

양액내 세라믹 처리가 청경채의 생장에 미치는 영향

박병모*, 권성환**, 박학봉**
이리농공전문대학*, 전북대학교 원예학과**

Effect of Ceramics in the Nutrient Solution on the Growth of Chinese Flat Cabbage

Park, B.M.*, S.W. Kwon**, H.B Park**

*Dept. of Hort., IRI Nat'l college of Agriculture and Technology, Iksan 570-110, Korea

**Dept. of Hort., Chonbuk National University

Abstract

The effect of ceramics in the nutrient solution on the growth of Chinese flat cabbage (*Brassica campestris* L. var. Tacai) was studied at the favourable root temperature of 30°C and at the greenhouse air temperature of fixed 25°C. Ceramic No. 2 was produced the greatest dry weight, while ceramic No. 3 was lower productive than those of untreatment in each root temperature. Shoot/root dry weight ratio was reduced at treatments with ceramics, which may be explained by rich root growth, and it increased as raising the temperature from 25 to 30°C or 35°C. The treatments of ceramics made lower water content/dry weight(ml/g) ratio of Tacai than untreatment. The electrical conductivity and inorganic matters of ceramics were low level(EC 0.001~0.03mS/cm). Also, the blue ceramic No. 3 of them had strong antibacteria in LB medium and ceramic treatments was inhibited the rot of solution.

주 제 어 : 세라믹, 청경채, 항균성

Key words : ceramic, chinese flat cabbage, antibacteria

서 언

농산물 수입 개방에 따른 방안으로 양액재배 농가가 증가되고 있으며, 그 면적은 92년 17.4ha에서 94년 70.17ha, 95년에는 약 106.4ha로 급속도로 증가하고 있는 추세이다¹⁾. 그러나 양액재배는 지상부의 환경과 더불어 양액의 온도, 양액의 조성, 용존산소 및 pH 등

근권 환경이 중요시되고 있다^{2, 3)}. 양액재배는 작물의 경제적 생산을 위해서 연중 재배가 가능해야 되는데 겨울철에는 온도의 하강으로 인하여 온실의 난방과 양액의 가열을 위한 연료비의 부담이 문제시되며^{1, 3)}, 여름철에는 온도의 상승으로 인하여 용존산소의 부족과 식물체의 호흡 증가로 인한 장해가 유발되고 있다. 최근에는 양액의 사용에 따른 폐액의 방출로 인하여 토양오염 문제와 고형 배지경인

암면(rockwool)의 경우 폐기 처리시 환경오염 문제가 야기되고 있기 때문에 환경에 안전하고, 작물의 생육에 우수한 천연물질을 찾고 있으며, 새로운 물질로 코코넛 껍질을 수입하여 환경 오염에 문제가 없는 이들의 사용 연구가 진행되고 있다^{6,12)}. 세라믹은 용기류, 도기 및 화분 등을 만드는 광물질로서³⁾ 예로부터 식물 재배와 깊은 관련이 있다는 것을 암시하였으며, 용존산소 보유 및 물을 신선하게 유지하며, 원적외선을 발산하여 식물의 생장에 효과적인 것으로 알려져 있다^{5,11)}.

본 연구에서는 환경 오염이 급속도로 악화됨에 따라 양액내에 천연산물인 세라믹을 첨가함으로써 청경채의 생육효과와 여름철 근권 온도 장해를 줄일 수 있는 천연산물을 개발하고자 세라믹을 분석하고 양액에 처리하여 엽채류인 청경채의 근권온도별 생육효과를 조사하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 세라믹 처리 및 생육조사

서울 농산 교역에서 구입한 청경채를 육묘 상자에 파종하여 20℃로 10일간 발아시켰다. 발아된 묘를 전주시 전미동 수경재배 농장에서 베드에 전열선을 설치한 후 양액의 온도를 25℃, 30℃, 그리고 35℃로 조절하여 각각의 세라믹을 처리하였다. 온도는 배양액만을 조절하고 온실의 공기 온도는 25℃로 조절하여 1995년 8월부터 1996년 8월까지 2회 실시하였다. 밑바닥은 검은 비닐을 깔고 그 위에 세라믹과 배양액을 1%(w/v)로 각각 혼합하여 인산 용액으로 pH를 6.5로 조정하였다. 일정한 간격으로 식물체를 베드에 정식하여 30일간 생장시켰으며 배양액은 야마자키 양액을 사용하였다. 생육중 배양액은 부족하지 않도록 일주일 간격으로 보충하였으며, 처리후 30일째 식물의 생체중, 건물중을 측정하였다. 건물중은 건조 오븐에서 70℃로 48시간 말린 후 뿌리와 줄기를 나누어 각각 조사하였다.

2. 세라믹의 전기전도도, 무기이온 및 pH 측정

플라스크에 세라믹 1호, 2호 및 3호를 넣고 증류수와 혼합한 후 pH를 중성으로 조정하였다. 각각의 세라믹 용액 1ℓ를 3일간 방치하여 완전히 가라앉힌 후, 농도별, 온도별로 하여 전기전도도와 pH를 측정하였으며, 무기이온중 질소는 켈달법으로, 인산은 비색법²⁾, 기타 다른 원소는 원자흡광법으로 측정하였다.

3. 세라믹의 토양 미생물에 대한 효과

10g의 토양을 증류수 100ml에 혼합한 후 원심분리하였다. 상등액을 세라믹이 함유된 LB 고체 배지에 접종하여 5일 후에 토양 미생물의 번식 효과를 조사하였으며, 물 썩음 방지 효과를 보기 위해 1% 세라믹 200ml와 증류수 200ml을 한 달간 배양실에 방치한 후 관찰하였다.

결과 및 고찰

세라믹은 조개껍질과 다른 광물질을 이용하여 만든 것으로 인체에 무해하며, 원적외선을 발생하는 것으로 알려져 있다^{5,11)}. 특히 깨끗한 환경을 유지하기 위하여 폐기되는 물질을 재활용을 할 수 있다면 환경과 농업적 측면에서 좋은 효과를 얻을 수 있다는 가정하에 세라믹 1호, 2호 및 3호를 사용하여 본 실험을 실시한 결과, 이들의 pH는 그림 2에서 보는 바와 같이 2호는 약산성, 1호와 3호는 약 pH 8~10 정도의 알칼리성을 가지고 있었다. 또한 1% 세라믹 용액에서 전기 전도도는 2호에서 0.02~0.03mS/cm, 파랑색을 띤 3호는 0.01~0.02mS/cm, 1호는 0.005 mS/cm 이하의 아주 적은 수치를 보였으며, 온도가 올라갈수록 약간씩 증가되었다(그림 1). 또한 세라믹 1호에서는 인산과 나트륨, 2호에서는 칼슘과 인산, 3호에서는 나트륨이 주로 함유되어 있었다(그림 3).

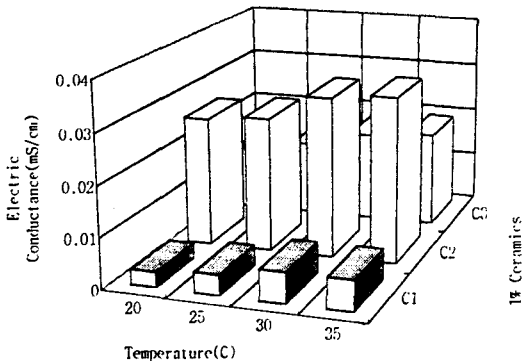


Fig. 1. Electrical conductivity of 1% ceramic solutions as temperature.

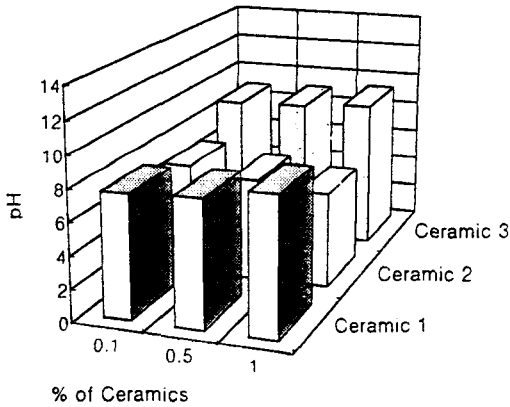


Fig. 2. pH of various concentration in ceramics.

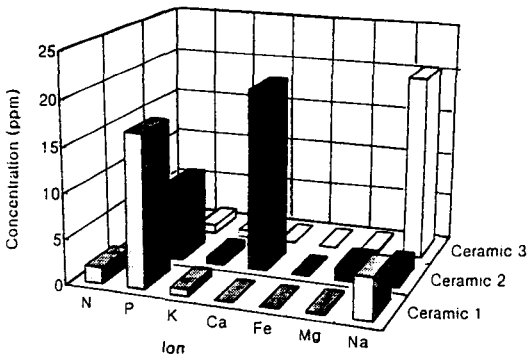


Fig. 3. Contents of inorganic compound in 1% ceramic solutions.

양액재배의 경우 pH는 5.5~6.5가 가장 적절하며, pH 4.5 이하로 떨어지면 Ca, Mg 및 Na 등과 같은 알칼리성 염류가 불용화되고, pH 7.0 이상일 때는 Fe가 침전되어 식물이 이용할 수 없게 된다. 이러한 점에서 세라믹은 2호가 식물 생장에 적절한 pH를 가진 것으로 사료된다. 전기전도도는 야마자키 양액은 약 1.1mS/cm, 다른 양액 조성액들도 농도를 1.7mS/cm 내외로 관리하는 것이 좋은 것으로 보고되었다^{9,10}. 전기전도도는 pH와는 달리 작물에 따라서 또는 생육 시기에 따라서 그 조건이 달라진다. 생육 시기별로 무기 영양분들의 사용을 다르게 하고, 양액의 농도도 동절기에는 하절기보다 고농도의 양액을 사용하면 식물의 생장이 더욱더 촉진되는 것으로 알려져 있다^{7,9,10}. 1% 세라믹 용액은 배양액 내에서 전체 전기전도도의 약 2% 미만을 차지하지만 세라믹 2호에서 볼 때 무처리구에 비하여 약 2배의 성장효과를 얻을 수 있었던 것은 영양분으로서의 효과보다는 물리적 또는 다른 요인에 의해서 생장이 촉진된 것으로 추정된다(그림 4).

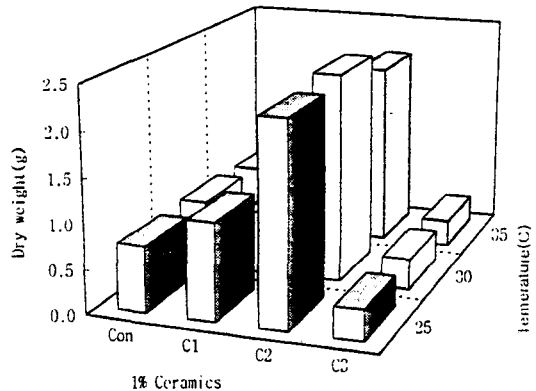


Fig. 4. Effect of ceramics with hydroponics on total dry weight of Tacai as influenced by root temperature at 30 days after the start of the treatments. Each bar represents the mean for 12 observations.

초기에 예비 실험으로 수경재배 농가에서 세라믹을 처리한 결과, 그림 7(A)와 같은 우수한 효과가 나타났으며, 또한 배양액을 온도 별로 처리하여 얻어진 건물중은 그림 4에 나타난 바와 같다. 건물중은 생장 효과를 가장 정확하게 나타낼 수 있는 방법으로 세라믹 2호 처리구에서는 무처리구에 비하여 약 2배 정도의 생장효과를 보임으로써 세라믹중 가장 좋은 효과를 보였다. 그러나 세라믹 3호는 오히려 무처리구보다도 생장이 억제되었다. 근권 온도는 30℃에서 최적을 보였으며, 25℃에서도 30℃와 거의 유사한 생장 효과를 보인 반면, 35℃에서는 25℃에 비하여 오히려 생장이 억제되는 경향을 보였다. 에너지 차원에서 볼때 30℃에서 25℃로 16.7% 온도를 낮추었을때 생장 효과는 단지 4.4%(세라믹 2호) 낮아짐으로써 겨울철 가온 조건에서는 30℃보다는 25℃ 수온에서 보다 더 경제적 생산을 할 수 있을 것으로 생각된다. Shoot/root 비는 세라믹 처리시 무처리구 보다 낮았으며, 온도가 올라감에 따라 점차 증가되는 경향을 보였다(그림 5). 세라믹 처리구에서 shoot/root 비가 높은 것은 본 세라믹이 줄기보다는 뿌리의 생장에 더 효과적이기 때문이며,³⁾ 이는 근권내에 원적외선의 방사 및 양분의 흡수촉진 등으로 물리적인 요인을 개선하여 줌으로써 뿌리의 생장이 더욱더 촉진된 원인으로 추정된다. 건물중 1g당 수분 함유량은 세라믹이 처리되지 않은 무처리구에서 가장 높았으며 세라믹 처리시 무처리구에 비하여 1호에서 5.8%, 2호에서 2.7%, 3호에서 11.5% 낮은 수분 함유량을 보였다(그림 6). 순동화량은 건물중과 밀접하게 관련되어 있는데¹⁾, 세라믹 처리시 건물중이 높고 수분 함유량이 적은 것은 세라믹이 순동화량을 높이기 때문으로 생각된다. 세라믹을 사용하여 토양 미생물을 배양한 결과, 미생물의 증식이 억제되었으며, 특히 3호 1% 배지에서는 미생물의 증식이 완전 억제된 것으로 보아 항균성이 가장 강한 것으로 나타났다(그림 8(A)). 또한 세라믹 1%를 혼합한 용액 200 ml를 배양상에 한달간 방치했을 때 세라믹 처리구는 심심한 상태의 용액으로 유지

되고 있는 반면, 무처리한 용액은 상당히 부패된 것으로 보아 백반석과 같이 물썩음을 방지하는 효과도 있었다(그림 8(B)).

이상의 결과에서 가장 효과가 좋았던 세라믹 2호는 무처리구에 비하여 약 2배, 1호에서

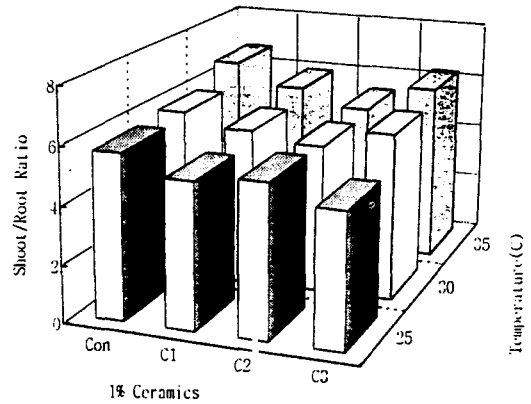


Fig. 5. Effect of ceramics with hydroponics on shoot/root dry weight of Tacai as influenced by root temperature, 30 days after the start of the treatments. Each bar represents the mean for 12 observations.

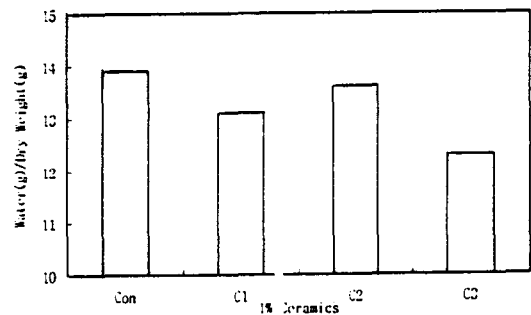


Fig. 6. Effect of ceramics with hydroponics on water content/dry weight(g) of Tacai at 30 days after the start of the treatments. Each bar represents the mean for 36 observations.

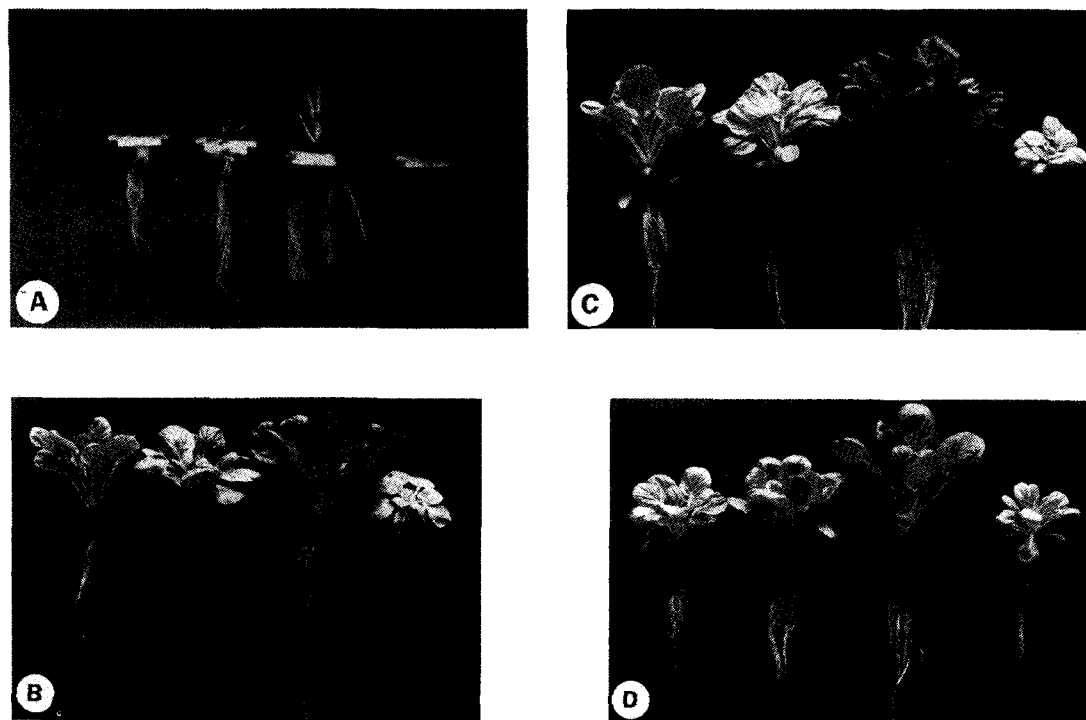


Fig. 7. Effect of 1% ceramics with hydroponics on growth of Tacai as root zone temperature. (A); air temperature of 25°C without controlled root temperature, (B); 25°C (C); 30°C, which were controlled at air temperature of 25°C in greenhouse. Left side→right side(control, ceramic 1, ceramic 2, and ceramic 3).

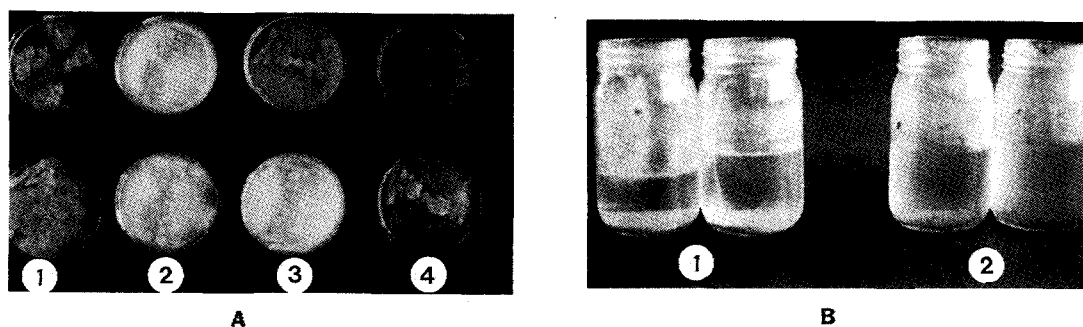


Fig. 8. Effect of LB medium with or without ceramics on the antibacteria which obtained soil solution. (A); solid medium(①: control, ②: ceramic 1, ③: ceramic 2, and ④: ceramic 3), (B); liquid broth(①: ceramic, and ②: control).

는 130~150% 정도의 생장 효과를 보였는데, 세라믹 자체는 전기전도도가 낮기 때문에 영양 공급적인 차원에서 생장이 촉진된 것이라고는 생각되지 않는다. 세라믹은 줄기에 비하여 뿌리의 생장이 더 좋았던 것으로 보아 근권내에 유리한 원적외선을 발생하거나 어떤 물리적 환경을 개선시켜 생장이 촉진된 것인지 또는 미생물의 다량 번식을 억제시킴으로써 배양액을 싱싱한 상태로 유지할 수 있어서 식물체가 미생물들과의 영양분 경합을 피할 수 있기 때문에 생장이 촉진되었는지는 조사할 부분으로 남아있다. 특히 세라믹 2호는 청경채의 생장에 상당한 효과를 보임으로써 본 실험자들은 양액재배시 세라믹을 실용화할 수 있도록 충분한 자료를 준비 중에 있다.

적 요

25℃로 유지되고 있는 온실내에서 양액에 세라믹을 처리하여 청경채의 생장을 조사한 결과, 근권온도 30℃에서 가장 좋은 생장을 보였다. 특히 세라믹 2호는 각각의 온도 처리구에서 최고의 건물중이 나타난 반면, 3호는 무처리구보다도 오히려 생장이 억제되었다. 줄기와 뿌리의 건물중의 비는 온도가 높아짐에 따라서 증가되었고, 모든 세라믹 처리구에서는 감소되었는데, 이는 세라믹이 뿌리의 생장에 더 많은 영향을 주는 것으로 추정된다. 건물중 1g당 수분의 함량은 모든 세라믹 처리시 무처리구에 비하여 감소되었다. 1% 세라믹은 전기전도도가 0.001~0.03mS/cm으로 낮게 나타났다. 또한 세라믹 중에 파랑색을 띤 3호가 가장 항균력이 강했으며, 모든 세라믹은 물썩음 방지 효과가 있었다.

인용문헌

1. Agrawal, M., D.T. Krizek, S.B. Agrawal,

G.F. Kramer, E.H. Lee, R.M. Mirecki, and R.A. Rowland. 1993. Influence of inverse day/night temperature on ozone sensitivity and selected morphological and physiological responses of cucumber. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(5) : 649-654.

2. Hodges, T.K. and R.T. Leonard. 1974. Purification of plasma membrane bound adenosine triphosphatase from plant roots. *Methods in Enzymology* 32 : 392-406.

3. Langhans, R.W., M. Wolfe, and L.D. Albright. 1981. Use of average night temperature for plant growth for potential energy saving. *Acta Hort.* 115 : 31-37.

4. Mortensen, L.M. 1982. Growth Response of some greenhouse plants to environment. II. The effect of soil temperature on *Chrysanthemum morifolium* Ramet. *Scientia Hort.* 16 : 47-55.

5. 芳賀幸. 1989. 遠赤外線放射せうミックスのすべて. 儼支社. pp. 45-47.

6. 서광훈. 1996. 엽채류의 양액재배. 한국양액재배연구회 '96 춘계세미나. pp. 70-77.

7. 서범석. 1996. 토마토의 양액재배기술. 한국양액재배연구회 '96 춘계세미나. pp. 45-60.

8. 우인식. 1996. 충남지역의 양액재배 현황과 문제점. 한국양액재배연구회 '96 춘계세미나. pp. 1-7.

9. 이용범, 노미영. 1996. 오이고형배지재배. 양액재배연구 1(1) : 76-96.

10. 조영렬. 1996. pH란 무엇인가(양액재배를 중심으로) 양액재배연구1(1) : 124-130

11. 坂野久夫. 1990. 세우믹스. 儼支社.

12. 난세계. 96년 7월호. 원적외선 세라믹스의 효과. pp. 100-102.