

## 바이오세라믹 粉末의 葉面撒布와 培養液內 處理가 噴霧耕栽培 토마토의 生長과 果實品質에 미치는 影響

李正玄 · 李範宣 · 鄭淳柱  
全南大學校 農科大學 園藝學科

## Effects of Bioceramic Powder in the Nutrient Solution and Foliar Spray on the Growth and Fruit Quality of Aeroponically Grown Tomato

Lee, J. H., B. S. Lee and S. J. Chung  
Dept. of Hort., Coll. of Agr., Chunnam Nat'l Univ. Kwangju 500-757, Korea

### Abstract

This experiment was carried out to investigate the effects of new material, bioceramic powder in the nutrient solution(0.02%) and foliar spray(0.2%) on the growth and fruit quality of aeroponically grown tomato(*Lycopersicon esculentum* MILL. cv. Seokwang).

Plant height was lowered, but root growth was increased both treatment of bioceramic powder into the nutrient solution and foliar spray. Cluster growth of tomato plants increased up to 14% over than that of control in the plot of foliar spray with bioceramic powder. Total plant dry weight also increased when bioceramic powder was treated both into the nutrient solution and foliar spray. T/R ratio was reduced by the treatment of bioceramic powder, but NAR and RGR showed the highest in the plot of foliar spray treated with 0.2% bioceramic powder than that of the other plots.

Cumulative fruit fresh and dry weight were reduced when bioceramic powder was treated into nutrient solution but foliar spray produced more cumulative fruit fresh and dry weight than that of control. It was shown that treatment of bioceramic powder into the nutrient solution and foliar spray could be improved sugar degree without reducing fruit yields.

키 워 드 : 바이오세라믹, 엽면살포, 분무경, 토마토, 과실품질

Key words : bioceramic, foliar spray, aeroponics, tomato, fruit quality

### 緒 言

최근 養液栽培에 있어서 根圈에 水分과 無

機養分 이외의 新素材를 처리하여 作物의 生育을 촉진시키고 果實의 品質을 향상시키려는 연구가 일부 報告되고 있다<sup>2)</sup>. 또한 新소재의

園藝的 利用이라는 측면에서 機械, 食品加工 및 貯藏, 電子, 化學, 醫療, 淨水裝置 등에서 많이 사용되고 있는 遠赤外線 放射 바이오세라믹의 農業分野로의 이용가능성이 적극적으로 검토되고 있다<sup>3, 4, 5, 11)</sup>. 5~15m 범위의 遠赤外線(far infrared)은 波長範圍 4~1,000m에 속하는 電磁波의 일종으로 赤外線의 범주에 속하며 可視光線의 赤色領域보다 波長이 길고 熱效果가 크다. 바이오세라믹을 作物의 地上部와 地下部에 처리하면 空鳴·空振作用에 의해 植物細胞를 活性化시켜 作物의 生長을 촉진시키는 것으로 알려져 있다<sup>2, 7, 9, 11)</sup>.

趙와 鄭<sup>1)</sup>은 5.6~15m 범위의 遠赤외선을 放射하는 바이오세라믹을 作物의 地上部와 地下部에 처리시 高추, 토마토 등의 生長이 촉진되었음을 확인하였고, 李 등<sup>9)</sup>은 遠赤외선을 放射하는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 계통인 바이오세라믹 파우더를 기계이양상토에 혼합하였을 때 벼의 草長生長과 乾物重이 증가하였음을 보고하였다. 이외에도 바이오세라믹 처리시 植物의 發芽와 生育이 촉진되었다는 報告가 있다<sup>2)</sup>.

다양한 산업분야 및 원예적 이용가능성이 높은 바이오세라믹의 養液栽培로의 이용에 관한 연구는 지금까지 거의 없는 실정인데, 養液栽培時 바이오세라믹의 效果를 보면 養液栽培 시스템의 種類 및 바이오세라믹의 形態, 즉 바이오세라믹 불, 바이오세라믹 패드, 바이오세라믹 파우더 등과 같이 바이오세라믹의 形態에 따라서 作物에 미치는 效果가 다르다<sup>2)</sup>. 물의 遠赤外線 吸收 波長領域은 3~10m 사이이므로 바이오세라믹 시료로부터 放出되는 遠赤外線은 養液栽培 培養液 및 培地에 잘 흡수될 것으로 생각된다<sup>9)</sup>.

따라서 本 研究은 토마토의 噴霧耕栽培時 新素材인 바이오세라믹 파우더를 地上部와 地下部에 처리하고 이에 따른 토마토의 生長反應과 果實의 品質特性을 비교 검토하므로써 養液栽培時 高品質 토마토 生産을 위한 新素材의 活用方案을 모색하기 위하여 遂行하였다.

## 材料 및 方法

本 實驗은 1995年 1월부터 7월까지 全南大學校 農科大學 園藝學科 시설원에 실험포 플라스틱온실(330m<sup>2</sup>)에서 수행하였다. 서광토마토(*Lycopersicon esculentum* MILL.:홍농종묘)를 供試하여 1월 29일 電熱溫床內 훈탄에 播種하였으며, 1주일 후 日本園試均衡培養液 1/4배액으로 養液育苗하였다. 本 實驗 2배 전개후부터 정식전까지는 NFT 시스템에서 일본원시균형 배양액 1/2배액으로 양액육묘하였다.

定植은 本葉이 4~5매 정도 전개된 3월 25일에 30cm×150cm의 栽植距離로 처리구당 32주씩 噴霧耕에 정식하였다. 本 실험에 사용한 분무경 재배조는 길이 10m×폭 0.3m×높이 0.3m의 스티로폼 성형베드로써 내부는 비닐을 씌웠으며 재배조내에 연질호스를 배관하고 360° 스프링클러(35 l/h 노즐)를 50cm 간격마다 교호적으로 설치하였다. 양액탱크는 300 l 용 플라스틱통을 사용하였으며, 양액의 噴霧間隔은 幼苗期는 3分 噴霧, 5分 停止, 盛苗期는 2分 噴霧, 5分 停止로 타이머를 조정하고 1/8HP 모터펌프를 이용하여 분무공급하였다. 培養液은 山崎 토마토 처방<sup>13)</sup> 標準濃度液을 이용하였으며, 배양액의 교환은 정식후 15일 간격으로 全量交換하였다.

處理는 대조구, 바이오세라믹 파우더(코니産業株式會社, 粒度: 50 $\mu$ m)를 培養液內 處理(0.02%, 2g/l), 바이오세라믹 파우더를 葉面撒布(0.2%, 20g/l)하였고 시험구 배치는 亂塊法 3反復으로 하였다. 바이오세라믹의 養液處理, 葉面撒布는 15일 간격으로 養液交換 및 再撒布를 실시하였다.

調査項目은 草長, 莖徑, 葉數, 葉面積, 각 기관별 生體重 및 乾物重을 처리 후 7일 간격으로 6회 조사하였으며, 果實은 生果重, 乾果重, 收穫果數, 果長, 果徑, 糖度, 酸度 등을 정식후 75일부터 수확시마다 조사하였다. 조사된 자료는 SAS(통계 프로그램)를 이용하여 生長 해석을 하였다. 培養液의 pH, EC는 정식후 2일 간격으로 조사하였으며, 果實의 糖度는 refractometer(U.K, Bellingham & Stanley Ltd.)로,

酸도는 pH meter로 측정하였으며, 기타 조사 항목은 農村振興廳 調查基準에 준하여 실시하였다.

## 結果 및 考察

바이오세라믹 粉末 0.02%의 배양액내 처리와 0.2% 葉面撒布가 분무경재배 토마토의 생장에 미치는 결과를 정식후 71일에 측정한 결과는 표 1과 같다.

바이오세라믹 粉末의 葉面撒布와 培養液內에 처리시 토마토의 草長은 대조구에 비하여 약간 감소하는 결과를 보였다. 대조구의 초장이 153.5cm 였던 반면 엽면살포시에는 19.2cm, 배양액내 처리시에는 31.2cm 정도 草長生長이 저하하였다. 바이오세라믹을 지상부와 지하부에 처리함에 따라 草長은 약간 저하하였지만 莖徑과 葉面積은 대조구와 거의 유사한 성장을 보였다.

李 등<sup>9)</sup>은 바이오세라믹 분말을 床土에 혼합하여 벼 유묘생장을 조사한 결과 벼 유묘의 草長과 乾物重은 혼합비율 8% > 12% > 4% > 16% > 대조구 순으로 나타나 벼의 幼苗生長을 위한 바이오세라믹 분말의 適定 混合比는 9.6% 정도인 것으로 추정하였다. 이러한 보고는 本 實驗의 경우 바이오세라믹을 처리시 草長이 대조구에 비해서 감소한 결과와는 다소 차이가 있으며 養液栽培와 土壤栽培와의 차이에 따라서 반응이 다르게 나올 수 있으므로, 차후에 바이오세라믹의 배양액내 처리 및 엽면살포시 농도별 처리에 따른 세밀한 검토가 수행되어야 할 것으로 생각되었다.

바이오세라믹의 지상부와 배양액내 처리는 葉과 줄기의 성장보다는 뿌리와 과방의 성장에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 生體重의 경우 엽, 줄기, 과방의 처리간 유의성은 보이지 않았지만 뿌리의 생장은 대조구와 비교하여 현저하게 증가한 결과를 보였다. 바이오세라믹 엽면살포시에 總生體重이 가장 높았는데 이것은 세라믹의 엽면살포시 葉의 細胞活性이 높아졌을 뿐만 아니라 그에 따른

地下部 生長의 促進에 따른 것으로 생각되었다. 현재 바이오세라믹은 育苗用 培地素材나 連作障害 輕減을 위한 土壤改良劑 등의 農業生産에 이용되고 있는데, 바이오세라믹 처리에 의한 뿌리신장 효과는 세라믹으로부터 溶出된 物質에 의한 효과이거나 물의 物性變化에 의한 영향, 그리고 세라믹이 갖는 表面特性에 의한 影響<sup>10)</sup> 등이 관여하는 것으로 생각되었다.

처리에 따른 乾物重의 變化를 보면 엽과 줄기의 乾物重은 처리간 有意差가 보이지 않았으나 뿌리와 과방생장은 일반적으로 바이오세라믹 처리시에 생장이 우수하였던 것으로 나타났다. 또한 總乾物重은 대조구에 비하여 바이오세라믹의 엽면살포 및 배양액내 처리시에 모두 높았는데, 배양액내 처리시에는 6% 정도, 엽면살포시에는 15% 정도 증가하는 결과를 보여주었다.

이와 같은 결과는 확실하게 밝혀지지 않았지만 營養生長期에는 光合成이 왕성하게 행해지는 기간이므로 세라믹의 작용이 營養物質 및 에너지 物質의 이동에 크게 關與<sup>11)</sup>하는 것으로 생각된다.

鄭 등<sup>2)</sup>은 바이오세라믹을 처리한 분무경재배 오이의 초장이 대조구보다 적었다고 보고하였는데, 이러한 결과는 본 실험의 결과와 유사하였다. 또한 養液栽培 시스템 종류에 따라서 바이오세라믹의 適定濃度가 다를 것으로 생각되는데, 앞으로 養液栽培 시스템 種類와 바이오세라믹의 形態別, 濃度別 처리효과에 따른 작물의 生長反應에 관한 연구가 더 많이 수행되어야 할 것으로 생각되었다.

鄭 등<sup>2)</sup>에 따르면 본 실험에서 사용한 바이오세라믹 분말은 분무경과 NFT 보다는 DFT에서 草長과 葉面積이 가장 높은 것으로 보고하였다. 이것은 바이오세라믹과 養液栽培 토마토의 根圈環境과의 相互作用에 의해 나타나는 차이일 것으로 생각되었다.

토마토의 분무경재배시 바이오세라믹의 배양액내처리 및 엽면살포시 토마토의 성장해석을 한 결과는 표 2에 나타났다.

바이오세라믹 처리에 따른 토마토 葉面積指

Table 1. Growth characteristics of aeroponically grown tomato plants as affected by the treatment of bioceramic powder into the nutrient solution and foliar spray at 71 days after transplanting.

Chara- cters Treat.	Plant ht. (cm)	Stem dia. (mm)	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Fresh wt. (g/plant)				Dry wt. (g/plant)					
				Leaf	Stem	Root	Cluster	Total	Leaf	Stem	Root	Cluster	Total
Con.	153.5a <sup>1)</sup>	21.33	6,213	437.2	255.5	177.3b	1,625.5	2,495.5b	47.9	26.0	13.0b	90.2b	177.0b
B-N	122.3b	22.25	6,321	405.3	246.2	254.9a	1,566.9	2,473.3b	47.7	28.0	20.2a	92.3b	188.3ab
B-S	124.3b	20.78	5,816	440.4	250.6	244.0a	1,762.3	2,692.2a	52.5	29.0	19.0a	102.8a	203.2a

<sup>1)</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

B-N) Treatment of bioceramic powder(0.02%) into the nutrient solution.

B-S) Foliar spray with bioceramic powder(0.02%).

Table 2. Growth analysis of aeroponically grown tomatoes as affected by the treatment of bioceramic powder at 71days after trans-planting. Bioceramic powder was applied at 15 days intervals.

Chara- cters Treat.	RGR (g/g/day)	NAR (g/dm <sup>2</sup> /day)	LAR (cm <sup>2</sup> /g)	LAI (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	SLA (cm <sup>2</sup> /g)	CGR (g/m <sup>2</sup> /day)	T/R ratio	DMPR(%)			
								Leaf	Stem	Root	
Con.	0.044b <sup>1)</sup>	8.18b	53.29a	2.02	35.09	16.48b	12.63a	17.72	12.48	5.13c	64.67
B-N	0.042b	8.75b	48.50ab	1.98	33.56	17.35b	8.31b	14.82	13.26	9.26a	62.65
B-S	0.051a	12.13a	41.93b	1.65	28.62	20.12a	9.68ab	18.47	13.14	7.98ab	60.40

<sup>1)</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

B-N) Treatment of bioceramic powder(0.02%) into the nutrient solution.

B-S) Foliar spray with bioceramic powder(0.02%).

數(LAI)의 변화를 보면 처리간에 유의차가 없었으며, 純同化率(NAR)은 바이오세라믹을 0.2%의 농도로 엽면살포했을 경우 12.13g/dm<sup>2</sup>/day로서 가장 좋은 결과를 보여 주었다. SLA(specific leaf area)는 처리간에 유의차가 보이지 않았는데, 바이오세라믹의 지상부 및 지하부 처리가 엽의 두께에 별다른 영향을 미치지 않았음을 알 수 있었다. 葉面積比(LAR)는 대조구가 53.29cm<sup>2</sup>/g으로 가장 높았고, 바이오세라믹의 배양액내 처리구가 48.5cm<sup>2</sup>/g로서 대조구보다는 낮았지만 바이오세라믹의 엽면살포 처리구의 41.93cm<sup>2</sup>/g 보다는 높은 결과를 보여 주었다. 個體生長率(CGR)은 바이오세라믹을 葉面撒布했을 경우가 가장 높게 나타났으며, 대조구와 바이오세라믹의 배양액내 처리구는 거의 유사한 정도로 낮게 나타났다.

바이오세라믹 파우더의 처리에 따른 토마토의 T/R率을 보면 대조구의 T/R율은 12.63였던 반면 바이오세라믹의 배양액내 처리시에는 8.3, 엽면살포시에는 9.68로서 바이오세라믹 처리는 地上部 生長보다는 地下部 生長에 더 많은 영향을 미쳐 뿌리의 생장이 왕성하였다.

바이오세라믹의 처리가 토마토의 기관별 乾物分配에 미치는 영향을 보면 전반적으로 과방>엽>줄기>뿌리 순으로 건물분배가 많았는데, 엽, 줄기, 과방으로의 乾物分配는 처리간 유의차가 보이지 않았지만 뿌리로의 乾物分配는 처리간 유의차가 보였다. 바이오세라믹을 배양액내에 처리한 경우에 뿌리로의 乾物分配가 가장 많았으며, 바이오세라믹을 엽면살포한 경우도 대조구에 비해 뿌리로의 건물분배가 많았던 것으로 나타났다. 바이오세라믹을 근권에 처리시 세라믹으로부터 放射되는 遠赤外線에 의해서 물의 微細構造的인 質的變化에 의해서 상기와 같은 生長變化가 발생하였을 것으로 생각되었다<sup>9)</sup>. 차후에 토마토의 장기재배를 통하여 바이오세라믹의 배양액내 처리 및 엽면살포에 따른 건물분배 양상을 고단과방까지 장기간에 걸쳐 검토할 필요가 있다고 생각되었다<sup>10)</sup>.

李 등<sup>9)</sup>은 바이오세라믹의 처리에 따른 植物

生長促進效果는 세라믹분말에 함유된 微量元素와 바이오세라믹의 遠赤外線 輻射의 複合的인 효과로 추정하였는데, 本 實驗의 경우에 바이오세라믹 처리에 따른 토마토 生育의 향상은 이러한 작용과 관계가 있을 것으로 생각되었다.

바이오세라믹의 배양액내 처리 및 葉面撒布에 따른 분무경재배 토마토의 果實生長 特性은 표 3과 같다.

바이오세라믹 분말을 배양액내에 0.02%로 처리한 구에서 株當 果實數는 약 13.8개로서 대조구에 비하여 약 2.4개 정도 적었으며, 果實의 總生體重과 乾物重 역시 대조구에 비해 현저히 감소한 결과를 나타냈다. 반면 엽면살포한 처리구에서는 토마토 1주당 과실수가 16.4개로서 대조구와 차이가 없었고, 株當 總生果重 및 總乾果重도 대조구와 거의 유사한 반응을 보였다.

果實 1개당 生果重을 보면 전반적으로 238.1~245.1g 정도로 처리간에 유의차가 보이지 않았고, 果實 1개당 乾果重 역시 有意差를 보이지 않았으며, 乾物率은 전반적으로 약 4.9% 정도로 나타났다.

바이오세라믹의 地上部 葉面撒布 및 培養液內 처리에 따른 果實의 外型 및 果實內 心室數의 조사결과를 보면 果實의 橫徑 및 縱徑은 처리간에 有意差가 없었으며, 心室數는 바이오세라믹을 엽면살포시에 약간 적어지는 것으로 나타났다. 糖度는 대조구의 경우 약 5.1 °Bx 정도였는데, 바이오세라믹을 배양액내에 처리시에는 약 0.2 °Bx 정도, 바이오세라믹을 엽면살포할 경우에는 대조구에 비해 약 0.5 °Bx 정도 높은 결과를 보였다. 果實의 酸度(pH)는 처리간 有意差가 나타나지 않았다.

바이오세라믹 분말의 배양액내 처리와 엽면살포가 분무경재배 토마토 1주당 과실의 總收穫量에 미치는 영향은 그림 1과 같다.

수확중기까지는 바이오세라믹의 배양액내 처리시에 생과중의 수확량이 가장 많았던 반면, 수확후기에는 가장 낮은 결과를 보였다. 바이오세라믹 0.2%를 엽면살포한 처리구에서 수확초기에는 대조구에 비해 토마토 수량이

Table 3. Fruit growth and fruit quality of aeroponically grown tomato fruits as affected by the treatment of bioceramic powder into the nutrient solution and foliar spray.

Treatment	Control	Bioceramic powder	
		Nutrient solution (0.02%)	Foliar application (0.2%)
Characters			
No. of fruit(ea/plant)	16.2a	13.8b	16.4a
Fruit fresh wt. (g/plant)	3971.0a	3253.0b	3904.0a
Fruit dry wt. (g/plant)	203.3a	161.1b	202.6a
Fruit fresh wt.(g/ea)	245.1	235.7	238.1
Fruit dry wt.(g/ea)	12.6	11.7	12.4
Fruit length(mm)	65.8	64.8	66.3
Fruit dia.(mm)	82.5	81.1	81.2
No. of locule	6.2a	6.0a	5.8b
Sugar degree(°Bx)	5.1b	5.3ab	5.6a
Fruit acidity(pH)	4.1	4.2	4.1

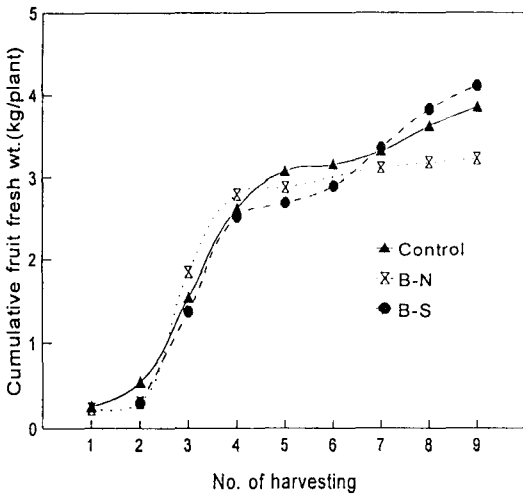


Fig. 1. Cumulative fruit fresh weight as affected by the treatment of bioceramic powder into the nutrient solution(0.02%) and foliar spray(0.2%).

낮았지만 수확후반기에는 다소 많았음을 알 수 있었다. 4과방까지의 생과收穫량은 바이오세라믹의 엽면살포>대조구>배양액내 처리구

순으로 나타났다. 전반적으로 배양액내 처리의 경우 수확초기에 과실수확량이 많았던 반면, 엽면살포구는 처리후반기에 과실수확량이 많았다.

### 摘 要

本 研究는 서광 토마토(*Lycopersicon esculentum* MILL. cv. Seokwang)의 噴霧耕栽培時 新素材인 바이오세라믹 분말을 葉面撒布(0.2%)와 培養液內에 처리(0.02%)하여 토마토의 生長 및 果實品質 特性을 比較하고자 수행하였던 바 그 結果를 요약하면 다음과 같다.

1. 地上部와 地下部の 바이오세라믹 처리시 대조구에 비해 草長은 감소하였으나 뿌리의 生長은 증가하였다.

2. 바이오세라믹 분말의 엽면살포시 과방의 生長이 대조구에 비해서 약 14% 정도 증가하였다. 바이오세라믹 분말의 地上部와 地下部 처리시 總乾物重이 증가하였다.

3. 바이오세라믹 처리시에 T/R率은 대조구에 비해 낮았으며, 純同化率(NAR)과 相對生

長率(RGR)은 바이오세라믹을 엽면살포했을 경우에 12.13g/dm<sup>2</sup>/day와 0.05g/g/day로 가장 높았다.

4. 대조구에 비해 바이오세라믹 분말의 根圈處理時에는 總累積生果重 및 乾果重이 감소하였으나, 엽면살포시에는 증가하였다. 바이오세라믹 파우더의 根圈 및 葉面撒布時 대조구에 비해 果實의 收量이 감소하지 않고 糖度가 높아졌다.

## 引用文獻

1. 趙東三, 鄭丞根. 1992. Bioceramics에 의한 放射遠赤外線이 作物의 生育, 數量 및 生産物의 貯藏에 미치는 影響. 1991년 產學協同研究課題報告書(忠北大學校 農科大學).
2. 鄭淳柱, 李範宣, 李政弼, 姜宗求. 1992. 根圈의 바이오세라믹 處理가 養液栽培 오이의 生育 및 收量에 미치는 影響. 全南大學校 論文集 37: 67-76.
3. 韓忠洙. 1990. 遠赤外線による農産物の乾燥に関する研究. 博士學位論文 日本北海道大學.
4. 韓忠洙. 1992. 遠赤외선을 이용한 응용기술. 遠赤외선 방사체 응용기술 심포지움(제2회 공진청 요업기술원). pp. 87-115.
5. 伊藤和彦. 1986. 遠赤外線による野菜乾燥について. 食品と遠赤外線. ビジネスセンター. pp. 39-51.
6. 景山詳弘, 小西國義. 1988. 土耕との比較でみた水耕トマトの形態的・生理的特徴. 日園學雜 57: 408-417.
7. 姜중구, 천상욱, 정순주. 1995. 재배방식의 차이, 근권온도 및 양액의 이온농도가 국화 뿌리의 해부 형태적 변화에 미치는 영향. 韓園誌 36(4): 548-554.
8. 김광용. 1992. 신소재 세라믹의 특성과 농업적 이용. 시설원예연구회 5(2):65-72.
9. 李哲遠, 孫錫龍, 韓忠洙. 1995. 세라믹의 床土混合에 의한 벼 幼苗의 生長效果. '95 韓·日遠赤外線 심포지움. pp. 49-59.
10. Maxwell, K. 1986. Soilless(hydroponic) culture. The past- and present- and future. Soilless Culture 2(1): 27-34.
11. 三宅 仁. 1989. 遠赤外線と生體. News Ceramics No. 1:101-104.
12. 宋鉉甲, 韓忠洙, 金有鎬. 1991. Bioceramics에 의한 放射遠赤外線이 園藝作物의 生育과 貯藏에 미치는 影響. 忠北大學校 農村熱에너지研究所 報告書. pp. 47.
13. 山崎肯哉. 1978. 養液栽培全篇. 養賢堂. pp. 34-49.