는 table 69에 나타내었다. 각종 자생나리류의 관능적인 향기는 서로 약간 달랐다. 냉동하여 보관한 자생나리류는 신선할 때와는 약간의 차이가 있었고, 예비실험에서 신선할 때와 냉동처리 한 것의 휘발성 성분을 GC 및 GC-MS 분석으로 비교 한 결과 약

간의 차이는 있었으나 신선할 때의 향기 성분을 냉동재료에서도 거의 유지하고 있었다. 관능적으로도 해동하였더니 신선할 때와 약간 차이는 있었으나 나리 고유의 향은 거의 유지하고 있었다. 자생나리류의 휘발성 향기성분으로는 hexanal, nonanal 등의 aldehyde류 28종, β -ionone 등의 ketone류 9종, linalool 등의 alcohol류 8종, methyl hexanoate 등의 ester류 5종, 2-furoic acid 등의 acid류 5종, 2-pentyl furan 등의 furan류 3종 및 기타 2종 등 60종의 화합물을 추정 또는 동정하였다. 5종의 자생나리의 동정된 향기성분은 일치하는 성분이 많고 상호 비교하기 위해 peak의 번호를 서로 일치시켰다.

중나리(Fig. 63)는 다른 것에 비해 향이 좀 약하였으나 은은한 향과 토마토를 갈았을 때 나는 신선한 향이 있었다. 중나리 향기성분은 46종의 화합물을 동정 또는 추정하였는데 (*E*)-2-Hexenal의 함량이 많았고 hexanal, hexanol 등의 함량도 많았다. 이들 탄소수 6개의 알콜이나 알데히드는 풋풋한 풀냄새에 기여한다(Yamanishi, 1989). 국내산 반발효차에 특히 많고(Choi, 2001) 꽃향에 기여하는 phenylacetaldehyde도 소량 존재했지만 꽃향에 기여하는 화합물로 nonanal (藤卷, 1982)의 함량이 특히 많았다.

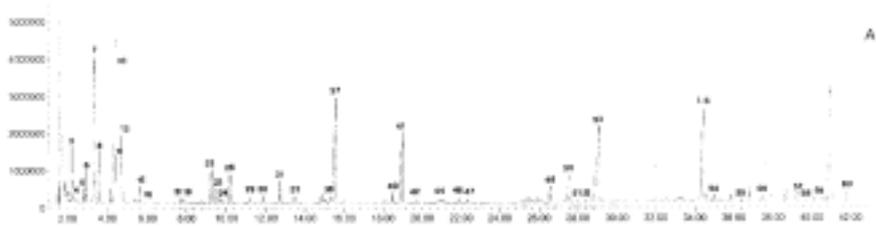


Fig 63. Total ion chromatogram of aroma components from of *L. maximowitzi*.

Table 69. Volatile aroma compounds identified from flowers of *Lilium* species.

Peak No.	$t_R(\text{min})$	Compound	Sample*				
			A	B	C	D	E
1	2.05	3-Methyl butanal	t	0.17	t	t	t
2	2.10	2-Methyl butanal	t	0.08	t	t	t
3	2.20	1-Penten-3-ol	0.57	0.47	0.38	0.28	0.61
4	2.31	2-Ethyl furan	t	0.41	t	t	t
5	2.77	(<i>E</i>)-2-Pentenal	t	0.31	t	0.31	t
6	2.93	(<i>Z</i>)-2-Penten-1-ol	0.45	0.63	0.61	0.43	0.60
7	3.33	Hexanal	2.32	1.92	1.48	2.69	2.24
8	3.71	2-Pentenal	0.78	0.48	0.42	0.85	1.11
9	3.95	Furfural	-	0.29	0.45	-	-
10	4.39	(<i>E</i>)-2-Hexenal	5.10	3.93	3.61	8.35	6.77
11	4.56	(<i>Z</i>)-3-Hexenol	0.38	1.10	0.73	t	-
12	4.79	<i>o</i> -Xylene	t	1.45	1.54	0.28	1.28
13	4.82	Hexanol	1.32	0.75	t	1.27	-
14	5.59	(<i>Z</i>)-4-Heptenal	t	0.18	t	t	t
15	5.66	Heptanal	t	0.26	0.32	0.40	0.30
16	5.95	(<i>E,E</i>)-2,4-Hexadienal	t	0.20	t	t	t
17	6.44	Methyl hexanoate	-	0.06	t	t	t
18	7.67	(<i>E</i>)-2-Heptenal	t	t	t	0.30	t
19	7.76	2-Furoic acid	t	0.10	t	t	t
20	7.84	Benzoic aldehyde	-	t	0.25	-	-
21	8.01	Methyl furfural	-	0.17	t	-	-
22	9.26	2-Pentyl furan	0.75	0.74	1.27	2.27	1.28
23	9.56	(<i>E,Z</i>)-2,4-Heptadienal	0.36	0.42	t	0.57	0.62
24	9.73	4-Ethyl benzenemethanol	t	t	t	t	0.38
25	9.82	Octanal	t	0.16	t	t	t
26	10.30	(<i>E,E</i>)-2,4-Heptadienal	0.63	0.91	0.31	0.70	1.03
27	10.84	Hexanoic acid	-	0.05	-	-	-
28	11.06	Limonene	-	0.03	t	-	-
29	11.21	(<i>E,Z</i>)-3,5-Octadien-2-one	t	t	0.87	1.29	t
30	11.95	Phenylacetaldehyde	t	0.75	0.71	0.25	t
31	12.83	(<i>E</i>)-2-Octenal	0.54	0.71	1.57	3.61	0.76
32	13.16	Acetophenone	-	0.10	t	t	t
33	13.54	(<i>E,E</i>)-3,5-Octadien-2-one	t	0.37	0.49	0.45	0.28
34	13.72	Octanol	-	0.08	t	t	t

(Table 69 continued)

Peak No.	t_R (min)	Compound	Sample*				
			A	B	C	D	E
35	14.53	Linalool oxide	-	t	t	0.56	t
36	15.53	Linalool	t	1.15	2.37	2.07	t
37	15.64	Nonanal	3.78	0.92	0.91	3.76	1.52
38	15.83	(<i>E,E</i>)-Octadienal	-	0.08	t	t	t
38'	16.13	Phenylethyl alcohol	t	t	0.28	0.33	1.64
39	16.83	Methyl octanoate	-	0.06	t	t	t
40	18.49	(<i>E,Z</i>)-2,6-Nonadienal	0.30	t	t	0.52	0.41
41	18.98	(<i>E</i>)-2-Nonenal	2.61	0.38	0.68	1.50	0.57
42	19.71	2,4-Dimethylbenzaldehyde	t	0.18	0.31	t	t
43	20.33	Methyl acetophenone	-	t	-	-	-
44	20.88	α -Terpineol	t	0.22	0.27	0.42	t
45	21.29	Safranal	-	0.13	t	0.25	t
46	21.91	Octanoic acid	t	t	0.29	t	t
47	22.57	Methylphenyl acetate	t	1.66	t	0.27	t
48	26.73	3-Methoxy benzaldehyde	0.49	0.45	t	t	0.54
49	27.03	4-Methoxy-2,5-dimethyl-3(2H)-Furanone	-	0.09	-	-	t
50	27.66	(<i>E,Z</i>)-2,4-Decadienal	0.84	0.67	0.64	0.93	0.91
51	28.25	Nonanoic acid	t	0.08	t	t	t
52	28.49	Undecanal	t	0.20	t	t	t
53	29.14	(<i>E,E</i>)-2,4-Decadienal	3.26	2.58	1.96	3.80	3.43
54	35.07	Decanoic acid	t	t	0.40	-	t
55	36.48	Dihydro- β -ionone	t	t	0.77	0.73	t
56	37.52	Geranyl acetone	t	0.49	t	t	0.40
57	39.38	β -Ionone	0.28	0.69	0.53	0.84	0.75
58	39.73	Phenyl ethyl isovalerate	t	t	1.06	-	t
59	40.24	2-Tridecanone	t	0.43	t	0.26	0.28
60	41.86	Methyl dodecanoate	0.30	0.46	0.60	0.61	1.79

*Peak area(%), t: trace.

A: *L. maximowitzi*, B: *L. concolor* var. *parthcneion*, C: *L. miquelianum*,
D: *L. hansonii*, E: *L. amabile*

하늘나리는 호박을 고았을 때 나는 달콤한 향이 났다. 풋풋한 풀냄새에 기여하는 (*E*)-2-Hexenal과 hexanal의 함량도 많았으나 꽃향이나 산뜻한 과일향을

띄는 linalool의 함량(Choi, 1991)이 많고 꽃향을 띄는 phenylacetaldehyde도 있었으나 특히 달콤한 꿀향이나 머스크향으로 알려져 있는 methylphenyl acetate (赤星, 1983)가 많은 함량 들어 있었다(Fig. 64). 하늘나리에는 홍화꽃처럼 강하지는 않았지만 홍화꽃에서 나는 약간 역한 냄새도 존재하고 있었는데 홍화꽃의 역한 냄새는 3-methylbutanoic acid을 비롯한 10종류의 산에 의한 것이라는 것이 밝혀졌다(최 등, 2004). 하늘나리에서 나는 약간 역한 냄새는 hexanoic acid, nonanoic acid 등 몇 종류의 산에 기인하는 것 같다. 3-Methylbutanal과 2-methylbutanal과 같은 저비점 알데히드도 있었는데 이 향은 달콤한 초콜릿향을 낸다고 한다(Cha 등, 1997). Methylphenyl acetate, 3-Methylbutanal 및 2-methylbutanal 등은 하늘나리의 특징인 달콤한 향에 기여하는 것 같다.

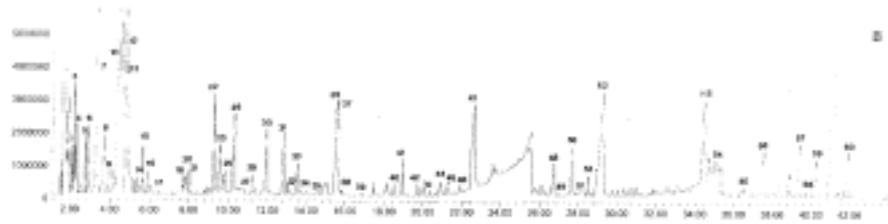


Fig. 64. Total ion chromatogram of aroma components from of *L. concolor* var. *parthneion*

하늘 말나리의 향은 하늘나리와 유사하였다. 하늘 말나리는 하늘나리와 대체로 유사한 gas chromatogram의 pattern을 하고 있었으나 linalool의 함량이 많고 장미 꽃향을 띄는 phenylethyl alcohol을 함유하고 있었다(Fig. 65). 고비점부에 phenylethyl valerate 같은 ester도 함유하고 있어 하늘나리와는 약간의 차이

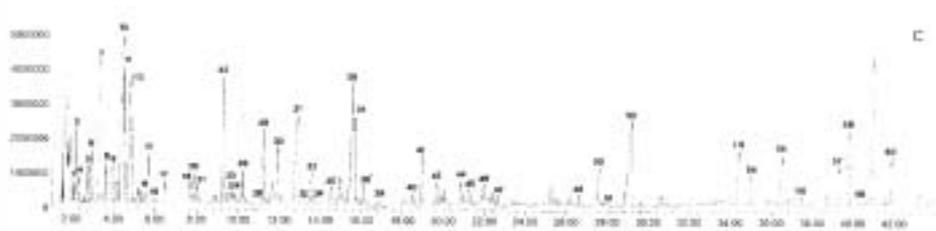


Fig. 65. Total ion chromatogram of aroma components from of *L. miquelianum*.

가 있었다.

섬말나리는 약하지만 감홍시와 같은 달콤한 향과 신선한 풀향기가 약간 났다. 풋풋한 풀냄새에 기여하는 (*E*)-2-Hexenal의 함량이 5개의 시료 중 가장 많은 peak 함량을 나타내었고 강한 풀냄새를 내는 2,6-nonadienal(藤卷, 1982)도 함유되어 있어 이들이 섬말나리의 신선한 향에 기여하는 것 같다(Fig. 66). 꽃향에 기여하는 nonanal의 함량도 중나리 정도 들어 있었고 중나리에 거의 없었던 linalool도 많이 함유하고 있었다. 달콤한 꿀향을 내는 methylphenyl acetate도 소량 함유하고 있었다.

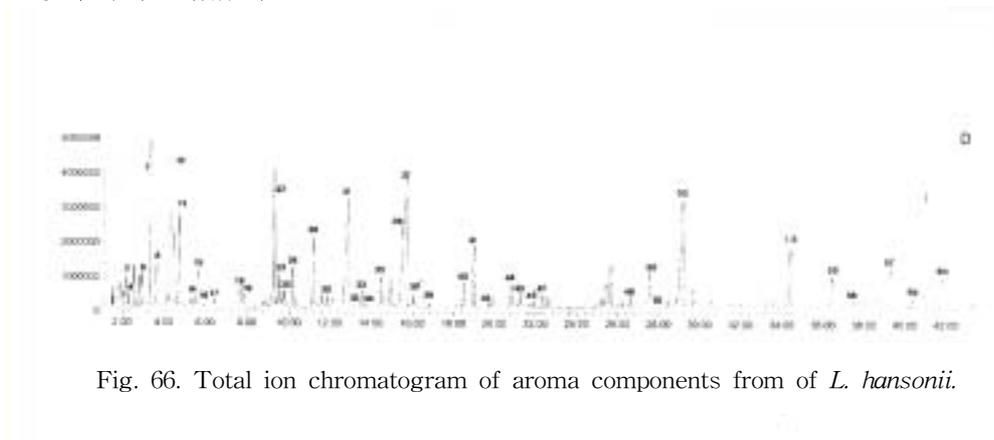


Fig. 66. Total ion chromatogram of aroma components from of *L. hansonii*.

털중나리는 신선한 풀향기가 났다. 풋풋한 풀냄새에 기여하는 (*E*)-2-Hexenal의 함량이 많고 강한 풀냄새를 내는 2,6-nonadienal도 함유하고 있었다(Fig. 67). 중나리와 마찬가지로 linalool은 거의 포함하지 않았다. 특이한 점은 (*E*)-2-octenal의 함량이 많고 다른 나리에는 소량 함유하고 있었던 장미향을 띄는 phenylethyl alcohol의 함량이 특히 많은 것이 특징이었다.

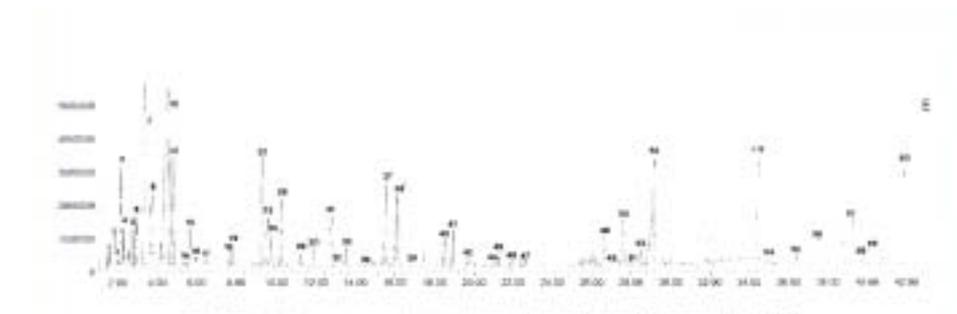


Fig. 67. Total ion chromatogram of aroma components from of *L. amabile*

나. 나리 계통별 향기성분 비교

연속증류추출로 얻어진 자생 중나리, 'Connecticut King' 및 'Casa Blanca'의 휘발성성분 농축물 수량은 각 각 1.58mg%, 1.63mg% 및 2.59mg%으로 자생 나리의 수량은 가장 작았으며 'Connecticut King'과 큰 차이는 없었으나 향이 강한 'Casa Blanca'의 향기 수량은 현저하게 많았다. 분쇄한 나리의 경우, 관능적으로는 각 시료의 GC 및 GC-MS 주입량은 각각 0.6 μ g으로 하였다. 각 시료의 가스크로마토그램은 Fig. 68과 같고, 추정 또는 동정된 화합물은 Table 70에 나타내었다.

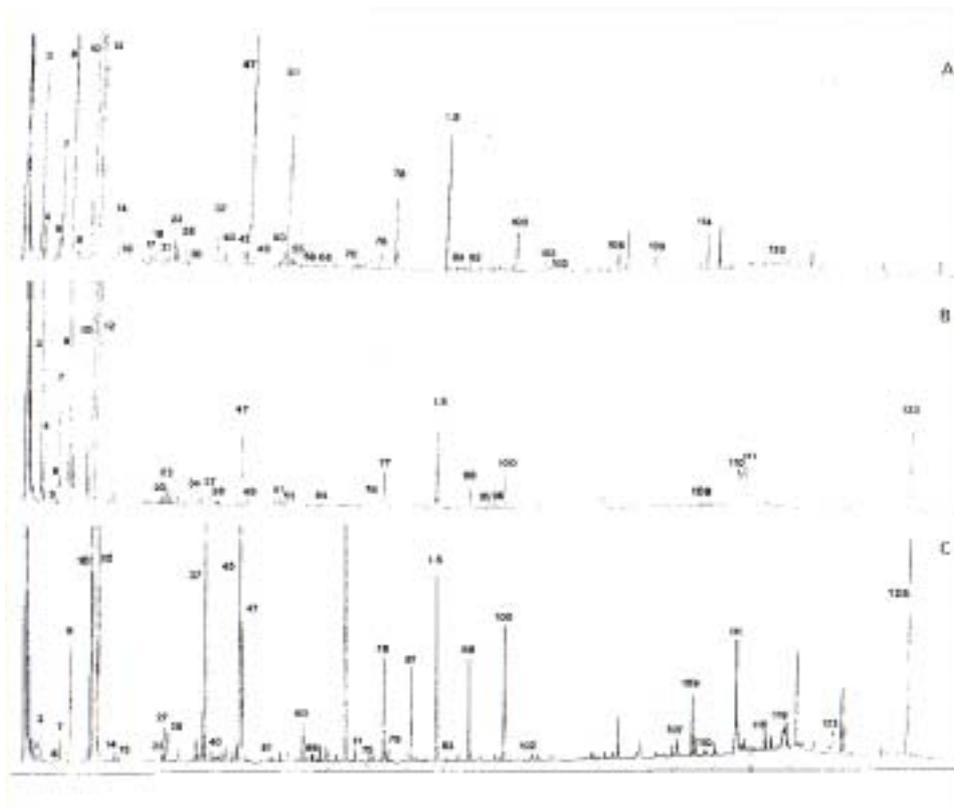


Fig. 68. Gas chromatograms of volatile components from *Lilium* flowers.
A: *L. maximowitzi*, B: *L. Asiatic Hybrids* 'Connecticut King',
C: *L. Oriental Hybrids* 'Casa Blanca'

자생나리인 중나리의 휘발성 향기성분으로는 hexanal, heptanal 등의 aldehyde류 20종, benzyl alcohol 등의 alcohol류 9종, hydrocarbon류 8종(이 중에 테르펜 탄화수소 3종), hexyl acetate 등의 ester류 7종, linalool oxide 등의 ketone류 4종, acid류 3종, furan류 3종 및 기타 2종 등 56종의 화합물을 추정 또는 동정하였다. ‘Connecticut King’의 휘발성 향기성분으로는 hexanal 등의 aldehyde류 16종, hydrocarbon류 12종(이 중에 테르펜 탄화수소 5종), phenylethyl alcohol 등의 alcohol류 8종, octanoic acid 등의 acid류 7종, ketone류 4종, furan류 3종, ester류 2종 및 기타 4종 등 56종의 화합물을 추정 또는 동정하였다. ‘Casa Blanca’의 휘발성성분에 관해서는 국내에서 이미 개화 단계별꽃의 향기 성분 변화(Rho와 Park, 2001)에 관한 보고가 있다. 그 보고에는 향기와 직접 관련이 있는 linalool이나 farnesol 같은 테르펜계알콜 등도 소수 동정되었으나 향기와 큰 관련이 없는 지방산이나 고분자량의 직쇄 탄화수소가 많았다. 본 연구에서는 ‘Casa Blanca’에서 91종의 화합물이 동정 또는 추정되었다. 동정된 화합물도 자생나리에 비해 향기와 큰 관련이 없는 지방산이나 고분자량의 직쇄 탄화수소도 일부 동정되었으나 ‘Casa Blanca’의 독특한 강한 향에 기여한다고 생각되는 많은 화합물들이 새롭게 동정되었다. 자생 중나리와 ‘Connecticut King’을 비교하면 둘 다 향기가 은은한 것이 특징인데 향기 성분의 농축물 수량이나 동정된 물질의 수는 같았으나 향기성분의 조성에는 큰차이가 있었다. Hexanal은 풀냄새의 대표적인 향이고 hexanol, (*E*)-2-Hexenal 및 (*Z*)-3-Hexenal 등 탄소수 6개의 알콜이나 알데히드는 풀냄새에 기여한다(Yamanishi, 1989). ‘Connecticut King’에는 자생나리보다 풀냄새에 기인하는 C₆ 알콜이 더 많았다. 꽃향과 관계되는 물질로 (*Z*)-linalool oxide, nonanal 및 phenylethyl alcohol 등은 자생 중나리와 ‘Connecticut King’에 공통적으로 들어 있었으나 꽃향을 띄는 octanol, 장미향을 띄고 재래종 국내산 수제 차에 많은 geraniol(Choi와 Bae, 1996) 및 인달콤한 꽃향기나 과일향에 기여하는 성분인 benzyl alcohol(Choi, 2001) 등은 ‘Connecticut King’에는 없고 자생나리에만 있었다. 오렌지향을 띄는 decanal은 자생 중나리에만 있고 강한 레몬 향을 띄는 citral은 ‘Connecticut King’에만 있었다. 꽃향과 관계된다고 생각되는 물질로 ‘Connecticut King’과 ‘Casa Blanca’에는 없고 자생 중나리에만 있는 화합물로 알데히드류로 (*E*)-2-heptanal, safranal

및 decanal, 에스테르류로 methylphenyl acetate, methyl dodecanoate, (*Z*)-3-hexenyl benzoate, hexyl benzoate 테르펜계 탄화수소로는 β -cubebene, γ -cadinene 등이 있었다. Decanal은 오렌지향(藤卷, 1982)을 띄고 methylphenyl acetate는 달콤한 꿀과 머스크향을 띄는 화합물이다(赤星, 1983). 자생 중나리와 시판나리는 외견상 닮았고 향도 'Casa Blanca'에 비해 현저하게 적었지만 서로 특징적인 향이 날수 있는 화합물들로 구성되어 있었고 'Casa Blanca'는 더 많은 종류의 향기 성분들이 다양하게 들어 있었다.

Table 70. Volatile aroma compounds identified in *Lilium* flower.

Peak No ^z	<i>t</i> _R (min)	Compound	Sample ^y			
			A	B	C	ID
1	1.92	3-Methylbutanal			+	ms, gc
2	1.96	2-Methylbutanal			+	ms, gc
3	2.06	1-Penten-3-ol	+	+	+	ms, gc
4	2.16	2-Ethylfuran	+	+	+	ms, gc
5	2.37	Isoamyl alcohol		+		ms, gc
6	2.59	(<i>E</i>)-2-Pentenal	+	+	+	ms, gc
7	2.77	(<i>Z</i>)-2-Pentenol	+	+	+	ms, gc
8	3.14	Hexanal	+	+	+	ms, gc
9	3.96	(<i>E</i>)-2-Hexenal	+	+		ms, gc
10	4.40	(<i>Z</i>)-3-Hexenol	+	+	+	ms, gc
11	4.69	(<i>E</i>)-2-Hexenol		+		ms, gc
12	5.18	1-Hexanol	+	+	+	ms, gc
13	5.33	2-Heptanone			+	ms, gc
14	5.53	Heptanal	+		+	ms, gc
15	5.92	(<i>E,E</i>)-2,4-Heptadienal	+		+	ms, gc
16	6.41	α -Pinene			+	ms, gc
17	7.47	(<i>E</i>)-2-Heptenal	+			ms, gc
18	7.61	Benzaldehyde	+		+	ms, gc
19	8.19	Heptanol			+	ms, gc
20	8.47	6-Methyl-5-hepten-2-one		+		ms, gc
21	8.55	1-Octen-3-ol	+		+	ms, gc
22	8.65	2,3-Octadienone	+	+	+	ms, gc
23	8.91	2-Pentylfuran	+	+	+	ms, gc
24	8.95	(<i>E,Z</i>)-2,4-Heptadienal	+	+		ms, gc
25	9.15	Phenol			+	ms, gc
26	9.51	Octanal	+		+	ms, gc

(Table 70 continued)

Peak No ^z	<i>t</i> _R (min)	Compound	Sample ^y			
			A	B	C	ID
27	9.75	(<i>Z</i>)-3-Hexenylacetate			+	ms
28	9.98	(<i>E,E</i>)-2,4-Heptadienal	+	+	+	ms, gc
29	10.08	Hexyl acetate	+		+	ms
30	10.22	(<i>E</i>)-2-Hexenylacetate	+		+	ms
31	10.61	Limonene			+	ms, gc
32	11.21	(<i>Z</i>)-Ocimene			+	ms
33	11.45	Benzyl alcohol	+		+	ms, gc
34	11.58	Phenylacetaldehyde		+	+	ms, gc
35	11.76	(<i>E</i>)- β -Ocimene			+	ms
36	12.21	γ -Terpinene			+	ms, gc
37	12.51	(<i>E</i>)-2-Octenal	+	+	+	ms, gc
38	12.79	Cyclooctanol		+		ms
39	13.79	Acetophenone			+	ms
40	13.25	2,6-Octadienal			+	ms
41	13.44	Octanol	+	+	+	ms, gc
42	13.77	(<i>Z</i>)-Linalool oxide	+	+		ms, gc
43	13.89	α -Terpinolene				ms, gc
44	14.19	3-Methylphenol				ms, gc
45	14.52	Methylbenzoate				ms
46	14.75	L-Linalool	+		+	ms, gc
47	15.15	Nonanal	+	+		ms, gc
48	15.52	(<i>E,E</i>)-2,4-Octadienal	+		+	ms
49	15.76	Phenethyl alcohol	+	+	+	ms, gc
50	18.05	(<i>E,Z</i>)-2,6-Nonadienal	+	+	+	ms, gc
51	18.16	(<i>E</i>)-2-Nonenal	+	+	+	ms, gc
52	18.76	Benzylacetate			+	ms
53	18.89	2,4-Dimethyl benzaldehyde		+		ms
54	18.91	β -Phellandren-8-ol			+	ms
55	19.45	2,6-Nonadienol	+			ms
56	19.58	Nonanol			+	ms, gc
57	19.94	Methylacetophenone			+	ms
58	20.18	Methylphenyl acetate	+			ms
59	20.46	Safranal	+			ms
60	20.67	2-Methoxy-4-methylphenol			+	ms
61	20.80	(<i>E,Z</i>)-2,4-Nonadienal		+		ms, gc

(Table 70 continued)

Peak No ^z	t _R (min)	Compound	Sample ^y			
			A	B	C	ID
62	21.10	Decanal	+			ms, gc
63	21.38	Isopulegone			+	ms
64	21.83	β-Cyclocitral		+		ms
65	21.84	Octanoic acid		+	+	ms, gc
66	21.99	(<i>E,E</i>)-2,4-Nonadienal	+		+	ms, gc
67	22.30	Benzothiazole	+			ms, gc
68	22.58	2,3-Dihydrobenzofuran	+	+		ms
69	23.31	(<i>Z</i>)-Citral		+		ms, gc
70	24.91	Geraniol	+		+	ms, gc
71	25.11	(<i>E</i>)-2-Decenal	+		+	ms, gc
72	25.24	5-Pentylfuran			+	ms
73	25.98	4-Ethyl-2-methoxyphenol			+	ms
74	26.26	2-Hexylthiophene	+			ms
75	27.51	(<i>E,Z</i>)-2,4-Decadienal			+	ms
76	27.38	Tridecane	+	+		ms, gc
77	28.50	4-Vinyl-2-methoxy phenol		+		ms
78	28.84	(<i>E,E</i>)-2,4-Decadienal	+		+	ms
79	29.13	(<i>Z</i>)-3-Hexenylpentanoate			+	ms
80	31.35	Eugenol			+	ms, gc
81	32.57	Pyrazole			+	ms
82	32.68	(<i>E</i>)-β-Damascenone			+	ms
83	33.67	α-Chamigrene		+		ms
84	34.30	Decanoic acid	+	+	+	ms, gc
85	34.52	β-Damascenone			+	ms
86	35.24	epi-Bicyclosesquiphellandrene		+	+	ms
87	35.36	α-Bergamotere			+	ms
88	36.17	(-)-5-Epiprezizaene		+	+	ms
89	36.97	Geranyl acetone	+	+	+	ms
90	37.65	β-Cubebene	+			ms
91	37.06	(<i>E</i>)-β-Farnesene			+	ms
92	37.24	γ-Curcumene			+	ms
93	37.67	γ-Cadinene	+			ms
94	38.24	α-Cederene			+	ms
95	38.77	β-Ionone	+	+	+	ms, gc
96	38.98	β-Ocimene			+	ms

(Table 70 continued)

Peak No ^z	t _R (min)	Compound	Sample ^y			
			A	B	C	ID
97	39.23	2-Tridecanone		+		ms
98	39.37	β-Iongipinene		+	+	ms
99	39.72	Pentadecane	+	+	+	ms, gc
100	39.97	(Z)-Calamenene	+	+	+	ms
101	42.76	Methyl dodecanoate	+			ms, gc
102	43.66	(Z)-3-Hexenyl benzoate	+		+	ms, gc
103	44.04	Hexyl benzoate	+		+	ms
104	44.36	Dodecanoic acid	+	+	+	ms, gc
105	46.95	β-Cadinene			+	ms
106	51.37	Heptadecane	+			ms, gc
107	52.42	Farnesol isomer			+	ms
108	52.72	(Z,E)-Farnesal		+		ms
109	54.30	Benzyl benzoate	+		+	ms, gc
110	55.65	Tetradecanoic acid		+	+	ms, gc
111	58.33	Farnesyl acetate		+	+	ms
112	60.34	(Z)-9,17-Octadecadienol			+	ms
113	61.17	Nonadecane	+		+	ms, gc
114	61.27	Pentadecanoic acid	+			ms
115	62.00	Farnesyl acetone			+	ms, gc
116	62.46	Methyl palmitate		+	+	ms, gc
117	63.98	Neryl acetate			+	ms
118	64.49	Pentadecanethiol		+		ms
119	66.57	Palmitic acid			+	ms, gc
120	70.12	Heneicosane	+	+		ms, gc
121	71.99	(Z,Z)-9,12-Octadecadienoic acid		+		ms
122	72.26	(Z)-9-Octadecenoic acid		+		ms, gc
123	73.37	Linoleic acid			+	ms, gc
124	75.56	Octadecanoic acid		+	+	ms, gc
125	79.27	Tricosane		+		ms, gc
126	81.29	Oleic acid			+	ms, gc
127	83.08	Tetracosane		+	+	ms, gc
128	86.79	Pentacosane		+		ms, gc
129	106.33	Octacosane		+		ms, gc

^zPeak number in Fig. 69. ^yA: *L. maximowitzi*, B: *L. Asiatic Hybrids* 'Connecticut King', C: *L. Oriental Hybrids* 'Casa Blanca' flower, ID: Identification, ms, tentative identification using mass spectrometry and MS database ; gc, injection of standard compound.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

자생나리의 개화촉진과 왜화재배법 확립을 통한 분화용으로서의 원예상품화에 관한 연구의 각 단계별 목표 달성도와 관련분야에의 기여도는 다음과 같다.

제1절 조직배양에 의한 대량증식체계

우리나라에 있는 자생나리 10종류 중 8종을 대상으로 고체배지에서 소인경의 형성과 비대를 위한 배양온도, 일장, sucrose의 농도별 적정 조건이 밝혀졌고, 액체정지배양을 통한 비대와 생존을 위한 배지 MS 염의 농도, 배지의 양, sucrose 농도 등을 조사하였다. 이 실험을 통하여 자생나리 8종류별로 조직배양을 통한 대량증식체계가 확립되었다. 부가가치가 있는 종, 품종이 육성되거나 자생식물을 비롯한 영양번식성 식물의 원예상품화를 위해서는 조직배양을 통한 급속대량증식 체계가 반드시 확립되어야만 한다. 이것으로 자생나리를 원예산업화 시킬 수 있는 기간을 단축시켰고, 품질 높은 개화구 공급이 가능하게 되었다. 또한 자생나리의 우수한 유전적 형질을 이용한 생물공학적 접근도 가능하게 되었다.

제2절 소인경의 휴면타과기술 확립과 주년생산체계

조직배양에 의해 생산되는 소인경은 모두 휴면을 하고 있어 휴면타과기술의 확립은 필수적이다. 자생나리별 조직배양시 환경조건(온도, 일장, sucrose 농도 등)이 소인경의 휴면에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 조직배양 환경에 따라 정식후의 생존율을 조사하였다. 저온처리와 식물생장조절물질을 이용한 소인경의 휴면타과 조건을 확립하였다. 또 자생나리 종류별 저온저장기간 중 화아분화 과정을 전자현미경 하에서 관찰하였으며, 장기저장후 생육의 피해정도까지 조사되어 있다. 이 모든 것을 기반으로 자생나리의 주년생산 체계를 확립할 수 있다. 화훼류는 주년생산 되어야지만 대중화될 수 있으며, 경제성 높은 작물로 자

리잡아 갈 수 있기 때문에 휴면타파와 장기저장은 필수적이다. 원하는 시기에 휴면타파시켜 계획생산시스템이 가능해졌고, 장기저장기술의 확립은 자연 개화기밖에 볼 수 없는 화훼류를 주년 생산, 공급할 수 있는 필수개발 분야이다.

제3절 분화류 생산을 위한 체계확립

화훼류의 생산형태는 절화, 분화, 종묘, 관상수 등이 있다. 우리나라는 아직 절화의 소비가 많지만, 차츰 분화류의 생산과 소비가 급증하고 있는 추세이다. 따라서 자생나리의 분화류 생산체계확립은 생산형태의 다양화로 수익성을 높일 수 있는 방법이 된다. 그러나 초장이 크고, 잎이 떡잎 떡잎 착생되어 있는 특징 그대로 분화류로의 생산은 불가능하다. 따라서 자생나리 종류별 적합한 식물생장억제제 종류, 농도, 처리방법을 확립하였다. 아래 그림에서와 같이 식물생장억제제의 사용으로 자생나리의 키를 작게 하여 작은 화분에 심은 분화상품 및 큰 화분에 지표식물과 함께 모아심기 한 분화상품 등 원예상품의 다양화로 부가가치를 높일 수 있었다.



날개하늘나리



말나리



털중나리



하늘나리



섬말나리 용기 종류별 분화상품



지표식물과 모아심기한 분화상품

또한 화분용으로 사용하고 있는 적합한 인공용토의 종류 및 배합을 구명함으로써 명실상부 자생나리 분화류 생산체계를 확립한 것이다. 화훼류는 기호품적인 성격이 강하여 일년동안 가격이 변동이 심하고, 또 특수 소비형이 강하다. 그러나 분화류의 생산으로 생산형태를 다양화함으로써 일반 소비를 촉진시킬 수 있을 것이다. 또한 전체 화훼류의 소비 촉진효과 및 가격의 안정화를 보장해 줄 수 있는 방법이 될 것으로 확신한다.

제4절 자생나리의 향기 분석

자생나리의 종류별 향기성분을 분석하여 자생나리 향기의 성분과 특징을 조사하였다. 자생나리의 향기는 60여종의 향기성분이 적절히 배합되어 있는 것으로 은은하고, 풋풋하고, 달콤하며, 신선한 휘발성 향기성분의 동정이 가능하였다. 본 연구의 결과 자생나리 향기의 기본 데이터 구축이 가능하였으며, 향기를 이용한 새로운 가공산업화의 가능성 또한 예측할 수 있었다. 즉 최근 관심이 높아지고 있는 향기치료, 아로마 생활용품, 향장업 등 부가가치가 높은 산업화로 의 활용가능성이 입증되었다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제1절 자생나리 조직배양기술의 보급

본 연구에서 개발된 자생나리의 조직배양기술은 세계적으로 연구한 바가 없으며, 우리나라 자생나리 거의 모든 종을 재료로 하여 구축된 조직배양기술로서 가장 효과적이고, 가장 안정적인 방법이다. 이것을 국내 종묘생산 회사에 기술을 보급하거나 자생나리의 산업화를 추구하고 있는 벤처기업으로 빠른 기술 이전을 계획할 것이다. 이것은 국내 종묘생산의 의의뿐만 아니라 내병, 내충성 등과 불량환경에 대한 내성, 화색 및 향기에 대한 유전적인 가치가 있는 국내의 식물자원을 유지·보호할 수 있다는 의의도 크다.

제2절 자생나리의 분화류 생산시스템 보급

자생나리의 생산형태를 절화에 한정하지 않고 분화류 생산시스템을 농가에 보급하게 되면 생산자의 경제적인 안정을 보장할 수 있다. 또한 식물생장억제제에 의한 초장조절을 통해 분화용으로써의 상품성을 높일 수도 있다. 본 연구에서 자생나리 종류에 관계없이 범용적으로 생장을 억제한 diniconazole의 경우 가격이 저렴하고, 생장억제 효과가 커 키 작은 자생나리 분화생산을 산업화하는데 문제가 없다. 본 연구의 결과는 경제성 있는 새로운 자생식물의 원예산업화에 큰 몫을 담당할 수 있을 것이다.

제3절 자생나리 향기의 가공산업 추진

화훼류의 소비는 생화로서의 소비 이외에도 건조화, 염색화 등으로 가공하는 것은 물론, 꽃이 발산하는 향기에 대한 새로운 부가가치를 인식하고 있다. 자생나리에서 나는 자연스럽고 부드러운 향기는 장미, 난류, 허브식물과 같이 새로운 향장산업화로의 가능성을 확인할 수 있었다. 향기분석한 자료를 토대로 하여

향장산업 전문가와 향수 등의 산업화 가능성 여부를 확인하고, 부가가치와 기호도가 검증되면 조직배양기술을 이용한 급속대량증식으로 수적인 확보또한 가능하여 빠른 시간 내 산업화로의 추진을 계획할 수 있을 것이다.

제4절 학회 발표 및 특허 신청

2002년부터 본 연구의 내용은 학회 발표 및 논문 투고를 통해 검증받았다(아래 표 참조). 2005년까지 나머지 내용도 발표할 예정이며, 논문 내용에 있는 다수의 기술은 특허신청을 할 계획이다.

학회 발표					
번호	제목	발표기관	발표지	권, 호	발표일자
1	자생나리 소인경의 기내 다음세대에서의 맹아 및 줄기출현에 미치는 몇 가지 요인 분석	한국원예학회	원예과학 기술지	20(별호 I):41	2002. 5.25
2	술나리의 기내 증식에 미치는 일장, 온도 및 sucrose의 영향	한국원예학회	원예과학 기술지	20(별호 I):138	2002. 5.25
3	오리엔탈 나리의 무휴면 소인경 생산을 위한 배양온도 및 당의 효과	한국원예학회 영남지부	원예과학 기술지	20(별호 I):143	2002. 5.25
4	Morphological difference in After-generation in vitro of bulblets regenerated in vitro in Korean native lilies	International Society of Horticultural Science	XXVI th International Horticultural congress Toronto, Canada 307		2002.8.11-17
5	날개하늘나리와 섬말나리 소인경의 온탕처리에 의한 휴면타과	한국원예학회 영남지부	원예과학 기술지	20(별호2):140	2002.10.26
6	Inhibition of gibberellin A ₄ biosynthesis pathway and plant height by diniconazole in <i>Lilium davuricum</i>	Proceedings of 4th joint symposium on biological resources and environments between Yeungnam University and Hokkaido University.		31-32	2004. 2.2-2.6
7	Inhibition of gibberellin A ₄ biosynthesis pathway and plant height by diniconazole in <i>Lilium davuricum</i>	IXth International symposium on flower bulbs		133	2004.4.19-22.Niigata, Japan
8	하늘나리와 날개하늘나리의 화아 분화 및 개화유도	한국원예학회	원예과학 기술지	22(별호1):41	2004.05.29
9	자생나리의 기내 증식에 미치는 온도, 일장 및 sucrose의 영향	한국원예학회	원예과학 기술지	22(별호1):113	2004.05.29
10	자생나리의 기내 소인경 비대에 미치는 온도, 일장 및 sucrose의 영향	한국원예학회	원예과학 기술지	22(별호1):113	2004.05.29
11	자생나리의 기내 소인경 비대에 미치는 액체정지배양시 MS염의 농도, 배지부피 및 sucrose의 영향	한국원예학회	원예과학 기술지	22(별호1):113	2004.05.29
투고논문					
12	기내에서 재생된 자생 나리 소인경의 온탕처리 시 GA ₄₊₇ 첨가에 의한 휴면 타과 기간 단축		한국 원예 학회지	44(5):744-747	2003.10.31
13	하늘나리와 날개하늘나리 소인경의 기내 광 조건 및 크기와 기내 다음세대에서의 성장 특성과의 관계		한국 원예 학회지	44(5):753-756	2003.10.31

제 6 장 참고문헌

- 김규원, 백기엽, 정삼택, 정재동. 1995. 식물생장조절물질 이론과 농업에의 응용. 영남대학교 출판부.
- 김영재, 김영진, 고재영. 1996. 나리 구근 생산과 절화 재배기술. 농민신문사 p.17-35.
- 김정아. 2001. 자생나리 소인경의 기내 다음세대에서의 맹아 및 줄기출현에 미치는 몇가지 요인 분석. 영남대학교 석사학위논문.
- 김종화. 1999. 화색의 본질. 도서출판 진솔.
- 문선영. 2002. 날개하늘나리와 섬말나리 소인경의 저온 및 온탕처리에 의한 휴면타파. 영남대학교 석사학위논문.
- 송정섭. 2000. 「자생화 산업 현황 및 화훼화 방향」. 야생화 개발과 이용. 한국야생화개발연구회·농촌진흥청 원예연구소. p.3-8.
- 신지현. 2000. 백합 소인경의 추대 촉진 및 휴면 타파법 개발. 영남대학교 석사학위논문.
- 원예연구소. 2000. 우리나라의 자생화산업 발전 촉진을 위한 심포지움 야생화 개발과 이용. 한국야생화개발연구회·농촌진흥청 원예연구소.
- 이정명, 박영두, 소창호, 강충길. 1998. 식물생화학조절제. 동화기술.
- 최성희, 임성임, 장은영, 조영수. 2004. 홍화꽃 및 홍화씨의 휘발성 성분. 한국식품과학회지. 36:196-201
- 藤卷正生. 1982. 香料の辭典, 朝倉書店 p.378
- 小西國義, 今西英雄, 五井正憲. 1988. 花卉の開花調節. 養賢堂. 東京.
- 長谷川香料(株)(1988) : においの化學, ポピュラサイエンス
- 赤星豪一 (1983) : 香料の化學, 大日本圖書
- 中島基貴(1995) : 香料と調香の基礎知識, 産業圖書
- 清水基夫, 平城好明. 1982. NHK 趣味の園藝: 作業12か月…18卷 ユリ. 日本放送出版協會. p.34-37.
- 清水基夫. 1987. 日本のゆり. 成文堂 新光社.

- Abe, J., G.P. Guan, and Y. Shimamoto. 1997. A marker-assisted analysis of bolting tendency in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Euphytica* 94:137-144.
- Aguettaz, P., A. Paffen, I. Delvallee, P. van der Linde, and G. J. de Klerk. 1990. The development of dormancy in bulblets of *Lilium speciosum* generated in vitro. I. The effects of culture conditions. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 22:167-172.
- Al-Zahim. M., H.J. Newbury, and B.V. Ford-Lloyd. 1997. Classification of genetic variation in Garlic (*Allium sativum* L.) revealed by RAPD. *HortScience* 32:1102-1104.
- Allen, T.C., W.C. Anderson, O. Ballantyne, W. Lin, and J. Goodell. 1980. Recent advances in research on lily symptom less virus. *Acta Hort.* 109:479-484.
- Aoki, N. and S. Yoshino, 1984. Studies on the flower production of bulbous plants under computer controlled system(6). On the growth of retarded lily plant cv. 'Enchantment' and the quality and keeping of its cut flower. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Shimane University (Japan)*. 18:21-27(in japanese with English Summary)
- Asen, S., K.H. Norris, R.N. Stewart, and P. Semeniuk. 1973. Effect of pH, anthocyanin, and flower flavonoid co-pigments on the color of static flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98:174-176.
- Ashtaka, S.S. and A.M. Schwartz. 1971. The identification of phenolic compounds in flower of *Cineraria* and their relation to flower color. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:805-807.
- Balk, P.A. and A.D. de Boer. 1999. Rapid stalk elongation in tulip (*Tulipa gesneriana* L. cv. Apeldoorn) and the combined action of cold-induced invertase and the water-channel protein Ψ TIP. *Planta*. 209:346-354.
- Baranova, M.V.. 1972. Biological peculiarities of lilies. *The Lily Yearbook of the North American Lily Society* 25:7-20.

- Bates, L.S., R.P. Waldren, and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil* 39:205-207.
- Been. C.G., D.H. Goo, Y.J. Kim, and J.Y. Ko. 1996. Plant regeneration via somatic embryogenesis in Lily (*Lilium ×formolongi*). *Korean J. Plant Tissue Culture*. 23:249-252.
- Bennici, A.. 1979. Cytological chimeras in plants regenerated from *Lilium longiflorum* tissues grown in vitro. *Z. Pflanzenzuchtung* 82:349-353.
- Boontjes, J.. 1982. 'Blinden' bij 'Connecticut King', nog steeds een probleem. *Weekblad voor Bloembollencultuur*. 92:1230-1231.
- Boudry, P., R. Wieber, P. Saumitou-Laprade, K. Pillen, H. Van Dijk, and C. Jung. 1994. *Theor. Appl. Genet.* 88:852-858.
- Boyer, N., M. O. Desbiez, M. Hofinger, and T. Gaspar. 1983. Effect of *lithium* on thigmomorphogenesis in *Bryonia dioica*. Ethylene production and sensibility. *Plant Physiol.* 72:522-525.
- Bradford, M.M.. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72:248-254.
- Budavari, S., M.J. O'neil, A Smith, and P.E. Heckelman (Eds). 1989. The merck index. 11th ed. p. 1547. Merck & Co., Inc., Rahway, NJ.
- Cha, Y.J., Lee, G.H. and Cadwallader, K.R. 1997. Aroma-active compounds in salt -fermented anchovy. In *Flavor and Lipid Chemistry of Seafood*. Shahidi, F. and Cadwallader, K.R. (eds.), American Chemical Society, Washington, DC., p.131-147.
- Choi, J.J., J.S. Lee, J.M. Choi, and K.H. Kwon. 2002. Effects of foliar spray of growth retardants on growth and flowering of potted *Lilium* species. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43:633-638.
- Choi, J.M., J.J. Choi, H.J. Chung, and J.S. Choi. 1998. Growth of Oriental Hybrid lily 'Star Gazer' affected by application method and concentration of uniconazole in pot plant production. *J. Kor. Soc. Hort.*

- Sci. 39:776-779.
- Choi, S.H. 1991. Studies on flavor components of commercial korean green tea. Kor, J. Food Sci. Technol. 23:98-101
- Choi, S.H. 2001. Volatile aroma components of korean semi-fermented green tea. Kor, J. Food Sci. Technol. 43:529-533
- Choi, S.H. and Bae, J.E. 1996. The aroma components of green tea, the products of Mt. Chiri garden. J. Korean Soc. Food Nutr. 25:478-483.
- Choi, S.T.. 1983. Effects of low temperature hot water treatment to the dormant bulbs on the leaf emergences of bulblets during scale propagation of easter lily(*Lilium longiflorum* Thunb.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 24:42-48.
- Choi. J.D. and K.W. Kim. 1997 Peroxidase activity as a biochemical marker for organogenesis during *Gladiolus* callus culture. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:581-587.
- Choi. J.M., J.J. Choi, H.J. Chung, and J.S. Choi. 1998. Growth of Oriental Hybrids lily 'Star Gazer' affected by application method and concentration of uniconazole in pot plant production. J. Kor. Soc .Hort. Sci. 39:776-779.
- Choi. S.T.. 1985. Effects of scaling time, temperature and light condition on the leaf emergence of bulblet during scaling of *Lilium* spp. J. Kor. Soc .Hort .Sci. 26:150-157.
- Coppens, L. and D. Dewitte. 1990. Esterase and peroxidase zymograms from barley(*Hordeum vulgare* L.) callus as a biochemical marker system of embryogenesis and organogenesis. Plant Sci. 67:97-105.
- Coppens, L. and E. Gills. 1987. Isoenzyme electrofocusing as a biochemical maker system of embryogenesis and organogenesis in callus tissues of *Hordeum vulgare* L. J. Plant Physiol. 127:153-158.
- Curry, E.A.. 1983. Promalin or GA₃ increase pedicel and fruit length and left size of 'Delicious' apples treated with paclobutrazol. HortScience

18:214-215.

- De Hertogh, A.A.. 1989. Holland bulb forcer's guide. 4th ed. p.A70-A75. The international flower bulb center, Hillegon.
- De Hortogh, A.A.. 1974. Principle for forcing tulips, hyacinths, daffodils, Easter lilies and Dutch iries. *Scientia Hort.* 2:313-355.
- Delvallee, I., A. Paffen, and De Klerk, G-J. 1990. The development of dormancy in bulblets of *Lilium speciosum* generated in vitro. II. The effect of temperature. *Physiol. Plant.* 80:431-436.
- Dennis, P.S. and P.D. Ascher. 1981. Developmental response of *Lilium longiflorum* bulblet to constant or alternating temperature in vitro. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:450-454.
- Douglas, A.B. and B.M. William. 1989. Whole-plant response of easter lilies to ancymidol and uniconazole. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:393-396.
- Durieux, A.J.K., G.A. Kamerbeek, and U. van Meeteren, 1982. The existence of a critical period for the abscission and a non-critical period for blasting of flower buds of *Lilium* 'Enchantment'; Influence of light and ethylene. *Scientia Hort.* 18:287-297.
- Emsweller, S.H.. 1957. Propagation of lilies. *N. Am. Lily Soc.* 10:7-18.
- Eum, S.J., J.D. Choi, and K.W. Kim. 2001. Improvement of multiplication rate through organ-callus mixture culture in gladiolus 'Topaz'. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42:210-214.
- Fuleki, T. and F.J. Francis. 1968. Quantitative Methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *J. Food Sci.* 33:72-77.
- Gaspar, T., C. Penel, and H. Greppin. 1975. Peroxidase and isoperoxidase in relation to root and flower formation. *Plant Biochem. J.* 2:33-47.
- Gianfagna, T.J.. 1987. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. p.614-635. In: *Plant growth and development*, P.J. Davies (ed.). Martinus Nijhoff, Dordrecht, The

Netherlands.

- Goo, D.H. and K.W. Kim. 1994. Influence of sucrose, ABA and daylength on cormlet formation of gladiolus in vitro: Histological observation. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 35:400-405.
- Goo, D.H. and K.W. Kim. 1995. Peroxidase activity in callus, plantlets, and cormlets of gladiolus. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36:863-869.
- Goo, D.H., B.W. Yae, B.H. Han, and J.Y. Ko. 2000. In-vitro propagation and enlargement of *Lilium hansonii*. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 18:243.
- Hackett, W.P.. 1969. Aseptic multiplication of lily bulblets from bulb scales. Proc. Int. Plant Propagations Soc. 1969, p.105-108.
- Heller, W. and G. Forkmann. 1980. Biosynthesis. p.399-425. In: The flavonoids, advances in research since, J.B. Harborne (ed.). Chapman and Hall, London.
- Higgins, W.S. and D.P. Stimart. 1990. Influence of in vitro generation temperature and post-in vitro cold storage duration on growth response of *Lilium longiflorum* bulblets. K. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 930-933.
- Hong, Y.P., C.S. Lee, and J.K. Choi. 1978. Studies on the morphological characteristics, bulblet dormancy, and growth retardants effected on *Lilium lancifolium* Thunb. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 19:147-153.
- Huang, J.C., F.C. Chang, and C.S. Wang. 1997. Characterization of a lily tapetal transcript that shares sequence similarity with a class of intracellular pathogenesis-related (IPR) proteins. Plant Molecular Biology 34:681-686.
- Huh. E.J., D.L. Yoo, S.Y. Yu, and I.C. Yu. 1999. Effect of plant density and depth on growth of *Lilium cernuum* in pot culture. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 17:681.
- Hyun. K.J. and K.W. Kim. 1997. Effect of co-pigments and pH on blue to red flower color expression of Korean native plant. J. Kor. Soc. Hort.

- Sci. 38:569-574.
- IFF announces new method for Living Flower analysis. Research & development. 1996.
- Imberty, A., R. Goldberg, and A.M. Gatesson. 1985. Isolation and characterization of populus isoperoxidase involved in the last step of lignin formation. *Planta*. 164:221-228.
- Isabelle, D., P. Annie, and G.J. Klerk. 1990. The development of dormancy in bulblet of *Lilium speciosum* generated in vitro. II. The effect of temperature. *Physiol. Plant*. 80:431-436.
- Jeong, J.H. and S.T. Kwon. 1995. Investigations of variations of *Lilium hansonii* with morphological characteristics in native places and analysis of protein and isozyme bands. *J. Kor. Flower Res. Soc.* 4(1): 7-18.
- Juntilla, O.. 1988. To be or not to be dormant: some comments on the new dormancy nomenclature. *HortScience* 23:805-806.
- Kaneko, Y., S.W. Bang, and Y. Matsuzawa. 2000. Early-bolting trait and RAPD markers in the specific monosomic addition line of radish carrying the e-chromosome of *Brassica oleracea*. *Plant Breeding* 119:137-140.
- Kang, B.J., D.H. Park, Y.S. Kim, Y.K. Sim, D.J. Hong, and H.G. Nam. 1997. Molecular genetic approaches for development of high quality late flowering cultivar in radish (*Raphanus sativus* L.). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 15:250-251.
- Kang, M.S., S.G. Suh, I. Maruta, and K.W. Kim. 1995. Regulation of gene expression by 2,4-D during organogenesis in gladiolus cv. Topaz callus. *Acta Hort.* 392:251-252.
- Karssen, C.M., D.L.C. Brinkhorst-van der Swan, A.E. Breekland, and M. Koornneef. 1983. Induction of dormancy during seed development by endogenous abscisic acid: studies on abscisic acid deficient genotypes

- of *Arbidopsis thaliana* L. Heynh. *Planta* 157:158-165.
- Kelley, J.D. and A.L. Schlamp. 1964. Keeping quality, flower size and flowering response of three varieties of Easter lilies to gibberellic acid. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85:631-634.
- Kim, E.Y., J.D. Choi, K.I. Park, M.S. Byun, and K.W. Kim. 2000. Production of non-dormant bulblets of *Lilium* Oriental Hybrids by control of culture temperature and growth regulators in vitro. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41:78-82.
- Kim, K.O., H.H. Kim, and C.H. Lee. 2000. Effect of media composition and light condition on in vitro bulblet production of *Lilium davuricum*. *Kor. J. Hort. Sci. & Technol.* 18:244.
- Kim, K.S., E. Davelaar, and De Klerk G-J. 1994. Abscisic acid controls dormancy development and bulb formation in lily plantlets regenerated in vitro. *Physiol. Plant.* 90:59-64.
- Kim, K.S.. 1991. The effect of growth regulators, temperature and sucrose on the dormancy in *Lilium speciosum* bulblets cultured in vitro. *Korean J. Plant Tissue Culture.* 18:103-111.
- Kim, K.W. and A.A. De Hertogh. 1997. Tissue culture of ornamental flowering bulbs (Geophytes). *Hort. Rev.* 18:87-169.
- Kim, K.W. and K.A. Kim. 1998. Effect of culture condition and PGRs on dormancy breaking of *Lilium hansonii* bulblets regenerated in vitro. *Kor. J. Hort. Sci. & Technol.* 16:410.
- Kim, K.W. and M.S. Byun, 1988. Physiological and morphological characteristics of the gladiolus and vitreous carnation plantlets obtained in vitro. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 29:216-223.
- Kim, K.W., J.S. Kim, E.Y. Kim, J.D. Choi, and K.I. Park. 1998. Effects of culture conditions on dormant status of in vitro regenerated *Lilium* Oriental Hybrids bulblets. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:641-646.
- Kim, K.W., K. Nagai, H. Mukaida, T. Tezuka, and Y. Yamamoto. 1988.

- Organic acid metabolism in cellular organelles of *Vigna cylindrica* (Mitorisasage) cotyledons. *Plant Cell Physiol.* 29:51-59.
- Kim, K.W., K.A. Kim, and M.S. Byun. 1999. Physiological changes before and after breaking dormancy of *Lilium hansonii* bulblets regenerated in vitro. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:751-754.
- Kim, K.W., M.S. Byun, J.D. Choi, K.I. Park, E.Y. Kim, and J.S. Kim. 1996. Morphological differences related to developmental pattern of lily plantlets regenerated from scales in vitro. *Acta Hort.* 414:263-268.
- Kim, K.W., M.S. Kang, and D.H. Goo. 1991. External and histological characteristics of organogenesis from gladiolus callus. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 32:125-130.
- Kim, K.W., S.K. Sung, and J.D. Choi. 1997. Karyotype analysis in interspecific hybrid plantlets of *Lilium*. *J. of Resource Development.* 16(1):1-5.
- Kim, K.W.. 1999. Control and manipulation of dormancy in *Lilium* bulblets regenerated in vitro. p. 136-142. In: Y.K. Park et al.(des). *Proceeding of the first join symposium between Hokkaido University and Yeungnam University Press.* p.136-142.
- Kim. J.Y., S.T. Choi, M.S. Roh, and T.S. Ko. 1996. Production and detection of virus-free lily plants by shoot tip culture and virazole treatment of bulbils. *J. Kor. Soc .Hort .Sci.* 37:64-69.
- Kim. K.W. and J.S. Lee. 1993. Differences in cultivar on formation and growth of the gladiolus callus in vitro. *J. Kor. Soc .Hort .Sci.* 34:301-307.
- Kim. K.W. and K.J. Hyun.. 1996. Distribution of flower and anthocyanidin in Korean native plants. *J. Kor. Soc .Hort .Sci.* 37:582-587.
- Kim. K.W., J.D. Choi, K.I. Park, and B.Y. Choi, 1995. Multiplication and growth of bulblets regenerated from scale of *Lilium lancifolium* Thunb. in vitro. *J. Kor. Flower Res. Soc.* 4(2):19-26.

- Kim, K.W., J.H. Shin, J.D. Choi, and J.A. Kim. 2002. Difference between species of emergence ability from lily bulblets regenerated in vitro. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:226-230.
- Langhans, R. W and T. C. Weiler. 1968. Vernalization in Easter lilies? HortScience 3:280-282.
- Lee, J.S., J.S. Lee, J.K. Suh, and E.J. Han. 1994. In vitro bulblet formation from various explant sources and sizes of bulb scale segment in *Lilium elegans* Hybrid. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 35:507-513.
- Lin, W.C., H.F. Wilins, and M. Angell. 1975. Exogenous gibberellins and abscisic acid effect on growth and development of *Lilium longiflorum*. J. Amer. Soc. Hort. 100:9-16.
- Liu, L. and D.W. Burger. 1986. In vitro propagation of Easter lily from pedicels. HortScience 21:1437-1438.
- Lopez-Serrano, M. and A. R. Barcelo. 1995. Peroxidase in unripe and processing-ripe strawberries. Food Chem. 52:157-160.
- Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr, and R.J. Randall. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193:256-275.
- Lürssen, K.. 1982. Manipulation of crop growth by ethylene and some implications of the mode of generation, p.67-78. In: Chemical manipulation of crop growth and development, J.S. McLaren (ed.). Butterworth, London.
- Maekawa, S. and N. Nakamura. 1997. The combined effects of light intensity and temperature on the coloration in flowers and the growth of carnation plants. Environ. control in Biol. 15:65-71.
- Mato, M.C., M.L. Rua, and E. Ferro. 1988. Changes in levels of peroxidase and phenolics during root formation in *Vitis* cultured in vitro. Physiol. Plant. 72:84-88.
- Matsuo, E., and K. Arisumi. 1979. Differences in chilling effects in shoot

- emergence from the bulb and on leaf emergence from the scale bulblet in *Lilium longiflorum* Thunb. HortScience 14:68-69.
- Matsuo, E. and J.M. van Tuyl. 1984. Effect of bulb storage temperature on leaf emergence and plant development during scale propagation of *Lilium longiflorum* 'White American'. Scientia Hort. 24:59-66.
- Matsuo, E., K. Arisumi, K. Satoh, and Y. Sakata. 1983. Factors influencing stem root emergence during scale propagation in the Easter Lily. HortScience 18(1):78-79.
- McDaniel, G.L.. 1990. Postharvest height suppression of potted tulips with paclobutrazol. HortScience. 25:212-214.
- Mckenzie, K.. 1989. Potted lilies made easy: the new, naturally short Asiatic lily varieties. Grower Talks. 52:48-58.
- Mellon, J.C. and B.A. Triplett. 1989. De novo synthesis of peroxidase in cotton ovule culture medium. Physiol. Plant. 77:302-307.
- Miller, W.B. and R.W. Langhans. 1989. Carbohydrate changes of Easter lilies during growth in normal and reduced irradiance environments. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114:310-315.
- Miller, W.B.. 1992. Easter and hybrid lily production. p.50-65. Timber press. Portland, Oregon.
- Moncousin, C.U. and T. Gaspar. 1983. Peroxidase as a maker for rooting improvement of *Cynara scolymus* L. cultured in vitro. Biochem. Physiol. Pflanz. 178:263-271.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco culture. Physiol. Plant. 15:473-479.
- Nam, S.W. and H.Y. Kim. 2003. Plant regeneration through adventitious bud formation and callus induction from scales of *Lilium lancifolium* Thunb. Korean J. Plant Biotechnology 30:53-58.
- Nelson, P.V.. 1991. Greenhouse operation and management. 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. p.1-28.

- Niimi Y., Y. Endo, and E. Arisaka. 1988. Effects of chilling and GA₃ treatments on breaking dormancy in *Lilium rubellum* Baker bulblets cultures in vitro. J. Japan Soc. Hort. Sci. 57:250-257.
- Niimi, Y. and H. Watanabe. 1982. *In vitro* propagation of *Lilium ruvellum* Baker ; Especially on bulblet formation of stem segments. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 51:344-349.
- Niimi, Y. and T. Onozawa. 1979. In vitro bulblet formation from leaf segments of lilies especially *Lilium rubellum* Baker. Scientia Hort. 11:379-389.
- Niimi, Y., M. Nakano and N. Isogai. 1999. Effects of temperature and Illuminating conditions on regeneration and development of bulblets in scale culture of seven *Lilium* spp. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 68:28-34.
- Niimi, Y.. 1986. Application of leaf segment cultures to in vitro bulblet production of six *Lilium* species. Acta Bot. Neerl. 35:189-194.
- Ohkawa, K. 1989. Time of flower bud differentiation in lilies native to Japan. J. Japan Soc. Hort. Sci. 57:655-681.
- Osawa, Y. 1982. Copigmentation of anthocyanins. p.41-65. In: P. Markakis (ed.). Anthocyanins as food colors. Academic Press, New York, NY, USA.
- Paek. K.Y. and S.H. Shin. 1983. Factors affecting regeneration ability and physiology of dormancy in the mature bulbil segmenrs of *Lilium lancifolium* in vitro. J. Kor. Soc .Hort .Sci. 23:149-157.
- Paek. K.Y. and C.K. Chun. 1982. In vitro propagation of bulb scale sections of *Lilium longiflorum* Thunb. J. Kor. Soc .Hort .Sci. 23:230-239.
- Park, B.M.. 1994. Effect of plant growth retardants on the growth and flowering of potted *Lilium* 'Star Gazer' cultivated in green house. J. Kor. Flower Res. Soc. 3(2):11-16.
- Park, J.Y., Y.Y. Kweon, J.H. Jeong, and K.S. Kim. 1998. Effect of light and scale explant conditions on propagation efficiency in *Lilium callosum*

- scale culture. Kor. J. Hort. Sci. & Tech. 16:358-360.
- Park, K.I., E.Y. Kim, and K.W. Kim. 1998. Changes in peroxidase and mitochondrial activities during adventitious bud formation in lily microscales. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:647-651.
- Park, K.I., J.D. Choi, S.J. Eum, and K.W. Kim. 2002. Effects of MS medium strength, nitrogen concentration, culture temperature and daylength on callus proliferation and plant regeneration from calli of *Lilium* Oriental Hybrids 'Casa Blanca'. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:628-632.
- Park, B.M.. 1994b. Effect of GA₃, NAA and BA on the growth and flowering of *Lilium* 'Gran Paradiso' in green house. J. Kor. Flower Res. Soc. 3(2):17-24.
- Park, K.I., C.K. Park, J.D. Choi, and K.W. Kim. 1997. Effect of culture condition on bulblet formation from *Lilium* × *elegans* 'Connecticut King' scale in vitro. Kor. J. Hort. Ind. Sci. 1:38-42.
- Park, K.I., J.D. Choi, M.S. Byun, J.J. Choi, K.H. Kwon, and K.W. Kim. 2000. Induction and proliferation of callus in *Lilium* Oriental Hybrids in vitro. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:641-646.
- Patra, H.K. and D. Mishra. 1979. Pyrophosphatase, peroxidase and polyphenoloxidase activities during leaf development and senescence. Plant Physiol. 63:318-323.
- Post, K. 1949. Florist crop production and marketing. Orange Judd Publ. Co., New York. p.624-625.
- Racker, E.. 1950. Spectrophotometric measurements of the enzymatic formation of fumaric acid cis-aconitic acid. Biochem. Biophys. Acta. 4: 211-214.
- Rho, A.R. and C.H. Park. 2001. Change of Fragrant Components by flowering Stages in *Lilium* Oriental Hybrid 'Casa Blanca'. Kor. J. Hort. Sci & Technol. 19:163-169.
- Ribereau-Gayon, P.. 1982. The anthocyanins of grapes and wines. p.209.

- In: P. Markakis (ed.). Anthocyanins as food colors. Academic Press, New York, NY, USA.
- Robb, S.M. 1957. The culture of excised tissue from bulbscales of *Lilium speciosum* Thunb. J. Exp. Bot. 8:348-352.
- Roh, S.M., D.Y. Yem, and Y.J. Kim. 1978. Native bulb materials in native and their production for the cultivation as a floricultural crop. I Survey and bulb production. J. Kor. Soc .Hort .Sci. 19:129-146.
- Roh, S.M.. 1990. Effect of high temperature on bud blast in Asiatic hybrid lily. Acta Hort. 266:147-154.
- Sanderson, K.C., W.C. Martin, K.A. Marcus, and W.E. Goslin. 1975. Effects of plant growth regulators on *Lilium longiflorum* Thunb. cv. Georgia. HortScience 10:611-613.
- Seo, B.K., Y.M. Ha, and K.K. Shim. 1996. Using of Korean Native Plants and their cultivars in America, Canada and England. J. Kor. Flower Res. Soc. 5:49-64.
- Sheridan, W.F.. 1968. Tissue culture of the monocot *Lilium*. Planta. 82:189-192.
- Simmonds, J.A. and B.G. Cumming. 1976. Propagation of *Lilium* Hybrids. II. Production of plantlets from bulb-scale callus cultures for increased propagation rates. Sci. Hort. 5:161-170.
- Son. K.C and J.G. Yun. 1998. Effects of DIF on the growth and flowering in *Lilium cernuum*. J. Kor. Soc .Hort .Sci. 39:621-624.
- Son. K.C and M.S. Han. 2000. Effect of DIF on the growth and flowering of *Lilium lancifolium* native to Korea. J. Kor. Soc .Hort .Sci. 41:207-211.
- Stenberg, N.E., C.H. Chen, and J.G. Ross. 1977. Regeneration of plantlets from leaf cultures of *Lilium longiflorum* Thunb. Proc. S. D. Acad. Sci. 56:152-158.
- Sterrett, J.P. and T.J. Tworkoski. 1987. Flurprimidol: plant response, translocation, and metabolism. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:341-345.

- Stimart, D.P. and P.D. Ascher. 1978. Tissue culture bulb scale sections for asexual propagation of *Lilium longiflorum* Thunb. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:182-184.
- Stimart, D.P. and P.D. Ascher. 1981a. Foliar emergence from bulblets of *Lilium longiflorum* Thunb. as related to in vitro generation temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:446-450.
- Stimart, D.P. and P.D. Ascher. 1981b. Developmental responses of *Lilium longiflorum* bulblets to constant or alternating temperatures in vitro. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:450-454.
- Stimart, D.P., P.D. Ascher, and H.F. Wilkins. 1982. Overcoming dormancy in *Lilium longiflorum* bulblets produced in tissue culture. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:1004-1007.
- Stimart, D.P., P.D. Ascher, and H.F. Wilkins. 1983. Axis elongation from tissue-culture-generated bulblets of *Lilium longiflorum* Thunb. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:99-101.
- Stuart, N.W.. 1946. Temperature and length of storage effects on lilies. Florist's Review 98:35-37.
- Taeb, A.G. and P.G. Alderson. 1990. Effect of photoperiod and quality of light on bulbing of shoots regenerated in vitro. J. Hort. Sci. 65:71-74.
- Takayama, S. and M. Misawa. 1979. Differentiation in *Lilium* bulb scales grown in vitro. Effect of various cultural conditions. Physiol. Plant. 46:184-190.
- Takayama, S. and M. Misawa. 1980. Differentiation in *Lilium* bulb scales grown in vitro. Effect of activated charcoal, physiological age of bulbs and sucrose concentration on differentiation and scale leaf formation in vitro. Physiol. Plant. 48:121-125.
- Takayama, T., T. Toyomasu, H. Yamane, N. Murofushi, and H. Yajima. 1993. Identification of gibberellins and abscisic acid in bulbs of *Lilium ×elegans* Thunb and their quantitative changes during cold

- treatment and the subsequent cultivation. J. Japan Soc. Hort. Sci. 62: 189-196.
- Tayama, H.K., R.A. Larson, P.A. Hammer, and T.J. Roll. 1992. Tips on the use of chemical growth regulators on floriculture crops. p. 8-11, Ohio Florists Association.
- Tillberg, E.. 1974. Levels of indol-3yl-acetic acid and acid inhibitions in green and etiolated bean seedlings(*Phaseolous vulgaris*). Ibid. 31:106-111.
- Tsujita, M.J., D.P. Murr., and A.G. Johnson. 1978. Influence of phosphorus nutrition and ancymidol on leaf senescence and growth of Easter lily. Can. J. Plant Sci. 58:287-290.
- Tsukamoto, Y.. 1971. Change of endogenous growth substances in Easter lily as affected by cooling. Acta Hort. 23:75-81.
- van Tunen, A.J. and J.N.M. Mol. 1989. Control of flavonoid biosynthesis and manipulation of flower colour. p.107-128. In: Plant biotechnology series, D. Grierson (ed.). Blackie, Glasgow.
- Wang, C.S., L.L. Walling, K.J. Eckard, and E.M. Lord. 1992. Immunological characterization of a tapetal protein in developing anthers of *Lilium longiflorum*. Plant Physiol. 99:822-829.
- Wang, J.J.X. and M.J. Tsujita. 1990. Comparative effect of uniconazole drench and spray on shoot elongation of hybrid lilies. HortScience 25: 1224-1246.
- Wang, S.Y., H.J. Jiao, and M. Faust. 1991. Changes in metabolic enzyme activities during thidiazuron-induced lateral bud break of apple. HortScience 26:171-173.
- Weber, H., L. Borisjuk, and U. Wobus. 1997. Sugar import and metabolism during seed development. Trends plant Sci. 2:169-174.
- Weiler, T.C. and R.W. Langhans. 1968. Determination of vernalizing temperatures in the vernalization requirement of *Lilium longiflorum* (Thunb.) cv. Ace. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93:623-629.

- Wilkins, H.F. 1980. Easter lilies. In: R. A. Larson (Editor), Introduction to Floriculture Academic Press, New York. p.329-350.
- Yae, B.W., H.H. Han, and D.H. Goo. 2001. Dormancy breaking in vivo growth of in vitro bulblets in *Lilium* Oriental Hybrids 'Casa Blanca'. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:99-102.
- Yamanishi, T. 1989. Tea. Goryo(in japanese) No. 161: 57-72
- Yang, S.F.. 1985. Biosynthesis and action of ethylene. HortScience. 20:41-45.
- Yoo, Y.K. and K.S. Kim. 1996. Effect of plant growth regulators and removal of floral buds on rooting ability in hard wood cutting of white forsythia (*Abeliophyllum distichum* Nakai). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:819-826.
- Yoo, Y.K. and S.W. Kang. 1999. Effect of uniconazole treatment on the growth and flowering of *Chrysanthemum zawadskii* spp. *naktongense*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:515-519.
- Yoshita, S., A.F. Douglas, and H.C. James. 1971. Determination of chlorophyll in plant tissue, p.36-37. In: Laboratory manual for physiological studies of rice. The International Rice Research Institute. Los Bonos, Laguna, Philippines.
- Zeevaart, J.A.D., D.A. Gage, and R.A. Creelman. 1990. Recent studies of the metabolism of abscisic acid, in Plant Growth Substance. R.P. Pharis and S.B. Rood, eds., Springer-verlag, Berlin. p.233-240.
- Zrenner, R., K. Schuler, and U. Sonnewald. 1996. Soluble acid invertase determines the hexose-to-sucrose ratio in cold-stored potato tubers. Planta. 198:246-252.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림특정연구 사업의 연구 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.