

팔레놉시스 생육에 적합한 배양액내 NO₃⁻와 NH₄⁺의 비율

이영란^{1*} · 이용범² · 예병우¹ · 이동수¹

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 화훼과, ²서울시립대학교 환경원예학과

Optimum Ratio of NO₃⁻ to NH₄⁺ in Nutrient Solution for the Growth of *Phalaenopsis* Hybrid

Young Ran Lee^{1*}, Yong Beom Lee², Byeong Woo Yae¹, and Dong Soo Lee¹

¹Floriculture Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 441-440, Korea

²Department of Environmental Horticulture, University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

Abstract. This experiment was carried out to find optimum ratio of NO₃⁻ to NH₄⁺ in nutrient solution for the growth of *Phalaenopsis* hybrid and find the effect of the ratio of NO₃⁻ to NH₄⁺ on the flower stem (inflorescence) quality. The ratio of NO₃⁻ to NH₄⁺ of nutrient solution used in this experiment was 100% : 0%, 90% : 10%, 80% : 20% and 70% : 30%. *Phalaenopsis* showed better growth when NH₄⁺ was supplied concurrently with NO₃⁻ as nitrogen source than supplied with only NO₃⁻. Especially, increasing the ratio of NH₄⁺ from 0% to 10% the fresh weight and dry weight of *Phalaenopsis* hybrid was highest. But, the growth of shoot and root was diminished when the proportion of NH₄⁺ in nutrient solution was increased from 10% to 30%. Inflorescence length, the number of inflorescence and flower per plant all increased as NH₄⁺ increased from 0% to 10% but, decreased from 10% to 30%. These results suggest that the optimal ratio of NO₃⁻ and NH₄⁺ in nutrient solution for the growth of *Phalaenopsis* including inflorescence was founded to be 90%:10%.

Key words : CO₂ uptake, dry weight, fresh weight, inflorescence, mineral content

서 론

질소는 식물체의 주요 구성 성분으로서 아미노산, 퓨린, 피리미딘 염기, 그리고 단백질 등의 합성에 이용되며 식물 생장의 주요 제한 요인으로서 작용을 한다. 식물의 질소 흡수는 유전자형(Gabelman 등, 1986), 배양액의 온도(Ikeda 등, 1984), 생육단계(Tan 등, 2000)에 따라 달라질 뿐만 아니라 공급되는 질소의 농도(Maynard 등, 1976; Munn과 Jackson, 1978)와 형태 및 비율(Bar-Tal 등, 2001; Mills 등, 1976)에 따라 달라진다. 식물은 대부분 NH₄⁺와 NO₃⁻을 단용으로 공급할 때 보다 혼용으로 공급할 때 생육이 증가된다고 알려져 있다(Ikeda와 Osawa, 1980). 그러나 NH₄⁺가 과도하게 흡수되면 체내에 축적되어 비교적 낮은

농도에서도 독성을 보이며 생육을 감소시키기 때문에 (Below, 1995; Hirel 등, 1980; Magalhaes 등, 1995) 혼용하여 공급할 경우 배양액내 NH₄⁺와 NO₃⁻간의 적정 비율은 매우 중요하다.

난과 식물의 생육에 질소가 미치는 영향과 관련하여 질소의 공급 농도 및 시비시기 등에 관한 연구가 일부 이루어져왔으나, 질소의 공급 비율이 팔레놉시스의 생육과 화경의 발생에 미치는 영향에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 배양액내 NH₄⁺와 NO₃⁻의 비율이 팔레놉시스의 미치는 영향과 적정 비율을 규명하고자 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

시험 재료는 기외에서 순화된지 11개월 된 생체중 62g의 화이트레드립 계열의 팔레놉시스를 이용하였으며 2002년 7월 15일부터 2003년 10월 4일까지 서울

*Corresponding author: leeyr628@korea.kr
Received November 1, 2010; Revised December 10, 2010;
Accepted December 20, 2010

시립대학교 2연동 비닐온실에서 실험을 수행하였다. 배양액은 화경이 발생되기 이전까지는 N: 9, P: 3, K: 4, Ca: 4, Mg: 2me·L⁻¹의 조성을 이용하고, 화경이 발생된 이후부터는 N: 5.0 P: 4.5, K: 4.0, Ca: 4.0, Mg: 2.0me·L⁻¹의 조성을 이용하여 EC는 1.2dS·m⁻¹, pH는 5.8~6.0이 되도록 조절하여 주 1~2회 5분간 저면으로 관수하였다. 저면 관수시 포트의 하단 부위의 3cm 높이까지 잠기도록 수위를 조절하여 관수하였다. 실험 처리는 배양액내 NH₄⁺과 NO₃⁻ 함량이 0%:100%, 10%:90%, 20%:80% 그리고 30%:70% 비율이 되도록 4가지 처리를 두어 실험을 수행하였다. 배지는 농가에서 구입 당시의 배지를(수대 : 바크, 1 : 1, v/v) 그대로 이용하였다.

야간 CO₂ 흡수량은 광합성 측정기(LI-6400, Li-cor, USA)를 이용하여 CO₂는 440μmol·mol⁻¹ 농도로 유속은 500μmol·S⁻¹이 되도록 설정하여 01:00~03:00시 사이에 측정하였다. 엽내 무기성분 함량 분석은 건조시료 0.5g을 습식분해(H₂SO₄-HClO₄)한 분해액을 100ml volumetric flask에 여과지 No. 6을 이용하여 여과 후 부속액을 증류수를 첨가하여 100ml이 되도록 맞추었다. 그 후 무기 양이온은 원자흡광광도계(SPECTR AA-8800, VARIAN)를 이용하여 K, Ca, Mg의 함량을 측정하였으며 질소 함량은 indophenol-blue방법과 salicylic acid 방법(Cataldo 등, 1975)을 이용하여 spectrophotometer (UV-1601, Shimazu, Japan)로 측정하였으며, 인산은 vanadate법으로 470nm에서 비색 정량하였다.

결과 및 고찰

배양액내에 존재하는 NH₄⁺와 NO₃⁻ 비율이 CO₂ 흡수와 증산량에 미치는 영향에 대하여 조사한 결과 배양

Table 1. Effects of different ratios of NO₃-N to NH₄-N in nutrient solution on the CO₂ uptake and transpiration rate of *Phalaenopsis* hybrid.

NO ₃ ⁻ : NH ₄ ⁺ (%)	CO ₂ uptake (μmolCO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	Transpiration rate (mmolH ₂ Om ⁻² s ⁻¹)
100 : 0	3.87 b ²	0.286 a
90 : 10	4.16 a	0.257 a
80 : 20	3.88 b	0.133 a
70 : 30	1.35 c	0.126 a

²Mean separation within column by LSD test at 5%.

액내 질소원으로 NO₃⁻만을 사용했을 때 보다 NO₃⁻:NH₄⁺을 90:10의 비율로 공급했을 때 야간 CO₂ 흡수량이 증가하였으며 80:20 비율에서는 100:0의 비율과 차이가 없었다. 그러나 NH₄⁺의 함량 비율이 30%일 때 따라 야간 CO₂ 흡수량이 10%일 때 보다 67% 이상 감소하는 경향을 나타냈으며 질소원으로 NO₃⁻만을 사용했을 때보다 66% 이상 감소하였다. 그러나 증산량은 처리간에 차이가 없었다(Table 1). NH₄⁺ 공급에 의한 광합성 증가와 관련하여 Juan 등(2007)은 배양액내 NH₄⁺ 함량이 0%, 25%, 50%, 70%로 증가함에 따라 tomato의 광합성과 증산량이 감소함을 보고한 바 있다.

질소 공급시 배양액내 질소원의 비율이 식물의 생육에 미치는 영향에 대하여 Ikeda와 Osawa(1980)는 상추와 미나리에 NO₃⁻, NH₄NO₃, NH₄⁺를 공급했을 때 NO₃⁻ 단용보다 NH₄NO₃의 혼용 처리시 지상부 생체중이 각각 16%, 29% 증가 하였다고 보고하였으며 Lee 등(1998)은 전체 질소함량 중 NH₄⁺가 차지하는 함량을 0, 25, 50, 75%로 증가 시켜 공급했을 때 0%보다 25%에서 생육이 증가하였으나 50% 이상으로 증가시킬 때 생육이 감소하였다고 보고한 바 있다. 배양액내 NO₃⁻와 NH₄⁺ 비율이 팔레놉시스의 생체중과 건물중에 미치는 영향을 조사한 결과 지상부 생체중은 배

Table 2. Effects of different ratios of NO₃-N to NH₄-N in nutrient solution on the fresh and dry weight of *Phalaenopsis* hybrid.

NO ₃ ⁻ : NH ₄ ⁺ (%)	Fresh weight (g/plant)			Dry weight (g/plant)		
	Shoot	Root	Total	Shoot	Root	Total
100 : 0	223.1 b ²	78.3 c	301.4 b	13.5 b	8.5 a	22.0 ab
90 : 10	236.2 a	99.7 a	335.9 a	14.8 a	9.3 a	24.1 a
80 : 20	203.4 c	93.3 b	296.7 c	12.6 c	8.4 a	21.0 b
70 : 30	181.7 d	60.3 d	242.0 d	11.7 d	8.4 a	20.1 b

²Mean separation within column by LSD test at 5%.

팔레놉시스 생육에 적합한 배양액내 NO₃와 NH₄의 비율

양액내의 NH₄ 함량이 10%일 때 236.2g으로 가장 높았으며 다음으로 0%, 20%, 30% 순서로 낮아졌다. 뿌리의 생체중은 NH₄ 함량이 0%에서 10%로 증가함에 따라 뿌리의 무게는 20% 이상 증가하였다. 그러나 NH₄ 함량이 20%와 30%로 그 비율이 증가함에 따라 무게가 감소하였다. 총생체중에서도 잎 무게와 동일한 경향을 나타냈다(Table 2).

NH₄은 식물의 조직에 피해를 입혀 생육을 억제하기도 하지만(Givan, 1979) 체내에서 동화되는 과정 중에 저장된 양분의 소모를 통해 감소시키기도 하는데 지상부의 건물중과 총건물중을 조사한 결과 생체중의 경우와 동일한 경향으로 NH₄ 함량이 10%일 때 가장 높았으며 다음으로 0%, 20%, 30% 순서로 낮았다. 그러나 뿌리의 건물중에서는 유의한 차이가 없었다(Table 2).

배양액내의 NO₃와 NH₄ 비율이 팔레놉시스의 화경 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 화경의 길이는 배양액내 NH₄의 함량이 0%와 10%일 때 72.5cm와 74.3cm로 20%의 61.8cm와 30%의 37cm보다 길었다. 화경의 생체중은 NH₄ 함량이 10%일 때 63.4g으로 가장 높았으며 20%일 때 37.5g으로 가장 낮았다. 화경의 건물중은 20%에서 4.2g으로 가장 낮았으며 다른 처리구간에는 차이가 없었다(Table 3). 개체당 화경 수는 10% 함량 처리구에서 1.7개로 가장 많았으며, 20% 이상으로 높아질수록 감소하는 경향을 나타냈다(Table 3). Lee 등(2003)은 칼라에서 NO₃ 단용 처리보다 NH₄ 혼용 처리에서 절화의 수량이 증가하고 절화의 길이 또한 증가 하였다고 하였다.

꽃의 크기와 꽃의 수에 미치는 영향에 대해 조사한 결과 화고와 화폭은 차이가 없었다(Table 4). 그러나 개체당 소화수는 차이가 컸는데 NO₃와 NH₄을 90 : 10의 비율로 함께 공급했을 때 질소 공급원으로 NO₃만을 사용했을 때 보다 개체당 6개가 더 많았다(Table

Table 4. Effects of different ratios of NO₃-N to NH₄-N in nutrient solution on the flower of *Phalaenopsis* hybrid.

NO ₃ : NH ₄ (%)	Flower size (cm)		No. of flower (no./plant)
	Diameter	Length	
100 : 0	8.68 a ²	7.00 a	11.0 d
90 : 10	8.70 a	7.24 a	17.0 a
80 : 20	8.70 a	7.18 a	11.4 c
70 : 30	8.66 a	6.97 a	12.7 b

²Mean separation within column by LSD test at 5%.

Table 5. Effects of different ratios of NO₃-N to NH₄-N in nutrient solution on the mineral contents of leaf of *Phalaenopsis* hybrid.

Tissue	NO ₃ : NH ₄ (%)	N	P	K	Ca	Mg
		(% dry wt.)				
Leaf	100:0	1.76 a	0.37 a	4.59 a	1.66 a	0.50 a
	90:10	2.02 a	0.40 a	3.55 b	1.39 b	0.49 a
	80:20	1.89 a	0.39 a	4.09 ab	1.24 b	0.48 a
	70:30	1.85 a	0.41 a	3.91 b	1.19 b	0.46 a

²Mean separation within column by LSD test at 5%.

4). 그러나 이 결과는 소화수 형성능력 자체가 증가했다기 보다는 NH₄ 10% 비율 처리에서 화경의 발생이 더 빨리 유도된 결과로 인해 화경당 소화수가 먼저 형성되어 그 수가 많게 조사된 것으로 판단된다. 이와 관련하여 Horio 등(2003)은 화경 유도를 위해 저온을 처리할 때 NH₄를 공급하면 호접란의 화경 발생을 조절할 수 있다고 하였으며, Chansean 등(2006)은 질소 질 비료로 암모늄을 포함하고 있는 황산암모늄과 질산 암모늄을 공급하면 화경 발생이 한달 가량 억제되며 꽃의 크기도 감소된다고 하였으며, 질소질 비료 중 NH₄은 화경 발생을 억제하는 반면 NO₃은 억제효과가 없다고 보고한 바 있다. 이러한 보고들은 본 실험의 결과를 잘 뒷받침해주고 있다.

식물체 무기물 함량을 분석한 결과 N, P, Mg은 처

Table 3. Effects of different ratios of NO₃-N to NH₄-N in nutrient solution on the inflorescence of *Phalaenopsis* hybrid.

NO ₃ : NH ₄ (%)	Inflorescence				No. of inflorescence (no./plant)
	Length (cm)	Diameter (mm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	
100 : 0	72.5 b ²	6.4 ab	46.9 b	6.5 a	1.6 ab
90 : 10	74.3 a	6.3 ab	63.4 a	8.1 a	1.7 a
80 : 20	61.8 d	6.0 b	37.5 c	4.2 b	1.2 b
70 : 30	67.0 c	7.0 a	53.1 b	6.4 a	1.3 ab

²Mean separation within column by LSD test at 5%.



(NH₄⁺ %)

Fig. 1. Effects of different ratios of NO₃-N to NH₄-N in nutrient solution on the growth of *Phalaenopsis* hybrid.

리간에 차이가 없었으나 K과 Ca의 함량은 배양액내 NH₄⁺ 함량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈다 (Table 5). NH₄⁺는 K⁺와 길항작용을 일으켜 K⁺의 흡수를 억제한다고 알려져 있으며(Barker와 Mills, 1980), 또한 Patricia 등(1982)은 geranium과 petunia에서 NO₃⁻의 함량이 감소하고 NH₄⁺ 함량이 증가함에 따라 N, P의 함량은 증가하지만 K, Ca, Mg이 감소하여 광합성이 저하된다고 보고한 바 있다. 이상의 결과를 종합해 보면 저면 관수 방식을 이용하여 팔레놉시스를 생산할 때 팔레놉시스의 생육과 품질을 향상시킬 수 있는 배양액내 적정 NH₄⁺ 함량은 10% 수준이 적합할 것으로 판단된다. 그러나 이러한 결과는 품종과 생육단계 등에 따라서 그 특성이 다를 수도 있기 때문에 앞으로 더 많은 품종과 더 세부적인 생육단계별로 적합한 배양액내 비율 및 그에 따른 양분흡수 특성 등의 조사가 필요할 것이다.

적 요

본 연구는 팔레놉시스의 생육에 적합한 배양액내 NO₃⁻와 NH₄⁺의 비율을 찾고 그리고 그 비율이 화경의 품질에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 수행되었다. 실험에 사용된 배양액내 NO₃⁻와 NH₄⁺의 비율은 100% : 0%, 90% : 10%, 80% : 20%, 70% : 30%였다. 배양액내 팔레놉시스의 생육은 NO₃⁻만을 공급할 때보다 NO₃⁻와 NH₄⁺를 함께 공급할 때 생육이 증가하였다. 특히 NH₄⁺의 비율이 10%일 때 생체중과 건물중이 가장 높았다. 그러나 배양액내 NH₄⁺의 비율이 10%에서 30%로 증가함에 따라 지상부와 뿌리의 생육은 감소되었다. 화경의 길이, 개체당 화경수와 소화수 모두

NH₄⁺ 비율이 0%에서 10%로 증가함에 따라 높았으나 30%로 높아질수록 감소하였다. 즉, 팔레놉시스의 생육에 적합한 배양액내 NO₃⁻와 NH₄⁺의 비율은 90% : 10%이었다.

주제어 : 건물중, 생체중, 양분함량, 화경, CO₂ 흡수

인 용 문 헌

1. Barker, A.V. and H.A. Mills. 1980. Ammonium an nitrate nutrition of horticultural crops. Hort. Rev. 2: 395-423.
2. Bar-Tal, A., B. Aloni, L. Karni, and R. Rosenberg. 2001. Nitrogen nutrition of greenhouse pepper. II. Effects of nitrogen concentration and NO₃⁻:NH₄⁺ ratio on growth, transpiration, and nutrient uptake.
3. Below, F.E. 1995. Nitrogen metabolism and crop productivity. In Pessaraki, M. (eds). Handbook of plant and crop physiology. pp.275-301. Marcel Dekker. New york.
4. Chansean, M., A. Nakano, and S. Ichihashi. 2006. Control of spiking in *Phalaenopsis* by application of mineral salts and plant growth regulators. Proceedings of NIOC 2006, Nagoya, Japan. p.1-4.
5. Gabelman, W.H., G.C. Gerloft, T. Schettini, and R. Coltman. 1986. Genetic variability in root systems associated with nutrient acquisition and use. Hort. Sci. 21:971-973.
6. Givan, C.V. 1979. Metabolic detoxification of ammonia in tissues of higher plants. Phytochemistry 18:375-382.
7. Hirel, B. and P. Gadal. 1980. Glutamine synthetase; A comparative study of the enzymes from roots and leaves. Plant Physiol. 66:619-623.
8. Horio, S. and S. Ichihashi. 2003. Control of spiking in *Phalaenopsis* by nitrogen fertilization under lower temperature. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 72(Suppl. 2):223.
9. Ikeda, H. and T. Osawa. 1980. Comparison of adaptability of nitrogen source among vegetable crops. II. Growth response and accumulation of ammonium and nitrate nitrogen of leaf vegetables cultured in nutrient solution containing nitrate, ammonium, and nitrite as nitrogen sources. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 48:435-442.
10. Ikeda, H. and T. Osawa. 1984. Lettuce growth as influenced by N source and temperature of the nutrient solution. In: Proceedings of the sixth international congress on soilless culture, pp.273-284.
11. Juan, L.I., J.M. Zhou, and Z.Q. Duan. 2007. Effects of elevated CO₂ concentration on growth and water usage of tomato seedlings under different ammonium/nitrate ratios. J. Environ. Sci. 19:1100-1107.

12. Lee, E.H., B.Y. Lee, Y.B. Lee, Y.S. Kwon, and J.W. Lee. 1998. Nitrate content and activity of nitrate reductase and glutamine synthetase by ionic strength, nitrate concentration, ratio of nitrate to ammonium in nutrient solution for culture of leaf lettuce and water dropwort. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:161-165.
13. Lee, J.J., J.S. Jeong, Y.R. Kwon, J.C. Kim, and J.H. Jo. 2003. Growth and cut flower yield of Calla Lily (*Zantedeschia aethiopica* 'Childsiana') as affected by different ratios of ammonium-N and nitrate-N in hydroponics. *J. Kor. Flower Res. Soc.* 11:89-93.
14. Magalhaes, J.R., D.M. Huber, and C.Y. Tsai. 1995. Influence of the form of nitrogen on ammonium, amino acids and N-assimilating enzyme activity in maize genotypes. *J. Plant Nutr.* 18:747-763.
15. Maynard, D.N., A.V. Barker, P.L. Minotti, and N. H. Peck 1976. NO₃⁻ accumulation in vegetables. *Adv. Agron* 28:71-118.
16. Mills, H.A., A.V. Barker, and D.N. Maynard. 1976. Effects of nitrapyrin on NO₃⁻ accumulation in spinach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101:202-204.
17. Munn, D.A., and W.A. Jackson. 1978. NO₃⁻ and NH₄⁺ uptake by rooted cuttings of sweet potato. *Agron J.* 70:312-316.
18. Patricia, A.T.S. and K.L. Goldsberry. 1982. Growth response of seed geranium and petunia to N source and growing media. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107: 348-352.
19. Tan, X.W., H. Ikeda, and M. Oda. 2000. The absorption, translocation, and assimilation of urea, nitrate or ammonium in tomato plants at different plant growth stages in hydroponic culture. *Scientia Horticulturae* 84: 275-283.