

반하의 재배환경에 따른 생육 및 수량**

김영진 · 박문수 · 박호기 · 김 선 · 김태수 · 장영선*

Cultural Environments on Growth and Tuberlet Yield of *Pinellia ternata*(Thunb.) Breit.

Young Jin Kim, Moon Soo Park, Ho Ki Park,
Sun Kim, Tai Soo Kim and Young Sun Chang*

ABSTRACT : This study was conducted to find out environment conditions in order to increase of growth and yield of tuberlets in *Pinellia ternata*(Thunb.) Breit.

The optimal temperature conditions for the growth of tuberlets were good rather temperature fluctuations than constant one and the optimal photoperiod was a 6hr-photoperiod. The growth of tuberlets to the kinds and concentration of growth regulators was good for 0.1ppm 2.4-D, 10ppm kinetin and 50ppm gibberellin treatment. In colchicine soaking treatment, the growth of tuberlets was bad, but bulblets formation was good for 0.05% colchicine treatment for 48hr.-soaking. In colchicine dropping treatment, dry tuber yield was good for 0.1% colchicine treatment with once dropping for one day.

Key words : *Pinellia ternata*, tuberlets, environment conditions, 2.4-D, kinetin, gibberellin, colchicine.

반하(半夏, *Pinellia ternata* Breit.)는 천남성과(天南星科)에 속하는 자웅동주의 다년생 초본류로서 전국의 산야에 자생하고 있으며, 실생번식율이 낮고 영양번식기관으로서 줄기에 착생되는 자구와 엽병 부위에서 형성되는 육아로 번식하는데 번식율이 극히 저조하다. 반하의 유효성분으로는 알칼로이드 물질인 ephedrine과 choline으로 알려져 있고 정유와 homogentic acid등을 함유하고 있어 거담, 진해, 두통, 진토 등에 효과가 큰 생약제로서 소비가 급증하고 있는데 우리나라에서는 서산, 태

안지방의 생강밭에 자생하고 있는 것을 일부 채취하여 이용하고 있다. 그러나 최근에는 제조제 사용에 의하여 반하가 거의 소멸되어 가고 있고, 특히 농촌 노동력의 부족으로 채취량이 감소되어 국내 수요를 충당하기에는 생산량이 크게 부족한 실정이다.

최 등³⁾은 반하의 조직배양을 통한 소피경 대량생산체계를 확립하고, 아울러 생육기간의 단축을 위한 기내 피경 비대조건등을 구명하기 위한 일련의 시험을 수행한 바 있다. 그런데 기내 피경 대량 생

* 호남농업시험장 (National Honam Agricultural Experiment Station, RDA, Iksan, 570-080, Korea)
** 본 연구는 1995년도 과학기술처 선도기술개발과제 (G7) 연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부분임.

산을 통해 나온 소피경을 식물 공장에서 대규모로 재배하기 위한 환경조건에 관한 연구가 반하에 대해서는 거의 찾아 볼 수 없고 피경 식물인 감자의 경우 일부 수행 되어 왔는데, 일반적으로 감자는 단일 조건³⁾과 야간의 저온⁴⁾이 피경 형성에 효과가 있다고 보고되고 있다. Wheeler 등¹¹⁾에 의하면 12시간 일장에서 20℃ 전후의 온도가 피경물질 생산에 미치는 영향이 가장 크다고 하였으며, Bennett 등⁷⁾은 12시간 일장에서 주야간 온도가 22/14℃로 변온인 것이 18℃ 항온상태에서 보다 피경형성이 좋았다고 보고 하였고, Benoit 등²⁾도 주야간 변온처리가 감자의 피경형성에는 필수적이라고 하였다. 그리고 Weixing 등¹⁰⁾은 일장이 지상부나 지하부의 건물중에 큰 영향을 끼치지 않았으나 피경의 형성에는 영향을 끼치며, 24시간 일장의 경우 피경의 형성은 가장 빨랐으나 피경의 비대는 가장 느리게 이루어 졌다고 하였다. 또한 Hatano 등⁶⁾은 반하에서 항온 조건에서는 25℃가 피경 형성에 가장 좋았다고 보고 하였으며 성장조절제가 피경형성에 미치는 영향에 대해서는 Menzel⁸⁾이 감자에 gibberellin 100ppm을 처리 했을때 주야간 22/18℃의 변온에서 줄기의 신장을 초래 했으나 피경의 건물중은 대조구에 비해 적은 경향이었다고 보고 하였다. 따라서 본 연구에서는 기내에서 대량생산된 소피경을 상품성 있는 반하로 연중 생산할 수 있는 식물공장화 재배를 위한 환경조건등을 검토한 바 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

공시 대상식물은 서산, 제주도 및 울릉도 지역에서 자생하고 있는 반하를 수집하여 호남농업시험장 약용 식물 재배포장에서 생육시키면서 기내배양 하였으며 반하 식물공장화 재배를 위한 최적 환경조건 구명에 사용한 공시재료는 기내에서 생산한 반하 0.6~0.8cm의 소피경을 온실에서 '94년 11월에서 '95년 2월까지 지중 매설한 다음 3월24일에 파종하였으며, 반하의 특성상 출현시기 및 생육이 불균일하기 때문에 온도 및 일장 반응에서는 파종 40일 후에 각 처리당 생육이 일정한 개체들만을 골라내어 Pot에 이식하였고 성장조절제 반응에서

는 생육이 일정한 종구를 골라내어 4월 26일 처리하였다. 시험은 5.3×5.3×6.2cm의 사각 Pot에 발흙(대곡통)과 완숙된 퇴비를 1:1의 비율로 혼합한 상토를 사용하였다.

온도반응을 보기 위하여 온도별 처리는 25℃ 항온기, 호남농업시험장 시험포장(익산시소재)과 무가온 온실 및 호남농업시험장 운봉출장소 시험포장(남원 운봉 소재, 표고 450m)에서 생육시켜 비교 검토하였다.

일장반응을 보기 위하여 일장시간을 1일 6시간, 12시간, 24시간과 자연광으로 구분하여 처리하였으며 인공광으로는 60W 백열전구에 타이머를 부착하여 자동으로 일장시간을 조절하였다. 또한 온도 상승을 방지하기 위하여 통풍이 가능한 이중 차광 비닐로 제작한 차광상자를 제작하여 사용하였다.

성장조절제 반응을 보기 위하여 반하 소피경을 상토에 파종한 다음 고른 생장을 나타내는 개체들을 골라 유묘시기에 2,4-D와 kinetin의 농도를 0.1, 1.0, 10ppm으로 하고, gibberellin은 10, 50, 100ppm으로 조절하여 스프레이를 이용하여 반하의 줄기와 잎에 1회 처리하였다. 한편 콜히친 처리는 침지법과 적하법으로 나누어 실시하였는데, 침지법은 파종전에 콜히친 농도가 0.05%와 0.1%인 수용액에 소피경을 24시간, 36시간, 48시간 동안 침지한 다음 파종하였고 대조구는 물에 48시간 침지한 후 파종하였다. 적하처리는 이식 30일 후에 콜히친 0.05%와 0.1% 수용액을 반하의 성장점에 피펫을 사용하여 1일, 3일, 5일 동안 매일 1회씩 점적처리를 하여 주었다.

생육조사는 생육이 가장 왕성한 6월 1일에 초장, 총엽수 및 고사엽수를 조사하였으며, 반하는 7월 25일에 수확하여 지구수, 생체중 및 건물중을 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 피경형성에 대한 온도반응

반하의 피경 비대 및 형성에 미치는 최적 온도조건을 찾기 위하여 25℃ 항온기, 익산의 유리온실, 그리고, 익산과 운봉의 자연조건하에서 재배하였다. 일사량이 상대적으로 적은 25℃ 항온기에서 생

장한 반하는 지상부가 크게 도장하는 경향을 나타냈으며, 1차 생육 정지시기(반하의 생리적 하고기)도 6월 초순으로 가장 빨리 찾아왔으며 6월 중순부터 생육이 즉시 회복되어 번무하는 경향이었으나, 괴경의 형성에는 크게 도움을 주지 않았다. 물질생산은 익산의 노지에서 자란것이 4.1g/pot로 가장 많았고, 익산의 노지보다 약간 높은 온도인 무가온 유리온실과 낮은 온도인 운봉노지의 생산량은 거의 같았다(표 1).

Table 1. Effect of growth temperature on the growth and tuberization of *Pinellia ternata*

Plant growth	Growth place			
	Growth chamber (25℃)	Iksan glass house	Iksan open field	Unbong open field
Plant height (cm)	10.7	5.8	4.6	4.4
No. of leaves/plant	2.7	2.5	1.7	1.3
No. of dead leaves/plant	0.4	0.8	1.0	0.8
No. of bulblets/plant	2.9	2.1	3.4	3.1
Fresh tuber yield (g/pot)	5.9	6.3	6.5	5.8
Dry tuber yield (")	3.5	3.7	4.1	3.6

따라서 반하의 괴경 비대 및 형성을 높이기 위해서는 항온보다는 변온이 좋으며 운봉과 같은 중산간지(해발 450m)보다는 평야지가 좋을 것으로 판단된다. 이같은 결과는 감자에서 야간의 저온이 괴경 형성에 유리하며⁹⁾, 주야간 온도도 32/18℃ 보다는 22/18℃가 물질생산에 좋다는 결과⁸⁾와도 일치하고 있다. 따라서 주간에 온도가 너무 높이 올라가는 유리온실에서의 재배시에는 차광막을 설치한다면 단일조건과 주간의 최고온도 강하효과를 가져와 반하의 괴경 비대 및 형성에 유리하게 작용할 수 있을 것으로 추측된다.

2. 괴경형성에 대한 일장반응

반하 괴경 비대 및 형성에 미치는 일장반응을 알아보기 위하여 일장처리를 검토한 결과, 6시간 단일조건에서 자구수를 비롯한 괴경중은 가장 좋은

결과를 나타내고 있어 감자의 괴경형성에 미치는 단일의 효과와도 일치하고 있다⁴⁾. 그러나 6시간 단일처리에서 초장이 11.4cm로 도장한 것은 차광막을 씌움으로서 내부온도가 상승했던 것에서도 한 요인을 찾을 수 있다. 그러나 24시간 일장에서는 초장과 잎수가 많아 과번무 하였으나 지하부 괴경 비대 및 형성에 큰 도움을 주지 못한 것을 볼 수 있다(표 2).

Table 2. Plant growth and tuberization of *Pinellia ternata* grown under four photoperiod conditions

Plant growth	Day length (light/dark)			
	NP*	6/18hr	12/12hr	24/0hr
Plant height (cm)	4.9	11.4	4.5	13.1
No. of leaves/plant	1.2	3.5	1.4	3.8
No. of dead leaves/plant	1.0	0.8	0.3	0.8
No. of bulblets/plant	1.3	4.7	1.5	3.1
Fresh tuber yield (g/pot)	2.5	7.7	2.1	7.0
Dry tuber yield (")	1.1	2.3	0.9	1.3

* NP : natural photoperiod during growth periods in Iksan.

이는 24시간 조명처리를 위해 야간에는 차광막을 씌우고 내부에 60W 백열등을 켜 두었기 때문에 야간의 기온이 상승하여 감자의 경우에서 처럼 지상부의 동화산물이 지하부로 축적되지 못하고 호흡에너지로 다량 소비되어 버렸기 때문인 것으로 해석된다.

3. 괴경형성에 대한 생장조절제 반응

반하의 괴경 비대 및 형성에 미치는 생장조절제의 영향을 알아보기 위하여 기내 배양에서 나온 종구를 휴면 타파시켜 3월 24일에 무가온 온실내의 pot에 파종하여 생육이 일정한 종구만을 골라 4월 26일 생장조절제 처리를 하였다.

파종한 종구는 4월 15일 경부터 출현하기 시작하여 생장하다가 6월 중순경부터 생리적인 1차 생장 억제 시기를 거치면서 잎이 고사되기 시작하였다. 그리고 7월 초순부터 신생엽이 나오기 시작하여

7월 중순부터는 완전히 생육을 회복하고 2차 생장을 시작하였다.

전체 처리구에서 반하의 생장 및 괴경 형성이 대조구에 비해 양호한 결과를 보이고 있는데, 2,4-D 0.1ppm에서 종구의 생산량이 가장 많았고 자구수는 10ppm에서 3.5개로 가장 많았는데 이는 높은 2,4-D 농도로 인해 생육은 억제되지만 불량환경속에서 자손을 증식시키기 위한 방편으로 해석된다. 그리고 전체 처리중 2,4-D 처리에서 1차 생장억제시기(반하의 생리적 하고현상기)를 가장 심하게 겪었으며 6월 말에는 거의 전 개체가 고사되었다가 7월 부터 종구로부터 싹이 나오기 시작한 것을 관찰할 수 있었다. Kinetin은 10ppm에서 초장 6.

5cm, 자구수 2.6개 그리고, 종구건물 수량도 3.7g/pot로 가장 양호한 생육을 나타내었다. 그리고 kinetin 처리구에서 1차 생장억제시기에 개체의 고사율이 가장 적었다. gibberellin처리에서는 지상부 생장이 대체로 양호했는데 50ppm에서 초장 및 종구 수량이 가장 많았고 자구수는 10ppm에서 3.6개로 가장 많았다. 이같은 결과는 Menzel[®]이 감자의 괴경형성에 gibberellin이 나쁜 영향을 초래하였다는 보고와는 다른 결과를 보이고 있다. 그는 감자에 gibberellin 100ppm을 처리했을때 주야간 22/18℃의 변온에서 줄기의 신장을 초래했으나 괴경의 건물중은 대조구에 비해 적은 경향이었다고 보고하였다.

Table 3. Effect of growth regulators on the growth and tuberization of *Pinellia ternata*

Plant growth	CH*	2,4-D (ppm)			Kinetin (ppm)			Gibberellin (ppm)		
		0.1	1	10	0.1	1	10	10	50	100
Plant height (cm)	6.5	5.4	5.8	5.5	5.0	4.9	6.5	4.5	6.9	6.8
No. of leaves/plant	2.4	2.0	1.6	1.1	2.5	2.4	2.3	2.3	2.4	2.4
No. of dead leaves/plant	0.4	0.1	1.2	1.6	0.4	0.4	0.5	0.9	0.7	0.7
No. of bulblets/plant	1.8	2.6	2.3	3.5	1.6	2.2	2.6	3.6	2.7	2.4
Fresh tuber yield (g/pot)	6.5	8.6	7.9	8.1	8.3	8.8	9.7	9.3	10.8	9.5
Dry tuber yield (")	2.3	3.2	2.9	3.1	3.3	3.4	3.7	3.4	3.8	3.0

* CH : check

4. 괴경형성에 대한 콜히친 반응

가. 침지처리

반하의 배숙체 유기를 통한 괴경 비대효과를 살펴 보고자 콜히친 처리를 하였는데, 반하 괴경의 파종전에 처리한 콜히친 침지처리구는 전체 처리구에서 대조구보다 생장이 더디고 고사한 개체가 많았으며 괴경의 건물생산량도 적었다. 생육상황을 살펴보면 콜히친의 농도와 침지시간이 많을수록 반하의 경태가 두꺼워 지고 일부 잎이 두텁고 뒤틀리는 기형을 보였으며 뿌리의 생장도 끝이 뭉툭해지는 장애를 받고 있음을 관찰할 수 있었다. 그러나 콜히친 0.05%에 48시간 동안 종구를 침지 처리한 구에서는 자구가 3.5개로 가장 많이 맺히는 것이 특이한 현상으로 관찰되었다.

72시간의 침지처리에서는 생육 장애가 심하였으며 콜히친 0.1% 농도에서는 거의 전 개체에서 배수체의 형태적인 특성을 나타내고 있었으나 괴경의 생육은 부진하였다.

나. 적하처리

3월 24일에 파종한 종구중에서 고른 생장을 나타내는 개체만을 따로 골라내어 파종후 1개월 후에 유묘의 생장점에 콜히친을 적하처리한 결과를 살펴보면 전체 처리구에서 대조구 보다 지상부 생육은 좋았으나 괴경의 건물생산량은 적은 경향이었다. 콜히친 0.05%에서는 5일동안 매일 한번씩 적하처리한 구에서 초장, 괴경중 및 자구수가 가장 많았고 1일 처리구에서 가장 적었다. 반면 콜히친 0.1%에서는 적하처리기간이 짧을 수록 초장과 괴경중이 높았다.

Table 4. Effect of colchicine soaking treatment on the growth and tuberization of *Pinellia ternata*

Plant growth	WS*	Colchicine 0.05%			Colchicine 0.1%		
		24hr	48hr	72hr	24hr	48hr	72hr
Plant height (cm)	3.4	3.5	3.7	3.0	3.6	3.7	3.5
No. of leaves/plant	1.8	1.9	2.2	0.9	1.7	1.7	0.9
No. of dead leaves/plant	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1
No. of bulblets/plant	2.6	3.1	3.5	2.1	2.1	2.5	1.8
Diameter of stem (mm)	1.3	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	1.5
Fresh tuber yield (g/pot)	4.7	4.8	4.6	3.1	4.1	3.9	3.0
Dry tuber yield (")	2.4	2.3	2.2	1.4	2.1	2.0	1.3

* WS : water soaking for 48hr.

Table 5. Effect of colchicine dropping treatment on the growth and tuberization of *Pinellia ternata*

Plant growth	CH	Colchicine 0.05%			Colchicine 0.1%		
		1day*	3days	5days	1day	3days	5days
Plant height (cm)	2.5	3.3	3.9	4.0	5.2	5.0	3.5
No. of leaves/plant	1.6	1.5	2.0	1.7	2.2	2.5	1.8
No. of dead leaves/plant	0.4	0.2	0.2	0.5	1.0	1.0	1.3
No. of bulblets/plant	2.9	2.0	3.5	3.8	2.4	2.2	2.0
Fresh tuber yield (g/pot)	7.4	2.6	4.5	5.8	7.2	7.1	5.0
Dry tuber yield (")	2.5	1.6	2.1	2.3	2.7	2.4	2.2

* Once dropping treatment every day morning.

적 요

기내에서 직접 대량 생산하여 생산된 반하 소피경을 인공재배할 수 있는 온도, 일장 및 성장조절제 반응 등을 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 반하 생육에 알맞은 온도 조건은 항온보다는 변온에서 좋았다.

2. 일장 조건은 6시간/일 단일 조건에서 피경, 물질생산 및 자구생산에 유리하였다.

3. 반하피경의 수량은 2.4-D 0.1ppm, Kinetin 10ppm 및 gibberellin 50ppm에서 양호하였다.

4. 반하의 자구 형성은 2.4-D 10ppm 과 gibberellin 10ppm에서 좋았다.

5. 콜히친 침지처리는 반하의 생육억제 효과를 나타냈으나 자구의 형성에는 콜히친 0.05%에서 48시간 침지처리 하였을 때 가장 좋았다.

6. 콜히친 적하처리에서는 콜히친 0.1%에서 1일 1회 적하처리할 때 피경건물 생산량이 가장 높았고 자구형성은 콜히친 0.05%에서 매일 1회씩 5일간 적하처리할 때 가장 좋았다.

인용문헌

- Bennett, S. M., T. W. Tibbitts and W. Cao. 1991. Temperature fluctuation effects on potatoes grown with 12hr photoperiods. Amer. Potato J. 68 : 81 - 86.
- Benoit, G. R., W. J. Grant and O. J. Devine. 1986. Potato top growth as influenced by day-night temperature differences Agron. J. 78 : 264 - 269.
- 崔定植, 羅義植. 1986. 組織培養에 의한半夏

- (*Pinellia ternata* (Thunb.) Breit.) 의 大量 增殖에 관한 研究. 韓作誌 31(1) : 30-42.
4. Forsline P. L. and A. R. Langille. 1975. Endogenous cytokinins in *Solanum tuberosum* as influenced by photoperiod and temperature. *Plant Physiol.* 34 : 75-77.
 5. Gregory, L. E. 1956. Some factors for tuberization in the potato plant. *Am. J. Bot.* 43 : 281-288.
 6. Hatano, K., Y. Shoyama and I. Nishioka. 1991. Cultivation studies on clonally propagated *Pinellia ternata*. *Shoyakugaku Zasshi.* 45(3) : 203-205.
 7. 김현순, 전재용, 박세원, 정 혁. 1992. 밤낮의 변온처리가 감자의 기내 소과 경 형성에 미치는 영향. *한원지* 33(6) : 432-437.
 8. Menzel, C. M. 1980. Tuberization in potato at high temperatures : Responses to Gibberellin and growth inhibitors. *Ann. Bot.* 46 : 259-265.
 9. Slater, J. W. 1968. The effect of night temperature on the tuber initiation of the potato. *Eur. Potato J.* 11 : 14-32.
 10. Weixing C. and T. W. Tibbitts. 1992. Temperature cycling periods affect growth and tuberization in potatoes under continuous irradiation. *Hortsci.* 27(4) : 344-345.
 11. Wheeler, R. M., K. L. Steffen, T. W. Tibbitts and J. W. Palta. 1986. Utilization of potatoes for life support systems. II. The effects of temperature under 24-h and 12-h photoperiods. *Amer. Potato J.* 63 : 639-647.