

NO₃/NH₄比率和養液深度對溫室洋香瓜生育之影響¹

沈再發²

摘要 本試驗行不同 NO₃/NH₄ 比率 (12:0、10:2、8:4、6:6) 的養液，對溫室洋香瓜 (*Cucumis melo* L.) 之生育影響試驗，結果顯示養液中之 NH₄ 對 NO₃ 的比率增加時，植體內之鈣含量相對的減少，適合洋香瓜生長的 NO₃/NH₄ 比率為 10:2。以浮根式栽培法配以平衡之培養液 (山崎洋香瓜培養液) 時，養液之深淺對於洋香瓜之生育，並無顯著影響。

氮素在養液栽培上對於作物之生育、收量和品質等都有很重要之影響，許多報告指出不同氮源形態對作物種類有不同的生育反應^(8,9,10,13,15,16)。於養液栽培上，大部分作物以 NH₄-N 為單獨氮源時比以 NO₃-N 為氮源生育差^(11,14,27)，同時 NH₄ 之毒害因 NO₃ 之存在而減少 (Goyal 1982)⁽¹¹⁾。一般之養液所用氮肥肥料之形態以 NO₃-N 為多，NO₃-N 施用濃度高時，雖不至引起生育障害，但是易引起培養液之 pH 上升，作物葉色較淡，同時作物體內 NO₃ 之濃度也較高，還有於光線不足條件時，其吸收和同化作用效率降低。如果與 NH₄-N 併用時，則無上述之問題。

熱帶地區溫度高而溶氧少為栽培上一限制因子，同時作物之吸收、呼吸、運輸和蒸散等都較溫帶地區為高，因此養分供給也與溫帶地區有所差異。通常栽培床的水深或水量為養分變化快慢之要素，栽培床水多時，養分之變化少，水少時變化快。因此，本計畫以研究 NO₃ 和 NH₄ 態氮源併用，與 NO₃ 態單獨施用，比較其對溫室洋香瓜之養液栽培的生育影響。另一方面，以栽培床養液之深淺檢討其對養液之變化和洋香瓜生育之關係。

材料與方法

一、培養液中不同 NO₃-N 和 NH₄-N 比率對洋香瓜之生育影響。

(一) 供試品種：FS-30 (鳳試選)，Earl's 夏系 (日本八江種苗)、Sapphire (八江種苗)、S-502 (布袋陳三雄) 四個品種。

(二) 培養液之肥料成分，參照日本山崎之洋香瓜吸收濃度標準和丹麥 Grodan 公司之洋香瓜推薦標準量。主要素以 N 12、K 7、Ca 8、P 3、Mg 4 me/l 為基本培養液。其中氮源依 NO₃:NH₄ 濃度比為 12:0、10:2、8:4、6:6 分成四種處理 (如表 1)。微量元素之濃度四處理皆依 Hoagland and Arnon (1940)⁽⁶⁾、Fe-EDTA 同樣以 3ppm 濃度。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第1448號。本研究承行政院國科會 (NSC-76-0409-B-055-09) 計畫補助經費。

2. 本所研究員兼鳳山熱帶園藝試驗分所分所長。臺灣省 高雄縣 鳳山市。

表 1 不同 NO₃/NH₄ 比率培養液濃度Table 1. Different ratios of NO₃/NH₄ nutrient solution used in experiment

| 肥 料 鹽 | NO ₃ /NH ₄ (me/l) | | | |
|---|---|------|------|------|
| | 12/0 | 10/2 | 8/4 | 6/6 |
| KH ₂ PO ₄ | 1 mM | 1 mM | 1 mM | 1 mM |
| KNO ₃ | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Ca(NO ₃) ₂ | 4 | 3 | 2 | 1 |
| MgSO ₄ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| CaCl ₂ | 0 | 1 | 2 | 3 |
| (NH ₄) ₂ SO ₄ | 0 | 1 | 2 | 3 |

Microelements (ppm) : Fe : 3 Cu : 0.02
 B : 0.5 Zn : 0.05
 Mn : 0.5 Mo : 0.02

(三) 栽培方法：

1. 試驗在 11m×38m 面積為 416m² 之玻璃溫室內進行。以 FRP 製 70cm 寬、12cm 深、15m 長的栽培床16個。依肥料設計 NO₃/NH₄ 比率，每處理四重複，於地下設養液槽四個，每槽容量為 5 噸。養液由各養液槽，經馬達定時供液到栽培床。栽培床以水位控制，使養液迴流養液槽，養液由栽培床和養液槽相互循環。培養液之補充於養液槽內養液將用盡時，照原肥料標準分別補充之。

2. 栽培床內以萬能網 (Vannet 網孔 2.0×2.0m/m) 為浮根媒體，以保利龍板於固定位置上留定植孔並覆蓋於床上。每栽培床種植兩行，株距為 45 公分。種子於 6 月 23 日播種於海綿 (3 cm³) 上育苗，育苗 16 日後定植於本圃栽培床。植株以鋅管支架和繩固定，使往上呈垂直生長。8 月 7~9 日授粉，果實於第 12~15 節間留果一個，9 月 17~19 日採收。

3. 測定培養液之 pH 和電導度 (EC) 之感應器 (Sensor) 裝置於栽培床培養液中，以電腦自動記錄。每週調查培養液之 pH、EC。主要要素之分析，包括氮 (分硝酸態和氨態)，磷、鉀、鈣、鎂等五種主要元素。調查生育期中植株地上部重、株高和葉大小、莖粗細等及果實 (包括重量、糖度、收穫期等)。植體要素分析全氮以 Kieldahl 法，鈣和鎂以原子分析儀。鉀以焰光分析法。磷以 Ammonium Vanadate Molybdate 法測定。

二、不同培養液深度對養液變化與洋香瓜生育之影響。

本試驗於溫室內進行，屋頂覆蓋硬質塑膠布，周圍以塑膠網行通風。

(一) 供試品種：Earl's Favorite S78.

(二) 栽培床以 FRP 製成，長度 15m、寬 70cm，深度分成 35 公分、25 公分、15 公分平底床和 15 公分中間凸形床計四種。各床之培養液深度分別維持在 27.0、19.5、11.5 和 11.0 公分，其溶液水量以浮球分別控制為 2,856 公升、2,040 公升、1,224 公升和 692 公升，另設培養槽一個，以補充減少之培養液。由養液槽供栽培床時，以馬達補充供液但不循環。培養液依山崎 (1976) ⁽³²⁾ 之洋香瓜培養液 (如表 2)，於種植時照所定水位供液，到收穫前 14 天停止補充或略灌入一些培養液使不致完全乾涸。

表 2 供試肥料之組成 (山崎, 1976)

Table 2. Composition of the nutrient solution used for floating hydroponics in muskmelon

| 肥料鹽 | me/l | | | | |
|--|------|---|---|----|----|
| | N | P | K | Ca | Mg |
| Ca (NO ₃) ₂ · 4H ₂ O | 7 | — | — | 7 | — |
| KNO ₃ | 6 | — | 6 | — | — |
| NH ₄ H ₂ PO ₄ | 1.3 | 4 | — | — | — |
| MgSO ₄ · 7H ₂ O | — | — | — | — | 3 |

微量元素 (ppm) : Fe : 3 Cu : 0.02
 B : 0.5 Zn : 0.05
 Mn : 0.5 Mo : 0.02

(三) 栽培方法：

1. 以吸水性之不織布等製成如圖 1 之浮根式栽培。種子於76年 1月11日催芽，1月13日播種於海綿上，2月4日定植於栽培床，以支架和繩固定行垂直栽培。3月26~28日授粉，果實於第12~15節間留果一個，果實於5月18~20日採收。

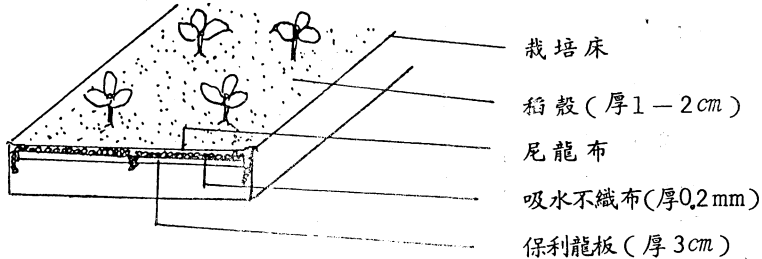


圖1. 浮根式水耕栽培床

Fig. 1. Floating hydroponics system for greenhouse muskmelon

2. 調查培養液之液溫、pH、EC，並每週取樣分析氮、磷、鉀、鈣、鎂等五種主要元素，及調查植體之株高、葉大小、果實之重量、糖度等。

結果與討論

一、培養液中之 NO₃/NH₄ 比率對溫室洋香瓜之生育影響

1. 生育方面：

在供試四個品種於定植後第二十八天 (8月6日) 行生長調查結果如表 3。大致以含 NH₄-N 高者，其株高較高、葉寬也略大之趨勢，莖粗和葉長則未見有所差異。收穫之果實重量則以 NO₃ : NH₄ = 10 : 2 或 8 : 4 較重，而果實之糖度也以 NO₃ : NH₄ = 10 : 2 和 8 : 4 較高。品種則以鳳山分所和嘉義陳姓農家所選之 FS-30 和 B-52 糖度較高。

表 3 培養液中之 NO_3 與 NH_4 比率對洋香瓜之生育影響Table 3. Effects of the ratios of NO_3/NH_4 nutrient solution on the growth of greenhouse muskmelon

| 品 種 | $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ | 生 長 狀 况* | | | | 果 實 | |
|---------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| | | 株 高 (cm) | 葉 長 (cm) | 葉 寬 (cm) | 莖 粗 (cm) | 果 重 (g) | 糖 度 (Brix) |
| Sapphire | 12:0 | 115.2c | 11.4c | 16.2d | 6.2c | 1,281.3a | 10.6ab |
| | 10:2 | 124.4bc | 15.0a | 22.5a | 7.9a | 1,268.8ab | 11.5a |
| | 8:4 | 134.0b | 13.0b | 18.5c | 7.2bc | 1,312.5a | 11.3a |
| | 6:6 | 153.4a | 14.6ab | 20.1b | 7.6cb | 1,025b | 9.5b |
| B-502 | 12:0 | 92.4a | 12.5a | 17.6bc | 6.7a | 1,093.8b | 12.4a |
| | 10:2 | 94.9a | 12.9ab | 18.9ac | 7.0a | 1,275a | 13.2a |
| | 8:4 | 102.5a | 13.8a | 20.0a | 7.5a | 1,287.5a | 13.1a |
| | 6:6 | 93.7a | 12.0ab | 17.2b | 7.0a | 962.5c | 13.1a |
| FS-30 | 12:0 | 129.4b | 10.8b | 16.4b | 6.4a | 1,057.1c | 13.1b |
| | 10:2 | 155.2a | 13.4a | 19.5a | 7.1a | 1,585.7a | 14.7a |
| | 8:4 | 156.8a | 12.7a | 17.9b | 6.3a | 1,378.6b | 14.6a |
| | 6:6 | 157.0a | 12.7a | 18.1ab | 6.7a | 1,177.6c | 12.6b |
| Earl's 夏 系 | 12:0 | 132.6b | 11.2b | 18.2b | 7.3a | 1,400a | 10.4b |
| | 10:2 | 124.2b | 12.1ab | 18.8ab | 7.5a | 1,387.5a | 13.3a |
| | 8:4 | 165.3a | 12.9a | 20.0a | 7.3a | 1,512.5a | 11.7ab |
| | 6:6 | 154.8a | 11.5b | 17.6b | 6.6a | 1,437.5a | 12.3a |

* 授粉前一日 (8月6日)

** In vertical columns means with same letters are not significantly different $p < 0.05$; Duncan's Multiple Range Test.

在植體之乾物率方面，葉片上顯示養液中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 比率高者會降低其葉片乾物率，但對莖則無顯著差異 (表 4)。

表 4 培養液中不同 NO_3/NH_4 比率對植體乾物率的影響Table 4. Effect of different NO_3/NH_4 ratio on percent of dry weight of muskmelon plants

| Varieties | $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ | Leaves | Stem |
|-----------|---------------------------|--------|-------|
| Sapphire | 12:0 | 18.01a | 9.27a |
| | 10:2 | 19.02a | 9.46a |
| | 8:4 | 16.44b | 9.25a |
| | 6:6 | 13.89c | 9.27a |
| B-502 | 12:0 | 15.24a | 8.50a |
| | 10:2 | 17.23a | 8.85a |
| | 8:4 | 15.20a | 9.01a |
| | 6:6 | 12.62b | 7.95a |

2. 培養液 EC 和 pH 之變化

pH 之變化曲線顯示不同 NO₃/NH₄ 比率之四處理大致相同；初期微升，於授粉期（8月9日）略為下降。自8月12日到8月26日之果實肥大期再逐漸上升，然後下降。待果實成熟期的最後一週又上升。在不同 NO₃/NH₄ 比率上則顯示不含 NH₄ 者培養液之 pH 略高，而含 NH₄ 者 pH 低，含 NH₄ 愈多者，其 pH 愈低（圖 2）。

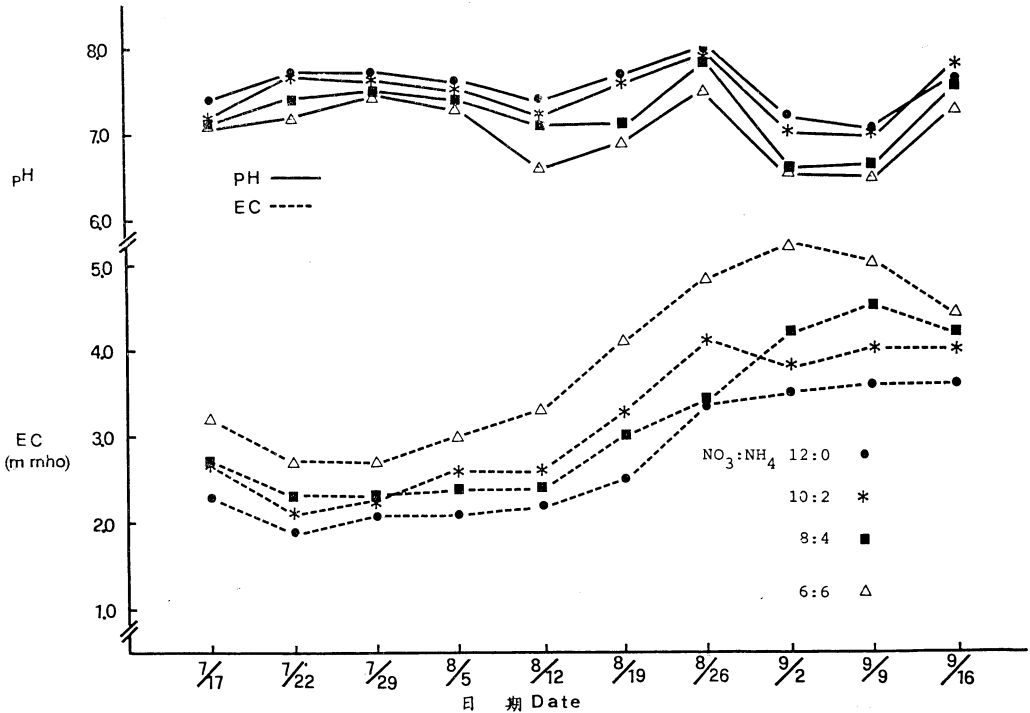


圖2. NO₃/NH₄ 比率對洋香瓜培養液之 pH 和 EC 之變化

Fig. 2. Changes of pH and EC at different ratios of NO₃/NH₄ solution during the period of greenhouse muskmelon grown in hydroponics.

EC 變化也呈現四處理之曲線很為類似，皆隨生長時期而逐漸升高之趨勢，但不同 NO₃/NH₄ 比率間則顯示 NH₄ 比率高者，培養液之 EC 也較高。值得注意的是 NO₃/NH₄ = 10 : 2 比 8 : 4 和 6 : 6 於生長後期之 EC 較為穩定（圖 2）。

3. 培養液與植體之主要元素的變化

氮方面：培養液中 NO₃-N 之變化，四處理皆於 8 月 5 日（授粉期）下降最低，然後再為逐漸上升。同時 NO₃ 之含量高者，其培養液中之 NO₃ 量也高，NH₄ 之含量高者，其培養液中之 NO₃ 相對的降低。而 NO₃ : NH₄ = 10 : 2，其生長後期自授粉後 19 日到收穫止（8 月 26 日 ~ 9 月 16 日）之變化也較為穩定（圖 3）。NH₄-N 除培養液中不含 NH₄ 外，其餘 NH₄ 含量高者培養液中就含有較高之 NH₄。NO₃ : NH₄ = 6 : 6 者整期含有較高之 NH₄-N。NO₃ : NH₄ = 10 : 2 者，則於初期有少量，自 8 月 5 日起雖然循環之培養液中仍供有 NH₄，但栽培床之養液中也無 NH₄ 之含量（圖 4）。在植體上培養液中 NH₄ 含量高者，其葉和莖之全氮含量也增加（表 5）。可見洋香瓜吸收較多 NH₄-N 的結果。

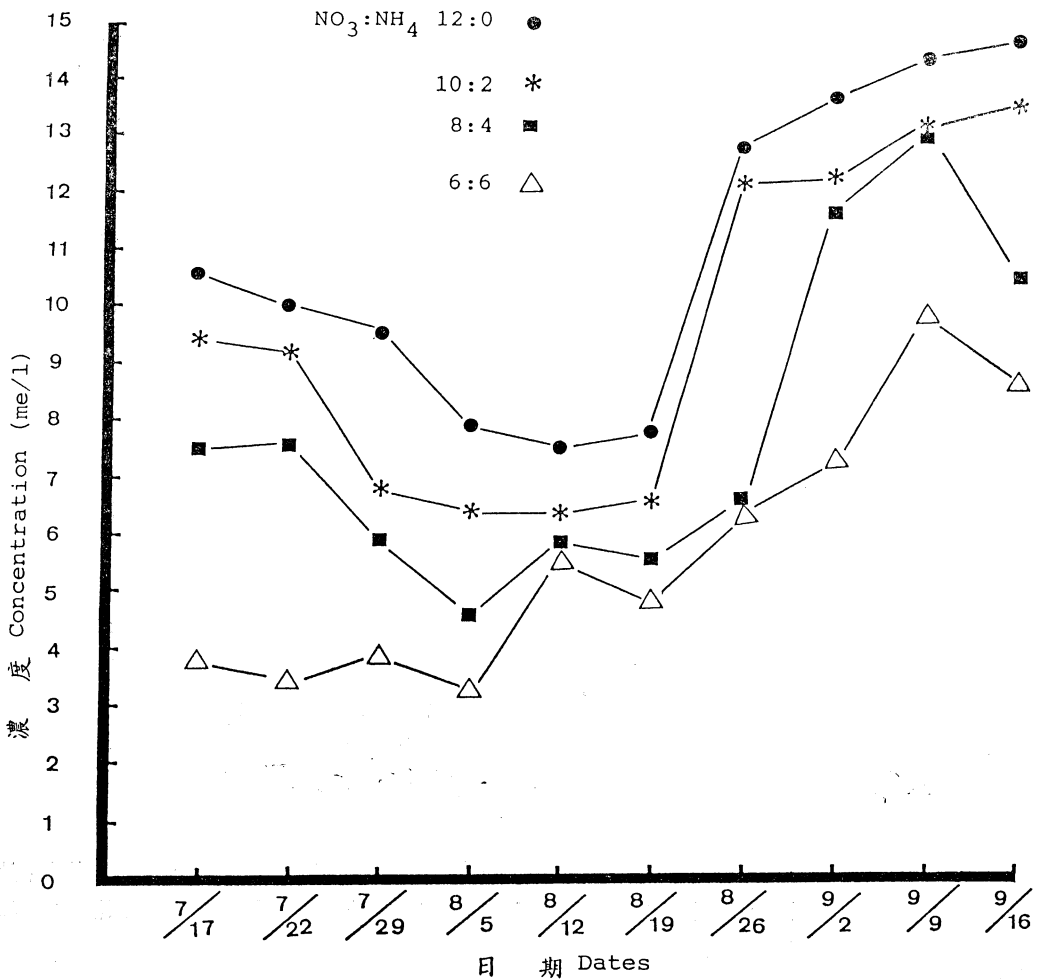


圖3. 培養液中不同 NO_3/NH_4 比率對 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度的變化

Fig. 3. Change in concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$ in different NO_3/NH_4 ratio of nutrient solution

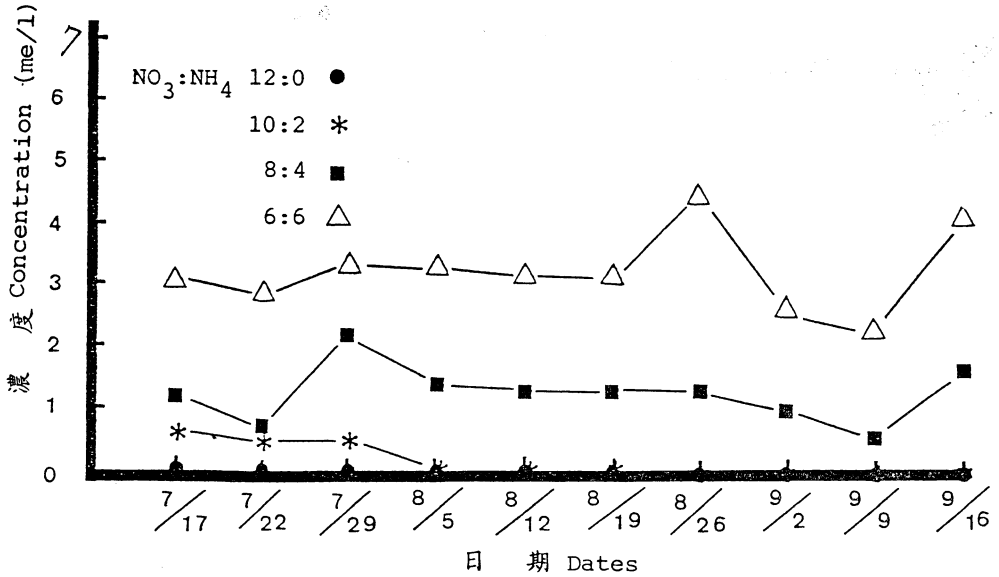


圖4. 培養液中不同 NO₃/NH₄ 比率對 NH₄-N 濃度的變化

Fig. 4. Change in concentration of NH₄-N at different ratios of NO₃/NH₄ nutrient solution

表5 培養液中不同 NO₃/NH₄ 比率對植體要素含量之影響

Table 5. Effect of different NO₃/NH₄ ratio on elemental content of muskmelon grown in floating hydroponics

| | NO ₃ :NH ₄ | N | P | K | Ca | Mg |
|--------|----------------------------------|------|------|------|------|------|
| Leaves | 12 : 0 | 2.13 | 0.14 | 3.53 | 8.02 | 0.66 |
| | 10 : 2 | 2.05 | 0.15 | 2.22 | 8.73 | 0.59 |
| | 8 : 4 | 2.61 | 0.18 | 2.58 | 7.88 | 0.60 |
| | 6 : 6 | 2.84 | 0.17 | 2.89 | 6.60 | 0.50 |
| Stem | 12 : 0 | 1.82 | 0.17 | 5.93 | 2.06 | 0.59 |
| | 10 : 2 | 1.79 | 0.17 | 6.14 | 1.65 | 0.59 |
| | 8 : 4 | 2.07 | 0.17 | 6.23 | 0.91 | 0.50 |
| | 6 : 6 | 2.28 | 0.15 | 6.07 | 1.15 | 0.45 |

磷方面：培養液中四處理之變化趨向很一致，由初期濃度較高略為逐漸降低，而且很穩定，變化不大。（圖5）在植體上莖與葉的磷含量也相差無幾（表5）。

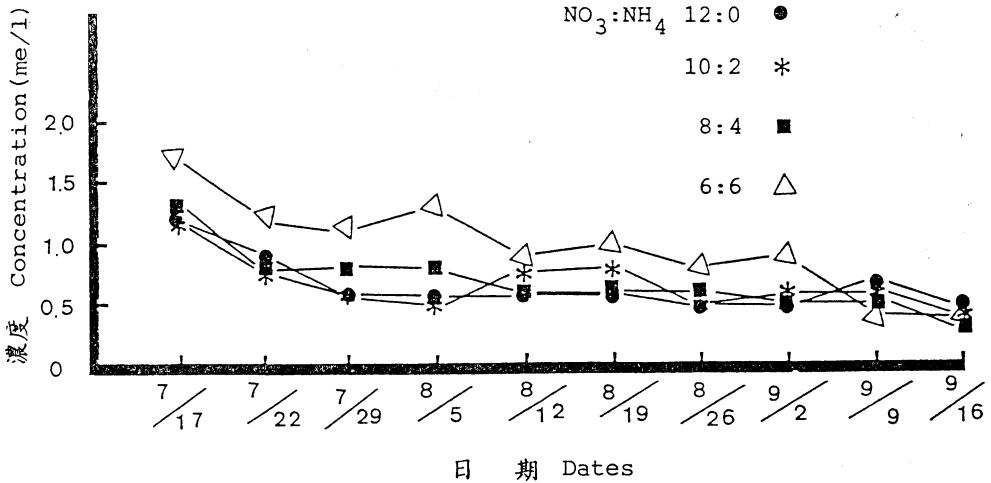


圖5. 培養液中不同 NO₃/NH₄ 比率對磷濃度之變化

Fig. 5. Change in concentration of phosphorus in different NO₃/NH₄ ratio of nutrient solution

鉀方面：培養液中四處理之變化大致相同，生長初期到生長後期四處理皆呈很為穩定（圖6）。培養液中含 NH₄ 比率高者，鉀之濃度也略偏高些。而植體的鉀含量上，在葉上則呈現培養液中 NH₄-N 比率高者，含鉀量較低的趨勢，然在莖上則大致含量相近（表5）。

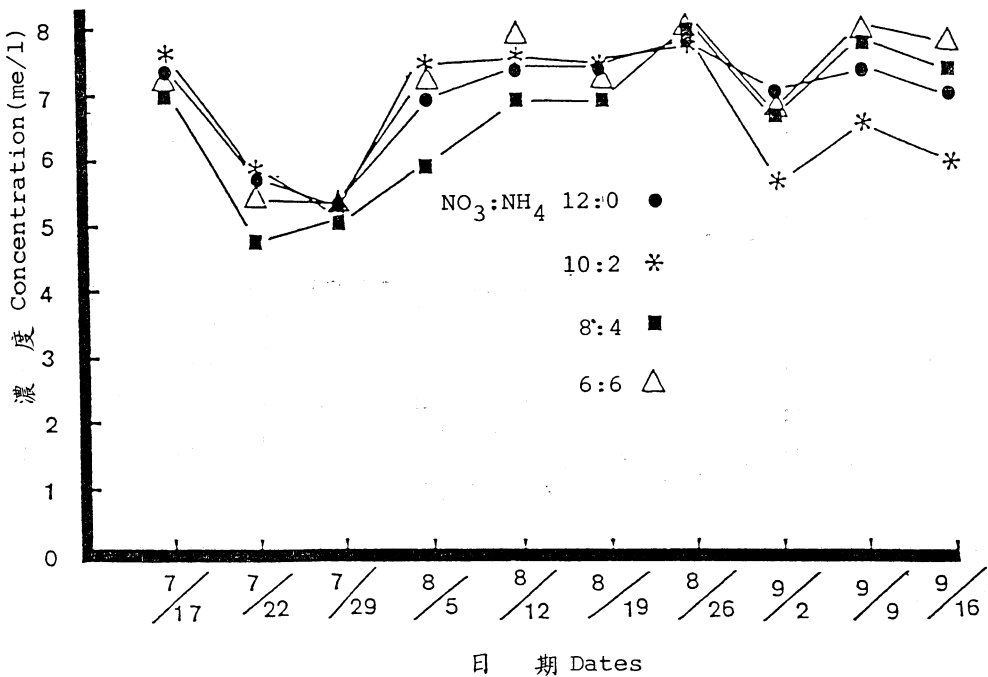


圖6. 培養液中不同 NO₃/NH₄ 比率對鉀濃度的變化

Fig. 6. Change in concentration of potassium in different NO₃/NH₄ ratio of nutrient solution

鈣方面：培養液中的變化差異很特殊，四處理自栽培初期逐漸上升，到9月2日則略為下降。培養液中含 NH₄ 比率愈高者，則培養液中愈剩下多量的鈣，以 NO₃:NH₄=6:6 者剩下最高之鈣量。隨 NH₄ 之比率低者，培養液中之鈣濃度較低（圖7）。植體的鈣含量更是顯示出培養液中含 NH₄-N 比率高者，無論莖與葉其含鈣量降低（表5）。印證出培養液中的鈣含量與植體吸收呈一致性。

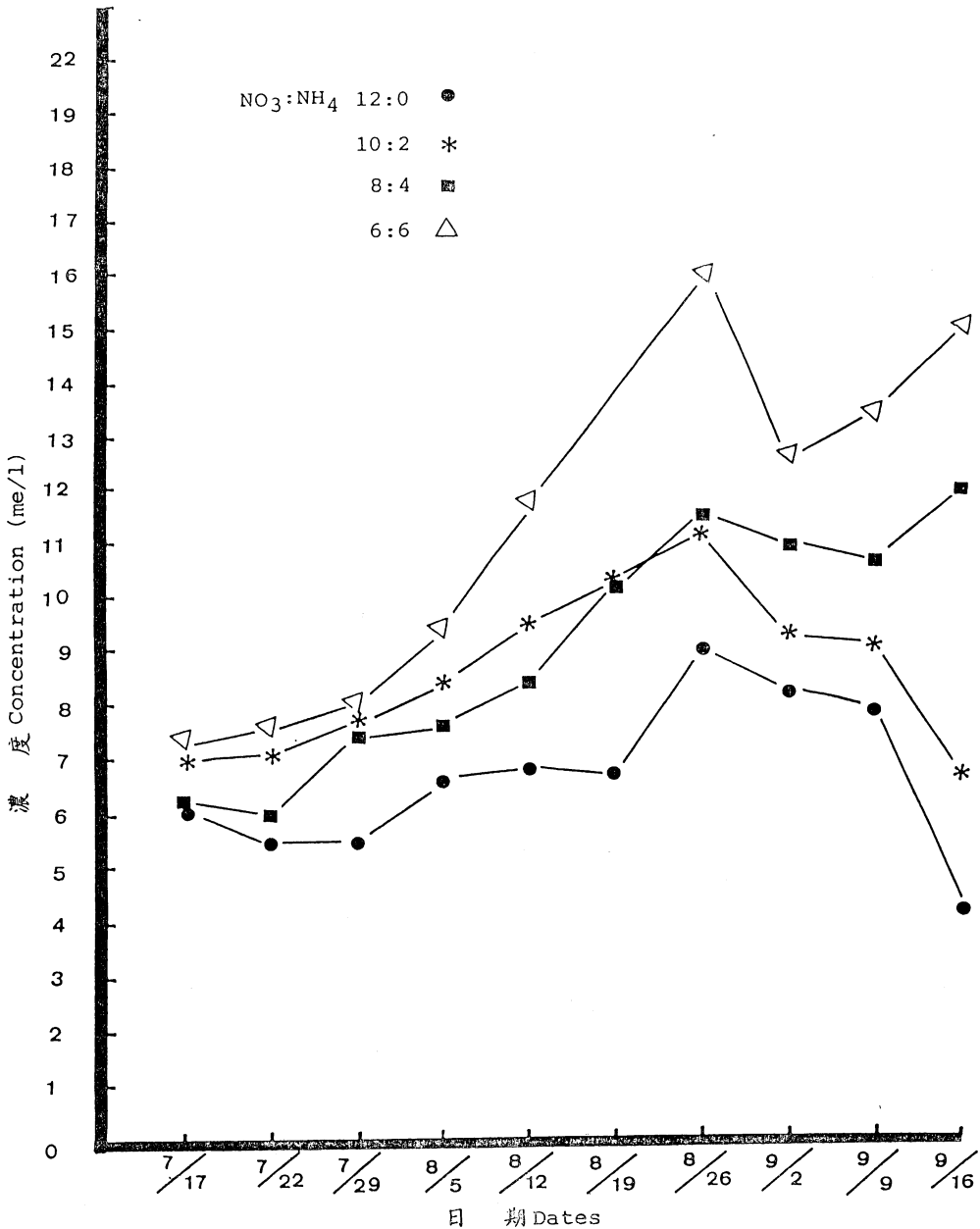


圖7. 培養液中不同 NO₃/NH₄ 比率對鈣濃度之變化

Fig. 7. Change in concentration of calcium in different NO₃/NH₄ ratio of nutrient solution

鎂方面：培養液中四處理的變化很一致，初期 NH_4 比率高者，培養液中也隨而剩下較高的濃度外，後期則皆很一致，也即所供給的濃度與吸收的濃度近乎平衡（圖 8）。在植體上，則略顯出 NH_4 比率高者，其莖葉的鎂含量略較低的現象（表 5）。

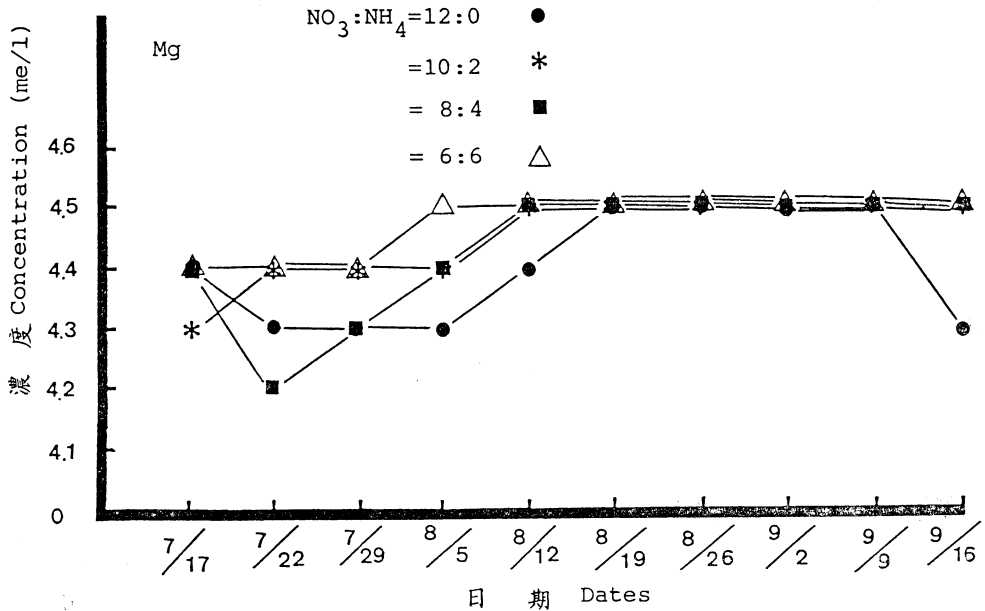


圖 8. 培養液中不同 NO_3/NH_4 比率對鎂濃度的變化

Fig. 8. Change in concentration of magnesium in different NO_3/NH_4 ratio of nutrient solution

植物對氮素形態的吸收，隨作物而有異。池田⁽¹²⁾指出洋香瓜對氮素的吸收，不論 pH 之高低對 $\text{NH}_4\text{-N}$ 為選擇性或優先性的吸收。本試驗顯示 NH_4 高比率下，植體含 N 量增加而 Ca 含量的減少，乃基於 NH_4 離子之吸收，必隨減少陽離子之吸收，或增加陰離子吸收之所謂電子化學的平衡原理 (Electro-chemical equilibrium theory)⁽²⁹⁾。以 $\text{NH}_4\text{-N}$ 為氮源時，使植體內的 Ca 和 Mg 含量降低，在蔬菜上有許多的報告^(7,8,17,22,23,31)。本試驗之洋香瓜也為同樣的現象。

有關 $\text{NH}_4\text{-N}$ 對生育上之抑制，包括莖和葉發生異常⁽²⁵⁾，根發生障害⁽²⁶⁾等。Pill and Lambath⁽²⁸⁾指出於含有 NH_4 之培養液中番茄的葉對養水分的擴散抵抗性 (leaf diffusive resistance) 增加，同時可能也由於根部的水流動性抵抗增加，使木質部的壓力勢 (xylem pressure potential) 減少。Slatyer⁽³⁰⁾指出由於水分吸收的抑制，導致原生質體膜構造的變化，膜失去其本性，可能為造成缺鈣的原因。

本試驗顯示培養液中含 $\text{NH}_4\text{-N}$ 比率自 12:0—6:6 之範圍內，洋香瓜於開花期的植株外表，雖未見有所差異，但是葉的乾物率隨養液中含 $\text{NH}_4\text{-N}$ 比率高而有降低的現象。同時植體上也由於培養液中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 比率高，氮的吸收增加，而陽離子之吸收減少，尤其是鈣很明顯的含量降低。因此在 $\text{NH}_4\text{-N}$ 較高比率下，就造成乾物量的減少或果實糖度的降低。

另一方面，蔬菜對於 $\text{NO}_3\text{-N}$ 之吸收偏多而蓄積於體內時，並不造成體內之生理障害。然而僅以 $\text{NO}_3\text{-N}$ 單獨使用時，作物之葉色較淡，培養液之 pH 易上升，且植體內 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量較高^(12,14,17)。如果於光線不足條件下，其吸收和同化作用降低。由於植物吸收 NO_3 後，仍需還元成 NH_4 才能進入同化過程，而此過程就需要能源之消耗。相對的吸收 NH_4 時，就直接可同化利用。安井、本田⁽³⁾以光照與 N 形態對番茄和胡瓜之生育的影響行檢討，於秋冬作較短日照下，除 $\text{NO}_3\text{-N}$ 外，加

入適當之 NH₄-N 時，生育較良好，而 NO₃ 與 NH₄ 之比率的適宜範圍番茄為 5 : 1—11.5 : 0.5、胡瓜為 3 : 1 以下。本試驗之 NH₄ 比率最高範圍內，並未見生育上有多大之障害，但是由於 NH₄-N 之加入培養液中，使生育良好，葉色較濃綠，果實之糖度也增加，就供試的四品種洋香瓜養液中 NO₃ : NH₄ 比率以在 10 : 2 較為適當。

二、不同培養液深度對養液變化與溫室洋香瓜生育之影響：

1. 生育之影響

培養液深度對於溫室洋香瓜之生長狀況於 3 月 24 日調查時除養液深 27.5 公分者，株高較高外，其他未有何差異。於果實採收時，調查果實之重量和果實之糖度，亦無任何差異，而糖度都約在 14.5~15.0 Brix 之間（表 6）。

表 6 不同養液深度對洋香瓜生育之影響

Table 6. Effect of depth of nutrient solution on growth of greenhouse muskmelon

| 深 度 (公分) | 生 長 狀 況* | | | 果 實 | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| | 株 高 (cm) | 葉 長 (cm) | 葉 寬 (cm) | 果 重 (g) | 糖 度 (Brix) |
| 27 | 163.1a | 16.9a | 21.6a | 12.44a | 14.96a |
| 19.5 | 151.9b | 14.5a | 20.6a | 13.30a | 14.96a |
| 11.5 | 149.5b | 15.9a | 20.0a | 14.34a | 14.84a |
| 11.0 | 145.0b | 14.7a | 19.8a | 13.42a | 14.40a |

* 授粉前二日（3月24日）

** In vertical columns means with same letters are not significantly different P 0.05; Duncan's Multiple Range Test

2. 液溫的變化

培養液深度較深者，上午和下午之溫差變化較小，而深度較淺者，其上下午之溫差變化較大。以 3 月 14~20 日之平均液溫為例，液深 27 公分者上午為 25.8°C，下午為 26.2°C，而液深為 11 公分者，上午則為 23.2°C，下午則高達 28.3°C。可見培養液較深者（培養液容量大者）所受到外界之溫度影響較小（表 7）。

表 7 不同養液深度之液溫度化情形 (°C)

Table 7. Temperature change in different depth of nutrient solution (°C)

| *時 間 | 日期 深 度 | 2/20 | 2/28 | 3/ 7 | 3/14 | 3/21 | 3/28 | 4/ 4 | 4/11 | 4/18 |
|------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2/27 | 3/ 6 | 3/13 | 3/20 | 3/27 | 4/ 3 | 4/10 | 4/17 | 4/24 |
| 上午 | 27.0cm | 21 | 20.3 | 25.3 | 25.8 | 26.8 | 25.7 | 26.5 | 23.4 | 25.8 |
| | 19.5cm | 21 | 20 | 25.2 | 26 | 26.8 | 25.7 | 26.8 | 23.4 | 25.8 |
| | 11.5cm | 21 | 19 | 24.3 | 25 | 25.2 | 24.7 | 26.3 | 22.6 | 24.5 |
| | 11.0cm | 20.7 | 18.8 | 23.3 | 23.2 | 24.2 | 24.7 | 26.5 | 22.6 | 24.5 |
| 下午 | 27.0cm | — | — | 27 | 26.2 | 26.9 | 26.5 | 27.3 | 23.8 | 26.0 |
| | 19.5cm | — | — | 27 | 26.8 | 27.2 | 27.3 | 28.0 | 23.8 | 26.0 |
| | 11.5cm | — | — | 27.6 | 27.7 | 28.2 | 27.8 | 29.0 | 24.0 | 26.3 |
| | 11.0cm | — | — | 28.1 | 28.3 | 29.2 | 27.8 | 29.3 | 24.0 | 26.5 |

*調查時間為上午 8 時30分 下午為 2 時30分

3. 培養液之 pH 和 EC 的變化

pH 之變化大致相同，養液深度較深者，維持較為穩定，而養液深度較淺者，則 pH 略為降低。但是四種不同深度自種植到收穫為止，於本浮根式皆維持相當適宜的 pH 範圍內（圖 9）。EC 之變化則自種植後四處理皆逐漸上升，其變化差異很小，到後期 5 月 6 日（收穫前 2 星期）停止供應培養液後，則顯示出培養液深度淺者上升較高（圖 9）。

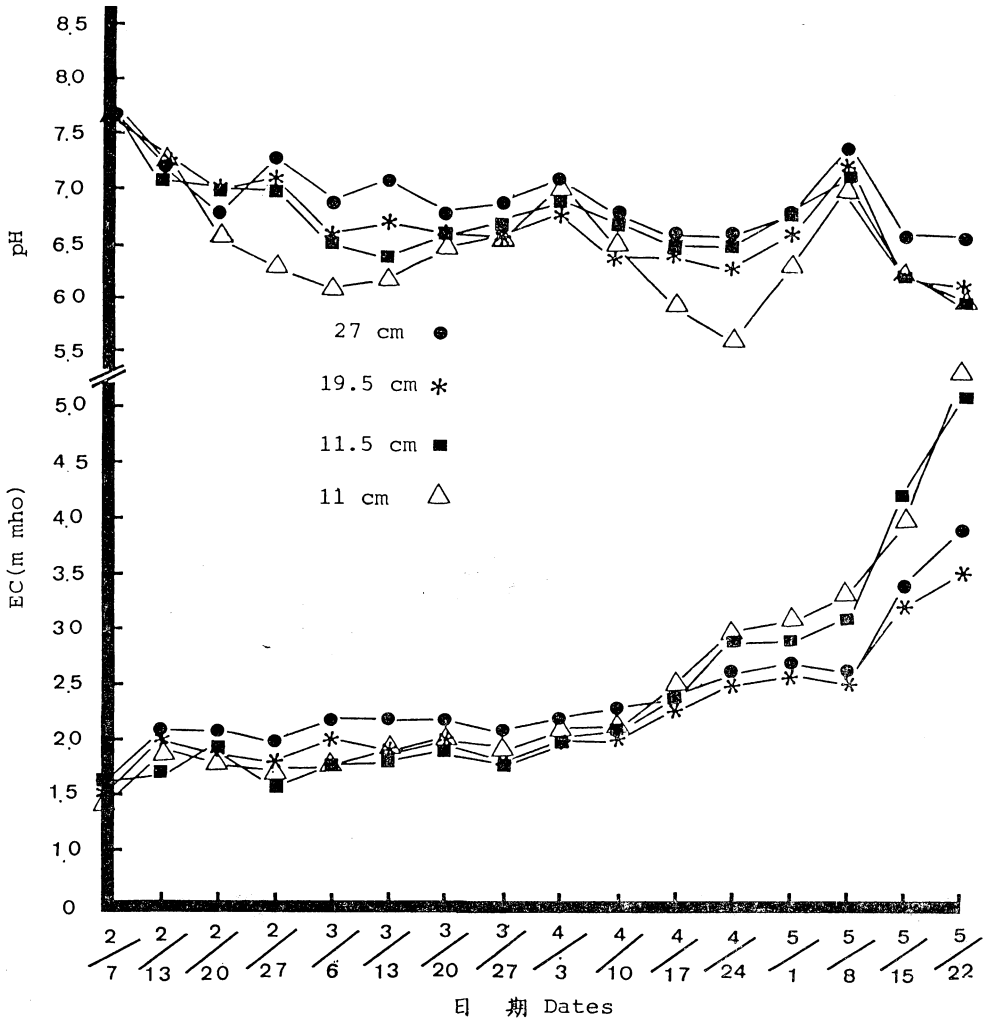


圖9. 不同養液深度之 pH 和 EC 的變化

Fig. 9. Changes of pH and EC at different depths of nutrient solution

4. 培養液之主要素的變化

NO₃-N 之變化自種植後，四種不同深度皆呈逐漸上升其趨勢大致相同，到後期時培養液深度愈淺者，其 NO₃-N 含量愈高。換言之，停止供培養液後，因水分之減少而使 NO₃-N 濃度提高（圖 10）。

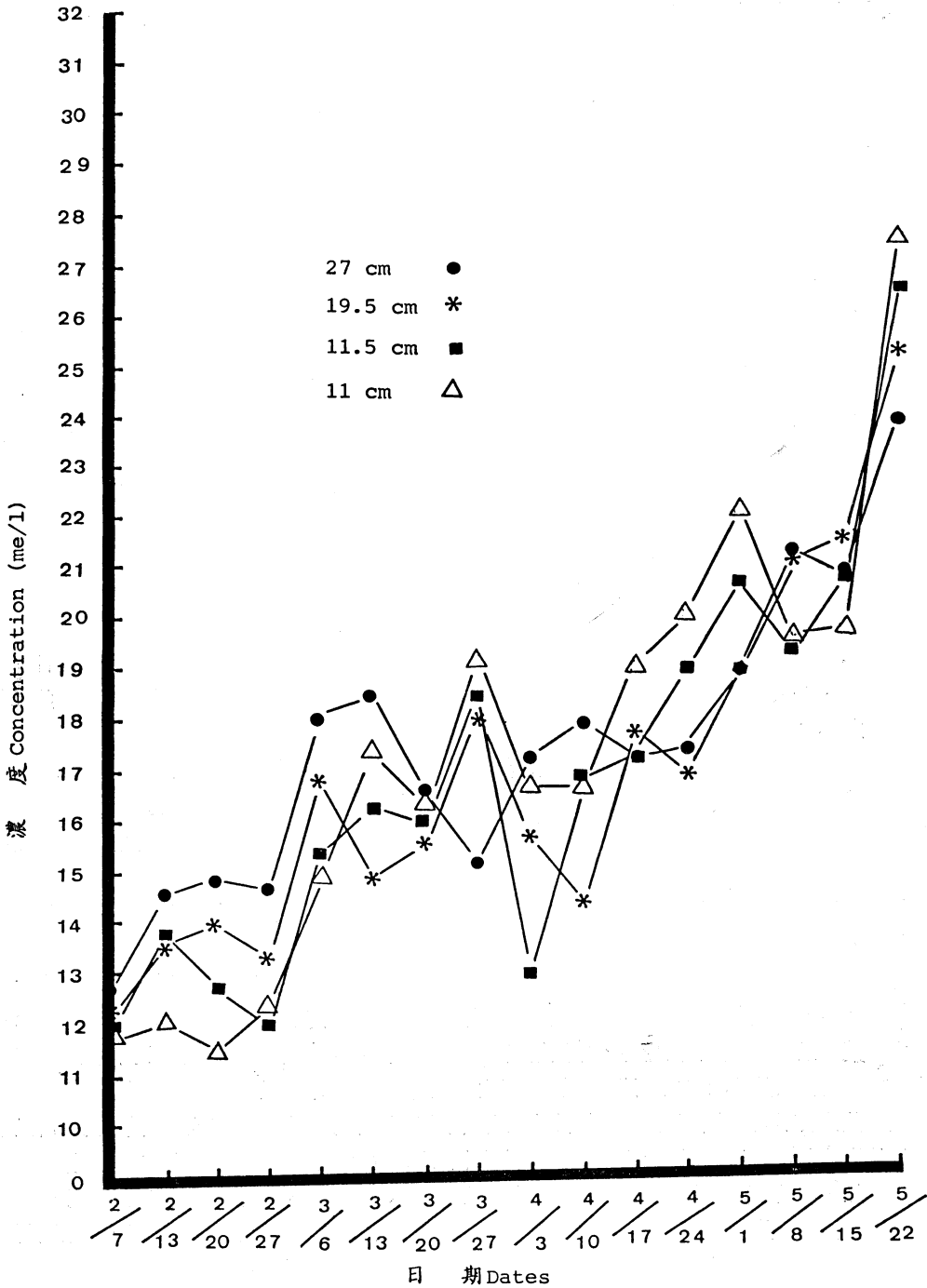


圖10. 不同養液深度對 NO₃-N 濃度的變化

Fig. 10. Change in concentration of NO₃-N at different depths of nutrient solution

磷之變化則自種植到收穫止，四種深度之變化趨向一致，幾乎無任何差異（圖11）。

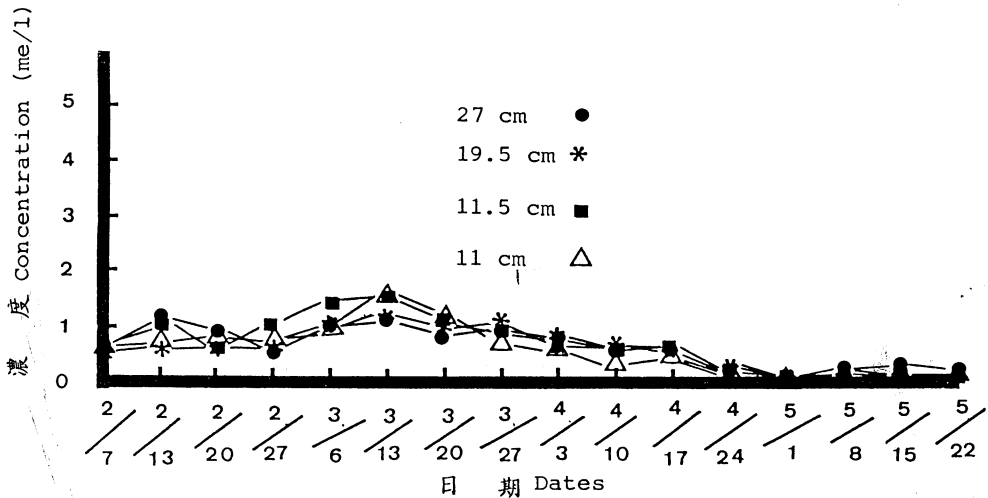


圖11. 不同養液深度對磷濃度的變化

Fig. 11. Change in concentration of phosphorus at different depths of nutrient solution

鉀之變化則四種深度之變化趨勢大致一樣，於初期略上升，於開花授粉期下降（3月27日），然後又逐漸上升。而不同深度的最大差異為生育之後期，培養液之愈淺者，其鉀之濃度愈高，此現象與 $\text{NO}_3\text{-N}$ 之濃度變化相類似（圖12）。

鈣濃度之變化於種植後初期（2月6日~3月27日）營養生長期，逐漸上升，於果實肥大期（4月3日~4月17日）則下降，到生長後期則濃度大為升高。其不同深度之差異，初期以深度較深者，維持較高濃度，但後期仍與 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和鉀相同，其培養液愈為淺者，因水分之吸收和蒸發散與蒸發量的比例較大，使鈣之濃度大為升高（圖13）。

鎂之濃度變化則四種不同深度皆逐漸上升現象，而後期也略有培養液較淺者，其濃度也較為高些（圖14）。

洋香瓜之養分吸收特性已有許多報告^(1,5,19,20,21,23,24)。大致言之，不僅營養生長與生殖生長有異，而且其授粉前之營養生長期、小果期、果實肥大期和成熟期的養水分的吸收，都有不同的變化。本試驗之培養液以山崎之洋香瓜處方，係供給與作物吸收、蒸散、與蒸發量達到相互平衡之養液組成，經由鳳山分所多次試驗證實也可適合亞熱帶地區之洋香瓜水耕。本次以不同深度之浮根式水耕，結果顯示該培養液於不循環之浮根式也保持養液之大致平衡。而本浮根式因根部不浸在養液內，所以未見於授粉幼果期之pH下降現象，比根部浸於養液中之各種水耕方式更為穩定。E.C.在此浮根式時略為逐漸增加，而以養液深度為較淺者愈升高之現象，顯示 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、K和Ca濃度之偏高，尤其是自後期停止補充培養液時，此三要素濃度更形提高，然而於後期之生育與果實之糖度，並未因而受影響，可知洋香瓜成熟期以高濃度之養液之管理，對糖度的提高似無影響。

培養液量為栽培床和養液槽所貯有的量，此量的多寡由各栽培方式而有異；日本之較實用的協和Hyponica式和神園式具有養液槽者培養液量較多，而不具養液槽之M式和新和式則較少。然而具養液槽者，其設備費較高。神園式之養液量番茄每株以20公升為標準。而番茄每株1日之養液消耗量於收穫盛期的天晴日為2~2.5公升，因此上記之量僅供8~10日消耗量⁽⁴⁾。鳳山熱帶園藝試驗分所洋香瓜試驗，於夏季果實肥大期，平均每株每天消耗液量高達2.46公升（尚未發表）。實際栽培時，約在減液量的一半以內就得補充培養液，因此養液之補充得儘量在短時期內行之，以免吸收量較多的果

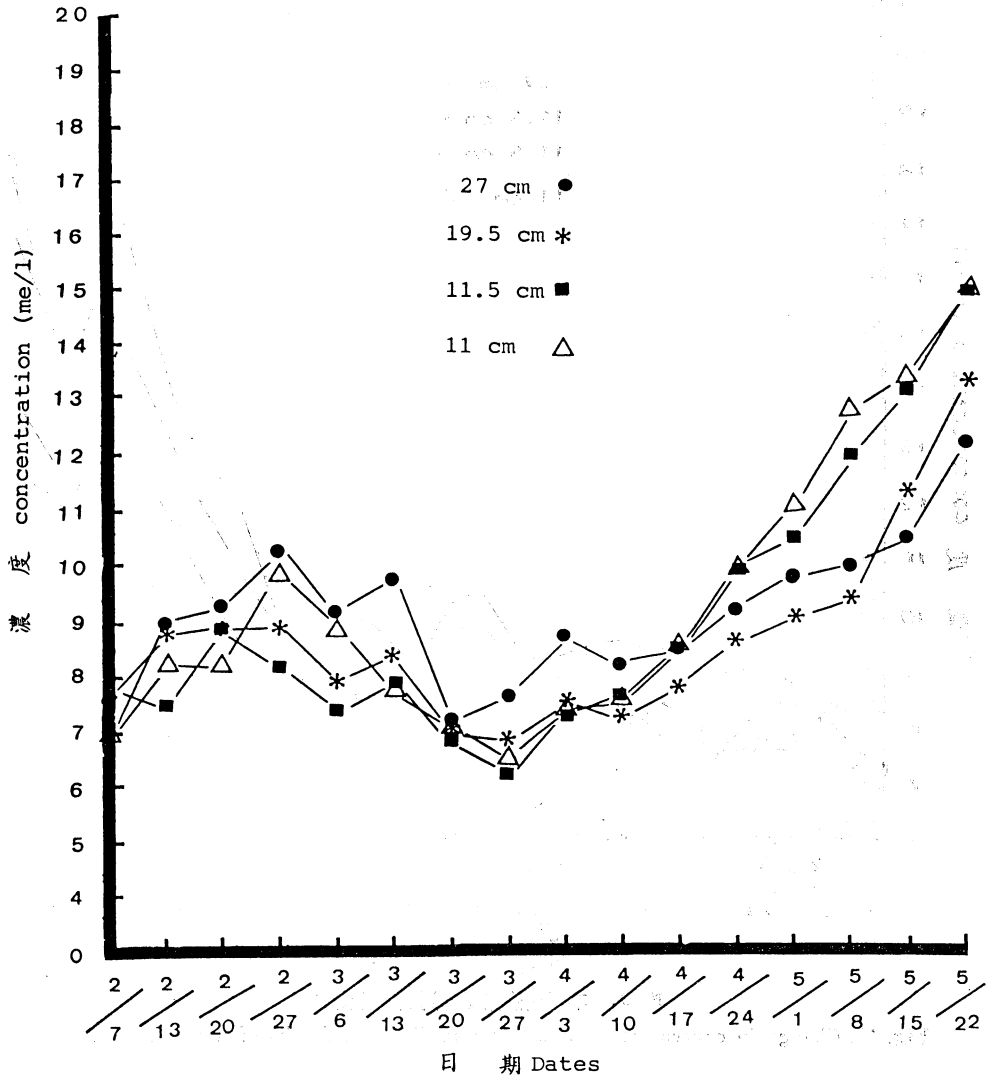


圖12. 不同養液深度對鉀濃度的變化

Fig. 12. Change in concentration of potassium at different depths of nutrient solution

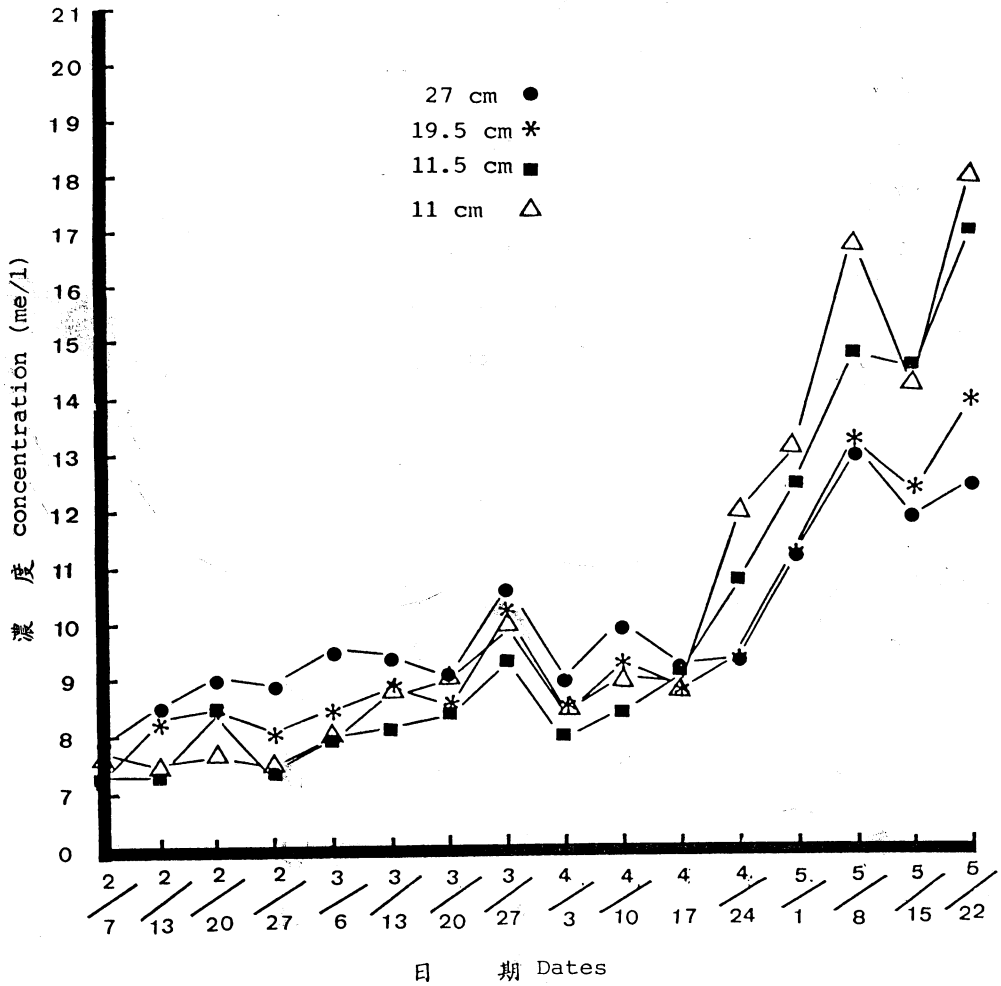


圖13. 不同養液深度對鈣濃度的變化

Fig. 13. Change in concentration of calcium at different depths of nutrient solution

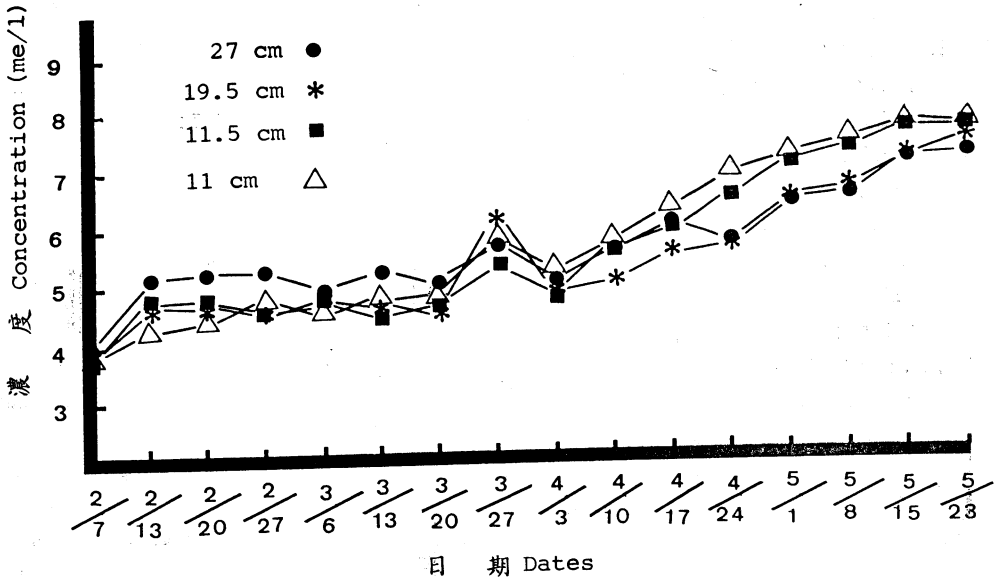


圖14. 不同養液深度對鎂濃度的變化

Fig. 14. Change in concentration of magnesium at different depths of nutrient solution

類，因為培養液少而影響濃度、pH、和液溫的變化。本試驗浮根式以浮球控制水位行不同養液深度之試驗結果顯示在液深10~27公分內，雖然液溫和 NO₃-N、K、Ca 等之變化略有差異，但是以平衡之山崎洋香瓜培養液供給，其養分之組成與濃度變化不大，可穩定栽培。因此，從養液之成本而言，當可採用養液深度較淺者為有利。

本試驗期間承本分所許森森、許琇容、鄭光進、黃東煜、蕭瑞璋等之協助在此表致謝。

參考文獻

1. 沈再發、許森森・1987・洋香瓜之水耕試驗、設施園藝研討會專集。95—108
2. 山崎肯哉・1986・養液栽培技術的發展經過と今後の方向、養液栽培の新技术、農業および園藝別冊 61(1)：27—34
3. 安井秀夫、本田籐雄・1982・野菜の生育制御に關する生態學的研究の生長に對する光と窒素形態の影響、野菜試報C6：1—9
4. 佐佐木皓二・1976・水耕栽培における果菜類の生育特性と管理技術、農業および園藝、51：1377—1382
5. 糠谷明・1987・溫室メロン栽培の實際、農業および園藝、62(1)：175—185
6. Arnon, D. I. and D. R. Hoagland. 1940. Crop production in artificial culture solution with special reference to factors influencing yields and absorption of inorganic nutrients. *Soil Sci.* 60：463-485.
7. Barker, A. V. and D. N. Maynard. 1972. Cation and nitrate accumulation in pea and cucumber plants as influenced by nitrogen nutrition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100：17-23.
8. De classen, M. E. J. and G. G. E. Wilcox. 1974. Effect of nitrogen form on growth and composition of tomato and pea tissue. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99：171-174.
9. Frota, J. N. E., and T. C. Tucker. 1972. Temperature influence on ammonium and nitrate absorption by lettuce. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 36：97-100.
10. Goyal, S. S., O. A. Lorenz and R. C. Huffaker. 1982. Inhibitory effects of amoniacal nitrogen on growth of radish plants. I. Characterization of toxic effects of NH₄⁺ on growth and its

- alleviation by NO_3^- . J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 125-129.
11. Goyal, S. S., R. C. Huffaker and D. A. Lorenz. 1982. Inhibitory effects of ammoniacal nitrogen on growth of radish plants. II. Investigation on the possible causes of ammonium toxicity to radish plants and its reversal by nitrate. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 130-135.
 12. Ikeda H. and T. Osawa. 1981. Nitrate and ammonium-N absorption by vegetables from nutrient solution containing ammonium nitrate and the resultant change of solution pH. J. Japan Soc. Hort. Sci. 50 : 225-230.
 13. Ikeda, H. and T. Osawa. 1982. Effect of potassium and calcium levels and their accompanying anion in nutrient solution on ammonium toxicity in vegetable crops. J. Japan Soc. Hort. Sci. 51 : 309-317.
 14. Ikeda, H. and T. Osawa. 1983. Effects of ratios of NO_3 to NH_4 and concentrations of each N source in nutrient solution on growth and leaf N constituents of vegetable crops and solution pH. J. Japan Soc. Hort. Sci. 52 : 363-380.
 15. Ikeda H. and Osawa, T. 1984. Lettuce growth as influenced by N source and temperature of the nutrient solution. Proceedings 6th international congress on soilless culture 273-284.
 16. Iwata, M. and Taniuchi T. 1953. Influence of forms of nitrogen supplied on the growth of vegetable crops. J. Japan Soc. Hort. Sci. 22 : 183-191.
 17. Iwata, M. 1962. Influence of the forms of nitrogen supplies on the growth of vegetable crops. IV. Growth as influenced by variable cation and pH in the culture solution. J. Japan Soc. Hort. Sci. 31 : 39-52.
 18. Iwata, M. 1962. Influence of forms of nitrogen supplied on the growth of vegetable crops. II. Effects of varying concentrations of nitrogen in the different forms on the growth of turnip. J. Japan Soc. Hort. Sci. 27 : 21-31.
 19. Kagohashi, S., H. Isano and M. Kageyama. 1978. Studies on the nutrition of muskmelon (*Cucumis melo* L.). I. characteristics of nutrient uptake by muskmelon. J. Japan Soc. Hort. Sci. 47 : 203-208.
 20. Kagohashi S., H. Kano and M. Kageyama. 1981. Effects of controlling of nutrient uptake on the plant growth and the fruit qualities of muskmelons cultivated in autumn and spring. J. Japan Soc. Hort. Sci. 50 : 306-316.
 21. Kano H., S. Kagohashi and M. Kageyama. 1981. Relationship between organ growth and nitrogen accumulation in muskmelon. J. Japan Soc. Hort. Sci. 50 : 317-325.
 22. Kirby E. A. and K. Mengel. 1967. Ionic balance in different tissue of the tomato plant in relation to nitrate, urea, or ammonium nitrogen. Plant physiol. 42 : 6-14.
 23. Masao M., A. Nukaya and A. Ishida. 1982. Effect of nitrogen form on growth of muskmelon. J. Japan Soc. Hort. Sci. 50 : 475-480.
 24. Masui M., Y. Fukushima, M. Toda and K. Ezaki. 1960. Studies on the absorption of nutrient elements in muskmelon. II. On nitrogen potassium, calcium and magnesium levels. J. Japan Soc. Hort. Sci. 29 : 147-156.
 25. Maynard D. N., A. V. Barker and W. H. Lachman. 1968. Influence of potassium on the utilization of ammonium by tomato plant. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 92 : 537-542.
 26. Maynard D. N. and A. V. Barker. 1969. Studies on the tolerance of plants to ammonium nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 235-239.
 27. McElhannon, W. S. and H. A. Mills. 1977. The influence of N concentration and NO_3/NH_4 ratio on the growth of lima and snap bean and southern field pea seedlings. Commun. Soil Sci. Plant Analy. 8 : 677-687.

28. Pill W. G. and V. N. Lambeth. 1977. Effect of NH₄ and NO₃ nutrition with and without pH adjustment on tomato growth, ion composition, and water relations. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102(1) : 78-81.
29. Pill W. G., V. N. Lambeth and T. M. Hinckley. 1978. Effect of nitrogen form and level on ion concentrations, water stress and blossom end rot incidence in tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103 : 365-278.
30. Slatyer, R. O. 1962. Internal water relations of higher plant. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 13 : 351-378.
31. Wilcox, G. E., J. E. Hoff and C. M. Jones. 1973. Ammonium reduction of Ca and Mg content of tomato and sweet corn leaf tissue and influence on incidence of blossom-end rot of tomato fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98 : 86-89.
32. Yamasaki K., Y. Suzuki and Y. Shinohara. 1976. Studies on water culture of several vegetables with special reference to control of nutrient solution and ratio of nutrient absorption per water consumption. *Memoirs of the Fac. Agri., Tokyo Univ. of Education.* 22 : 53-100.

Effects of NO₃/NH₄ Ratio and Depth of Nutrient Solution on the Growth of Greenhouse Muskmelon

Tzay-Fa Sheen²

Summary

The effects of different ratios of NO₃/NH₄ (12 : 0, 10 : 2, 8 : 4, 6 : 6) in nutrient solution on the growth of greenhouse muskmelon were studied. The results showed that the calcium content in the plant tissues decreased as the ratio of NH₄ to NO₃ in the solution increased. Optimum ratio of the NO₃/NH₄ nutrient solution for the growth of greenhouse muskmelon was 10 : 2.

No significant difference was observed on the growth of greenhouse muskmelon at various depths of nutrient solution by the cultivation of floating hydroponic method.

1. Contribution No. 1448 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was financed by National Science Council (NSC-76-0409-B-055-09) R. O. C.
2. Senior Horticulturist and Director. Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station. TARI, Fengshan, Kaohsiung Hsien, Taiwan, R. O. C.