

육묘 시 해양심층수의 관수 방법이 유묘의 생장에 미치는 영향

홍성유 · 윤병성 · 강원희*
강원대학교 농업생명대학 원예학과

Effects of Irrigation Methods of Deep Sea Water on the Growth of Plug Seedlings

Sung Yu Hong, Byeong Sung Yoon, and Won Hee Kang*
Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Sciences,
Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract. Overhead and sub-irrigation of deep sea water to tomato seedlings reduced the height as 50% and 58% than control plants. In the same treatment with surface sea water and NaCl water, the reduced rate in tomato seedlings' height were 49% and 56% in overhead irrigation, and 47% and 57% in sub-irrigation, respectively. Most effective method for the inhibition of the growth of the seedling was sub-irrigation method, which supplied water through the roots. No significant difference was observed on fresh weight of the upper part of tomato and cucumber seedlings, though the sub-irrigation reduced the fresh weight than the overhead irrigation. The reduced rate of fresh weight of seedlings by overhead irrigation was by 38% and sub-irrigation by 49% as compared to control. Similarly dry weight of upper and under soil parts of seedlings showed same trend of results thereof as fresh weight. This result can be traced to reduction of growth caused by salts in the water. In stem diameter of seedlings no significant difference was observed between two irrigation methods, even though both deep sea and NaCl water reduced stem diameter, as compared to control water. Overhead irrigation can be chosen by seedling producers because of better seedling quality by using T/R ratio. Seedling compactness were not noticed in both the overhead and sub-irrigation. Sub-irrigation was found more effective method for the inhibition of height and compactness of tomato seedlings. Higher the concentration of NaCl, deep sea, and surface sea water, lesser the growth in height, fresh and dry weight, stem diameter, and leaf area was obtained. No significant difference was found, though sub-irrigation suppress the growth of seedlings.

Key words : cucumber, NaCl water, overhead irrigation, sub-irrigation, surface sea water, tomato

*Corresponding author

서 언

해양심층수란 “태양광이 도달하지 않는 수심 200m 아래의 깊은 바다에 존재하여 유기물이나 병원균 등이 거의 없을 뿐 아니라 연중 안정된 저온을 유지하고 있으며, 해양식물의 생장에 필수적인 영양염류가 풍부하고 장기간 숙성된 해수자원”으로 정의(Kim, 2003, 2004)한다. 해양심층수를 기존의 산업과 연계하여 보면, 식량과 관련한 수산생산 및 가공, 그리고 담수화 분야, 에너지와 관련한 냉방, 냉장, 냉동 및 제빙 분야, 자원과 관련한 소금, 희소금속, 에너지원 등의 유용물질 추

출 분야 및 기타 의약, 미용, 건강 등의 많은 분야에 활용 할 수 있을 것이다. 이들 분야 이외에도 해양심층수를 이용한 연구가 우리나라에서는 2003년부터 농업분야에서도 진행되어 왔다(Kang 등, 2004, 2005)

육묘장에서 어린 묘의 도장 문제를 해결하기 위해 DIF(주아온도차)원리에 의한 도장방지법(Lim 등, 1997), 수분조절, 양분에 의한 조절, 자외선을 이용(Bae 등, 1998), 광질과 광도에 의한 조절, 성장조절제를 이용한 도장방지법(Lieberth, 1990), 왜화제이용, 염을 이용한 방법(Zhang, 2002)을 이용하여 왔다.

현재 도장억제에 가장 널리 이용되고 있는 것은 국

내에서 살균제 농약으로 생산·판매되고 있는 트리아졸계 화합물이다. 트리아졸계 화합물에는 diniconazole, hexaconazole, uniconazole, tebuconazole, bitertanol, mycobutanil, propiconazole 등이 있고, 주로 살균작용과 생장억제의 두 가지 용도로 사용된다(Bae 등, 1998). 식물체에 미치는 주요 작용으로는 줄기 및 배축의 신장억제와 발근효과, 엽면적 감소 및 잎 두께와 경계의 증가, 뿌리의 굵기 증가 및 길이 감소 등이 알려져 있다.

이 생장억제제는 식물체 내에서 지속성이 길어서 육묘기에 처리하면 정식한 이후에도 일정 기간 그 효과가 지속되어 초기 생육이 부진하다는 등의 문제점이 있다. 또한 선진국에서는 환경오염을 우려하여 화학적 생장 조절제의 사용을 강력하게 규제하고 있고, 소비자들도 약제사용에 의해 생산된 농산물을 기피하고 있다(Ginseppe와 Lercari, 1997). 그리고 이미 왜화제나 살충제, 살균제 등의 화학제의 사용을 되도록 줄이고, 생물학적 혹은 물리적 방법들에 의해 식물의 생장을 조절하기 위한 노력들이 행해지고 있다(Latimer와 Thomas, 1991).

따라서 본 연구는 염 스트레스의 원리와 친환경적인 소재인 해양심층수의 청정성을 이용하여 플러그 묘의 도장 억제를 위한 적정 처리 농도와 방법을 구명함으로써 차 후 친환경적으로 플러그 묘를 생산할 수 있는 방법을 검토하고자 실행하였다.

재료 및 방법

공시품종은 홍농종묘에서 분양 받은 서광토마토 (*Lycopersicon esculentum* Mill)와 은성백다다기오이 (*Cucumis sativus* L.)이다. 종자의 발아율과 발아세를 증진시키기 위하여 25°C항온기에서 24시간 최아시키고 128공 트레이에 바이오상토 1호(홍농종묘)를 채운 후 셀 당 1립씩 파종하였다. 토마토는 본엽 2매 전개 후 50공 트레이에 이식하였고, 오이는 자엽이 전개되었을 때 이식하였다.

해양심층수는 강원도 고성군 소재 동해심층수연구센터에서 제공한 원수를 이용하였다. 표층수는 강원도 고성군 죽왕면에서 채취하여 사용하였다. 심층수와 표층수의 처리농도는 20%로, 그리고 NaCl수는 증류수 1리터에 소금 6g을 희석(표층수 20%에 해당)하여 실험

에 이용하였다. 오이의 엽면적은 심층수, 표층수, 그리고 NaCl수 농도를 각각 10%, 20% 및 30% 처리하여 실험하였다. 20%의 염 농도로 희석을 한 이유는 예비실험 결과가 이 농도에서 묘 도장억제에 가장 효과적이었기 때문이다. 관수처리는 뿌리의 상처가 회복된 시기로 측정되는 이식 3일 후부터 육묘 종묘 시점까지 두상 관수와 저면관수 방법으로 나누어 실시하였다. 두상관수는 화훼용 살수기로 처리수를 공급하였다. 두상관수는 1일 1회 아침에 충분히 관수하였고, 저면관수는 1일 1회 10분 처리하였다.

토마토 본 엽이 7~8매 전개되었을 때, 오이는 본 엽이 2~3매 전개되었을 때 묘의 생육조사를 실시하였다. 처리 당 20주씩 조사하였고, 조사 항목은 묘의 초장, 지상부의 생체중, 지하부의 생체중, 지상부의 건물중, 지하부의 건물중, 엽면적, T/R율(지상부/지하부), 조직의 충실도(건물중/초장)이다. 오이의 엽면적은 심층수, 표층수, 그리고 NaCl수 10%, 20% 및 30% 처리하였다. 건물중은 80°C 건조기에서 48시간 건조 후 측정하였다. 실험결과는 SPSS 프로그램을 이용하여 Duncan의 다중검정으로 통계 분석하여 처리간의 평균값 차이를 비교하여 처리 간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

토마토 초장의 경우 심층수처리는 대조구에 비해 두상관수는 50%, 저면관수는 58% 감소하였고, 표층수 처리구에서는 두상관수는 49%, 저면관수는 56% 감소하였으며, NaCl 처리구에서는 두상관수는 47%, 저면관수는 57% 감소하여 저면관수 처리방법이 도장억제에 더 효과적이었다. Zhang 등(2003)은 토마토와 고추 육묘시 NaCl를 두상관수와 저면관수로 처리하였을 때 초장, 엽면적 등 일반생육이 대조구에 비하여 감소하는 경향을 보여 육묘시 도장억제 효과가 있다고 보고하였는데, 이는 본 실험결과와 일치한다. 또한, NaCl 처리에 의하여 생육이 저하되고, 양분과 수분흡수가 감소하여 식물체 생육량이 감소하는 방향으로 줄기신장이 감소하였다고 사료된다(Navetiyal 등, 1989; Chartzoukhis, 1992).

토마토 지상부 생체중의 경우 두상관수보다 저면관수에서 더 감소하는 경향을 보였으나 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. 지하부 생체중은 대조구에 비하여 두

Table 1. Effect of method of deep sea water, surface sea water, NaCl water treatment on the stem diameter, fresh weight of shoot and root, compactness of tomato seedlings.

Treatment	Method of treatment	Stem diameter (mm)	Fresh weight (g)		Compactness
			Shoot	Root	
	Control	4.03 a ²	4.58 a	1.44 a	50.8 a
Deep sea water	Sub-irrigation	3.27 b	1.82 c	0.76 c	41.7 b
	Overhead irrigation	3.25 b	2.10 bc	0.89 b	40.8 b
Surface sea water	Sub-irrigation	3.23 b	1.90 bc	0.72 c	37.7 bc
	Overhead irrigation	3.26 b	2.05 bc	0.89 b	37.0 bc
NaCl water	Sub-irrigation	3.25 b	1.75 c	0.76 c	39.8 bc
	Overhead irrigation	3.21 b	2.21 b	0.89 b	35.5 c

²Mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level.

상관수는 48% 정도이었고 저면관수는 38% 정도로, 저면관수에 의해 생육이 현저히 억제되는 결과를 보였다(Table 1). 지하부 경우도 대조구에 비하여 저면관수는 50% 정도이었고, 두상관수는 60% 수준이었다. 토마토의 지상부와 지하부 억제는 공히 저면관수가 두상관수에 비하여 10% 정도 더 성장이 억제되었다(Table 1).

세 가지 처리구 공히 대조구 대비 경경을 80% 수준으로 성장을 억제하였다. 경경은 대조구에 비해 감소하였지만 처리 방법 간에 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. T/R률에 비추어 보면 두상관수 처리에서 묘 소질이 더 뛰어났으나, 묘의 충실도(compactness)는 처리구간 차이는 나타나지 않았다(Fig. 1, Table 1). 묘 소질 평가지수의 하나인 조직의 충실도는 클수록 묘 소질이 우수하다고 하였다(Lou와 Kato, 1988; Zhang 2002). 그러나 우량 묘를 평가함에 있어서 현재 뚜렷한 기준이 없는 실정이다. 작물과 품종이 다양하고 또한 온도, 광, 습도 등 외부환경과 묘령 등 요인이 서로 복합적으로 묘의 생육을 결정함으로 어느 한 가지 생육 지표만을 갖고 묘를 평가할 수 없으며 초장, 엽록소, 엽면적, T/R율, 조직의 충실도, 묘령 등 여러 가지 요인을 갖고 종합평가하여야 한다고 생각된다. 본 실험에서 토마토의 경우 초장의 억제정도나 묘의 충실도에 비춰보아 저면관수 방법이 도장억제에 더 효과적이라 사료된다.

토마토 유묘의 지상부와 지하부의 건물중은 생체중과 비슷한 경향을 나타냈다(Fig. 1). 이와 같은 결과는 염에 의한 뿌리생육과 삼투압 저하 때문인 것으로 판단되는데, 뿌리의 생육 감소와 근권의 수분포텐셜 저하

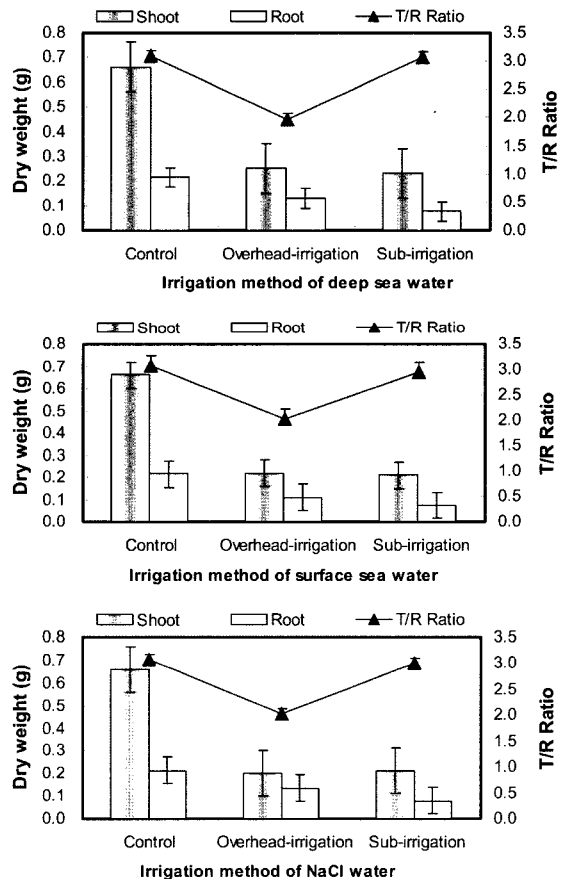


Fig. 1. Effect of irrigation method of deep sea water, surface sea water and NaCl water treatment on the dry weight of shoot and root, and T/R ratio of tomato. The vertical bars represent standard deviations of the mean (n=20).

로 인해 작물체내 삼투압이 저하(Nukaya 등, 1982, 1983)되어 양분과 수분흡수를 억제한 것으로 사료된다.

육묘 시 해양심층수의 관수 방법이 육묘의 생장에 미치는 영향

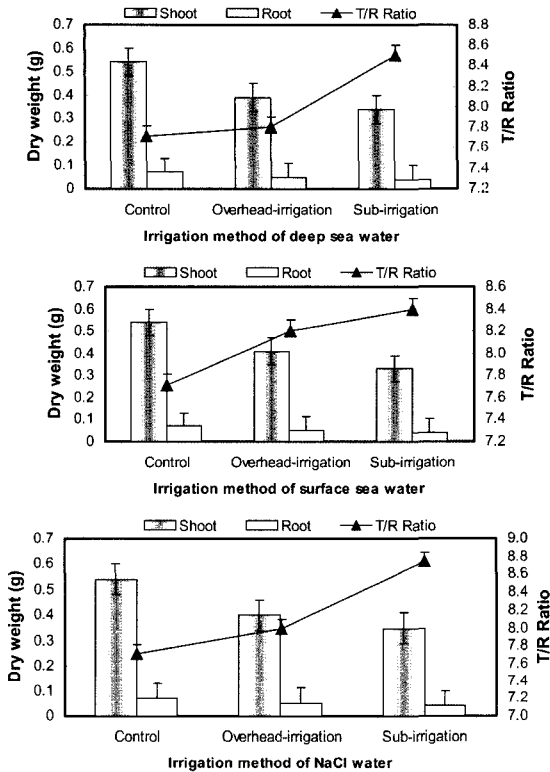


Fig. 2. Effect of irrigation method of deep sea water, surface sea water and NaCl water treatment on the dry weight of shoot and root, and T/R ratio of cucumber. The vertical bars represent standard deviations of the mean. (n=20).

오이의 육묘 시에도 저면 관수가 두상관수에 비하여, 통계적 유의성은 없지만, 도장억제에 더 효과적이었다 (Fig. 2). 본 실험의 토마토 육묘 실험과 Zhang 등 (2003)의 실험과 같은 경향을 나타내기 때문에 앞으로 실제로 재배농가나 육묘장에서 현장 실험을 수행할 가

치가 있다고 사료된다.

오이 지상부 생체중의 경우 두상관수보다 저면관수에서 더 감소하는 경향을 보였으나 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. 오이의 지하부 생체중은 대조구에 비하여 80% 정도로, 지하부는 대조구에 비하여 두 관수처리 모두 70% 정도로 성장을 억제하였다. 토마토와는 달리 억제된 비율이 오이에서는 낮았다(Table 2).

세 가지 처리수 공히 대조구 대비 오이의 경경을 80% 수준으로 성장을 억제하였고, 저면관수와 두상관수 모두 경경을 거의 같은 비율로 억제하였으나 처리 방법 간에는 차이가 거의 없었다(Table 2). 오이의 경우에도 T/R률에 비추어 보면 두상관수가 유리해 보인다. 그러나 충실도 평균지수는 50으로 처리구간 차이는 나타나지 않았다(Fig. 2, Table 2). 오이 육묘의 지상부와 지하부의 건물중은 생체중과 비슷한 경향을 나타냈다(Fig. 2).

오이의 경우 초장과 같은 경향으로 심층수, 표층수, 그리고 NaCl수의 농도가 증가함에 따라 엽면적의 감소를 보였다(Fig. 3). 오이의 육묘는 심층수, 표층수, 그리고 NaCl 10%, 20% 및 30% 처리가 무처리에 비하여 엽면적을 큰 폭으로 감소시키는 경향을 보였다. 이 사실은 NaCl 처리가 식물의 엽면적을 감소시킨다는 연구 발표 내용(Navetiyal 등, 1989; Chartzoukhis, 1992)과 유사한 결과였다.

Zhang 등(2003)의 보고에 따르면 3000mg·L⁻¹ 처리에서는 과도한 스트레스에 의하여 하엽이 황화현상과 잎이 쪼그라드는 현상이 나타났다고 보고하였는데, 본 연구의 결과에서는 그런 현상이 나타나지 않았다. 그 이유는 본 실험기간에는 계절에 기인한 고온과 같

Table 2. Effect of method of deep sea water, surface sea water, NaCl water treatment on the stem diameter, fresh weight of shoot and root, compactness of cucumber seedlings.

Treatment	Method of treatment	Stem diameter (mm)	Fresh weight (g)		Compactness
			Shoot	Root	
	Control	4.06 a ²	3.63 a	0.98 a	54.27 a
Deep sea water	Sub-irrigation	3.16 b	2.98 b	0.63 b	50.23 a
	Overhead irrigation	3.28 b	2.82 b	0.66 b	52.52 a
Surface sea water	Sub-irrigation	3.26 b	3.04 b	0.61 b	51.1 a
	Overhead irrigation	3.31 b	2.83 b	0.64 b	53.2 a
NaCl water	Sub-irrigation	3.13 b	2.95 b	0.66 b	50.94 a
	Overhead irrigation	3.3 b	3.03 b	0.67 b	52.44 a

²Mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level.

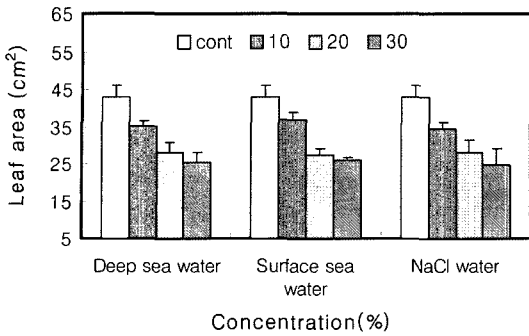


Fig. 3. Effects of deep sea water, surface sea water and NaCl water treatment on the leaf area of cucumber. The vertical bars represent standard deviations of the mean. (n=20).

은 스트레스 요인이 없었기 때문으로 사료된다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 해양심층수, 표층수, 그리고 NaCl수를 이용한 토마토와 오이의 유묘 성장 억제 효과가 있다는 것을 알 수 있었다. 토마토 유묘의 성장 억제가 오이의 경우보다 더 효율이 높았다. 경경의 경우에는 세 가지 처리수와 저면 및 두상관수 공히 효과가 거의 비슷하다는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 이용한 동해심층수, 동해 표층수, 그리고 NaCl 수를 이용한 어린 유묘의 생장조절효과는 거의 비슷하였다. 요즘 친환경 농법의 일환으로 천연 소재를 이용하여 농작물을 생산하는 방법이 크게 쓰이고 있다. 친환경 소재가 아닌 물질로 유묘의 생장을 조절하는 대신 이들 세 가지 천연 재료를 적절하게 희석하여 사용하는 것도 친환경 농법의 시초라 사료된다.

적 요

토마토 초장의 경우 심층수처리는 대조구에 비해 두상관수는 50%, 저면관수는 58% 감소하였고, 표층수 처리구에서는 두상관수는 49%, 저면관수는 56% 감소하였으며, NaCl 처리구에서는 두상관수는 47%, 저면관수는 57% 감소하여 저면관수 처리방법이 도장억제에 더 효과적이었다.

지상부 생체중의 경우 두상관수보다 저면관수에서 더 감소하는 경향을 보였으나 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. 지하부 생체중 대조구에 비하여 두상관수는 38%정도 감소한 반면 저면관수는 49% 정도 감소하여, 저면관수에 의해 생육이 현저히 억제되는 결과를 보였다. 지상부와 지하부의 건물중은 생체중과 비슷한 경향

을 나타냈다. 이와 같은 결과는 염에 의한 뿌리생육의 저하 때문인 것으로 판단된다

경경은 대조구에 비해 감소하였지만 처리 방법 간에 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. T/R를에 비추어 보면 두상관수 처리에서 묘소질이 더 뛰어났으나, 묘의 충실도(compactness)는 처리구간 차이는 나타나지 않았다.

토마토의 경우 초장의 억제정도나 묘의 충실도에 비해 저면관수 방법이 도장억제에 더 효과적이라 사료된다. 오이의 경우 처리 농도의 증가에 따라 초장, 생체중, 건물중, 경경, 엽면적이 감소하였다. 저면관수가 두상관수에 비해 도장억제 효과와, 생육억제가 좀 더 뚜렷이 나타나기는 하였으나 두 처리구간의 유의적 차이는 나타나지 않았다.

주제어 : NaCl 수, 두상관수, 오이, 저면관수, 표층수, 토마토

사 사

한국해양연구원이 지원한 연구 결과입니다.

인 용 문 헌

- Bae, E.J., K. Inamoto, M. Doi, and H. Imanishi. 1998. Retardation of hypocotyl elongation of ornamental and vegetable seedling by ultraviolet radiation. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 67:945-950 (in Japanese).
- Chartzoulakis, K.S. 1992. Effect of NaCl salinity on germination, growth and yield of greenhouse cucumber. J. Hort. Sci. 67(1):115-119.
- Ginseppe, D.C. and B. Lercari. 1997. Use of UV radiation for control of height and conditioning of tomato transplant. Sci. Hort. 71: 27-34.
- Kang, W.H., C.S. Woo, and S.U. Hong. 2004. Use of deep sea water for the growth of horticultural seedlings. Kor. J. Horti. Sci. and Technology 22(Supplement):85 (in Korea).
- Kang, W.H., D.S. Moon, D.H. Jung, and H.J. Kim. 2005. Effects of deep sea water on the functional increase in agricultural products. Intl. J. KCORE proceedings. p. 356-362 (in Korea).
- Kim H.J. 2003. Current status of East deep sea water and the possibility of development as new bio-material. p. 87-96 (in Korea).
- Kim H.J. 2004. Multi-purpose development of East deep sea water and use. Symposium on the development and use of east deep sea water. p. 54-65 (in

- Korea).
8. Latimer, J.G. and P.A. Thomas. 1991. Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercial setting. Hort. Technology 1:109-110.
 9. Lieberth, J.A. 1990. Set the stage for quality plugs Green house Grower. 1: 26-27.
 10. Lim, K.B., K.C., Son, J.D. Chung, and J.K. Kim. 1997. Influences of difference between day and night temperatures (DIF) on growth and development of bell pepper plants before and after transplanting. J. Bio. Fac. Env. 6(1):15-25 (in Korean).
 11. Lou, H. and T. Kato. 1988. The physiological study on the quality of seedlings in eggplant. Effects of day-length and light intensity. J. Jpn. Soc. Environ. Control in Biol. 26:69-78 (in Japanese).
 12. Navetiyal, R.C., V. Ravindra, and Y.C. Joshi. 1989. Germination and early seedling growth of some ground nut(*Arachis hypogea* L.) cultivars under salt stress. Indian J. Plant Physiol. 32:251-253.
 13. Nukaya, A., M. Masui, and A. Ishida. 1982. Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in sand culture. J. Japan Soc. Hort. Sci. 51(4):427-434 (in Japanese).
 14. Nukaya, A., M. Masui, and A. Ishida. 1983. Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in nutrient solution culture. J. Japan Soc. Hort. Sci. 52(2): 167-173 (in Japanese).
 15. Zhang, C.H. 2002. Effect of end-of-day light and triazole-type growth regulator treatment on the inhibition of over growth of plug seedlings. Department of Horticulture Graduate School, Kangwon National University (in Korean).
 16. Zhang, C.H., Y.H., Xuan, and I.S., Kim. 2003. Effect of supplemental NaCl into culture solution on the quality of plug seedling. J. AGR. Sci(Inst. Agr. Sci. Kangwon Nat. Univ). 14:24-35 (in Korean).