

岩綿培地內 人工 zeolite 및 각종 이온交換劑 處理가 溫室멜론의 이온交換能에 미치는 影響

張 洪 基 · 鄭 淳 柱*

愛媛大學 農學部 · 全南大學校 園藝學科*

Effects of Artificial Zeolite and Various Ion Exchangers Supplemented in Rockwool on the Ion Exchangability of Muskmelon

Jang, Hong-Gi and Soon-Ju, Chung*

Dept. of Biomech. Systems, Agr. Envr. Engi., Univ. of Ehime, Matsuyama 790, Japan
Dept of Hort., Coll. of Agr. Chonnam Nat'l Univ., Kwangju 500-757, Kora*

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of artificial zeolite and various ion exchangers supplemented in rockwool on the ion exchangability of muskmelon. The results obtained were as follows;

Plant height was higher in the treatment of Ca type artificial zeolite as of 131.2cm than that of control as of 124cm, and same trends were shown in fresh weight of leaf and stem. Fruit weight was increased by supplement of artificial zeolite, but there were no significant differences in the sugar degree and external appearance as influenced by supplementing artificial zeolite. Supplement of artificial zeolite stabilized the pH and increased the ion exchange capacity of nutrient solution. Nutrient absorption was more favorable and led to growth promotion.

This study was demonstrated that supplement of artificial zeolite in rockwool slab was improved the stabilization of root environment and increased ion uptake of muskmelon plant.

키 워 드 : 제올라이트, 이온交換劑, 양이온치환용량, 멜론, 암면재배

Key words : zeolite, ion exchanger, CEC, melon, rockwool culture

緒 言

화력발전소나 제철소 등에서 석탄을 微粉末
化해서 연소시키지만 대량으로 배출되는 石炭
灰는 日本의 경우 연간 400만톤 정도에 이르

며⁵⁾, 우리나라의 경우도 상당한 양에 이를 것
으로 생각된다. 石炭灰는 産業廢棄物이므로
이용가치가 적어 埋立地에 투기처분하는 외에
별다른 처리방법이 없다. 그러나, 최근에는 埋
立地の 확보가 어려워지고, 環境保全 측면에

서도 커다란 사회문제로 대두되고 있는 실정으로 이것을 資源化하여 이용하고자하는 바램이 크다. 石灰灰의 化學分析 결과 그 주체는 불순물을 포함한 矽酸알루미늄質 유리인 것으로 확인되어 알칼리처리에 의한 人工zeolite 合成法을 확립한 바 있다³⁾. Zeolite는 양이온 交換容量이나 比表面積이 크고, 또한 活性表面을 갖고 있어서 吸着能이 크다는 특성 때문에 다양한 용도에 이용이 가능하다⁹⁾.

양액재배에서 인공 zeolite는 이온 保有能, 吸着能 등 培地의 理化學的 특성을 개선하므로써 작물의 高度生産이 가능한 生育환경을 만들어주는 것이 가능하다⁴⁾. 인공 zeolite의 양이온교환용량(CEC)은 230meq/100g 정도로 상당히 크다고 보고되었다⁶⁾. 養液栽培에서 인공 zeolite를 이용하여 배양액에 이온 交換能 및 吸着能을 부여한 研究의 결과는 다소 있지만^{5,6)} 암면재배에서의 예는 없다. 天然 礦物質 資材로서 만들어진 암면배지는 양이온 交換容量이 거의 0meq/100g이다¹⁰⁾. 양이온 交換能力이 전혀 없기 때문에 양이온 交換能이나 緩衝能을 가지는 인공 zeolite를 암면슬라브내에 첨가하므로써 이를 개선할 수 있는 효과는 크다고 예상된다. 또한 양이온 교환수지 (Amberlite IR-120B), 음이온교환수지 (Amberlite IRA-400), 이온 交換能 및 吸着能을 가진 合成 zeolite(Zeolite Synthetic A-3), 吸着能을 가진 活性炭(charcoal)을 이용할 수도 있을 것이다.

本 實驗은 이들의 재료를 암면슬라브내에 첨가하므로써 緩衝能力을 부여시켜 온실멜론의 암면재배에 대한 이온交換能 및 吸着能의 作用機作을 究明하기 위해 比較檢討하였다.

材料 및 方法

1995年 4月 30日에 Earl's Favourite 春系 F1 '을 암면큐브(75×75×75mm)에 파종하였다. 5월 16일에 본엽 3매의 苗를 排出液이 下面으로 採集될 수 있는 스티로폼 재배패드내의 암면슬라브(91×20×7.5cm)에 3주씩 정식

하고 온실내에서 점적노즐을 이용한 비순환방식으로 재배하였다. 전재배기간에 걸쳐서 日本園試處方의 양액을 EC 1.5mS/cm의 농도로 灌液하였다. 또한 원시처방 EC 1.5mS/cm, 양이온 交換樹脂(Amberlite IR-120B), 음이온 交換樹脂(Amberlite IRA-400), 合成 zeolite (Zeolite Synthetic A-3), 活性炭(charcoal)을 組合하여 6개의 처리구로 하고 1처리구당 2베드씩 총 6株를 供試하였다. 이들 재료의 암면슬라브내 첨가는 암면슬라브에 직경 8mm, 길이 8cm의 구멍을 5cm간격으로 뚫고, 해당 처리구에 120g씩 넣었다(사진 1). 培養液의 灌

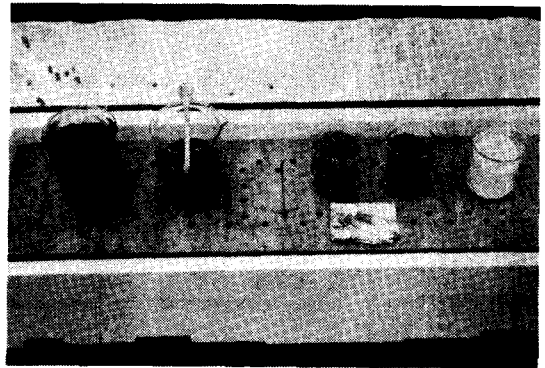


Photo. 1. Applications of various ion exchangers in rockwool slab(Charcoal, amberlite IRA-400, amberlite IR-120B, Ca-zeolite and zeolite synthetic A-3 from left side).

液은 멜론묘의 뿌리가 충분히 암면슬라브내에 뻗은 후인 5月 26日부터 시작하였고 生育段階 또는 날씨에 따라 암면슬라브에서의 排液量이 10~20%가 되도록 관액횟수, 시간 및 시각(8:00 개시, 17:00 종료)을 日射量에 따라 컴퓨터에 의해 制御 및 設定하였다. 6月 4日에 각 처리구 모두 下位葉을 3枚씩 摘葉하였다. 6月 14日에 제 25節位에서 摘芯하여 葉數를 22매로 하고, 제 11葉~17葉의 兩性花에 受粉시킨 후 1果만을 남겼다. 과실의 수확은 受粉

後 55일에 하였다.

매일 저녁, 灌水 종료후에 관액량과 排出液량을 측정하고, 排出液의 EC, pH를 측정하였다. 매일 排出液을 10%씩 샘플링하여 보존하고, 生育段階(5月 26일부터 7일간격으로 A~J의 각 단계로 하였다)마다 모아서 無機成分濃度を 分析하였고 EC와 pH를 측정하였다. NO₃-N는 紫外部吸光度法에 의해(210nm), NH₄-N은 Indophenol blue法(640nm)에 의해, 인산은 Bernad molybdene酸法(440nm)에 의해 比色定量하였다.

結果 및 考察

표 1은 수확시 각 이온교환제의 처리에 따른 멜론의 生育特性을 나타낸 것이다. 草長은 대조구인 원시 1/2단위에서 124cm인데 대해

Ca型 人工zeolite에서는 131.2cm로 큰 경향을 나타냈다. 莖 및 葉의 生體重에도 같은 경향이 보였으며, 葉병은 음이온 交換樹脂에서 0.318g으로 높게 나타났으나 有意差는 없었다. 上位葉의 葉長, 葉幅은 처리에 따른 차이가 거의 보이지 않았으나 葉長/葉幅의 比를 계산해 보면 대조구에 비해 葉長이 더 길다는 것을 알 수 있다(표 1).

果實重은 人工 zeolite를 첨가한 경우에 무거워지는 경향을 나타냈으며(그림 2), 糖度 및 外觀은 처리에 따른 차이가 거의 보이지 않았다(표 2). 이같이 産業廢棄物인 石炭灰를 zeolite로 轉換하여 養液栽培에 이용한 결과 生體重 및 果實重을 증가시키는 것이 밝혀졌다. zeolite를 첨가하는 것에 의해 배양액의 pH나 이온交換能을 안정시키는 것이 가능하고, 養分吸收를 순조롭게 하며, 養分吸收의 증가를 촉진하고 生育促進도 기대할 수 있었다.

Table 1. Effects of application of various ion exchangers on plant height, upper leaf length and width and fresh weight of muskmelons in rockwool culture.

Treatment	Plant ht. ¹⁾ (cm)	Upper leaf (cm) ¹⁾		Fresh wt.(g) ¹⁾		
		Length	Width	Petioles	Stems	Leaves
Control(EC 1.5mS/cm)	124.0	31.7	31.7	0.274	0.230	0.852
Amberlite IRA-400	118.7	33.8	33.8	0.318	0.225	0.815
Amberlite IR-120B	117.3	33.5	30.0	0.268	0.209	0.674
Ca-zeolite	131.2	35.2	33.5	0.308	0.258	0.893
Zeolite synthetic A-3	126.2	33.2	32.5	0.294	0.233	0.758
Charcoal	130.0	31.3	30.7	0.296	0.235	0.823

¹⁾ At harvest.

養液栽培에 있어서 高溫時에는 작물의 뿌리에 의한 養水分吸收比(n/w)가 저하하기 때문에 재배기간중의 배양액 농도는 높아지고 EC가 상승하는 것으로 알려져 있다. 이것은 根에서 有害物의 放出이 일어나고 養分吸收가 억제되며, 殘留 이온濃도가 높아지기 때문에 EC가 상승하는 것으로 생각된다. 이러한 경우에도 人工 zeolite를 첨가하면 pH를 안정시킬

수 있고, 이온 交換能을 높이는데 효율적이라고 보고되었다¹⁾. 植物의 根은 zeolite와 接觸하므로서 養分吸收效率을 높이고, zeolite를 혼합하지 않은 보통의 양액재배보다도 좋은 生育 결과를 얻었다는 보고⁴⁾와 본 실험의 결과는 일치하였다.

Zeolite는 뿌리에서 나오는 有害物을 吸着하고 이온 保有能, 吸着能 등의 培地의 理化學

Table 2. Effects of application of various ion exchangers on yield and quality of muskmelons in rockwool culture.

Treatment	Fruit fresh wt. ^c (g)	Fruit width (cm)	Fruit ht. (cm)	Ripeness ^{d, e}	Soluble solids content ^f (%)	External appearance ^g
Control(EC 1.5mS/cm)	1156	12.6	12.9	3.3	12.9	3.7
Amberlite IRA-400	1230	13.0	13.4	2.6	12.3	3.5
Amberlite IR-120B	1186	12.9	13.0	2.9	11.9	3.5
Ca-zeolite	1457	13.9	14.3	3.0	12.8	3.6
Zeolite synthetic A-3	1336	13.3	13.8	3.2	12.6	3.5
Charcoal	1307	13.2	13.8	3.0	12.3	3.4

^c At harvest.

^d 3=Optimal ripening, 5=over ripening.

^e Determined after storage for 7 days at 20°C.

^f Full score=5.

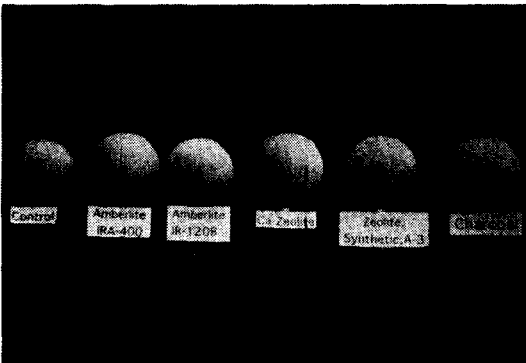


Photo. 2. Effects of various ion exchangers on the fruit quality of muskmelon in rockwool culture.

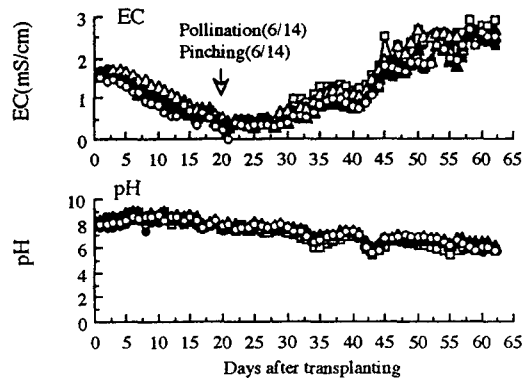
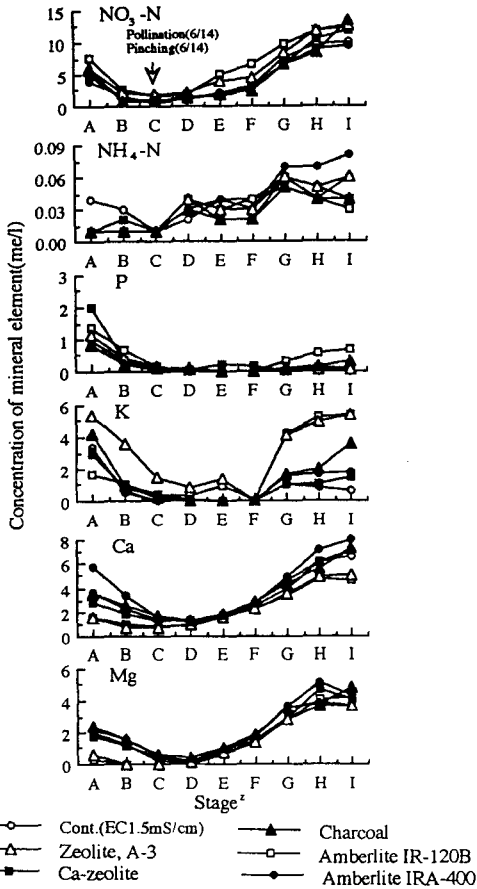


Fig. 1. Changes of EC(upper) and pH(lower) of drained solution during the experiment.

- Control
- Amberlite IRA-400
- Amberlite IR-120B
- Ca-zeolite
- △ Zeolite A-3
- ▲ Charcoal

의 特性을 개선하는 것으로 集積鹽類의 溶脫을 촉진함과 동시에 過剩微量要素로부터 유래하는 有害重金屬類를 吸着, 無毒化하므로서 작물의 高度生産을 위한 生育環境을 만드는 것이 가능하다고 보고되어 있다²⁾.

양이온 置換容量(CEC)은 양이온 交換樹脂에서 317meq/100g, 合成 zeolite에서 262meq/100g, Ca型 人工 zeolite에서 235meq/100g, 活



² Stage A(5/26~6/1), B(6/2~6/8), C(6/9~6/15), D(6/16~6/22), (6/30~7/6), G(7/7~7/13), H(7/14~7/20), I(7/21~7/26).

Fig. 2. Changes of drainage solution's concentration from rockwool slab during experimental period of muskmelons in rockwool culture.

性炭에서 141meq/100g, 음이온 交換樹脂에서 1meq/100g로 보고되었다⁸⁾. 여기서 얻어진 Ca型 人工 zeolite의 CEC는 230meq/100g정도로 天然 zeolite가 150meq/100g전후라는 것을 참고하면⁵⁾ 상당히 높은 수준이다. 양이온 置換容量(CEC)은 시비에 의해 공급되는 植物營養에 필요한 多量 및 微量要素를 보유하여 얻은

培地의 能力을 나타낸다. 土耕栽培에서 이 능력은 토양에 함유된 粘土나 腐植 등의 콜로이드성분에 의해 발휘된다. 그러나 養液栽培에서의 培養液에는 이같은 능력이 전혀 없다. 뿌리가 접촉되는 DFT 및 NFT方式, 天然礦物質資材로 만든 암면배지에서도 CEC는 거의 0meq/100g이다⁴⁾. 이온 交換能을 가진 각종 자재중 양이온 置換容量(CEC)이 높은 人工 zeolite를 배양액에 懸濁시켜 개선되는 효과는 크다고 생각된다.

이온 保有能, 吸着能 등의 부어로 암면배지의 理化學的 特性을 개선하기 위해 人工 zeolite를 첨가한 경우 Ca型 人工 zeolite에서 生體重, 果實重이 무거워지는 경향이 보였다. 그러나 다량의 Ca型 人工 zeolite를 첨가하면 生育 및 吸收量을 억제한다고 보고된 바 있다⁶⁾.

이상의 결과로 人工 zeolite를 암면배지내에 첨가하므로써 이온 保有能, 吸着能을 갖게 하여 배지내의 生育環境이 안정되기 때문에 生育이 좋아진다고 추측되었다. 또한 天然礦物質資材로 만들어진 암면배지는 양이온 置換容量(CEC)이 거의 0meq/100g이기 때문에 CEC가 높은 人工 zeolite(230meq/100g)를 암면배지내에 첨가하는 것은 培地의 CEC를 크게 改善시키는 효과가 인정되어 실용화 가능성이 높은 것으로 나타났다.

摘 要

本 實驗은 人工 zeolite 및 각종 이온交換劑를 암면슬라브내에 첨가하므로써 緩衝能力을 부여하여 온실멜론의 岩綿栽培에 대한 이온 交換能 및 吸着能의 作用機作을 比較檢討하고자 遂行하였다.

1. 이온교환제의 처리에 따른 멜론의 生育特性중 草長은 대조구인 원시 1/2단위에서 124cm인데 대해 Ca型 人工 zeolite에서는 131.2cm로 컸으며 莖 및 葉의 生體重에서도 같은 경향이 보였다.

2. 果實重은 人工 zeolite를 첨가한 경우에 무거워지는 경향을 나타냈으며, 糖度 및 外觀

Table 3. Amount of mineral elements applied and mineral elements taken up during the experiment.

Element	Amount of element applied(g/plant)	Amount of element taken up (g/plant)*					
	All treatment	Control	IRA-400	IR-120B	Ca-zeolite	Zeolite A-3	Charcoal
NO ₃ -N	10.4	8.2	8.4	6.5	8.5	7.7	8.1
P	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.1	2.1
K	22.5	16.0	15.6	12.4	16.4	12.9	14.8
Ca	8.0	5.8	5.3	5.9	6.0	6.4	5.8
Mg	2.5	1.7	1.5	1.6	1.9	1.9	1.6

* Amount of elements of taken up=Sum of the uptake amount* at stage A to J**.

** Uptake amount of elements at each stage(me/plant) = {[fertilization amount(l/plant) × the solution concn.(me/l)] + [initial amount of solution remained at rockwool(l/plant) × the solution concn.(me/l)]} - {[amount of drained solution(l/plant) × the solution concn.(me/l)] + [final amount of solution remained at rockwool(l/plant) × the solution concn.(me/l)]}.

** See Fig. 2.

은 처리에 따른 차이가 거의 보이지 않았다.

3. Zeolite의 첨가에 의해 배양액의 pH나 이온交換能을 안정시키는 것이 가능하고, 養分吸收를 순조롭게 하며, 養分吸收의 증가를 촉진하고 生育促進도 기대할 수 있었다.

이상의 결과는 人工 zeolite를 암면배지내에 첨가하므로써 이온 保有能, 吸着能을 갖게 하여 배지내의 生育環境이 안정되고 암면배지는 人工 zeolite 첨가로 培地의 CEC를 대폭적으로 改善시키는 효과가 컸다.

引用文獻

1. 福山壽雄, 野竝 浩, 池田 敬, 逸見彰男, 橋本 康. 1994. 콜로이드狀 버퍼-劑를 利用して의 新의 組織培 養培地의 開發. 植物工場學會誌 6(4): 234-240.
2. Fukuyama, T., H.Nonami, K.Katayama and Y.Hashimoto. 1995. Improvement of hydroponic culture medium by adding calcium-zeolite. Acta Hort. 396: 115-122.
3. 逸見彰男. 1987. 石炭灰廢棄物을 原料にする 세오라이트および其의 關聯 礦物의 合成. 日本土壤肥料學會誌 58(3): 150-152.
4. 逸見彰男, 福山壽雄. 1991. 懸濁液耕栽培. 日本特許公開番號 119936. 出願番號 1-259407
5. 逸見彰男. 1994. 産業廢棄物의 세오라이트 轉換による 再資源化·有效利用 技術開發-石炭灰, 製紙 슬라시 燒却灰, 活性汚泥 燒却灰-. 뉴어·테크놀로지&사이언스 73-147.
6. 張 洪基, 逸見彰男, 李 德倍, 福山壽雄, 橋本 康. 1995. 人工 세오라이트(알칼리處理した 石炭灰)의 養液栽培への 有效利用(第1報) 培養液への Ca及 Na型 人工 세오라이트 添加가 토마토의 生育·吸收에 及ぼす 影響. 植物工場學會誌 7(2): 97-102.
7. 張 洪基, 福山壽雄, 逸見彰男, 橋本 康. 1995. 人工 세오라이트(알칼리處理した 石炭灰)의 養液栽培への 有效利用 (第2報) 溫室 멜론의 育苗期에 及ぼ는 Ca型 人工 세오라이트 添加가 生育에 及ぼ는 影響. 植物工場學會誌 7(4): 216-223.

8. 張 洪基, 逸見彰男, 福山壽雄, 橋本 康.
1996. メロンの養液栽培に及ぼす各種イオン交換剤添加の影響. 植物工場學會誌 8 (1): 28-34.
9. 加藤忠藏. 1968. セオライトのイオン交換と吸着特性. 化學と工業 21: 79-89.
10. Lemaire, F. 1995. Physical, chemical and biological properties of growing medium. Acta Hort. 396: 273-284.