

# 나팔나리와 자생 솔나리 간의 종간교잡 불화합성 극복을 위한 in vitro 배양방법

김영진 · 박성민 · 김종화\*

강원대학교 농업생명과학대학 식물응용과학부

## Application of in vitro Culture Methods for Overcoming Cross-incompatibility in Interspecific Crosses between *L. longiflorum* and *L. cernuum*

Young Jin Kim, Sung Min Park, and Jong Hwa Kim\*

Division of Applied Plant Sciences, Kangwon National Univ. Chuncheon 200-701, Korea

\*corresponding author

**ABSTRACT** Embryo culture, ovule culture and ovary slice culture were tested to find optimum method for overcoming post fertilization barrier in interspecific crosses between *L. longiflorum* 'Gelria' and *L. cernuum*. Although reciprocal crosses between the species were carried out by cut-style pollination method, fruits developed only in crosses of *L. longiflorum* × *L. cernuum*. On the 40 days after pollination, ovaries were sliced into 2-4mm thickness and cultured on a hormone-free Murashige-Skoog (MS) medium, supplemented with 2%, 4%, 6%, 8% and 10% sucrose. For the *L. longiflorum* 'Gelria' × *L. cernuum* cross, ovule development was found to be best at 6% sucrose and a lot of hybrid plant lets established directly from the ovary slice culture and subsequent ovule culture. High concentration of sucrose above 8% made ovules abort or vitrificate from 40 days after culture. In contrast, ovules from the *L. cernuum* × *L. longiflorum* 'Gelria' cross swelled well in ovary slice culture, however, they did not germinated in subsequent ovule culture. On the 60 days after pollination, ovules thicker than 0.6mm was interpreted as one containing embryo. The embryo size ranged from 1.2 mm to 1.7 mm, and in vitro development of the excised embryos was found to be best with the MS medium (pH 5.8), supplemented with 0.1–1 mg · L<sup>-1</sup> NAA and 6% sucrose. Thick ovules excised 60 days after pollination germinated about 60% as normal seeds in MS medium supplemented with 6% sucrose and free hormone. The ovule culture 60 days after pollination was concluded to be most recommendable to produce interspecific hybrids in large scale crosses between *L. longiflorum* 'Gelria' and *L. cernuum* by the reason of easy procedure.

**Additional key words:** embryo culture, interspecific hybrids, lily, ovary slice culture, ovule culture

### 서 언

나리류 중에서 나팔나리(*Leucolirion*)는 가장 대중적인 위치를 차지하여 왔으며 지금도 세계 각지에서 가장 많이 재배되고 있는 종류 중 하나이다. 최근에는 나팔나리(*L. longiflorum*)와 대만나리(*L. formosanum*)의 종간 잡종으로 7-8개월 만에 개화하는 신나팔나리의 재배가 점차 증가하고 있다. 유색계통 나리로 널리 재배되고 있는 오리엔탈과 아시아티계에 이러한 종자 번식성이 있으면 구근양성이나 virus문제가 해결될 수도 있다. 이러한 종자번식성을 자생나리에 도입하는 것은 체계적인 종자번식성 나리 육종을 위해 중요한 작업이다. 특히 다양한 화색육종을 위해서는 화청소에 의해

화색이 지배되는 종과의 잡종이 요구된다. 자생나리 중에서 솔나리는 비교적 개화기가 빠르고 화청소를 지나는 자생나리로 나팔나리와 종간잡종이 유망시되고 있으나 아직 시도된 적이 없다.

나리 속에서의 종간교잡은 수정전의 화분관 발달 저해와 수정 후의 불완전한 배발달에 의해 정상종자 획득이 어렵다. 많은 사람들이 이러한 어려움을 극복하기 위하여 화주절단수분법과 배배양과 같은 기술에 대하여 많은 연구를 해왔다(Hayashi 등, 1986; Kanoh 등, 1988; Morimoto, 1990). 나팔나리(*L. longiflorum*)을 모본으로 하는 종간 교잡에서는 화분관 신장의 억제(Asano, 1980), 화주 내에서의 화분관 신장 억제(Asano, 1980; Van Tuyt 등, 1988) 현상이 나타나 화주절단법(Asano와 Myodo, 1977a)에 의해 수분시킨

\* Received for publication 21 February 2001. Accepted for publication 12 July 2001. 본 연구는 강원대학교 농업과학연구소의 후원으로 수행된 논문임.

후 기형 내지 미성숙 배를 구출하는 방법이 있다. 그러나 중간 교잡에서는 배가 배양 후 정상적인 식물체로 성장할 수 있는 정도의 크기에 도달하지 못하고 고사하는 경우가 있다.

이러한 문제점을 극복하기 위하여 Hayashi(1986)는 지방절편 배양법을 고안하여 배배양보다 효율성 높게 중간잡종을 획득하였다. 지방절편 배양에서 배가 직접 발아하는 경우도 있으나 일정기간 지방절편 배양후에 배주를 채취하여 배양하는 방법이 효율적인 경우도 있다. 이러한 절편배양과 배주배양 또는 배배양의 조합은 중간 교잡 조합에 따라 달라지는 것으로 생각된다.

본 실험에서는 백색 다화성인 *L. longiflorum* 'Gelria'와 우리나라 자생종인 솔나리(*L. cernuum*)와의 효율적인 중간 잡종을 획득하기 위하여 지방절편 배양, 배주배양, 배배양에 적합한 배양조건과 효율적인 배양체계를 확립하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

공시재료는 나팔나리(*L. longiflorum* 'Gelria')와 솔나리(*L. cernuum*)를 이용하였다. 전 실험(Kim 등, 2001)에서 회주절단수분법(cut style pollination method)이 나팔나리×솔나리조합에서의 수정전 불화합성을 극복하는 데 효과적이었으므로 이 방법으로 수분시켰다. 화주를 소독된 메스로 자방 상단에서 2-3mm 정도 남기고 자른 후 자른 표면을 수직으로 가른 다음 화분을 소독된 핀셋을 이용하여 화주 내부로 밀어 넣었다. 이렇게 수분시킨 후 물이 들어가거나 건조하지 않도록 자른 표면 전체를 알루미늄 호일로 감싸주었다. 모든 수분은 오전 9시 이전에 완료하였다.

### 지방절편 배양

나팔나리 'Gelria'와 솔나리를 교잡한 후 40-45일에 자방을 채취하여 70% EtOH에 30초 동안 소독한 후 다시 2% sodium hypochloride solution(NaClO)에 10분 동안 소독하고 멸균수로 3번 이상 깨끗이 씻은 다음 자방 부위를 2-4mm 정도의 두께로 잘라 sucrose가 2, 4, 6, 8%가 함유된 MS배지에 치상하였다. 지방절편 후 약 40일경부터는 전체가 갈변하기 시작하였으므로 이들로부터 잘 발달된 배주를 적취하여 배주배양하였다. 이와는 달리 갈변되어 가는 지방절편을 그대로 방치하였을 경우에 직접 발아되는 것이 있었으므로(Fig. 4의 D) 배주배양과 비교하였다.

### 배 배양

수분 60일 후의 자방을 채취하여 돌기모양으로 비대된 부위의 배주와 비대되지 않은 부위(Fig. 4의 A)의 배주에 대한 길이와 두께를 비교하였다. 두께 0.6mm 이상의 배주를 FAA에 고정하고 파라핀 절편법으로 절편한 후 염색하고 검경하여 육안에 의한 배형성 배주를 확인하였다.

수분 60일 후에 자방을 채취하여 표면소독하고 배주를 적출하였

다. 배를 형성한 것으로 판단되는 두께가 0.6mm 이상 되는 배주를 선별하여 절개하여 배를 적출하였다. 이들 배주는 약 1.2-1.7mm 정도의 배가 형성되어 있었으며, 배유가 젤리상태이거나 수액상태인 것은 배가 퇴화되어 있었다. 적출된 배는 sucrose가 2, 4, 6, 8, 10% 함유된 MS 배지와 NAA가 0.1, 1.0, 3.0, 5.0mg·L<sup>-1</sup> 함유된 MS배지에 치상하였으며 배의 성장상태를 1주 간격으로 관찰하였다.

### 배주 배양

*L. longiflorum* 'Gelria'×*L. cernuum* 교잡 시 미숙배를 함유한 배주의 성장을 위한 적정 배지를 알아보기 위하여 배배양과 동일하게 수분 60일 경과된 과실로부터 0.6mm 이상의 두께를 가진 배주를 sucrose와 NAA 처리를 달리한 배지에 치상하였다. 모든 배양 조건은 25±2℃, 광도 1,600 Lux(형광등), 1일 16시간 일장이었다.

## 결과 및 고찰

### 지방절편 배양

*L. longiflorum*×*L. cernuum*의 수분 40일 후에 비대된 자방을 2-4mm의 두께로 잘라 각 sucrose처리구 당 30개의 disk를 치상하였다. 지방절편 배양 15일 후부터 절편체로부터 배주가 비대 발달된 것을 볼 수 있었다(Fig. 4C). 배양 후 30일에 한 개의 자방에서 약 120개에서 약 200개의 비대 발달된 배주를 얻을 수 있었다. 배양 40일 후에는 모든 sucrose처리구에서 정상적으로 발달된 배주의 수가 약 1/3에서 1/5로 감소하였다. 이러한 결과는 비대되던 배주가 투명화되거나 갈변되면서 퇴화되었기 때문이었다. 또한 고농도의 sucrose에서 지방절편 배양을 하였을 때 배주가 갈변되거나 투명화되는 경향이 더 심하였다. Sucrose 4% 농도에서 50개의 배주를 배양하여 5개의 식물체를 얻었으며, sucrose 6% 농도에서는 65개의 배주로부터 7개의 식물체를 얻어 약 10%의 잡종개체를 생산하였다. 여러 가지 sucrose 농도 처리구중에서 6%가 가장 좋은 결과를 나타내었다(Table 1).

*L. cernuum*×*L. longiflorum* 조합에서는 지방절편 배양 후 30일 동안은 배주가 정상적으로 자라는 모습을 볼 수 있었으나, 식물체를 획득할 수가 없었다.

### 배 배양

배 배양은 배의 성숙이 진행된 것일수록 조작이나 성공률이 높아진다. 백합은 수분 40일 경에 구상배단계에 있으므로(Kanoh 등, 1988) 이 시기에 배주를 채취하여 배배양을 하는 것은 쉬운 일이 아니다. 왜냐하면 모든 배주의 크기가 비슷하여 모든 배주를 검경할 수 없기 때문이다.

따라서 본 실험에서는 수정된 배주와 수정되지 않은 배주를 구별하기 위하여 수분 후 60일 경과한 과실을 조사하였다. 수분 후 60일 경과한 과실은 균일한 발달을 보이지 않고 여러 개의 돌기가 나

**Table 1.** Effect of sucrose concentration on the production of interspecific hybrids between *L. longiflorum* 'Gelria' and *L. cernuum* by ovary slice culture at 40 days after pollination using cut style pollination method.

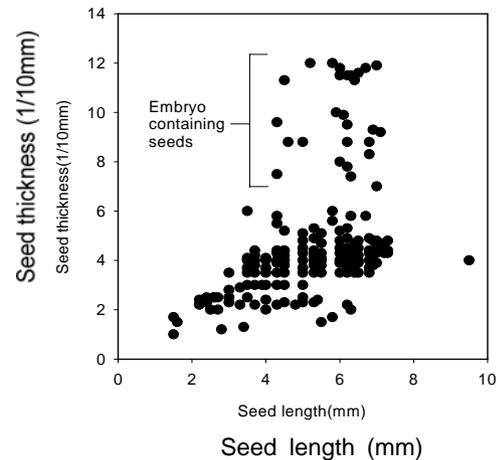
Species crossed	Sucrose (%)	No. of ovary disks cultured	No. of ovules developed (30DAC) <sup>2</sup>	No. of ovules developed (40DAC)	No. of ovules cultured	No. of plants
<i>L. longiflorum</i>	2	30	132	36	25	0
× <i>L. cernuum</i>	4	30	197	63	50	5
	6	30	233	87	65	7
	8	30	255	35	25	1
	10	30	232	35	25	1
<i>L.cernuum</i>	2	5	17	7	7	0
× <i>L. longiflorum</i>	4	5	23	19	15	0
	6	5	21	18	15	0
	8	5	14	6	6	0
	10	5	16	8	8	0

<sup>2</sup>DAC: days after culture

타난다(Fig. 4의 A). 이 돌기 부위에는 배를 형성한 배주(Fig. 4의 B)가 존재하는 것을 알 수 있었다. 이들 배주는 배가 없는 배주와 길이는 비슷하였으나 두께가 현저히 다른 것이 육안으로 관찰되어 배주 길이와 두께를 조사하였다. 종간교잡에 의해 착생된 과실의 배주 길이와 배주두께를 측정하여 그 분포를 나타낸 것이 Fig. 1이다. 배주길이는 2-10mm 사이에서 연속적인 변이를 나타내었고 배주 두께는 0.2-1.2mm의 변이를 나타내었으나 배주두께는 0.6mm 이상의 것과 0.6mm 이하의 것으로 뚜렷이 구분되었다. 이들 두 그룹 중 배를 지니고 있는 것은 0.6mm 이상의 배주였고 이들은 Fig. 4의 B처럼 완전한 배를 확인할 수 있었다.

배주두께가 0.6mm 이상인 배주를 수정된 배주로 간주하여 나팔나리와 솔나리 간의 정역교잡에서 얻어지는 배주를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 나팔나리 '겔리아'와 솔나리의 자가수분에서는 과실당 종자형성률은 각각 11.8%와 16%를 나타내었다. 그러나 두 종간의 종간교잡에서는 '겔리아'를 모본으로 사용하였을 때는 약 1%의 결실률을 나타내었으나 솔나리를 모본으로 사용하였을 때는 수정된 배주가 없었다.

수분 60일 경과된 과실에서 두께가 0.6mm 이상인 배주 내에 있는 배를 적출하여 여러 가지 sucrose농도의 배지에 치상한 후 배의 생장의 결과는 Fig. 2와 같다. 평균 1.5mm 정도 길이의 배를 치상하였으며, 배양 후 15일에서 20일 사이에 배의 생장이 가장 촉진되었고 배양 후 35일에는 sucrose 4%와 6%에서 약 10mm까지 성장하여 가장 좋은 효과를 나타냈다. sucrose 8-10% 처리구에서는



**Fig. 1.** Distribution of seed sizes in interspecific cross between *L. longiflorum* and *L. cernuum*.

배양 20일 후에는 신장이 둔화되는 것으로 나타났다.

MS기본배지에 sucrose 6%와 NAA 0, 0.1, 1, 3, 5mg · L<sup>-1</sup>을 첨가 시 배의 발아에 미치는 영향은 Table 3과 같다. Sucrose 6% +NAA 0.1mg · L<sup>-1</sup>에서 14개의 배를 배양한 결과 12개의 배가 발아하여 85.7%의 높은 발아율을 나타냈으며, NAA가 첨가되지 않은 처리구에서도 배의 발달이 양호하게 나타났다. 그러나 sucrose

**Table 2.** The number of fertilized ovules and the percents of fertilization in interspecific crosses between *L. longiflorum* and *L. cernuum*. Cut style pollination methods were applied.

Combinations	No. of ovules per ovary (A)	No. of ovules fertilized/ovary (B)	Fertilization <sup>y</sup> (%)
<i>L. longiflorum</i> 'Gelria' selfing	1,326±30 <sup>z</sup>	157±15	11.8
<i>L. cernuum</i> selfing	120±20	75±10	16.0
<i>L. longiflorum</i> 'Gelria'× <i>L. cernuum</i>	1,326±30	12.5±5	1.0
<i>L. cernuum</i> × <i>L. longiflorum</i> 'Gelria'	120±20	0	0

<sup>z</sup>Standard errors

<sup>y</sup>A÷B×100

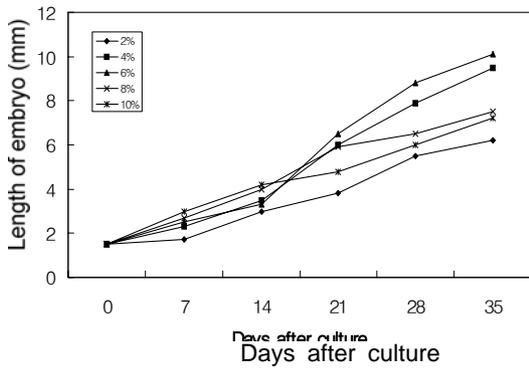


Fig. 2. Effect of sucrose concentration on the growth of immature embryo (1.5 mm length) obtained from interspecific cross between *L. longiflorum* and *L. cernuum* at 60 days after pollination.

Table 3. Effect of NAA concentration on the germination of immature embryo obtained from inter-specific cross between *L. longiflorum* and *L. cernuum* at 60 days after pollination.

Concentration (mg · L <sup>-1</sup> )	No. of embryos cultured	No. of embryos germinated	Germination (%)
Sucrose 6%	14	9	64.2
Sucrose 6%+NAA 0.1	14	12	85.7
Sucrose 6%+NAA 1	14	8	57.1
Sucrose 6%+NAA 3	14	1	7.1
Sucrose 6%+NAA 5	14	2	14.3

<sup>a</sup>Embryos were cultured on MS medium

6% +NAA 3mg · L<sup>-1</sup>와 sucrose 6% +NAA 5mg · L<sup>-1</sup>에서는 15% 이하의 낮은 발아율을 나타냈다.

배의 성장 속도는 sucrose 6%(control), sucrose 6% +NAA 0.1mg · L<sup>-1</sup>과 sucrose 6% +NAA 1mg · L<sup>-1</sup>에서 빠르게 나타났고, 고농도의 NAA가 첨가된 배지에서는 느리게 발달하였다(Fig. 3).

#### 배주배양

수분 60일 후에 배주를 배양하였을 때 sucrose 농도가 발아에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 발아율은 sucrose 4, 6%의 농도에서 각각 53.3%와 60%로 가장 높았다. 이들 농도에서 배양 45일 후에는 자방내에서 바로 발아가 이루어져 본엽이 2-3매 정도 전개된 식물체를 유도할 수 있었고, 배양 후 60일 후에는 multi-shoot와 multi-root가 발생되었다(Fig. 4의 D, F). 그러나 2%에서는 많지는 않았으나 갈변되거나 퇴화되는 것이 있었고 느리게 성장하다 발아하는 것도 있었다. Sucrose 8%나 10%의 농도에서는 자방절편 배양에서와 마찬가지로 투명화되는 것이 많이 나와 발아율이 감소하였다.

Hayashi 등(1986)은 *L. longiflorum*의 자가수분 후 40일째의 배주를 고농도의 sucrose에 배양하였을 때 배양 초기단계에서 배주의 발달이 양호하다고 보고하였으며, 또한 자방절편 방법을 이용한 실험에서도 auxin의 첨가가 배주의 초기발달에 중요한 영향을 끼친

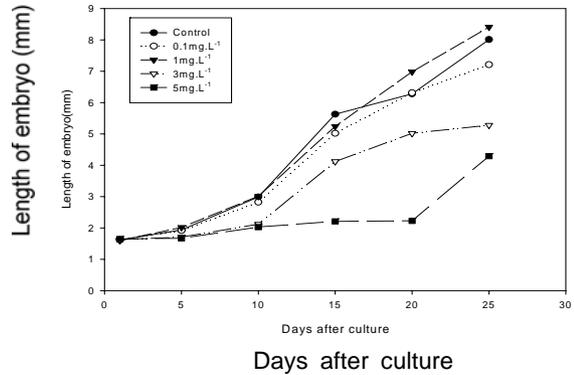


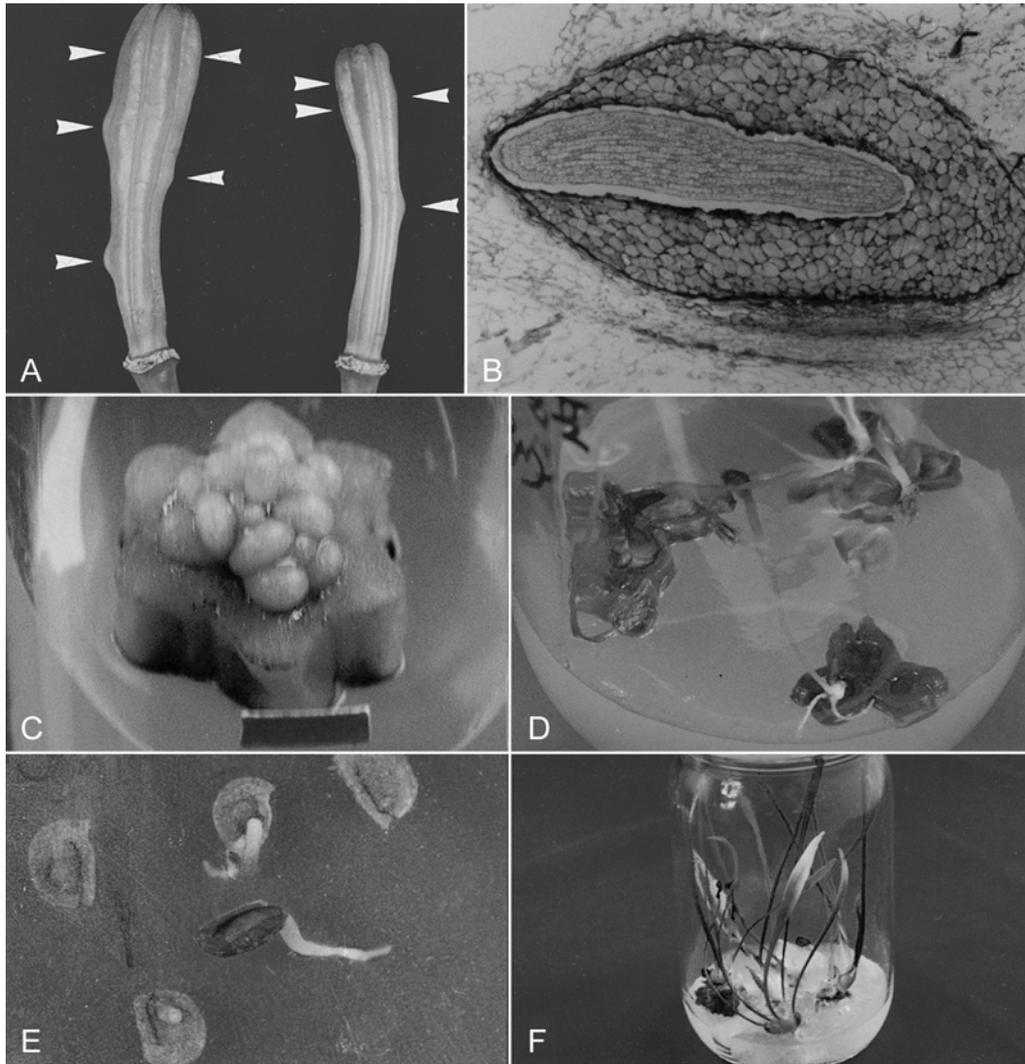
Fig. 3. Effect of NAA concentration on the growth of immature embryo of interspecific cross between *L. longiflorum* 'Gelria' × *L. cernuum*.

Table 4. Effect of sucrose concentration on the germination of ovule obtained from the cross between *L. longiflorum* 'Gelria' × *L. cernuum* at 60 days after pollination.

Sucrose (%)	No. of ovules cultured	No. of ovules germinated	Germination (%)
2	15	3	20.0
4	15	8	53.3
6	15	9	60.0
8	15	3	20.0
10	15	4	26.6

다고 하였다. 그러나 Van Tuyl 등(1991)은 auxin의 첨가는 배주의 발달에 반드시 필요한 것은 아니라고 보고하였으며, 이러한 자방절편의 배주와 자방의 발달을 자극할 수 있는 것은 약에서 추출한 물질(호르몬)에 의하여 영향을 받는다고 보고하였다. 또한 불화합성을 나타내는 나리의 중간 교배를 통하여 배발달이 완료되기 전에 호르몬이 첨가되지 않은 적절한 영양분이 함유된 배지(sucrose 6% +MS medium)에 배양하여 잡종개체를 생산하였다고 보고하였다(Asano와 Myodo, 1977b, Okazaki 등, 1994). 이와 같은 비슷한 실험에서 Kanoh 등(1988)은 *L. longiflorum* × *L. elegance* 교잡으로부터 잡종개체를 얻었으며, MS배지는 잡종배 발아에 필요한 호르몬과 영양분을 공급할 수 있다고 보고하였다. 본 연구에서도 호르몬이 첨가되지 않은 sucrose 6% +MS배지에서 잡종개체 생산율이 가장 높은 것으로 나타나 비슷한 결과를 나타냈으며, sucrose 6%에 약에서 추출한 물질을 첨가하여 배양된다면 보다 효율적으로 배주발달을 촉진시킬 수 있다고 생각된다.

Fernandez 등(1996)은 수분 후 30일, 35일, 40일, 45일된 배주를 배양한 결과 수분 후 30일째의 배주를 배양하였을 때 가장 높은 배주의 발아율과 잡종개체를 생산할 수 있다고 보고하였다. 이와 같이 자방절편 배양은 수분 후 일수에 따라서 식물체를 얻는 데 크게 영향을 미친다고 생각된다. 이와 같은 결과는 Hayashi 등(1986), Kanoh 등(1988) 및 Van Tuyle 등(1991)의 연구 결과에



**Fig. 4.** Morphological characteristics of ovary, ovary slice and seedlings. A: Morphological character of ovaries at 60 days after pollination between *L. longiflorum* 'Gelria'×*L. cernuum*. Arrow heads indicate the position of ovules containing embryo. B: Longitudinal section of an ovule containing linear embryo. C: Development of ovules in ovary slice culture from the cross between *L. longiflorum* 'Gelria'×*L. cernuum*. Note the swollen ovules inside the ovary slice. Bar = 5mm. D: Direct embryo germination in ovary slice culture 45 days after culture. E: Germination of hybrid ovules from cross between *L. longiflorum* 'Gelria'×*L. cernuum* observed 21 days after ovule culture. F: Hybrid plant lets with multi-shoot and roots from immature seeds obtained from the interspecific cross between *L. longiflorum* 'Gelria'×*L. cernuum*.

서도 수분 후 초기단계의 자방절편을 배양하였을 때 성공적으로 잡종개체를 획득할 수 있다는 것과 일치한다. 이러한 결과는 유연관계가 먼 종간교잡에서 배가 일찍 퇴화되는 경우에 효과적인 것으로 생각된다. 나팔나리와 솔나리는 비교적 수정이 잘 이루어지고 배의 발육이 수분 60일 이후까지 이루어지는 것으로 관찰되었다. 배배양은 현미경을 사용해야 하고 자방절편 배양+배주배양 방식은 노력이 많이 든다. 따라서 가능한 자방내에서 최대한 배를 발달시킨 후 배가 자라고있는 배주만을 육안에 의해 구별하여 배양하는 방법이 바람직하다고 생각된다. 본 실험에서 수분 60일 경과된 배주는 0.6mm 이상의 두께를 지니고 있어 육안으로 쉽게 구별될 수 있었고, 이를 배양하면 60% 이상이 정상종자처럼 발아하였다. 노력이나 경제성을 생각할 때 대규모 육종 프로그램에서 이 방법이 좋을 것

으로 사료되었다.

Myodo(1962), North와 Wills(1969) 및 Dowrick과 Brandram(1970)은 *L. longiflorum*×*L. concolor* 상호교잡 시 화분친으로 *L. concolor*를 이용하였을 때 잡종개체를 얻을 수 있었으나, *L. longiflorum*를 화분친으로 이용하였을 때에는 잡종개체를 얻을 수 없었다고 하였다. 이러한 원인은 종간잡종 시 배유의 염색체 이상으로 인하여 나타나는 결과라고 보고하였다. 본 실험에서도 *L. cernuum*×*L. longiflorum*조합에서는 30일간 자방절편 배양하였을 때 배주가 성장하였으나, 배주배양 후 식물체를 획득할 수가 없었으며 앞으로 이에 대한 구명 등 보다 자세한 조사가 필요하다고 생각된다. 본 실험에서 얻어진 식물체의 특성에 대해서는 계속 조사중이다.

## 초 록

*L. longiflorum* 'Gelria'와 우리 나라 자생종인 솔나리(*L. cernuum*)와의 중간 교잡시 수정 후 장벽을 극복하여 효율적인 식물체 생산을 목적으로 자방절편 배양, 배주배양, 배배양을 수행하였다. 두 종의 정역교잡에서 *L. longiflorum* 'Gelria'×*L. cernuum*의 편방향 교잡에서만 과실이 발달하였다. 수분 40일 경과된 자방의 자방절편 배양에서 sucrose 농도를 2, 4, 6, 8, 10%로 달리하여 배양한 결과 6% sucrose+MS 배지가 배주발달에 가장 좋은 것으로 나타나 많은 잡종 개체를 획득하였다. 자방절편 배양에서 획득된 배주의 배양도 6% sucrose배지에서 제일 좋았다. Sucrose가 발아 및 미숙배의 생육에 미치는 영향은 자방절편 배양 시 8% 이상의 sucrose농도에서는 배양 40일 후부터 비대 발달된 배주가 투명화되거나 퇴화되는 현상이 많이 관찰되었다. 한편, *L. cernuum*×*L. longiflorum* 조합에서는 30일간 자방절편 배양하였을 때 배주가 자라는 모습을 볼 수 있었으나, 이어진 배주 배양에서 식물체를 획득할 수가 없었다. 수분 60일 후의 배주를 관찰한 결과 0.6mm보다 두꺼운 배주는 배를 함유하는 것으로 간주되었고, 이들의 배는 1.2-1.7mm 정도였다. 이들 배주 NAA를 첨가하지 않은 6% sucrose만 첨가한 MS배지에서 일반 종자처럼 발아하였다. 이들 배주로부터 적취된 배의 배양은 MS+NAA 0.1-1mg·L<sup>-1</sup>+6% sucrose에서 가장 좋은 효과가 나타났다. 작업의 간편성을 고려하면 *L. longiflorum* 'Gelria'와 솔나리(*L. cernuum*)와의 중간잡종 육성은 수분 후 60일에 채취된 0.6mm 이상의 배주를 배양하는 방법이 추천될 수 있었다.

추가 주요어 : 배배양, 중간잡종, 백합, 자방절편 배양, 배주배양

## 인용문헌

- Asano, Y. 1980a. Studies on crosses between distantly related species of lilies. IV. The culture of immature hybrid embryos 0.3mm-0.4mm long. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 49:114-118.
- Asano, Y. 1980b. Study on crosses between distantly related species of lilies. VI. Pollen tube growth in interspecific crosses on *Lilium longiflorum*(I). J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 49:392-396.
- Asano, Y. and H. Myodo. 1977a. Studies in crosses between distantly related species of lilies. I. For the intrastylar pollination technique. J. Jpn. Soc. Hort. Sci., 46:59-65.
- Asano, Y. and H. Myodo. 1977b. Studies in crosses between distantly related species of lilies. II. The culture of immature hybrid embryos. J. Jpn. Soc. Hort. Sci., 46:267-273.
- Dowrick, G.J. and S.N. Brandram. 1970. Abnormalities of endosperm development in *Lilium* hybrids. Euphytica 19:433-442.
- Fernandez, A.M., T. Nakazaki, and T. Tanisaka. 1996. Development of diploid and triploid interspecific hybrids between *Lilium longiflorum* and *L. concolor* by ovary slice culture. Plant Breeding 115:167-171.
- Hayashi, M., K. Kanoh, and Y. Serizawa. 1986. Ovary slice culture of *Lilium formosanum* Wallace. Jpn. J. Breeding, 36:30-308.
- Kanoh, K., M. Hayashi, and Y. Serizawa. 1988. Production of interspecific hybrids between *Lilium longiflorum* and *L. elegance* by ovary slice culture. Jpn. J. Breeding, 38:278-282.
- Kim, Y. J., S. M. Park, and J. H. Kim. 2001. Pollination methods for overcoming pre-fertilization incompatibility in interspecific crosses between *Lilium longiflorum* 'Gelria' and Korea native *L. cernuum*. Kor. J. Hort. Sci. & Tech.(Submitted)
- Morimoto, Y. 1990. Studies on ovary-embryo culture for breeding of lilies and on identification of interspecific hybrids. Agr. Technol. 45:25-30.
- Myodo, H., 1962. Experimental studies on the sterility of some *Lilium* species. J. Facul. Agr., Hokkaido Univ., Sapporo 52:70-122.
- North, C. and A.B. Wills. 1969. Interspecific hybrids of *Lilium lankongense* 'Franchet' produced by embryo culture. Euphytica 18:430-434.
- Okazaki, K., Y. Asano, and K. Oosawa. 1994. Interspecific hybrids between *Lilium* 'Oriental' hybrid and *L. Asiatic* hybrid produced by embryo culture with revised media. Breeding Sci. 44:59-64.
- Van Tuyl, J. M., T. P. Straathof, R. J. Bino, and A. A. M. Kwakkenbos, 1988. Effect of three pollination methods on embryo development and seed set in intra-and interspecific crosses between seven *Lilium* species. Sexual Plant Reproduction 1:119-123.
- Van Tuyl, J. M., M. P. van Dien, M. G. M. van Creij, T. C. M. Van Kleinwee, J. Franken, and R. J. Bino, 1991. Application of *in vitro* pollination, ovary culture, ovule and embryo rescue for overcoming incongruity barriers in interspecific *Lilium* crosses. Plant Sci. 74:115-126.