

해양심층수 처리가 육묘 시 도장억제에 미치는 영향*

강원희** · 홍성유***

Effects of Deep Sea Water Treatment on the Inhibition of Over-Growth of Plug Seedlings

Kang, Won-Hee · Hong, Sung-Yu

The investigation of the effect of the deep sea water in different concentration (0%, 10%, 20%, 30%, 40%) on the inhibition of growth, fresh weight, dry weight of the tomato, hot pepper, cucumber plug seedlings were conducted. As the concentration of the deep sea water was higher, the greater inhibition was noticed. The height were decreased at the rate of 8%, 25%, 32% in tomato, 9%, 26%, 27% in hot pepper, and 21%, 50%, 58% in cucumber plug seedlings as compare to local check. The fresh weights were decreased highly, as the concentration of the deep sea water increased. Tomato seedlings showed the decrease rate of 12%, 23%, 33% at above the ground part of plants, and 2%, 30%, 52% at under the ground parts. Likewise, Hot pepper seedlings showed the decrease rate of 1.1%, 5.7%, 15.4% at above the ground part of plants, and 22.1%, 25%, 47.1%, respectively at under the ground parts. The fresh weight of cucumber was decreased at the rate of 8.1%, 36%, 51% in the above the ground, and 6.2%, 11%, 65% at the under the ground parts. In tomato, hot pepper, and cucumber seedlings, the dry weight was decreased as the concentration of deep sea water was increased. Thirty percent of deep sea water treatment reduced the dry weight of the seedlings as half of the control seedlings. One of the important factors of the seedling quality is compactness. Compactness was highest at 20% deep sea water in all the three crop seedlings.

Key words : deep sea water, tomato, hot pepper, cucumber, plug seedling

* 본 연구는 해양수산부가 지원한 ‘해양심층수의 다목적 개발’ 사업 중 농업이용 방향 탐색 및 적용성 기초연구 결과입니다. 또한 강원대학교 농업과학연구소의 지원에 대해서도 감사의 말씀을 표합니다.

** 대표저자, 강원대학교 농업생명대학 원예학과

*** 강원대학교 농업생명대학 원예학과

I. 서 론

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. 즉, 해양심층수는 저온성, 청정성, 안정성, 부영양성, 숙성성 등의 특징을 가진 유용한 해양자원이며, 태양광을 에너지원으로 하는 물질순환계 중에서 생성되어 해수로서 재생 및 순환되는 막대한 청정자원이다.

해양심층수의 자원으로서의 특성(Kim, 2003)은 다양한 공공 및 산업분야에 효율적으로 활용될 수 있다. 기존의 산업과 연계하여 보면, 1) 식량과 관련한 수산생산 및 가공, 그리고 담수화 분야, 2) 에너지와 관련한 냉방, 냉장, 냉동 및 제빙 분야, 3) 자원과 관련한 소금, 희소금속, 에너지원 등의 유용물질 추출 분야 및 4) 기타 의약, 미용, 건강 등의 많은 분야에 활용 할 수 있을 것이다. 이들 분야 이외에도 해양심층수를 이용한 연구가 우리나라에서는 2003년부터 농업분야<표 1>에서도 진행되어 왔다(Hong 등, 2005 ; Kang 등, 2004, 2005 ; 兼島 盛吉, 2004 ; 北野雅治, 2004)

<표 1> 우리나라에서 해양심층수를 이용한 연구대상 원예작물 및 심층수 특성이용

대상농작물	시험부위	심층수 특성이용	효 과	연구자(발표년도)
토마토	열 매	염류	고품질(당도)	우천석(2005)
토마토, 오이	어린 묘	저온, 염류	생장조절	홍성유(2006)
토마토	열 매	염류	고품질(라이코펜)	우천석(2005)
콩	콩나물	저온, 미네랄	고품질, 생장증진	강원희(2004)
무	새싹채소	저온, 미네랄	고품질, 생장증진	강원희(2004)
배 추	어린 묘	저온, 염류	생장조절	홍성유(2005)

해양심층수의 개발은 이와 같은 각 분야에서 단일 목적으로 이루어질 수도 있고, 다목적으로 연계되어 이루어 질 수도 있다. 다양한 자원성에 착안하여 저온성을 냉방, 냉장 등에 활용한 후, 청정성을 활용하여 대상생물에 대해 적저 수온이 된 해수를 양식 또는 축양에 활용하고, 부영양성을 활용하여 해조류를 양식한 후 연안에 방류하여 연안 해조장을 조성하는 등의 단계적 이용방법이 있다.

플러그 묘는 1960년대 미국에서 개발되어 1965년경부터 유료생산에 이용되었고, 1975년에는 구미에서 화훼묘나 채소묘에 이용되었다. 우리나라는 1980년대까지는 생산기술이 정

착하지 못한 상태에서 도입되어 자급묘를 생산하는 기술 수준이었으나 이를 개량하기 위한 공정육묘 기술이 체계화되면서 1989년에 공동 대량 육묘 생산시설의 현대화가 시작되었으며 1990년부터는 정부적인 차원에서 본격적인 차원으로 규격화된 모델이 보급되기 시작했다(Park, 1996).

플러그 묘는 단위면적당 많은 개체 수를 육묘할 수 있고, 상토층전, 파종, 복토 등 일련의 작업을 기계화시켜 생력화를 도모할 수 있으며 생육이 균일한 규격묘를 생산할 수 있고 이식 후의 활착이 빠르며 운반이나 취급이 간편하다는 등의 장점이 있다. 그러나 제한된 용적에 밀식되므로 묘가 연약하고 도장되기 쉽고, 뿌리가 뻗는 공간이 제한되어 있기 때문에 정식에 늦어질 경우 뿌리 뻗음이 나빠지고 경엽이 쇠약해져 노화가 빨라지는 등의 단점이 있다. 특히 억제제배나 축성재배 작형은 고온기에 육묘가 이루어지는데, 이 시기의 플러그 육묘는 고온다습 및 밀식의 영향으로 묘가 연약해지고 도장되는 것이 문제다.

이러한 문제를 해결하기 위해 DIF(주야온도차) 원리에 의한 도장방지법(Park, 1996 ; Lim, 1997), 수분조절, 양분에 의한 조절, 자외선을 이용(Bae 등, 1999), 광질 과 광도에 의한 조절, 성장조절제를 이용한 도장방지법(Lieberth, 1990), 왜화제이용, 염을 이용한 방법(Zhang, 2002), 그리고 접촉자극하여 에틸렌 발생을 유발하는 방법(Erwin, 1992)을 이용하여 왔다.

현재 육묘장에서 가장 널리 이용되고 있는 것은 국내에서 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, 1998). 식물체에 미치는 주요 작용으로는 줄기 및 배축의 신장 억제와 발근효과(Davis 등, 1998), 엽면적 감소(Wood, 1984) 및 잎 두께와 경경의 증가(Fletcher와 Arnold, 1986 ; kim, 1998), 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(Giuseppe와 Lercari, 1997). 그리고 이미 왜화제나 살충제, 살균제 등의 화학제의 사용을 되도록이면 줄이고, 생물학적 혹은 물리적 방법들에 의해 식물의 생장을 조절하기 위한 노력들이 행해지고 있다(Latimer, 1991). 따라서 현재 쓰이고 있는 생장억제제는 친환경적 방법으로 대체되는 것이 바람직하다.

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.

II. 재료 및 방법

1. 심층수의 처리 농도가 과채류 묘의 도장억제에 미치는 영향

공시품종은 홍농 종묘에서 분양 받은 '은성백다다기오이(*Cucumis sativus* L.)', '서광토마토(*Lycopersicon esculentum* MILL)' 그리고 고농에서 분양받은 '농심건고추(*Capsicum annuum* L.)'이다. 종자의 발아율과 발아세를 증진시키기 위하여 25℃ 항온기에서 24시간 최아 시키고 128공 트레이에 바이오상토 1호(홍농종묘)를 채운 후 셀 당 1립씩 파종하였다. 토마토와 고추는 본 엽 2매 전개 후 50공 트레이에 이식하였고 오이는 자엽이 전개되었을 때 이식하였다.

심층수는 동해안 것을 사용하였다. 심층수의 처리농도는 0%(control), 10%(심층수 원수 1 : 증류수 9, volume : volume), 20%, 30%, 40%로 해양심층수를 희석하여 실험에 이용하였다. 이식 3일 후부터 육묘 종료 시점까지 1일 1회씩 10분 동안 저면관수를 실시하였다.

토마토와 고추는 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. 건물중은 80℃ 건조기에서 48시간 건조 후 측정하였다. 실험결과는 SPSS 프로그램을 이용하여 Duncan의 다중검정으로 통계 분석하여 처리간의 평균값 차이를 비교하여 처리 간 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 해양심층수의 처리 농도가 묘의도장 억제에 미치는 영향

심층수의 처리 농도에 따른 플러그 묘의 생육을 조사해 본 결과 초장, 생체중, 건물 중이 처리 농도가 높아짐에 따라 비례적으로 감소하였다(Table 2). 토마토 초장(Fig. 1, 2)의 경우 심층수 처리구에서는 약 8%, 25%, 32% 결과를 보였고, 고추(Fig. 3, 4)는 각 약 9%, 26%, 27%, 33% 감소하였고, 오이 초장(Fig. 5, 6)의 경우에는 심층수 처리구에서는 약 21%, 50%, 58% 감소하였다. 이것은 NaCl 처리에 의하여 생육이 저하되고, 양분과 수분 흡수가 감소하여 식물체 생육량이 감소하는 방향과 동일하게 줄기신장이 감소하였다고 사료된다(Navetiyal and Joshi, 1989; Chartzoouklis, 1992).

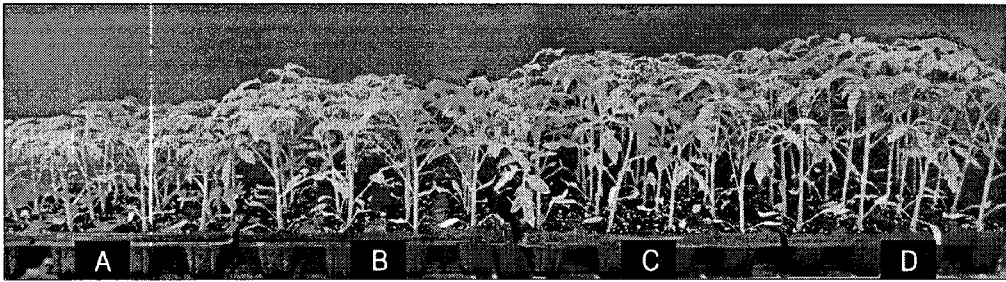


Fig. 1. Effect of deep sea water treatment on the plant height of tomato as affected by different concentration of deep sea water. A, 30%; B, 20%; C, 10%; D, control.

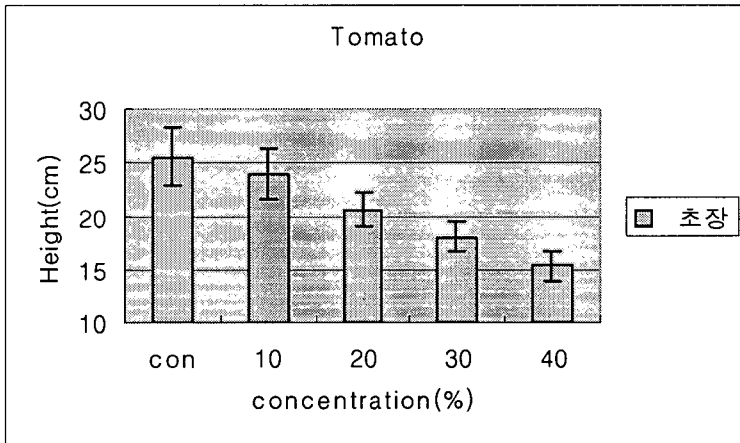


Fig. 2. Effect of deep sea water treatment on the plant height of tomato as affected by different concentration of deep sea water. A, 30%; B, 20%; C, 10%; D, control.

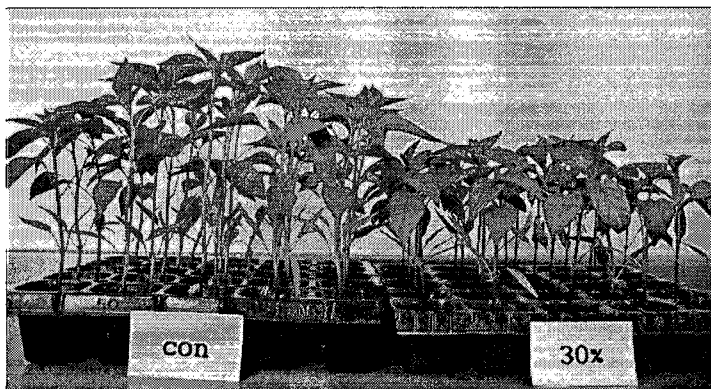


Fig. 3. Effect of deep sea water treatment on the plant height of hot pepper as affected by different concentration of deep sea water. Control and 30%.

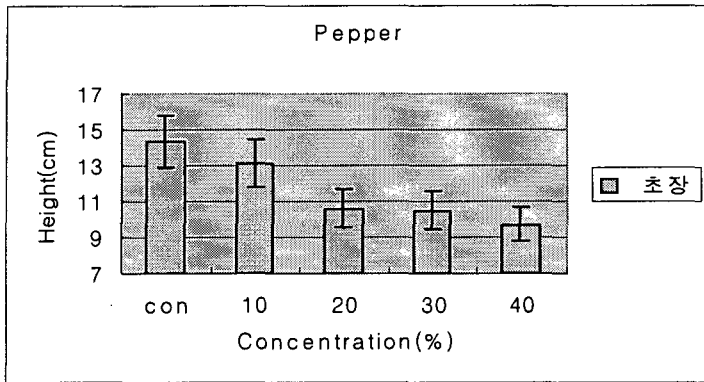


Fig. 4. Effect of deep sea water treatment on the plant height of hot pepper as affected by different concentration of deep sea water.

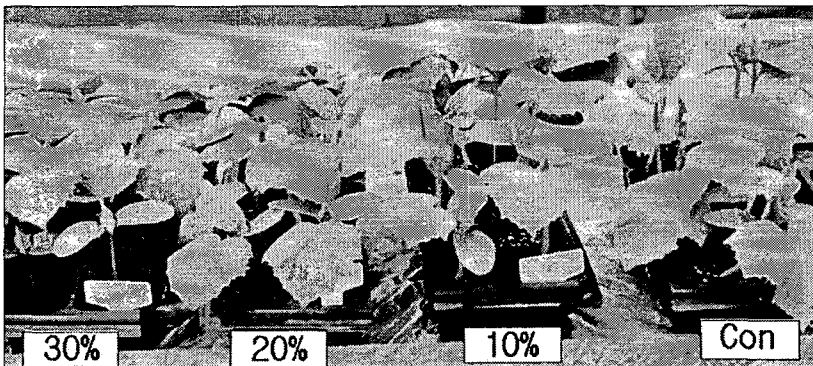


Fig. 5. Effect of deep sea water treatment on the plant height of cucumber as affected by different concentration of deep sea water.

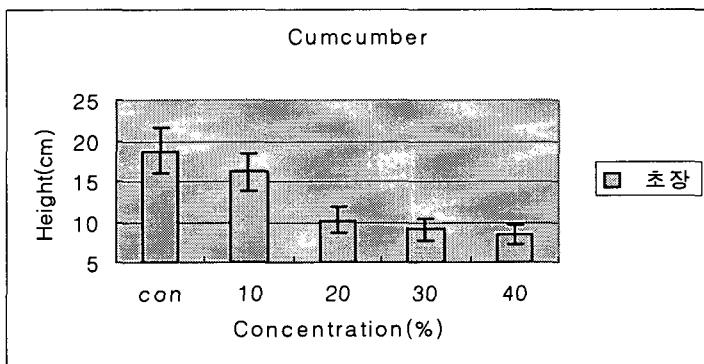


Fig. 6. Effect of deep sea water treatment on the plant height of cucumber as affected by different concentration of deep sea water.

Table 2. Effect of deep sea water treatment on the fresh weight of shoot and root, dry weight of shoot and root and T/R ratio.

Crop	concentration (%)	Fresh weight (g)		Dry weight (g)		T/R ratio
		Shoot	Root	Shoot	Root	
Tomato	Control	7.31a	2.57a	0.91a	0.19a	5.07d
	10%	6.43b	2.53a	0.86ab	0.16b	5.38c
	20%	5.61c	1.81b	0.73b	0.14c	5.21cd
	30%	4.93d	1.24c	0.59c	0.09d	6.56a
Hot Pepper	Control	1.75a	1.04a	0.25a	0.09a	3.16c
	10%	1.73a	0.81b	0.22b	0.07b	3.44bc
	20%	1.65a	0.78b	0.21b	0.06b	3.47bc
	30%	1.48b	0.55c	0.17c	0.05c	4.11ab
Cucumber	Control	6.14a	2.26a	0.85a	0.1a	8.5bc
	10%	5.64a	2.12a	0.67b	0.08b	8.38c
	20%	3.95b	2.01a	0.42c	0.05c	8.40c
	30%	2.99c	0.79b	0.35d	0.04c	8.75a

생체중의 경우 처리 농도가 높아짐에 따라 지상부의 생체중보다 지하부의 생체중이 급격히 감소하는 경향을 보였다. 토마토 심층수 처리구의 지상부의 생체중 감소율은 각 12%, 23%, 33%이고, 지하부는 각 2%, 30%, 52% 감소하였다. 고추의 경우 지상부의 생체중은 1.1%, 5.7%, 15.4% 감소하였고, 지하부의 생체중은 22.1%, 25%, 47.1% 감소하였다. 오이는 지상부 생체중은 8.1%, 36%, 51% 감소하였고, 지하부 생체중은 6.2%, 11%, 65% 감소하는 결과를 보였다(Table 2). 이는 염 처리에 의하여 지상부 뿐만 아니라 지하부도 생장이 억제된 것으로 판단된다. 30% 처리구의 경우 지상부의 생체중 감소보다 지하부의 생체중의 감소가 더 급격한 것으로 보아 염이 뿌리의 발육에 직접적 영향을 미치는 것으로 판단되며 고농도 염 조건은 저농도 염조건에 비해 50% 뿌리 생육을 감소(Snapp, 1994)를 가져왔다는 보고와 같다. 또한 염면적은 농도가 증가함에 따라 감소하였는데, 이는 식물은 염 조건하에서 엽수와 엽면적을 감소시켜 왜소화하거나 엽두께를 증가시켜 다즙질화 하는 등의 생태적 변화를 보인다는 보고와 일치하였다(Fig. 7).

건물 중의 경우 생체중과 마찬가지로 처리 농도가 증가함에 따라 감소하였다. 심층수 30% 처리구에서는 지하부의 생장이 약 50% 정도 감소하는 결과를 보였다. 이는 과도한 염

스트레스의 결과라 판단되며 근권의 수분 포텐셜 저하로 인해 작물내의 팽압이 저하(Nukaya 등, 1983)하여 양분과 수분흡수를 억제한 것으로 판단된다(Table 2).

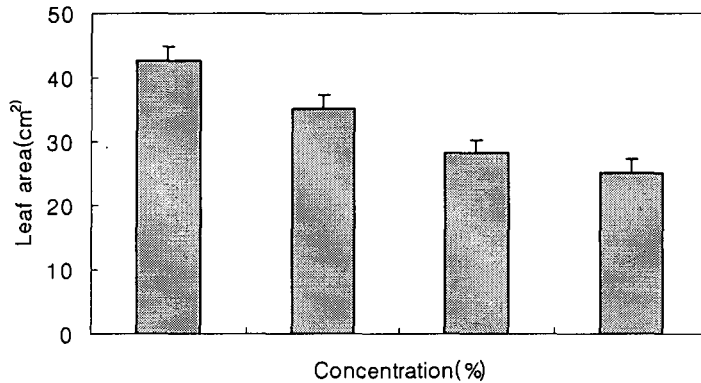


Fig. 7. Effect of deep sea water treatment on the leaf area of cucumber.

지상부와 지하부의 비율인 T/R률은 작을수록 묘 소질이 뛰어나다고 알려져 있는데 토마토의 경우 본 실험에서는 대조구의 수치가 가장 작은 것으로 나타났다. 오이의 경우에는 20% 처리구에서 T/R률 값이 가장 낮게 나타나 두 작물 모두 처리 농도에 있어서 20% 처리가 적당할 것으로 판단된다(Table 2).

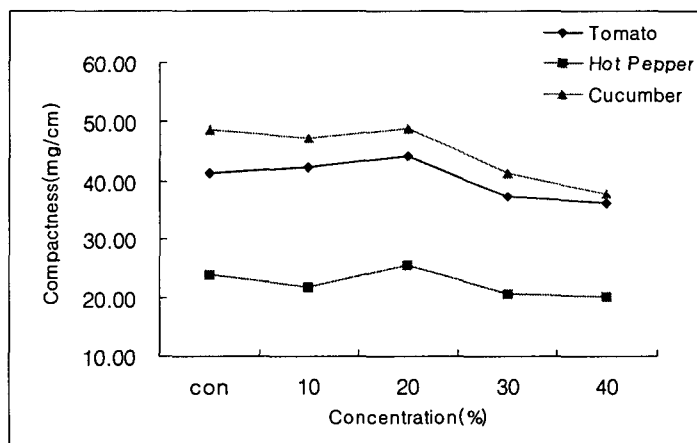


Fig. 8. Effect of deep sea water treatment on the compactness of tomato, hot pepper and cucumber. Compactness was highest at 20% deep sea water in all the three crop seedlings.

또한 묘 소질 평가지수의 하나인 조직의 충실도(compactness)는 클수록 묘 소질이 우수하다고 하였다(Park 등, 1996). 조직의 충실도는 토마토의 경우 20% 심층수에서 가장 높은 수치를 나타냈고(Fig. 8), 오이의 경우에서도 20% 심층수 처리구에서 가장 높게 나타났다(Fig. 8). 고추 육묘에서도 20%의 해양심층수를 공급할 때 가장 충실도가 높았다(Fig. 8). 그러나 통계적 유의성은 없었다. 앞으로의 연구에서는 해양심층수, 표층수, 그리고 천일염을 이용한 복합적 연구가 요구된다.

V. 적 요

해양심층수 처리가 과채류 육묘 시 도장억제에 미치는 영향을 검토한 결과 다음과 같다. 심층수의 처리 농도에 따른 플러그 묘의 생육을 조사해 본 결과 초장, 생체중, 건물중이 처리 농도가 높아짐에 따라 비례적으로 감소하였다. 토마토 초장의 경우 심층수 처리구에서는 약 8%, 25%, 32% 결과를 보였고, 고추는 각 약 9%, 26%, 27% 감소하였고, 오이 초장의 경우에는 심층수 처리구에서는 약 21%, 50%, 58% 감소하였다.

생체중의 경우 처리 농도가 높아짐에 따라 지상부의 생체중보다 지하부의 생체중이 급격히 감소하는 경향을 보였다. 토마토 심층수 처리구의 지상부의 생체중 감소율은 각 12%, 23%, 33%이고, 지하부는 각 2%, 30%, 52% 감소하였다. 고추의 경우 지상부의 생체중은 1.1%, 5.7%, 15.4% 감소하였고, 지하부의 생체중은 22.1%, 25%, 47.1% 감소하였다. 오이는 지상부 생체중은 8.1%, 36%, 51% 감소하였고, 지하부 생체중은 6.2%, 11%, 65% 감소하는 결과를 보였다. 엽면적은 농도가 증가함에 따라 감소하였다. 건물중의 경우 생체중과 마찬가지로 처리 농도가 증가함에 따라 감소하였다. 심층수 30% 처리구에서는 지하부의 생장이 약 50% 정도 감소하는 결과를 보였다.

또한 묘 소질 평가지수의 하나인 조직의 충실도(compactness)는 토마토의 경우 20% 심층수에서 가장 높은 수치를 나타냈고, 오이의 경우에서도 20% 심층수 처리구에서 가장 높게 나타났다. 고추 육묘에서도 20%의 해양심층수를 공급할 때 가장 충실도가 높았다.

[논문접수일 : 2005. 12. 20. 최종논문접수일 : 2006. 2. 20.]

참 고 문 헌

1. 강원회. 2004. 해양심층수 활용 사업화 방안 아카데미. 강원도립대학.

2. 강원희·우천석·홍성유. 2004. 해양심층수를 이용한 원예작물 육묘의 생장조절 기술개발. 한국원예과학기술지. 22(Supplement) : 85.
3. 강원희·문덕수·정동호·김현주. 2005. 해양심층수를 이용한 농산물의 기능성 향상. 한국해양공학회 추계학술대회논문집. 356-362.
4. 김현주. 2000. 동해 심층수의 다목적 개발 구상. 제1회 동해심층수 개발이용 심포지움 요지집, 1-10.
5. 김현주. 2003. 동해심층수의 개발 현황 및 해양 바이오 신소재로서의 가능성. 87-96.
6. 김현주. 2004. 동해심층수 개발·이용 심포지움. 동해 심층수의 다목적 개발과 다단계 이용. 54-65.
7. 우천석. 2005. 해양심층수를 이용한 고품질 토마토 생산을 위한 연구. 강원대학교 석사학위논문.
8. 홍성유·우천석·강원희. 2005. 해양심층수의 농업분야 활용. 원예과학기술지. 23(Supplement) : 35.
9. 홍성유. 2006. 해양심층수 처리가 육묘시 도장억제에 미치는 영향. 강원대학교 석사학위논문.
10. Bae, E. J., K. Inamoto, M. Doi, and H. Imanishi. 1998. Restardation of hypocotyl elongation of ornamental and vgetable seedling by ultraviolet radiation. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 67 : 945-950.
11. Chartzoulakis, K. S. 1992. Effect of Nacl salinity on germination. growth and yield of greenhouse cucumber. J. Hort. Sci. 67(1) : 115-119.
12. Erwin J. E. 1992. Building a better plug Growth Talks. October : 91-97.
13. 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.
14. Latimer, J. G. and Thomas, P. A. 1991. Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercialsetting. HortTechnology, 1 : 109-110.
15. Lieberth, J. A. 1990. Set the stage for quality plugs Green house Grower. 1 : 26-27.
16. 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.
17. Navetiyal, R. C., V. Ravindra and Y. C. Joshi. 1989. Germintion and early seedling growth oj some ground nut(*Arachus hypogea* L.) cultivars under salt stress. Indian J. Plant Physiol. 32 : 251-253.
18. Nukaya. A., M. Masui. and A. Ishida. 1983. Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in sand culture. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 51(4) : 427-434.

19. Park. 1996. Effect of different Day and Night Temperature Regimes on the Growth of Hot pepper Plug Seedlings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37(5) : 617-621.
20. Snapp S. S. 1994. A novel method to monitor root decomposition demonstrate that salt stress can enhance the rate of tomato root decomposition.
21. 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.
22. 兼島 盛吉. 2004. 해양심층수의 저온을 이용한 여름철 시금치재배 기술 개발. JADOWA. 57-58.
23. 北野雅治. 2004. 해양심층수의 염을 이용한 고당도 토마토의 생산. JADOWA. 63-64.