

## 조직배양 유래 자생나리 소인경의 온탕 및 저온처리가 맹아 및 비대에 미치는 효과

김민희<sup>1†</sup> · 임영희<sup>1†</sup> · 오 욱<sup>1,2\*</sup> · 윤해근<sup>1,2</sup> · 김규원<sup>1</sup>

<sup>1</sup>영남대학교 자연자원대학 원예생명과학과, <sup>2</sup>영남대학교 LED-IT융합산업화연구센터

### Effects of Hot Water and Chilling Treatments of Bulblets Propagated by Tissue Culture on Sprouting and Bulb Development in Korean Native Lilies

Min Hui Kim<sup>1†</sup>, Young Hee Lim<sup>1†</sup>, Wook Oh<sup>1,2\*</sup>, Hae Keun Yun<sup>1,2</sup>, and Kiu Weon Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticultural Science, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

<sup>2</sup>LED-IT Fusion Technology Research Center, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

**Abstract.** This study was carried out to investigate the effects of hot solution soaking and chilling treatment on sprouting and enlargement of bulblets obtained through in vitro culture in Korean native lilies with ornamental values. In vitro bulblets of *Lilium cernuum*, *L. hansonii*, *L. hansonii* for. *mutatum*, *L. leichtlinii*, and *L. tsingtauense* were soaked in distilled water or 100 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> and GA<sub>4+7</sub> solution maintained at 35°C for two hours (hot water treatment) and/or exposed at 4°C for 0, 4, or 8 weeks (chilling treatment) and then planted in plastic trays filled with media and grown in a greenhouse at 20°C and under 16 h photoperiod. In all species, no bulblet propagated by tissue culture sprouted without chilling or hot water treatment due to dormancy. For dormancy breaking, GA<sub>4+7</sub> hot solution treatment increasing sprouting by 55-96%, whereas distilled water or GA was not effective in sprouting. Chilling treatment for 4 weeks induced sprouting by 50-70% in *L. cernuum* and *L. leichtlinii*, whereas 8 weeks was needed for sprouting of *L. hansonii* and *L. hansonii* for. *mutatum*. Combined treatment of hot water and chilling treatments synergistically promoted sprouting. Especially, in *L. cernuum* and *L. hansonii*, GA<sub>4+7</sub> hot solution soaking prior to chilling for 4 weeks promoted sprouting by 35-45% compared with the reverse order. Enlargement of bulblets resulted from increase in fresh weight and diameter was promoted by the treatments that increased the sprouting percentage of bulblets. Only in *L. cernuum*, shoots emerged from bulblets soaked in hot GA<sub>4+7</sub> solution or chilled at 4°C and shoot emergence rate was highest in bulblets soaked in hot GA<sub>4+7</sub> solution and then chilled for 8 weeks. From these results, the most effective method for bulblet sprouting and enlargement was to soak in hot GA<sub>4+7</sub> solution and then chill for 4 weeks in *L. hansonii*, *hansonii* for. *mutatum*, and *leichtlinii*, and to soak in hot GA<sub>4+7</sub> solution and then chill for 4 weeks in *L. cernuum* and *tsingtauense*.

**Additional key words:** dormancy breaking, gibberellin, *Lilium*, shoot emergence

### 서 언

나리의 휴면기간은 비교적 긴 편으로 휴면의 시작은 저장 기관이 형성된 직후이며 줄기나 잎과 같은 영양기관이 생장할 때까지 계속된다(Kamerbeek et al., 1972). 기내에서 생산된 소인경(in vitro bulblet)은 종에 따라 그 형태가 다소 다르긴 하지만 형태에 관계없이 모두 휴면한다(Higgins and

Stimart, 1990; Kim et al., 1996). 휴면 정도는 나리의 종류나 품종에 따라 다양하며(Kim and De Hertogh, 1997), 배양 온도, 당의 함량, 배양기간 등의 영향을 크게 받는다(Isabelle et al., 1990; Takayama and Misawa, 1980).

소인경의 휴면은 저온처리(Higgins and Stimart, 1990), 온탕처리(Choi, 1983)와 GA 처리(Niimi et al., 1988)에 의해 타파될 수 있다. 나리 인경의 휴면타파 방법은 종이나 구

\*Corresponding author: wookoh@ynu.ac.kr

※ Received 10 January 2011; Accepted 6 April 2011. †These authors are contributed equally to this work. This study was supported by Technology Development Program for Agriculture and Forestry, Ministry for Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of Korea.

근의 크기에 따라 다르지만 주로 4-5°C에서 6-20주간 저온 처리에 의해 휴면이 타파된다. GA 처리에 의한 나리 구근의 휴면타파도 나리의 종류에 따라 그 반응이 달라서, 오리엔탈나리는 GA<sub>3</sub>(Kim et al., 1998)가, 나팔나리는 GA<sub>4+7</sub>(Lin et al., 1975)나 GA<sub>3</sub>(Stimart et al., 1982)가, 그리고 아시아틱나리는 GA<sub>4</sub>(Takayama et al., 1993)가 효과적이었다. 자생나리의 경우, 날개하늘나리와 섬말나리의 소인경은 온탕처리 시 GA<sub>4+7</sub> 첨가에 의해서 기내 다음 세대에서의 구근비대가 촉진되고, 엽수가 많아지며, 휴면타파 기간을 크게 단축시켰다(Kim et al., 2003). 이처럼 나리 소인경의 휴면은 저온처리, 온탕처리, GA 처리 등에 의해 타파되는데, 이때 내생 억제물질의 감소 또는 ABA와 GA의 상대적인 균형의 변화, 즉 내생 GA 함량의 증가가 일어난다(Kim, 1999).

휴면타파된 나리 소인경을 적정 환경조건에 식재하면 맹아(sprouting)가 발생하는데, 맹아의 형태는 신초 또는 인편엽으로 종간의 차이가 있다(Kim, 1999). 신초가 출현하면 엽면적이 증가하고 광합성이 촉진되어 구근의 비대가 잘 되기 때문에, 인편엽을 형성하는 소인경보다 신초가 출현하는 소인경에서 구근비대가 더 촉진된다(Choi, 1998). 따라서 기내 소인경의 휴면타파를 통해 맹아 유도 및 신초 출현을 촉진하기 위해서는 저온처리, 온탕처리, GA 처리 등에 대한 검토가 필요하다.

원예용 잡종 나리에서는 휴면 타파와 관련한 다양한 연구들이 있었지만, 자생나리의 경우는 부분적인 연구만 진행되고 있어 아직은 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 관상가치가 높은 5종의 자생나리에 있어서 조직배양을 통해 획득한 소인경의 휴면타파 및 비대를 위한 저온 및 온탕처리 효과를 구명하기 위해 실시되었다.

## 재료 및 방법

### 식물 재료의 획득 과정

본 연구에서는 Martagon절에 속하는 섬말나리(*Lilium hansonii*), 민섬말나리(*L. hansonii* for. *mutatum*), 하늘말나리(*L. tsingtauense*), Sinomartagon절에 속하는 솔나리(*L. cernuum*), 중나리(*L. leichtlinii*) 등 5종(Lighty, 1969)의 자생나리에 있어서 조직배양을 통해 얻은 소인경을 실험재료로 사용하였다. 실험에 사용된 소인경의 크기(직경 × 높이)는 솔나리가 0.8 × 0.8mm, 중나리가 8 ± 1 × 14 ± 2mm, 나머지 3종은 10 ± 1.0 × 10 ± 1.0mm였다.

기내 소인경을 얻기 위해 포장에서 수확한 인경에서 인편을 분리하여 소독한 다음, 기외에서 인편삽(in vivo scaling)하고, 여기에서 얻은 소인경의 인편을 소독하여 기내에서

인편삽(in vitro microscaling)하여 무균상태에서 기내 소인경을 유도하였다. 유도된 기내 소인경은 인편을 분리하여 기내 인편삽으로 다시 소인경을 유도하고 비대시킨 다음, 계대배양을 반복하여 증식시켰다. 소인경의 유도와 비대를 위한 배양기간은 각각 8주간과 12주간으로 하였다.

기본배지로는 MS배지(Murashige and Skoog, 1962)가 사용되었으며, 소인편으로부터 소인경을 유도할 때에는 sucrose 30g·L<sup>-1</sup>, 소인경의 비대에는 sucrose 90g·L<sup>-1</sup>를 각각 기본배지에 첨가한 다음 pH 5.7로 조정된 후 한천 7g·L<sup>-1</sup>를 첨가하였다. 배양액은 120°C, 1.2기압에서 10분간 고압 멸균소독을 실시하였다. 배양실의 환경조건은 온도 22 ± 2°C, 광도 24 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>(형광등), 일장 16시간으로 유지하였다. 기타 자세한 조직배양의 방법은 Kim et al.(2002), Park et al.(2000), 그리고 Woo et al.(2000)의 방법을 따랐다.

### 저온 및 온탕처리

저온과 온탕처리가 조직배양 소인경의 휴면타파에 미치는 영향을 구명하기 위해 저온처리는 4°C의 저장고에 0, 4, 8주간 두었으며, 온탕처리는 35°C의 증류수 또는 100mg·L<sup>-1</sup>의 GA<sub>3</sub>와 GA<sub>4+7</sub> 용액에서 2시간 침지하였고, 온탕처리를 하지 않은 무처리구를 두었다. 이때 저온과 온탕처리는 처리의 선후를 달리하여, 즉 저온처리 후 온탕처리구와 온탕처리 후 저온처리구로 나누어 비교하였다. GA<sub>3</sub>와 GA<sub>4+7</sub> 용액은 50mg의 GA 분말에 95% 에탄올 5mL을 가해서 완전히 용해시킨 다음 증류수를 조금씩 첨가하여 500mL로 정량하였다.

저온 또는 온탕처리가 된 소인경은 육묘용 상토로 채워진 육묘상자에 2cm 깊이로 정식하였는데, 온탕처리 후에는 수세하여 구근의 온도를 떨어뜨린 후 심었다. 정식 후에는 20 ± 3°C, 일장 16시간으로 유지되는 온실에서 3개월간 관리하였다. 온실 외부의 광도(PPFD)가 300μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> 이하로 떨어질 때에는 보광을 실시하였으며, 5월 이후에는 차광망으로 차광하였다. 처리당 소인경의 수는 20개로 하였다.

### 소인경의 기외 맹아 및 비대

정식 후에는 유리온실에서 관리하면서 맹아 여부를 관찰하였고, 3개월 후 수확하여 소인경의 직경과 생체중을 측정하였다. 맹아율과 맹아소요일수를 구하기 위해 1-2일 간격으로 소인경의 맹아를 관찰하였는데, 맹아 시점은 구근에서 인편엽 또는 신초가 출현할 때로 하였다. 신초가 출현한 종은 솔나리가 유일하였는데, 인편엽과 신초를 구분하여 기록한 후 신초 출현율을 구하였다. 맹아율은 정식된 소인경 중 맹아된 개체를 백분율로 나타내었고, 맹아소요일수는 정식 후 맹아시점까지의 일수로 계산하였다.

통계처리는 평균치와 표준오차를 구하고, SAS(Statistical Analysis System, V.6.12, USA) 프로그램을 이용하여 Duncan's multiple range test법에 의해 평균값 간의 차이를 유의수준  $P < 0.05$ 에서 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 소인경의 맹아

기내에서 생산된 자생나리 소인경의 저온처리와 온탕처리가 휴면타파와 구근비대에 미치는 영향을 알아보고자 4-8 주간의 저온처리와 증류수, GA<sub>3</sub>, GA<sub>4+7</sub> 온탕처리를 병행한 결과, 맹아율은 5종 모두 GA<sub>4+7</sub> 용액에서 온탕처리를 한 것이 높았고, 8주간 저온처리도 맹아를 촉진시켰다(Table 1). 5종 모두 무처리에서는 맹아가 되지 않아 기내 소인경은 휴면에 돌입하였다고 할 수 있었고, 저온 및 온탕처리에 의해 95% 이상까지 맹아율을 향상시킬 수 있었다. 증류수나 GA<sub>3</sub> 온탕처리 단독으로는 어느 종에서도 맹아를 거의 유도하지 못했다.

솔나리(*L. cernuum*)의 맹아는 8주간 저온처리에서 가장 효과적이었는데, 온탕처리 없이도 95%의 맹아율을 보였으며, 온탕처리와의 순차처리 소인경이 모두 맹아하였다. GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 4주간 저온처리 시에도 95%의 맹아율을 나타내었다. 그러나 그 외 다른 처리들은 70% 이하의 맹아율을 보였고, 특히 증류수나 GA<sub>3</sub> 온탕처리는 단독으로 거의 효과가 없었다.

섬말나리(*L. hansonii*)에 있어서는 8주간의 저온처리나 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리가 단독으로도 50%의 소인경을 맹아시켰고, 8주간의 저온처리와 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리를 함께 적용했을 때 순서에 관계없이 75-80%의 맹아율을 나타내었다. 특히 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 4주간의 저온처리 시 소인경을 모두 맹아시켰다. 민섬말나리(*L. hansonii* for. *mutatum*)에 있어서는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 단독으로도 90%의 맹아율을 나타내었고, GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 8주간의 저온처리 시에는 모든 소인경이 맹아하였다. 또한 8주간의 저온처리 단독으로 65% 소인경을 맹아시켰다. 하지만 그 외의 처리들은 단독으로는 효과가 없었고, 혼용하여도 80% 이하의 맹아율을 보였다.

**Table 1.** Effect of chilling treatment duration and plant growth regulators for hot water treatment on ex vitro sprouting percentage of the bulblets obtained through in vitro culture of Korean native lilies.

Treatment <sup>z</sup>		Sprouting (%)				
First	Second	<i>L. cernuum</i>	<i>L. hansonii</i>	<i>L. hansonii</i> for. <i>mutatum</i>	<i>L. leichtlinii</i>	<i>L. tsingtauense</i>
Control		0	0	0	0	0
CT 4 wk	-	70	0	0	50	5
	HWT	60	0	0	88	10
	HWT + GA <sub>3</sub>	40	0	0	81	10
	HWT + GA <sub>4+7</sub>	60	60	90	94	85
CT 8 wk	-	95	45	65	69	20
	HWT	90	55	55	88	55
	HWT + GA <sub>3</sub>	100	35	55	94	45
	HWT + GA <sub>4+7</sub>	100	75	90	97	85
HWT	-	5	0	0	0	5
	CT 4 wk	55	0	0	88	15
	CT 8 wk	100	53	60	100	80
HWT + GA <sub>3</sub>	-	0	0	0	0	0
	CT 4 wk	55	0	0	69	25
	CT 8 wk	100	40	80	100	85
HWT + GA <sub>4+7</sub>	-	60	55	90	96	90
	CT 4 wk	95	100	95	100	95
	CT 8 wk	100	80	100	100	94

<sup>z</sup>Bulblets were chilled at 4°C for 4 or 8 weeks (CT 4 wk or CT 8 wk) and/or soaked for 2 hours in distilled water, GA<sub>3</sub> or GA<sub>4+7</sub> 100 mg·L<sup>-1</sup> solution of 35°C (HWT, HWT + GA<sub>3</sub>, or HWT + GA<sub>4+7</sub>, respectively). A dash, '-', means that no chilling or hot water treatment was applied to bulblets. Chilling treatment was prior to or followed hot water treatment.

중나리(*L. leichtlinii*)의 소인경은 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리만으로도 96%가 맹아하였고, 온탕처리 후 8주간의 저온처리 시 또는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 4주간의 저온처리 시 모든 소인경이 맹아하였다. 그리고 4-8주간의 저온처리 후 온탕처리 시에도 80-97%의 맹아율을 나타내었다. 하늘말나리(*L. tsingtauense*)에 있어서는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리만으로도 90%의 맹아율을 얻을 수 있었다. 그리고 8주간 저온처리는 단독으로 20%, 다른 온탕처리들과의 순차처리로 45-85%, 그리고 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 8주간 저온처리 시 94% 맹아율을 나타내었다. 하지만 그 외 다른 처리들은 단독으로 효과가 없고 순차처리해도 25% 이하의 소인경만 맹아하였다.

기내에서 생산된 소인경 역시 종에 따라 그 형태가 다소 다르긴 하지만 형태에 관계없이 모두 휴면하였고(Higgins and Stimart, 1990; Kim et al., 1996), 나리의 종류나 품종에 따라 휴면 정도는 다양하였다(Kim and De Hertogh, 1997). 고온 휴면형인 나팔나리는 휴면이 비교적 얇은 편이지만, 저온휴면형인 아시아틱 및 오리엔탈 계통은 휴면이 깊은 편

인데 품종에 따라서 저온 요구도가 각각 다르다(Kim, 1991). 소인경의 휴면은 저온처리(Higgins and Stimart, 1990), 온탕처리(Choi, 1983)와 GA 처리(Niimi et al., 1988)에 의해 타파될 수 있었으며, 나리 인경의 휴면타파 방법은 종이나 구근의 크기에 따라 다르지만 주로 4-5°C에서 6-20주간 저온처리에 의해 휴면이 타파되었다. 기내에서 생산된 오리엔탈나리 소인경의 휴면은 4°C에서 6주간 저온처리함으로써 100% 타파된다(Kim, 1999).

본 연구의 결과로부터 종별 휴면 양상을 파악할 수는 없으나, 휴면타파 처리에 대한 반응은 종 또는 절(section)에 따라 다른 것으로 나타났다. Sinomartagon절의 솔나리와 중나리가 다양한 처리에서 맹아가 촉진된 반면, Martagon절의 섬말나리와 민섬말나리는 8주간 저온처리 또는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리에 의해서만 맹아가 유도되었다.

GA처리에 의한 나리 구근의 휴면타파는 그 반응이 나리의 종류에 따라 달랐다. 오리엔탈나리는 GA<sub>3</sub>(Kim et al., 1998)가, 나팔나리는 GA<sub>4+7</sub>(Lin et al., 1975) 또는 GA<sub>3</sub>(Stimart et

**Table 2.** Effect of chilling treatment duration and plant growth regulators for hot water treatment on days to ex vitro sprouting of the bulblets obtained through in vitro culture of Korean native lilies.

Treatment <sup>z</sup>		Days to sprouting				
First	Second	<i>L. cernuum</i>	<i>L. hansonii</i>	<i>L. hansonii</i> for. <i>mutatum</i>	<i>L. leichtlinii</i>	<i>L. tsingtauense</i>
Control		<sup>y</sup>	-	-	-	-
CT4 wk	-	22.5 ± 1.6 <sup>x</sup>	-	-	47.5 ± 6.8	46.0 ± 3.8
	HWT	24.3 ± 1.9	-	-	31.4 ± 3.6	39.0 ± 5.7
	HWT + GA <sub>3</sub>	23.5 ± 2.7	-	-	32.3 ± 3.6	36.5 ± 0.4
	HWT + GA <sub>4+7</sub>	23.8 ± 1.6	16.2 ± 1.0	13.9 ± 0.5	14.9 ± 1.3	18.0 ± 2.5
CT8 wk	-	19.2 ± 0.8	17.6 ± 1.3	12.8 ± 0.8	20.2 ± 2.7	22.8 ± 2.4
	HWT	18.3 ± 0.6	15.5 ± 1.4	12.0 ± 0.8	18.0 ± 1.4	24.3 ± 1.0
	HWT + GA <sub>3</sub>	19.6 ± 0.7	18.4 ± 1.6	12.0 ± 0.5	20.4 ± 2.2	26.4 ± 3.3
	HWT + GA <sub>4+7</sub>	18.2 ± 0.7	10.8 ± 0.7	8.2 ± 0.4	15.3 ± 0.7	13.4 ± 1.5
HWT	-	28.3 ± 0.9	-	-	-	26.0 ± 1.2
	CT4 wk	20.5 ± 1.1	-	-	22.4 ± 1.7	20.3 ± 2.4
	CT8 wk	21.4 ± 0.8	14.9 ± 1.0	11.7 ± 0.6	18.1 ± 1.8	21.5 ± 2.9
HWT + GA <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-
	CT4 wk	24.5 ± 1.0	-	-	30.7 ± 4.0	38.6 ± 5.9
	CT8 wk	21.4 ± 0.8	15.0 ± 1.6	12.4 ± 1.2	18.3 ± 1.2	19.2 ± 1.4
HWT + GA <sub>4+7</sub>	-	27.2 ± 3.8	21.6 ± 0.8	22.8 ± 1.2	12.4 ± 1.1	17.7 ± 1.3
	CT4 wk	14.6 ± 0.7	13.5 ± 0.8	11.9 ± 0.8	12.8 ± 1.1	12.6 ± 0.6
	CT8 wk	14.8 ± 0.8	7.5 ± 0.8	3.9 ± 0.2	12.3 ± 0.6	11.3 ± 1.1

<sup>z</sup>Bulblets were chilled at 4°C for 4 or 8 weeks (CT 4 wk or CT 8 wk) and/or soaked for 2 hours in distilled water, GA<sub>3</sub> or GA<sub>4+7</sub> 100 mg·L<sup>-1</sup> solution of 35°C (HWT, HWT + GA<sub>3</sub>, or HWT + GA<sub>4+7</sub>, respectively). A dash, '-', means that no chilling or hot water treatment was applied to bulblets. Chilling treatment was prior to or followed hot water treatment.

<sup>y</sup>No bulblet was sprouted.

<sup>x</sup>Mean ± standard error (n = 20).

al., 1982)가, 아시아틱나리는 GA<sub>4</sub>(Takayama et al., 1993)가 효과적이었다. 본 연구에 사용된 자생나리 5종의 기내 소인경 휴면타파에는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리는 매우 효과적이었지만, GA<sub>3</sub> 효과는 거의 없었다. 자생나리의 절별 반응 특성을 보면, Martagon절에 속하는 섬말나리와 민섬말나리의 온탕 및 저온처리에 대한 맹아반응의 경향이 정도의 차이는 있었으나 유사하였고, Sinomartagon절에 속하는 솔나리와 중나리도 유사한 반응을 보였다. 하늘말나리는 같은 절의 섬말나리나 민섬말나리와 유사한 반응을 보이긴 했으나 맹아율이 조금 높은 경향을 보였다. 즉 솔나리와 중나리는 4주간의 저온처리나 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리를 받지 못하면 맹아하지 못한 반면, 섬말나리와 민섬말나리는 8주간의 저온처리나 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리를 받지 못하면 맹아를 전혀 하지 못한 것으로 보아 후자의 2종이 맹아를 위해 좀더 긴 저온처리를 요구한다는 것을 알 수 있었다. 하늘말나리는 두 유형의 중간 정도의 반응을 보였다. 또한 5종 모두 저온처리 없이 증류수나 GA<sub>3</sub> 용액에 온탕처리한 것은 맹아에 무효하다는 것을 보여주었다.

이상의 맹아율에 대한 연구 결과를 실용적 측면에서 정리 하면, 솔나리와 섬말나리는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리한 후에 8주간 저온처리를 병행함으로써 맹아율이 크게 향상되었고, 민섬말나리, 중나리, 하늘말나리는 저온처리 없이 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리만으로도 90%로 이상의 높은 맹아율을 나타내었다. 특히 중나리는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리한 후 4주간 저온처리를 병행하는 것이 가장 효과적인 휴면타파법이 될 것으로 생각된다.

Niimi(1995)는 기내에서 생산된 나리 소인경은 휴면을 하기 때문에 기내에서 수확 후 기외로 이식할 때에는 저온처리가 필수적이라고 하였다. 기내에서 생산된 소인경은 고농도의 GA<sub>3</sub>, 저농도의 당, 저온 등에 의해 휴면이 알아진다 (Stimart and Ascher, 1981; Takayama and Misawa, 1980)고 알려졌는데, 본 연구에서도 저온과 식물생장조절물질 모두 자생나리의 휴면타파에 영향을 주는 중요한 요인이었다. 특히 GA<sub>3</sub>보다는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리한 후 저온처리를 4-8주간 하는 것이 자생나리의 휴면타파에 매우 효과적임을 알 수 있었다.

맹아소요일수도 5종 모두 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리한 후 8주간 저

**Table 3.** Effect of chilling treatment duration and plant growth regulators for hot water treatment on fresh weight after ex vitro cultivation of the bulblets obtained through in vitro culture of Korean native lilies.

Treatment <sup>z</sup>		Bulblet fresh wt. (mg)				
First	Second	<i>L. cernuum</i>	<i>L. hansonii</i>	<i>L. hansonii</i> for. <i>mutatum</i>	<i>L. leichtlinii</i>	<i>L. tsingtauense</i>
Control		464.5 b-e <sup>y</sup>	485.0 cd	628.5 a-d	178.6 e	579.5 a-d
CT4 wk	-	318.0 e	507.0 cd	552.0 d	345.8 b-e	487.5 bcd
	HWT	406.5 cde	486.5 cd	605.0 bcd	463.2 a-e	572.5 a-d
	HWT + GA <sub>3</sub>	406.0 cde	525.5 cd	572.0 cd	598.9 abc	529.5 a-d
	HWT + GA <sub>4+7</sub>	405.0 cde	726.8 abc	857.9 a	661.6 ab	522.7 a-d
CT8 wk	-	388.0 cde	470.0 cd	677.5 a-d	476.1 a-e	404.0 d
	HWT	370.0 de	519.0 cd	673.0 a-d	578.3 a-d	578.5 a-d
	HWT + GA <sub>3</sub>	598.0 abc	465.5 d	657.0 a-d	483.0 a-e	584.0 a-d
	HWT + GA <sub>4+7</sub>	579.5 a-d	612.5 bed	659.5 a-d	536.6 a-e	599.5 a-d
HWT	-	455.5 cde	477.0 cd	588.0 cd	231.2 cde	450.5 cd
	CT4 wk	433.7 b-e	479.5 cd	691.1 abc	559.7 a-e	535.5 a-d
	CT8 wk	549.5 a-d	458.5 d	649.0 a-d	728.4 ab	606.0 a-d
HWT + GA <sub>3</sub>	-	458.5 b-e	488.5 cd	681.5 a-d	185.3 de	493.9 a-d
	CT4 wk	432.2 cde	464.5 d	630.5 a-d	472.9 a-e	540.5 a-d
	CT8 wk	668.0 ab	455.5 d	574.5 cd	572.1 a-e	708.5 ab
HWT + GA <sub>4+7</sub>	-	496.5 b-e	824.0 ab	840.0 ab	490.3 a-e	604.5 a-d
	CT4 wk	503.7 a-e	952.0 a	861.5 a	783.8 a	680.0 abc
	CT8 wk	708.5 a	647.0 b-d	594.4 cd	652.3 ab	728.0 a

<sup>z</sup>Bulblets were chilled at 4°C for 4 or 8 weeks (CT 4 wk or CT 8 wk) and/or soaked for 2 hours in distilled water, GA<sub>3</sub> or GA<sub>4+7</sub> 100 mg·L<sup>-1</sup> solution of 35°C (HWT, HWT + GA<sub>3</sub>, or HWT + GA<sub>4+7</sub>, respectively). A dash, '-', means that no chilling or hot water treatment was applied to bulblets. Chilling treatment was prior to or followed hot water treatment.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P* < 0.05.

온처리한 구에서 가장 짧았다(Table 2). 특히 민섬말나리의 맹아소요일수는 저온처리 없이 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리만 한 경우의 22.8일에 비해, GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 8주간 저온처리한 경우가 3.9일로 매우 효과적이었다. 또 중나리의 경우는 저온처리 없이 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리만으로도 맹아 촉진에 효과적임을 알 수 있었다. Kim et al.(2003)은 날개하늘나리와 섬말나리의 소인경은 온탕처리 시 GA<sub>4+7</sub> 첨가에 의해서 휴면타파 기간을 크게 단축되었다고 보고하였다. 반면, Lin et al.(1975)의 보고에서는 ABA가 저온처리 효과를 부분적으로 무효화하였다. 이처럼 저온처리, 온탕처리, GA 처리에 의한 나리 소인경의 휴면타파는 내생 억제물질이 감소되거나 ABA와 GA의 상대적인 균형의 변화, 즉 내생 GA의 함량이 증가되기 때문(Kim, 1999)이라고 할 수 있다.

### 소인경의 비대와 신초 출현

자생나리 5종의 정식 3개월 후 생체중은 모두 GA<sub>4+7</sub> 용액에서 온탕처리한 구에서 높게 나타났으나 종간의 차이가 있

었다(Table 3). 솔나리와 하늘말나리는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리한 후 8주간 저온처리한 구에서 생체중이 가장 컸으며, 섬말나리, 민섬말나리와 중나리는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 4주간 저온처리한 구에서 생체중이 가장 커서 구근비대에 효과적임을 알 수 있었다.

자생나리 5종의 구폭 역시 GA<sub>4+7</sub> 용액에서 온탕처리한 구에서 가장 컸으나 종간, 처리간의 차이가 있었다(Table 4). 솔나리와 하늘말나리는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리한 후 8주간 저온처리한 구에서 구폭의 증가가 가장 컸으며, 섬말나리, 민섬말나리와 중나리는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 4주간 저온처리한 구에서 구폭이 가장 컸다.

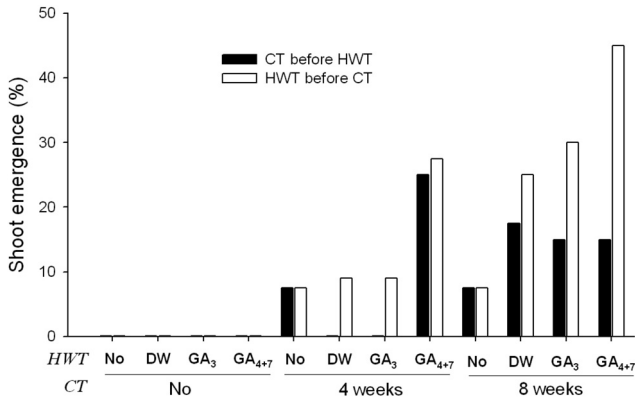
소인경의 비대는 앞에서 광합성을 하고 광합성 산물을 저장기관인 종구에 전분이나 당으로 축적함으로써 비대되기 때문에 소인경의 비대를 위한 최대한의 엽면적 확보와 잎의 왕성한 성장을 위한 소인경의 신초 출현은 필수적이다(Matsuo et al., 1982). 소인경의 맹아 형태는 신초 또는 인편엽으로 종간의 차이가 있었고(Kim, 1999), 구근의 비대에 커다란

**Table 4.** Effect of chilling treatment duration and plant growth regulators for hot water treatment on diameter of bulblets after ex vitro cultivation of the bulblets obtained through in vitro culture of Korean native lilies.

Treatment <sup>z</sup>		Bulblet diameter (mm)				
First	Second	<i>L. cernuum</i>	<i>L. hansonii</i>	<i>L. hansonii</i> for. <i>mutatum</i>	<i>L. leichtlinii</i>	<i>L. tsingtauense</i>
Control		8.4 a <sup>y</sup>	9.1 b	11.5 a	8.2 cd	12.7 abc
CT4 wk	-	8.1 a	10.0 b	11.5 a	9.0 a-d	10.9 bc
	HWT	8.8 a	9.7 b	11.7 a	10.3 a-d	12.1 abc
	HWT + GA <sub>3</sub>	8.4 a	10.0 b	10.5 a	11.6 ab	11.6 abc
	HWT + GA <sub>4+7</sub>	8.5 a	12.0 ab	12.6 a	11.8 ab	11.3 abc
CT8 wk	-	8.3 a	10.8 b	11.5 a	10.6 abc	9.8 c
	HWT	8.3 a	10.0 b	11.2 a	11.6 ab	11.9 abc
	HWT + GA <sub>3</sub>	9.7 a	9.8 b	11.9 a	10.7 abc	12.2 abc
	HWT + GA <sub>4+7</sub>	10.3 a	11.6 b	11.3 a	11.0 ab	12.3 abc
HWT	-	8.5 a	9.1 b	11.7 a	8.7 bcd	11.6 abc
	CT4 wk	9.1 a	10.9 b	12.0 a	11.2 ab	11.8 abc
	CT8 wk	9.4 a	10.4 b	11.5 a	11.9 ab	11.9 abc
HWT + GA <sub>3</sub>	-	8.3 a	8.8 b	11.4 a	7.8 d	11.9 abc
	CT4 wk	8.6 a	9.9 b	11.6 a	10.3 a-d	11.5 abc
	CT8 wk	9.9 a	10.0 b	11.1 a	11.1 ab	13.0 abc
HWT + GA <sub>4+7</sub>	-	8.9 a	12.2 ab	12.4 a	10.4 a-d	13.7 ab
	CT4 wk	10.0 a	14.0 a	13.0 a	12.2 a	13.6 ab
	CT8 wk	11.0 a	11.7 b	10.9 a	11.4 ab	14.7 a

<sup>z</sup>Bulblets were chilled at 4°C for 4 or 8 weeks (CT 4 wk or CT 8 wk) and/or soaked for 2 hours in distilled water, GA<sub>3</sub> or GA<sub>4+7</sub> 100 mg·L<sup>-1</sup> solution of 35°C (HWT, HWT + GA<sub>3</sub>, or HWT + GA<sub>4+7</sub>, respectively). A dash, '-', means that no chilling or hot water treatment was applied to bulblets. Chilling treatment was prior to or followed hot water treatment.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P* < 0.05.



**Fig. 1.** Effect of chilling treatment (CT) duration and plant growth regulators for hot water treatment (HWT) on shoot emergence from *Lilium cernuum* bulblets obtained through in vitro culture. Bulblets were chilled at 4°C for 4 or 8 weeks (CT) and/or soaked for 2 hours in distilled water (DW), GA<sub>3</sub> or GA<sub>4+7</sub> 100 mg·L<sup>-1</sup> solution of 35°C (HWT). 'No' means treatments without CT or HWT. CT was prior to (■) or followed (□) HWT.

영향을 미치며, 인편엽 형성 소인경보다 신초 출현 소인경에서 구근비대가 촉진되었으며, 이는 무엽 소인경에 비해 4 배 이상으로 촉진되었다(Choi, 1998). 본 연구에 사용된 자생나리 중 솔나리의 소인경에서 신초 출현이 뚜렷하였는데, GA<sub>4+7</sub> 온탕처리와 저온처리에서 효과적이었다. 특히 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 저온 8주 처리에서 신초 출현율이 가장 높게 나타났다(Fig. 1). 이는 'Casa Blanca'가 저온처리 기간이 길수록, 소인경의 크기가 클수록 신초 출현율이 높다고 한 Yae et al.(2001)의 보고와 일치하였다. 나팔나리에 있어서도 기내 소인경은 이식 전 45°C의 물에 1시간 침지하면 신초가 유도되었으며(Stimart et al., 1983), 10°C에서 4-5주간 저온처리하면 신초 출현이 증가하였고(Matsuo and Arisumi, 1979), 인편삼 전에 모구를 4°C에서 17주간 저온처리함으로써 소인경으로부터 신초 출현율이 증가하였다(Tsukamoto, 1971)는 보고들이 있었다.

반면, 본 연구에서 말나리, 민섬말나리, 하늘말나리 등의 말나리 계통에서는 신초의 출현이 없었다(data not shown). 소인경으로부터 신초의 출현은 내생의 성장조절물질 함량과 관계가 있는 것으로 보인다. Choi(1983)는 나팔나리의 경우, 인편번식 기간 중 자구의 출현율이 낮은 휴면구의 인편에서는 내생 성장억제물질이, 자연적으로 휴면이 타파되어 출현율이 높은 인편에서는 내생 성장촉진물질이 증가하였으며, 휴면구근에 저온, 고온, 온탕 등의 처리를 함으로써 모인편 내의 휴면타파에 관여하는 내생 성장조절물질의 증가에 크게 영향을 주었다고 보고하였다. 따라서 본 연구의 자생나리 5종의 경우 내생 성장조절물질의 함량도 신초 출현에 어느 정도 영향을 주었을 것이라 생각된다.

이상의 결과를 요약하면, 자생나리 기내 소인경의 휴면타

파제로는 GA<sub>3</sub>보다는 GA<sub>4+7</sub>이, 처리 순서는 온탕처리 후 저온처리한 것이 저온처리 후 온탕처리한 것보다 휴면타파와 구근비대에 효과적이었다. 기내 소인경의 맹아와 비대를 위해 가장 이상적인 휴면타파법을 종별로 정리하면, 섬말나리, 민섬말나리와 중나리의 경우에는 GA<sub>4+7</sub> 용액에서의 온탕처리 후 4주간의 저온처리였으며, 솔나리와 하늘말나리에서는 GA<sub>4+7</sub> 용액에서의 온탕처리 후 8주간의 저온처리였다. 다만 저온처리 기간에 따라 종별로 맹아 반응이 달랐기 때문에 처리기간을 좀더 세분화하여 실험을 할 필요가 있다고 생각된다.

## 초 록

본 연구에서는 관상가치가 높은 5종의 자생나리에 있어서 조직배양을 통해 획득한 소인경의 휴면타파 및 비대를 위한 저온 및 온탕처리 효과를 구명하기 위해 실시되었다. 솔나리(*L. cernuum*), 섬말나리(*L. hansonii*), 민섬말나리(*L. hansonii* for. *mutatum*), 중나리(*L. leichtlinii*), 하늘말나리(*L. tsingtauense*)의 소인경을 4°C에서 0, 4, 8주 저온처리하거나 35°C의 증류수 또는 100mg·L<sup>-1</sup>의 GA<sub>3</sub>와 GA<sub>4+7</sub> 용액으로 2시간 온탕처리를 하였는데, 저온과 온탕처리는 처리의 선후를 달리하면서 순차적으로 처리한 후 20°C의 유리온실에서 맹아 및 비대 양상을 조사하였다. 자생나리 5종 모두 기내 소인경은 모두 휴면에 돌입하여 저온 또는 온탕처리 없이는 맹아하지 않았다. 휴면타파를 위한 온탕처리에는 5종 모두 GA<sub>4+7</sub>이 55-96%까지 맹아를 유도한 반면, 증류수나 GA<sub>3</sub> 용액은 거의 효과가 없었다. 솔나리와 중나리는 4주간의 저온처리만으로도 50-70%의 맹아를 유도한 반면, 섬말나리, 민섬말나리의 맹아에는 8주간의 저온처리가 필요했다. 온탕과 저온의 연속처리는 맹아 유도에 상승효과를 주었는데, 솔나리와 섬말나리에서 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 4주 저온처리한 것이 역순의 처리보다 맹아를 35-45% 촉진시켰으며, 맹아소요일수도 3-9일까지 앞당겼다. 구근의 비대는 맹아가 촉진된 처리구에서 증가된 경향이였다. 신초는 솔나리에서만 출현하였는데, GA<sub>4+7</sub> 온탕처리와 저온처리에서 효과적이었으며, 특히 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 저온 8주 처리에서 신초 출현율이 가장 높게 나타났다. 이상의 결과를 종합할 때, 맹아 및 인경비대를 위해 가장 효과적인 휴면타파법은 섬말나리, 민섬말나리와 중나리의 경우에는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 4주 저온처리였고, 솔나리와 하늘말나리에서는 GA<sub>4+7</sub> 온탕처리 후 8주 저온처리구였다.

**추가 주요어 :** 휴면타파, 지베렐린, 백합, 신초 출현

## 인용문헌

- Choi, S.T. 1983. Effects of low temperature and 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, S.T. 1998. Cut-flower production of bulbous plants. Kor. J. Hort. Ind. Sci. 2:63-74.
- 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. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:930-933.
- 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.
- Kamerbeek, G.A., T.C.M. Beijersbergen, and P.K. Schenk. 1972. Dormancy in bulbs and corms. Proc. 18th Int. Hort. Congr. 5:233-239.
- 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.S. 1991. The effect of growth regulators, temperature and sucrose on the dormancy in *Lilium speciosum* bulblets cultured in vitro. Kor. J. Plant Tissue Culture 18:103-111.
- Kim, K.W. 1999. Control and manipulation of dormancy in *Lilium* bulblets regenerated in vitro. Proceedings of the First Joint Symposium between Hokkaido Univ. and Yeungnam Univ., Yeungnam Univ. Press, Korea p. 136-142.
- Kim, K.W. and A.A. De Hertogh. 1997. Tissue culture of ornamental flowering bulbs (geophytes). Hort. Rev. 18:87-169.
- 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 Hybrid bulblets. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:641-646.
- 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., S.Y. Moon, and S.J. Eum. 2003. Shortening dormancy breaking period by GA<sub>4+7</sub> addition in hot-water treatment of Korea native *Lilium* bulblets regenerated in vitro. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:744-747.
- Kim, K.W., J.H. Shin, J.D. Choi, and J.A. Kim. 2002. Difference between species of shoot emergence ability from lily bulblets regenerated in vitro. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:226-230.
- Lighty, R.W. 1969. The lilies of Korea. The Lily Year Book, Royal Hort. Soc., London.
- Lin, W.C., H.F. Willins, and M. Angell. 1975. Exogenous gibberellins and abscisic acid effects on growth and development of *Lilium longiflorum*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:9-16.
- 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., K. Arisumi, and H. Kawashima. 1982. Cultural practices influencing premature daughter leaf and/or shoot emergence in scale-propagated Easter lily. HortScience 17:196-198.
- Niimi, Y., Y. Endo, and E. Arisaka. 1988. Effect of chilling and GA<sub>3</sub> treatments on breaking dormancy in *Lilium rubellum* Baker bulblets cultures in vitro. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 57:250-257.
- Park, K.I., J.D. Choi, M.S. Byun, J.J. Choi, K.H. Kwon, and K.W. Kim. 2000. Introduction and proliferation of callus in *Lilium* Oriental Hybrids in vitro. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:297-300.
- Stimart, D.P. and P.D. Ascher. 1981. 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., P.D. Ascher, and H.F. Wilkins. 1982. Overcoming dormancy in *Lilium longiflorum* bulblets produced in tissue culture. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:101-107.
- 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.
- Takayama, S. and M. Misawa. 1980. Differentiation in *Lilium* bulb scales grown in vitro. Effect of activated charcoal, physiological age of bulbs and sucrose concentrations on differentiation and scale leaf formation in vitro. Physiol. Plant 48:121-125.
- Takayama, T., T. Toyomasu, H. Tamane, 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. Jpn. Soc. Hort. Sci. 62:189-196.
- Tsukamoto, Y. 1971. Change of endogenous growth substances in Easter lily as affected by cooling. Acta Hort. 23:75-81.
- Woo, J.H., Y.Y. Han, Y.G. Sim, H.S. Lee, K.B. Choi, J.D. Choi, and K.W. Kim. 2000. Effect of growth regulators and culture method on shoot formation from microscale in *Lilium* Oriental Hybrids 'Casa Blanca'. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:297-300.
- Yae, B.W., B.H. Han, and D.H. Goo. 2001. Dormancy breaking and in vitro growth of in vitro bulblets in *Lilium* Oriental hybrid 'Casa Blanca'. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:99-102.