

PLANT & FOREST

Growth and flowering as affected by tuber hardness, GA₃ concentrations and treatment duration in Calla (*Zantedeschia*)

Chun-Woo Nam^{1*}, Dong-Lim Yoo², Su-Jeong Kim², Jong-Teak Suh², Kee Yoeup Peak³, Se Woong An¹, Hee Chun¹

¹National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, WanJu 55365, Korea

²National Institute of Crop Science, Highland Agriculture Research center, RDA, PyongChang 25342, Korea

³Chungbuk Research Center for the Development of Advanced Horticultural Technology, Chungbuk National University, CheongJu 28644, Korea

*Corresponding author: cwsky@korea.kr

Abstract

This experiment was carried out to determine optimal culture conditions for the production of cut flowers and tubers of Calla (*Zantedeschia* 'Black Magic') in highlands. To achieve the research purpose, growth of 'Black Magic' Calla influenced by tuber hardness (3.3 and 6.0 kg/cm²), GA₃ concentration (0, 100 and 200mg L⁻¹), duration of GA₃ treatment (24 hr, 12 hr and 30min before planting) were investigated. When tubers have high hardness, those were not severely injured by soft rot disease regardless of GA₃ concentrations and treatment durations. Tubers with low tuber hardness showed more than 90% of soft rot occurrence when treated with 200mg L⁻¹ GA₃ for 24 hrs before planting. However, soft rot did not occur when tubers were treated with 200mg L⁻¹ GA₃ for 12 hrs before planting. In conclusion, GA₃ treatment results showed soft rot occurrence statistically significant degree in accordance with the bulbs hardness. In addition, the yield of the cut flowers is the result received the greatest effect in accordance with the bulbs in size and appeared to not be determined in accordance with the GA₃ treatment concentration and hardness bulbs. To obtain flowers without soft rot symptom, tubers (as 6.0 kg/cm²) should be completely dried after GA₃ treatment.

Keywords: growth regulators, highland, tuber, *zantedeschia*

Introduction

칼라는 천남성과(Araceae) 구근식물로 꽃과 잎이 아름다워 고급 화훼로 이용되어 유망한 화훼로 소개되었으나(Welsh, 1986) 구근비용에 비하여 절화수량이 적기 때문에 경제성을 맞추기 어려운 실정이다. 이에 따라 칼라의 절화 수량을 증가시키기 위하여 GA 처리 연구가 수행되어왔으나(Corr and RE Widmer, 1987; Funnell and Go, 1993), 연구결과 대체로 수량이 증가되면 품질이 떨어지는 문제가 있어서 실용적이지 못한 실정이다. 또한 여름철 고온



 OPEN ACCESS

Citation: Nam CW, Yoo DL, Kim SJ, Suh JT, Kee Yoeup Peak, An SW, Chun H. 2016. Growth and flowering as affected by tuber hardness, GA₃ concentrations and treatment duration in Calla (*Zantedeschia*). Korean Journal of Agricultural Science 43:28-32.

DOI: <http://dx.doi.org/10.7744/kjoas.20160004>

Editor: Geung-Joo Lee, Chungnam National University, Korea

Received: September 20, 2015

Revised: December 1, 2015

Accepted: March 20, 2016

Copyright: ©2016 Korean Journal of Agricultural Science.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution Non-Commercial License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에 의한 무름병 피해가 심하기 때문에(Mori et al., 1999) 정식시의 구근경도, 생장조절제의 처리농도 및 처리시간에 따라 무름병 발생정도와 개화수량이 달라진다. 그 동안 GA 처리는 대부분 순간침지나 30분 이하의 처리를 하였는데(Choi et al., 2007; Funnell and Go, 1993) 침지시간을 늘이면 침지효과가 보다 균일할 것이라고 예상된다.

따라서 본 연구는 구근경도, GA농도 및 처리시간에 따른 칼라의 생육 및 개화특성 구명을 위하여 수행하였다.

Materials and Methods

유색칼라 'Black Magic' 품종을 이용하여 구근경도(저경도 3.3 kg/cm², 고경도 6.0 kg/cm², 경도: 반복당 10개 3반복 평균), GA₃ 처리농도(0, 100, 200 mg L⁻¹), GA₃ 처리시점(정식 24시간 전, 12시간 전, 30분 전)을 각각 달리하여 30분간 침지하여 건조시킨 후 6월 26일에 30×20 cm 간격으로 정식하였다. 정식 후에 50% 차광망을 비가림하우스 위에 씌웠고 관수는 점적관수로 하였다. 기비는 10a당 퇴비 2 MT, 석회 10 kg, N-P-K (10-20-10 kg), pH 6.0인 포장에서 실험하였다. 구근조사는 수확시기별로 9월 20일, 10월 10일, 10월 30일 수확하여 햇빛에 말린 다음 잎줄기와 구근이 분리되었을 때 조사하였다. 실험에 이용한 정식전의 구소질은 2가지로 나누어서 저경도(3.3 kg/cm²)의 구근은 구경 3.5 cm, 구고 1.3 cm, 구중 16.5 g 이었고 고경도(6.0 kg/cm²)의 구근은 구경 4.0 cm, 구고 1.4 cm, 구중 22.5 g의 구근을 이용하였다. 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

Results and Discussion

고경도 구근(6.0 kg/cm²)의 생육특성으로 초장은 정식 24시간 전 GA₃ 200 mg L⁻¹침지처리구에서 78.5 cm 로 가장 낮았고 다른 처리구에서는 86.4-81.9 cm으로 큰 차이가 없는 것으로 조사되었다(Table 1). GA₃처리에 따른 엽수는 통계적 유의차는 없었다.

Table 1. Growth and cut flower characteristics of *Zantedeschia* cv. Black Magic (6.0 kg/cm² of tuber hardness) as affected by concentrations and treatment times of GA₃ in highland after 120 days of treatment.

Concentration GA ₃ and dipping time ^y (mg L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of leaves	Length of cut flower (cm)	Weight of cut flower (g)	flower stalk diam. (mm)	
Untreated	86.4a ^z	9.5a	91.0a	90.7a	16.3a	
GA ₃ 100	24 hr	84.7a	8.7a	82.4b	61.3b	13.6b
	12 hr	84.3a	10.9a	78.1b	58.1b	12.8b
	30 min	81.9a	13.2a	79.4b	60.4b	13.6b
GA ₃ 200	24 hr	78.5b	9.1a	73.4c	47.7c	10.9c
	12 hr	83.9a	10.2a	82.9b	61.9b	13.3b
	30 min	86.3a	11.5a	83.1b	64.8b	14.0b
DMRT p≤0.05 or 0.01 ^z	*	ns	*	**	**	

^yGA₃+24 hr: dipping of 24 hr before planting, GA₃+12 hr: dipping of 12 hr before planting, GA₃ 100+30 min: dipping of 30 min. before planting.

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test (p≤0.05).

절화장, 절화중, 화경경은 초장과 같은 경향으로 GA₃을 침지하면 생장량은 감소하나 절화수량이 증가하는 경향이였다. 일반적으로는 GA₃처리를 하면 엽면적, 엽수가 줄어든다고 보고(Funnell and Mackay., 1987)된 바 있는데, Choi et al. (2005)은 GA₃침지농도와 시간에 따라 생장차이가 없거나 오히려 일부 GA₃처리에서

초장이 길게 나타났다고 보고하는 등 본 실험과 상반된 결과를 보였다. 이러한 결과는 평탄지와 고랭지의 환경 차이가 있을 수 있는데 추후 보다 심도 있는 비교검토가 있어야 할 것으로 생각되었다.

저경도 구근(3.3 kg/cm²)의 생육반응으로 초장은 무처리와 정식 30분전 GA₃ 100 mg L⁻¹ 침지구에서 79.5–82.0으로 가장 길었고 그 나머지는 차이가 없었다(Table 2). 절화장, 절화중, 화경경은 GA₃을 침지하면 생장량은 감소하나 수량이 증가하였는데 이 결과는 초장과 같은 경향이였다(Table 1, 2). 구근류는 일반적으로 구근크기에 따라 생장량이 결정된다고 알려져 있다(Funnel, 1993). 본 시험에서도 유사한 경향으로 나타났으며 구경이 각각 4.0, 3.5 cm로서 결국은 구근직경이 큰 것이 생장량이 많은 것으로 조사되었다(Table 1, 2). 고경도 구근(6 kg/cm²)과 저경도 구근(3 kg/cm²)의 생육차이는 구근 크기가 달라서 직접 비교하는 것은 문제가 있으나 구근경도에 따른 생장차이는 없는 것으로 생각되었다.

Table 2. Growth and cut flower characteristics of *Zantedeschia* cv. Black Magic (3.3 kg/cm² of tuber hardness) as affected by concentrations and treatment times of GA₃ in highland after 120 days of treatment.

Concentration GA ₃ and dipping time ^y (mg L ⁻¹)	Plant height (cm)	No. of leaves	Length of cut flower (cm)	Weight of cut flower (g)	Stem diameter (mm)	
Untreated	79.5a ^z	7.7a	75.8a	53.8a	17.3a	
GA ₃ 100	24 hr	68.5b	7.2a	55.7a	33.8ab	11.5ab
	12 hr	60.6b	7.5a	54.9a	30.6b	11.4ab
	30 min	82.0a	7.6a	78.5a	53.3b	12.7ab
GA ₃ 200	24 hr	70.3b	8.0a	53.4a	24.2b	10.1b
	12 hr	65.3b	7.7a	58.9a	28.9ab	10.9ab
	30 min	70.2b	7.8a	52.9a	32.6ab	11.2ab
DMRT p≤0.05 or 0.01 ^y	*	ns	ns	**	**	

^yGA₃+24 hr: dipping of 24 hr before planting, GA₃+12 hr: dipping of 12 hr before planting, GA₃ 100+30 min: dipping of 30 min. before planting.

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test (p≤0.05).

고경도 구근의 주당 절화수량은 무처리 2.1개 보다 정식 24시간 전 GA₃ 200 mg L⁻¹ 침지에서 5.6개로 가장 많았고, 다른 처리구는 4개 내외로서 대체로 GA₃처리농도와 처리시기에 비례하는 경향이였다(Table 3). 이러한 결과는 GA₃를 16시간 침지하여 처리농도와 침지시간에 따라 개화수가 증가하고 24시간 이상 장시간 침지할 경우 유의성이 인정 되었다는 Brooking and Cohen (2002)의 연구결과와 유사하였으나 GA₃침지시간에 따른 개화수량의 차이가 크지 않았다는 보고(Funnell et al., 1991; Choi et al., 2005)와는 다르게 나타났다(Table 3).

저경도 구근의 절화수량은 무처리구 1.0개보다 GA₃ 100, 200 mg L⁻¹의 모든 처리에서 3–4개로 유의하게 많았으나 GA₃처리구 내에서는 유의차는 인정되지 않았다(Table 3). 구근경도에 따른 수량을 비교하면 대체적으로 고경도 구근에서 수량이 약 1개 정도 많았다(Table 3). 이 결과는 구근경도의 차이가 아니라 정식 시 구근 크기에 따른 차이라고 생각되었다. 따라서 Welsh et al. (1988)이 보고한 것과 같이 구근크기가 클수록 수량이 증가되는 결과와 일치함을 간접적으로 확인 할 수 있었다(Table 3). 고경도 구근(6 kg/cm²)의 경우, GA₃처리농도와 시기에 따른 무름병 발생은 무처리, GA₃ 100 mg L⁻¹+30분전, GA₃ 200 mg L⁻¹+30분 전 처리에서 무름병 발생은 나타나지 않았고 GA₃ 200 mg L⁻¹+24시간 전 침지를 비롯한 나머지 처리에서 5%정도의 무름병이 발생하였다(Table 3). 나머지 처리에서는 무름병이 10–18% 발생 되었고 GA₃ 100 mg L⁻¹, 24시간 처리에서는 전혀 발생 하지 않았다. 즉, GA₃처리는 구근경도에 따라 무름병 발생정도가 유의한 관련성이 있음을 보여 주었다

(Table 3).

Table 3. Yield of flower per plant and Percentage of soft rot occurrence 'Black Magic' (6, 3 kg/cm² of tuber hardness) as affected by concentrations and treatment times of GA₃ in highland after 70-120 days of treatment.

Concentration GA ₃ and dipping time ^y (mg L ⁻¹)		Yield of flower per plant (6 kg/cm ²)	Soft rot (6 kg/cm ²)	Yield of flower per plant (3.3 kg/cm ²)	Soft rot (3.3 kg/cm ²)
Untreated		2.0d ^z	0.0c	1.04c	5.6d
GA ₃ 100	24 hr	4.8b	6.7a	3.36a	8.3c
	12 hr	4.0c	3.3b	3.61a	0.0e
	30 min	4.5b	0.0c	2.61b	16.7b
GA ₃ 200	24 hr	5.6a	6.7a	3.67a	91.7a
	12 hr	4.5b	3.3b	3.96a	8.3c
	30 min	3.4c	0.0c	3.06a	13.9b
DMRT p≤0.05 ^z		*	*	*	*

^yGA₃+24 hr: dipping of 24 hr before planting, GA₃+12 hr: dipping of 12hr before planting, GA₃ 100+30 min: dipping of 30 min. before planting.

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test (p≤0.05).

한편, 저경도 구근(3.3 kg/cm²)의 처리구에서는 12시간 전 GA₃ 100 mg L⁻¹농도의 침지처리구에서 무름병이 나타나지 않아 가장 양호한 것으로 나타났다(Table 3). 하지만 GA₃처리농도에 따라 무름병 발생이 증가한다고 단정할 수는 없고 처리시기에 따라 무름병 발생에 차이가 있는 것으로 생각되었다. 또한, 저경도 구근처리구(Table 3)의 GA₃처리 농도와 시기에 따른 무름병은 무처리에서 5%가 발생되었고 GA₃ 200 mg L⁻¹, 24시간 전 처리에서 90%이상 발생되었다.

Table 4. The marketable yield of 'Black Magic' (6, 3 kg/cm² of tuber hardness) as affected by concentrations and treatment times of GA₃ in highland after 20-120 days of treatment.

Concentration GA ₃ and dipping time ^y (mg L ⁻¹)		marketable yield (%) (6 kg/cm ²)	marketable yield (6 kg/cm ²)	marketable yield (%) (3 kg/cm ²)	marketable yield (3 kg/cm ²)
Untreated		100.0a	22,220d	94.4b	10,906e
GA ₃ 100	24 hr	93.3b	49,755b	91.7b	34,230b
	12 hr	96.7b	42,973c	100.0a	40,107a
	30 min	100.0a	49,995b	83.3c	24,154d
GA ₃ 200	24 hr	93.3b	58,047a	8.3d	3,384f
	12 hr	96.7b	48,345b	91.7b	40,343a
	30 min	100.0a	37,774c	86.1bc	29,270c
DMRT p≤0.05 ^z		*	*	*	*

^yGA₃+24 hr: dipping of 24 hr before planting, GA₃+12 hr: dipping of 12 hr before planting, GA₃ 100+30 min: dipping of 30 min. before planting.

^zMeans separation within columns by Duncan's multiple range test (p≤0.05).

GA₃처리 농도와 시기에 따른 상품비율은 고경도 구근에서는 90% 정도로 상당히 높은 편이었는데 정식 30분전 GA₃ 100, 200 mg L⁻¹침지 처리구에서 100%로 가장 높았다(Table 4). 그러나 저경도 구근에서는 GA₃처리농도와 시기에 따른 상품비율의 차이가 상당히 심하게 나타났다(Table 4). 이러한 결과는 상품에서 무름병

발생률을 뺀 수치로서 GA₃ 100 mg L⁻¹, 12시간 전 처리에서 상품률이 100%로 가장 높았고 GA₃ 200 mg L⁻¹, 24시간 전 처리는 10%이하로 극히 적었으며 그 나머지는 80-90%로 나타났다(Table 4).

고경도 구근의 절화수량(10 a당 절화수량으로 환산)은 GA₃ 200 mg L⁻¹, 24시간 전 처리에서 가장 많았고 저경도 구근의 절화 수량은 GA₃ 200 mg L⁻¹, 12시간 전 처리에서 가장 많았다(Table 4). 하지만 고경도 구근의 수량이 저경도 구근의 수량보다 10,000본 이상 수량이 많았는데, 이것은 Welsh et al., (1988)이 밝힌 구근 크기에 따라 수량이 증가한다는 것과 같은 결과라고 생각되었다. 정식 전 구소질 중에서 고경도, 저경도 구경은 각각 4.0, 3.5 cm로 고경도에서 큰 구근을 사용하였기 때문에 수량이 증가한 것으로서, 경도에 따른 수량 증가는 아닌 것으로 생각되었다.

절화수량은 고경도 구근에서 10 a당 절화수량으로 환산할 경우 24시간 전 GA₃ 200 mg L⁻¹ 처리에서 58,047본/10 a로 가장 많았고 저경도 구근에서의 절화 수량은 12시간 전 GA₃ 200 mg L⁻¹ 처리에서 40,343본/10 a로 가장 많았다(Table 4). 또한 고경도 구근에서 저경도구근보다 10,000본 이상 수량이 많았는데, 이것은 Welsh et al., (1988)이 밝힌 구근크기에 따라 수량이 증가한다는 것과 같은 결과라고 생각되었다. 즉 정식 전 고경도 구근과 저경도 구근의 구경은 각각 4.0 cm와 3.5 cm로 고경도에서 상대적으로 더 큰 구근을 사용하였기 때문인 것으로 생각되었다.

References

- Brooking, I and Cohen D. 2002. Gibberellin induced flowering in small tubers of *Zantedeschia* 'Black Magic' HortScience 95:63-73.
- Choi SR, Lim HC, Ahn MS, Ryu J, Choi DC, Kim MJ, Eun JS. 2005. Growth and flowering responses to GA₃ concentration in colored calla lily 'BlackMagic'. Korean Journal of Horticultural Science & Technology 23:423-429. [in Korean]
- Choi SR, Lim HC, Ahn MS, Kim MJ, Ju IO, Ryu J, Eun JS. 2007. Flower Bud Differentiation of Early Growth Stage by GA Treatment in Colored Calla Lily "Black Magic". Korean Journal of Horticultural Science & Technology 25:162-167. [in Korean]
- Corr B, Widmer RE. 1987. Gibberellic acid increases flower number in *Zantedeschia elliottiana* and *Z. rehmannii*. HortScience 22:605-607.
- Funnell KA. 1993. *Zantedeschia*. In The physiology of flower bulbs, A. De Hertogh and M. Le Nard, editors. pp.683-704. Elsevier Publishing, Netherlands.
- Funnell KA and Go AR. 1993. Tuber storage, floral induction, and gibberellin in *Zantedeschia*. Acta Horticulture 337:167-175.
- Funnell KA and Mackay BR. 1987. Effect of GA₃ on growth of *Zantedeschia*. Technical Report 87/14, Department of Horticulture Science and New Zealand Nursery Research Center, Massey University, New Zealand.
- Mori G, Kubo T, Yamaguchi T. 1999. Effect of growing temperature and growth medium on the outbreak of bacterial soft rot in the production for tubers of *Zantedeschia Araceae*. Environmental Control in Biology 37:93-96.
- Welsh TE. 1986. A system for the valuation of *Zantedeschia* (calla lilies). Proceedings of the International Plant Propagation Society 36:455-458.
- Welsh TE, Plummer JA, Armitagr AM. 1988. Preliminary evaluation of the dwarf White calla lily as a potted plant. Proceedings of the International Plant Propagation Society 38:384-388.