

# 液肥配方在設施蔬菜栽培之 調配與應用實務

高德錚

行政院農業委員會臺中區農業改良場副場長

techen.kao@gmail.com

## 摘要

液肥之應用於無土栽培之調配與應用首重於調配用之水質之良窳、調配用肥料的純度及調配液肥用配方的適用度。基本上葉菜之無土栽培用營養液配方需除必需為含作物成長所需之必需元素外，確需因作物種類別及栽培季節性別而異。一般而言，炎夏及葉色黃綠之葉菜其栽培用之營養液配方的電導度值 (EC) 可控制在 0.75~1.20 mS/cm 及酸鹼值 (pH) 5.5~6.0，反之，寒冬及葉色濃綠之葉菜栽培用配方的電導度值 (EC) 可控制在 1.35~1.85mS/cm 及酸鹼度值 (pH) 6.0~6.5。至於果菜無土栽培用配方需因作物及作物成長期 (營養期、開花期、結果期) 而異，尤其連續採收之果菜類作物，在栽培過程中需葉噴適當的液肥配方以避免發生營養缺失、提高品質及延長採收期。本文將探討最適的液肥調配技術及實用的液肥配方，以供同好進行蔬果無土栽培時之參考。

**關鍵字：**無土栽培、營養液、配方、調配技術

## 前言

植物生長過程中必需由空氣中獲得二氧化碳、氧氣及水及由土壤中吸收必需元素如氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫、鐵、錳、鋅、銅、硼、鉬、氯等以維持其基本之生命能量。因之，若將植物生長中所需之必需元素或無機化合物之方式溶解於水溶液中，之後，再提供水耕植物吸收利用，此溶液即稱為營養液。在進行水耕栽培時營養液之調配及例行管理與用於調製營養液時之用水水質和化學原料之純度、營養液配方及栽培過程營養液之酸鹼度、電導度和化學組成分之變化都與水耕植物可否正常生育有決定性；以下將一一述明之。

## 用水特性

在進行養液調配時，首先需考慮之要件為使用來調製營養液的水知水質良好否。所謂「用水之水質」係泛指供為水質中化學成分含量的多寡，即用水水質中之酸鹼度 (pH)，電導度 (EC, electric conductivity) 和氨態氮 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )、鉀 ( $\text{K}^+$ )、鈣 ( $\text{Ca}^{+2}$ )、鈉 ( $\text{Na}^+$ )、鐵 ( $\text{Fe}^{+3}$ )、錳 ( $\text{Mn}^{+2}$ )、硼 ( $\text{B}^{+5}$ ) 等陽離子及硝酸態氮 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、磷酸根 ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、硫酸根 ( $\text{SO}_4^{2-}$ )、碳酸根 ( $\text{CO}_3^{2-}$ )、及氯 ( $\text{Cl}$ ) 等陰離子含量和有機質 (organic matter)、溶氧量 (DO, dissolved oxygen) 及生物性需氧量 (BOD, biological oxygen demand) 之多寡，為評鑑此用水是否可供為養液調配之基準。

用水水質良好否之檢測限值如表 1 所示，其 EC 值需在 0.5mS/cm 以下，pH 值需在 8.0 以下，硝酸態氮 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、氨態氮 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )、硫酸根 ( $\text{SO}_4\text{-S}$ )、磷酸根 ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )、及鉀 (K) 等離子含量需在 5ppm 以下，調配碳酸根 ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) 需在 10ppm 以下，鈣離子需在 40ppm 以下，鎂離子 (Mg) 需在 20ppm 以下，鐵離子 (Fe) 需在 1ppm 以下，硼離子 (B) 需在 0.3ppm 以下，Zn( 鋅 )、銅 (Cu)、錳 (Mn) 等離子需在 0.5ppm 以下、氯 (Cl) 及鈉 (Na) 離子需在 30ppm 以下，有機質在 5ppm 以下、溶氧量在 5ppm 以上。

表 1. 調製液體肥料適用之水質特性

| 化學成分別                           | 基準量       |
|---------------------------------|-----------|
| 電導度 (EC)                        | <0.5mS/cm |
| 酸鹼度 (pH)                        | 5~8       |
| 有機質 (OM)                        | <5ppm     |
| 溶氧量 (DO)                        | >5ppm     |
| 硝酸態氮 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) | 微量        |
| 氨態氮 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )  | 微量        |
| 鈣離子 (Ca ion)                    | <40ppm    |
| 鎂離子 (Mg ion)                    | <20ppm    |
| 鉀 (K ion)                       | <5ppm     |
| 硫酸根 ( $\text{SO}_4\text{-S}$ )  | <5ppm     |
| 磷酸根 ( $\text{PO}_4\text{-P}$ )  | <5ppm     |
| 碳酸根 ( $\text{CO}_3^{2-}$ )      | <10ppm    |

| 化學成分別        | 基準量          |
|--------------|--------------|
| 鈉離子 (Na ion) | <30ppm       |
| 氯離子 (Cl ion) | <30ppm~40ppm |
| 鐵離子 (Fe ion) | <1ppm        |
| 錳離子 (Mn ion) | <0.5ppm      |
| 硼離子 (B ion)  | <0.3ppm      |
| 鋅離子 (Zn ion) | <0.5ppm      |
| 銅離子 (Cu ion) | <0.5ppm      |

## 用水來源

一般而言，進行水耕栽培用水之可使用雨水、河川水、地下水、井水、湧泉、自來水，唯使用前需先檢定或經水質處理後始得運用。表 2 顯示臺灣各種用水之水質，若以 pH 及 EC 為度量標準，則以雨水及自來水之水質較為穩定而河川水及地下水之水質較差。再者，由近年來農家送檢之水質分析結果顯示，電導度值在 1.2~0.3mS/cm 間及 pH 值在 7.3~8.9 間，且離子含量以鈣離子超過 50 ppm (120~55ppm)、鎂離子超過 40 ppm (43~73ppm)、鐵離子超過 10ppm (3~12ppm)、鈉離子超過 5ppm (20~50ppm) 及氯離子超過 30 ppm (30~50 ppm) 居多。究明其原因，以用水之水源水質不良居多，其次為經「樹脂處理」再生後之過濾水中過多量之鈉離子及氯離子所致。用水之水質經測定後，若其 EC 值在 0.5mS/cm 以上時，此水樣之水質不良，不宜供為調製養液；解決之道需另覓水源或進行水質改善，或進行水質改善。一般水質改善之方法，主要以理化方法為主，例如利用樹脂過濾法，去除水中過多之「鈣」、「鎂」離子，或利用氧化還原法去除水中過多之「鐵」離子。唯以樹脂法過濾用水後，在進行「再生」時會產生過多之鈉及氯離子。究明其原因係一般在進行樹脂法過濾用水之過多的鈣、鎂離子時，一旦樹脂過濾效率下降時，需立即行「再生」處理。一般行再生處理時大致以氯化鈉 (NaCl) 水溶液清洗。因之，清洗過程中之過濾水不可用來調配營養液，否則會因過濾水中含有過多之氯離子及鈉離子而降低了肥效。當用水之酸鹼度超過 7.5 以上時，在調配養液過程會發生沉澱現象。因之，在用水之酸鹼度超過 7.5 時，宜以每 1000 公升用水量置入 20 毫生之 95% 濃硫酸為準，將用水之酸鹼度下降至 7.0 以下。總之，用於調配養液之用水其電導度需在 0.5mS/ cm 以下及酸鹼度在 5.5~7.5 間。

表 2. 臺灣不同水源之水質特性

| 用水別 | pH      | EC(mS/cm) |
|-----|---------|-----------|
| 地下水 | 5-8     | 0.3-1.4   |
| 井水  | 5-8     | 0.1-0.8   |
| 湧泉  | 6-7     | 0.1-0.6   |
| 雨水  | 3.5-7.8 | 0.05-0.3  |
| 河川水 | 5.9-8.2 | 0.2-1.2   |
| 自來水 | 6.4-7.4 | 0.2-0.4   |

至於用水水質優劣的評估則須進一步估算用水中鈉吸收速率 (SAR, sodium adsorption rate) 的多寡，按  $SAR = \frac{[Na]}{([Ca] + [Mg])} \times 100\%$ ,

當 (1)SAR < 20% 及 EC < 0.25 mS/cm, pH 5.5~6.5 可將水質規類為“優良”等級。

(2)SAR < 20~40% 及 EC < 0.26-0.45 mS/cm%, pH 5.5~6.5 可將水質規類為“良好”等級。

(3)SAR < 40-60% 及 EC < 0.46-0.75mS/cm%, pH 6.5~7.5 可將水質規類為“尚可”等級。

(4)SAR < 60-80% 及 EC < 0.75-1.5mS/cm%, pH 7.5~8.5 可將水質規類為“差”等級。

經筆者近二十年來檢驗農友的送來近 10 萬件灌溉水樣品的水質電導度落在 0.45~1.12mS/cm，pH 值落在 5.95~7.70。農友的灌溉水的水質中含氧化鈣及氧化鎂成分過高 (石灰質水，50~120ppm 之鈣鹽及 35~70ppm 之鎂鹽) 或含鐵質過高 (紅褐色水，鐵質 15~32ppm) 及鈉鹽成分過高 (35~137ppm)，且有逐年增加之嚴重趨勢。

#### 營養液之化學組成分

行無土栽培之目的係利用液體方式提供植物生長所需之營養元素，植物生長所需之必需元素有 16 種，分別為碳 (C)、氫 (H)、氧 (O)、氮 (N)、磷 (P)、鉀 (K)、鈣 (Ca)、鎂 (Mg)、硫 (S)、鐵 (Fe)、硼 (B)、錳 (Mn)、鋅 (Zn)、銅 (Cu)、鉬 (Mo) 及氯 (Cl) 等，前 9 種因植物需求較多稱之鉅量元素，後 7 種植物需要量較少，稱之微量元素。因之，所謂營養液者，即將 16 種生長之必需元素以化合物方式，完全溶解於水中來供給植物之根或葉片吸收者。作物無吐栽培之配方依作物種類別及季節別而異，如表 3 至表 9 所示，為筆者開發供為無土栽培蔬果用之配方。基本上葉菜之無土栽培用營養液配方需除必需為含作物成長所需之必需元素外，確需因作物種類別及栽培季節性別而異。一般而言，炎夏及葉色黃綠之葉菜其栽培用之營養液配方的電導度值 (EC) 可控制在 0.75~1.20 mS/

cm 及酸鹼值 (pH)5.5~6.0，反之，寒冬及葉色濃綠之葉菜栽培用配方的電導度值 (EC) 可控制在 1.35~1.85mS/cm 及酸鹼度值 (pH)6.0~6.5。至於果菜無土栽培用配方需因作物及作物成長期 (營養期、開花期、結果期) 而異。

表 3. 葉菜無土栽培配方用配方 (公克 /1000 公升)

| 組成分        | 配方用量                         |                   |             |      |      |      |             |      |
|------------|------------------------------|-------------------|-------------|------|------|------|-------------|------|
|            | 十字花科<br>小白菜、<br>青梗白菜、<br>京水菜 | 芥藍菜、<br>芥菜、<br>油菜 | 十字花科<br>芝麻菜 | 菊科茼蒿 | 菠菜   | 莧菜   | 空心菜、<br>地瓜葉 | 芹菜*  |
| 硝酸鈣        | 118                          | 472               | 472         | 354  | 472  | 236  | 118         | 236  |
| 硝酸鉀        | 606                          | 404               | 404         | 505  | 303  | 606  | 404         | 707  |
| 磷酸一鉍       | 76                           | 154               | 154         | 111  | 76   | 185  | 76          | 190  |
| 硫酸鎂        | 246                          | 492               | 492         | 369  | 246  | 246  | 492         | 246  |
| 磷酸一鈣       | 84                           | 0                 | 0           | 0    | 0    | 0    | 0           | 0    |
| 氫氧化鉀       | 19.1                         | 4.9               | 4.9         | 5.8  | 20   | 12   | 12          | 5.9  |
| 嵌合鐵        | 10                           | 10                | 10          | 10   | 10   | 10   | 10          | 10   |
| 硼酸         | 3.0                          | 3.0               | 3.0         | 3.0  | 3.0  | 3.0  | 3.0         | 3.0  |
| 氯化錳        | 1.0                          | 1.0               | 1.0         | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0         | 1.0  |
| 硫酸鋅        | 0.09                         | 0.09              | 0.09        | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09        | 0.09 |
| 硫酸銅        | 0.04                         | 0.04              | 0.04        | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04        | 0.04 |
| 鉬酸鈉        | 0.01                         | 0.01              | 0.01        | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01        | 0.01 |
| EC (mS/cm) | 1.4                          | 1.6               | 0.95        | 1.4  | 1.1  | 1.5  | 1.1         | 1.6  |
| pH         | 6.0                          | 6.0               | 6.0         | 6.0  | 7.0  | 6.5  | 6.0         | 6.0  |

\* 夏季配方

表 4. 萵苣無土栽培配方用配方 (公克 /1000 公升)

| 中文成分       | 夏季      | 春秋季     | 冬季      | 植物工廠用 |
|------------|---------|---------|---------|-------|
| 尿素         | 0       | 0       | 0       | 30    |
| 硝酸鈣        | 354     | 413     | 472     | 236   |
| 硝酸鉀        | 303     | 505     | 808     | 0     |
| 磷酸一鉀       | 0       | 0       | 9       | 90    |
| 磷酸一銨       | 76      | 95      | 114     | 37    |
| 硫酸鎂        | 185     | 216     | 246     | 246   |
| 嵌合鐵        | 25      | 25      | 25      | 10    |
| 硼酸         | 3.0     | 3.0     | 3.0     | 3.0   |
| 氯化錳        | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 1.0   |
| 硫酸鋅        | 0.09    | 0.09    | 0.09    | 0.09  |
| 硫酸銅        | 0.04    | 0.04    | 0.04    | 0.04  |
| 鉬酸鈉        | 0.01    | 0.01    | 0.01    | 0.01  |
| EC (mS/cm) | 0.95    | 1.45    | 1.70    | 0.80  |
| pH         | 6.5~7.0 | 6.5~7.0 | 6.0~6.5 |       |

表 5. 草莓無土栽培配方用配方 (公克 /1000 公升)

| 成份量        | 營養期  | 開花期  | 結果期  |
|------------|------|------|------|
| 硝酸鈣        | 236  | 472  | 708  |
| 硝酸鉀        | 303  | 606  | 909  |
| 磷酸一銨       | 57   | 114  | 171  |
| 硫酸鎂        | 123  | 246  | 369  |
| 嵌合鐵        | 20   | 22   | 25   |
| 硼酸         | 1.2  | 1.2  | 1.5  |
| 氯化錳        | 0.72 | 0.72 | 1.2  |
| 硫酸鋅        | 0.09 | 0.1  | 0.1  |
| 硫酸銅        | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 鉬酸鈉        | 0.03 | 0.04 | 0.04 |
| EC (mS/cm) | 0.75 | 1.56 | 2.25 |
| pH         | 6.0  | 5.2  | 6.5  |

表 6. 小番茄無土栽培配方 ( 公克 /1000 公升 )

| 成份量        | 營養期  | 開花期  | 結果期  |
|------------|------|------|------|
| 硝酸鈣        | 354  | 472  | 472  |
| 硝酸鉀        | 404  | 404  | 404  |
| 磷酸一銨       | 76   | 0    | 0    |
| 磷酸一鉀       | -    | 135  | 158  |
| 硫酸鎂        | 246  | 369  | 492  |
| 嵌合鐵        | 20   | 22   | 25   |
| 硼酸         | 1.2  | 1.2  | 1.5  |
| 氯化錳        | 0.72 | 0.72 | 1.2  |
| 硫酸鋅        | 0.09 | 0.1  | 0.1  |
| 硫酸銅        | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 鋁酸鈉        | 0.03 | 0.04 | 0.04 |
| EC (mS/cm) | 1.1  | 1.4  | 1.55 |
| pH         | 6.0  | 6.2  | 6.5  |

表 7. 大番茄無土栽培配方 ( 公克 /1000 公升 )

| 成份量        | 營養期  | 結果期  |
|------------|------|------|
| 硝酸鈣        | 354  | 472  |
| 硝酸鉀        | 404  | 404  |
| 磷酸一銨       | 152  | 0    |
| 磷酸一鉀       | 0    | 180  |
| 硫酸鎂        | 246  | 492  |
| 螯合鐵        | 20   | 25   |
| 硼酸         | 1.2  | 1.5  |
| 氯化錳        | 0.72 | 1.2  |
| 硫酸鋅        | 0.09 | 0.1  |
| 硫酸銅        | 0.04 | 0.04 |
| 鋁酸鈉        | 0.03 | 0.04 |
| EC (mS/cm) | 1.3  | 1.6  |
| pH         | 6.0  | 6.5  |

表 8. 彩色甜椒無土栽培配方 ( 公克 /1000 公升 )

| 成份量       | 營養期  | 開花期  | 結果期  |
|-----------|------|------|------|
| 硝酸鈣       | 236  | 354  | 354  |
| 硝酸鉀       | 404  | 455  | 505  |
| 磷酸一鉀      | 46   | 92   | 92   |
| 磷酸一銨      | 37   | 37   | 74   |
| 硫酸鎂       | 246  | 369  | 369  |
| 硼酸        | 3    | 5    | 10   |
| 嵌合鐵       | 10   | 15   | 15   |
| 氯化錳       | 0.72 | 1.2  | 1.2  |
| 硫酸鋅       | 0.09 | 0.1  | 0.1  |
| 硫酸銅       | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 鉬酸鈉       | 0.03 | 0.04 | 0.04 |
| EC(mS/cm) | 1.0  | 1.25 | 1.3  |
| pH        | 6.0  | 6.0  | 6.0  |

表 9. 花胡瓜無土栽培配方 ( 公克 /1000 公升 )

| 組成分       | 營養期  | 生殖期  |
|-----------|------|------|
| 硝酸鈣       | 354  | 472  |
| 硝酸鉀       | 303  | 202  |
| 磷酸一銨      | 57   | 0    |
| 硫酸鎂       | 246  | 246  |
| 磷酸一鉀      | 0    | 300  |
| 嵌合鐵       | 10   | 12   |
| 硼酸        | 1.2  | 2.5  |
| 氯化錳       | 0.72 | 1.2  |
| 硫酸鋅       | 0.09 | 0.1  |
| 硫酸銅       | 0.04 | 0.04 |
| 鉬酸鈉       | 0.03 | 0.04 |
| EC(mS/cm) | 1.0  | 1.3  |
| pH        | 6.0  | 6.0  |



表 10. 甜瓜無土栽培配方 ( 公克 /1000 公升 ( 公克 /1000 公升 )

| 成份量        | 營養期  | 開花期  | 結果期  |
|------------|------|------|------|
| 硝酸鈣        | 236  | 354  | 472  |
| 硝酸鉀        | 303  | 202  | 202  |
| 磷酸一銨       | 76   | 95   | 76   |
| 磷酸一鉀       | 0    | 80   | 100  |
| 硫酸鎂        | 185  | 246  | 369  |
| 嵌合鐵        | 10   | 10   | 10   |
| 硼酸         | 2.5  | 2.5  | 2.5  |
| 氯化錳        | 0.72 | 0.72 | 1.2  |
| 硫酸鋅        | 0.09 | 0.09 | 0.1  |
| 硫酸銅        | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 鉬酸鈉        | 0.03 | 0.03 | 0.04 |
| EC (mS/cm) | 0.85 | 1.15 | 1.35 |
| pH         | 6.0  | 6.0  | 6.0  |

## 養液管理基準

植物土長過程中，根部會分泌些許物質，且由營養液中吸收各種成分。因之，營養液組成分之濃度及酸鹼度會逐漸變化，根據筆者之研究成果顯示，營養液之濃度及酸鹼度之變化不能超過配方量之 20%，否則水耕植物生育不正常。一般而言，營養液濃度之測量單位為 mS/cm，即以電導度計 (electrical conductivity meter, EC meter, 詳如圖 1 組左) 來度量之，而營養液酸鹼度之測量單位為 pH，即以酸鹼度計 (pH meter 如圖 1 組右) 來度量之，一般市售之酸鹼度計可分成單點校正式及雙點校正式兩種，其度量值由 1~14，7 為中性，1 為強酸，14 為強鹼。使用酸鹼度計去度量水質或營養液時，需先以 pH=4.0 及 pH=7.0 標準液校正之，否則所度量之測量值不準確。因之，以單點校正式酸鹼度計去度量之測量質較不準確。酸鹼度為一種度量固體肥料調配成營養液後或用水中氫離子濃度之多寡，一般以其濃度之指數來表示，稱為 pH，即 1 公升的溶液中含有氫離子克數之倒數的常用對數值：

$pH = -\log[H^+] = 14 - \log[OH^-]$  或  $[H^+] = 10^{-pH}$ ，若溶液中  $[H^+]$  較  $[OH^-]$  大時，此溶液即為酸性，反之即鹼性。因之，

- (1)  $[H^+] = [OH^-]$  時  $pH = 7$ ，
- (2)  $[H^+] > [OH^-]$  時  $pH \doteq 1 \sim 7$ ，及
- (3)  $[H^+] < [OH^-]$  時  $pH \doteq 7 \sim 14$ 。

在栽培過程，養液之濃度及 pH 值，會隨栽種蔬菜之種類及外界氣候環境而變。因之，必需定期檢驗其成分而調整之。



圖 1. 左圖為電導度計之本體及感應桿，右圖為酸鹼度計之本體及感應桿

## 養液調配作業

依栽種作物別、季節別 (表 3、表 10) 及表 11 之基本配方中成分，各組成分化學藥劑可向坊間化工原料行購買，巨量元素以選購食品級或工業級為宜，微量元素則以分析級最佳，購買時需了解各成品之有效成分 (濃度)，及不純物之種類和分量，否則一旦含過量之重金屬時將危害到消費者之健康。表 10 為臺灣坊間水耕用固體肥料之化學特性及參考價格。

調配養液可依下列步驟進行：(1) 選擇適當之養液配方 (如表 9 之花胡瓜無土栽培營養期配方)，(2) 估算預調配之配方量，(3) 估算配方中之各肥料量，(4) 在了解各肥料之純度後 (如表 105) 稱取正確之肥料量，(5) 依各肥料特性個別溶解之，(6) 依肥料間之相容性依序溶入用水中，(7) 度量養液之酸鹼度再依表 13、表 14 之校正表將養液調整至 7.0~6.0 間，(8) 測量電導度。

表 11. 臺灣坊間水耕栽培用肥料之特性

| 肥料名稱   | 純度 (%) | 溶解度 20°C<br>公克 / 公升 | 參考價格<br>(元 / 公斤) |
|--|--------|---------------------|------------------|
| 硝酸鈣 [Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O]                | 70-85  | 1,270               | 25-35            |
| 硝酸鉀 (KNO <sub>3</sub> )  | 85-95  | 315                 | 50-60            |
| 磷酸一銨 (NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )                     | 85-92  | 368                 | 80-100           |
| 磷酸一鈣 [Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O] | 70-80  | 18                  | 50-60            |
| 磷酸一鉀 (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )                                    | 80-85  | 450                 | 120-130          |
| 硫酸鎂 (MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)                                | 70-85  | 356                 | 14-18            |
| 嵌合鐵 (Fe · EDTA)  | 80-95  | 421                 | 200-210          |
| 硼鐵 (H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )                                       | 80-95  | 46                  | 60-70            |
| 硫酸銅 (CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O)                                | 80-95  | 366                 | 50-60            |
| 硫酸鋅 (ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)                                | 80-95  | 168                 | 30-50            |
| 氯化錳 (MnCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O)                                | 80-95  | 735                 | 45-55            |
| 鉬酸鈉 (Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O)                 | 80-95  | 100                 | 2,500-3,000      |

表 12. 養液調配試算表

| 步驟一   | 步驟二                       | 步驟三              | 步驟四         | 步驟五                     |
|-------|---------------------------|------------------|-------------|-------------------------|
| 配方組成份 | 配方<br>成份用量<br>(公克/1000公升) | 配方<br>3,000公升需求量 | 肥料純度<br>(%) | 實際肥料 3000公<br>升需求量 (公克) |
| 硝酸鈣   | 354                       | 1062             | 90          | 1180                    |
| 硝酸鉀   | 303                       | 909              | 85          | 1069                    |
| 磷酸一銨  | 57                        | 171              | 80          | 213                     |
| 硫酸鎂   | 246                       | 738              | 75          | 984                     |
| 嵌合鐵   | 10                        | 30               | 85          | 37.5                    |
| 硼酸    | 1.2                       | 3.6              | 90          | 4.0                     |
| 氯化錳   | 0.72                      | 2.16             | 90          | 2.4                     |
| 硫酸鋅   | 0.09                      | 0.37             | 90          | 1.23                    |
| 硫酸銅   | 0.04                      | 0.12             | 90          | 0.40                    |
| 鉬酸鈉   | 0.01                      | 0.03             | 90          | 0.09                    |

表 13. 每 1000 公升不同鹼性水溶液降至 pH6.0 時所需硫酸 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 或磷酸 (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) 或硝酸 (HNO<sub>3</sub>) 之填加量 (毫升)

| pH 值 | 9.5%<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 8.5%<br>H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | 6.5%<br>HNO <sub>3</sub> |
|------|--|--|--------------------------|
| 7.0  | 368.6                                  | 940.7                                  | 933.9                    |
| 6.9  | 336.7                                  | 891.7                                  | 861.7                    |
| 6.8  | 303.7                                  | 832.7                                  | 784.8                    |
| 6.7  | 269.0                                  | 763.7                                  | 703.1                    |
| 6.6  | 234.3                                  | 684.6                                  | 616.8                    |
| 6.5  | 198.0                                  | 595.6                                  | 525.7                    |
| 6.4  | 160.6                                  | 496.5                                  | 430.0                    |
| 6.3  | 122.1                                  | 387.4                                  | 329.6                    |
| 6.2  | 82.5                                   | 268.3                                  | 224.4                    |
| 6.1  | 41.8                                   | 139.1                                  | 114.6                    |
| 6.0  | 0                                      | 0                                      | 0                        |

註：市售硫酸濃度為 95~98 %，硝酸為 65 %，磷酸為 85 %

表 14. 1000 公升不同酸性水溶液調昇至 pH6.0 時所需氫氧化鈉 (NaOH) 或氫氧化鉀 (KOH) 之填加量 (毫升)

| pH 值 | 4.0 % NaOH | 4.0 % KOH |
|------|------------|-----------|
| 5.0  | 477.8      | 707.9     |
| 5.1  | 446.1      | 666.8     |
| 5.2  | 410.9      | 619.2     |
| 5.3  | 372.1      | 564.9     |
| 5.4  | 329.8      | 504.0     |
| 5.5  | 283.8      | 436.5     |
| 5.6  | 234.2      | 362.5     |
| 5.7  | 181.0      | 281.8     |
| 5.8  | 124.3      | 194.4     |
| 5.9  | 63.9       | 100.5     |
| 6.0  | 0          | 0         |

註：市售氫氧化鉀及氫氧化鈉為高純度之固體粒劑或粉劑

## 實用的葉肥配方

### 1. 夏季葉高莖防葉尖燒配方

| 中文成分 | 配方 (公克 /100 公升) |
|------|-----------------|
| 尿素   | 50              |
| 硫酸鎂  | 100             |
| 磷酸一鉀 | 250             |
| 硼酸   | 4               |
| 嵌合鈣  | 100             |
| 硫酸美  | 3               |

### 2. 草莓葉面施肥專用配方 (公克 /1000 公升)

| 成份量  | 結果期 |
|------|-----|
| 尿素   | 100 |
| 硝酸鉀  | 500 |
| 磷酸一鉍 | 200 |
| 硫酸鎂  | 200 |
| 嵌合鐵  | 10  |
| 硼酸   | 8   |
| 硫酸錳  | 2   |

### 3. 番茄結果期果實防裂配方 (公克 /1000 公升)

| 成份   | 用量  |
|------|-----|
| 磷酸一鉀 | 300 |
| 硝酸鉀  | 150 |
| 嵌合鈣  | 100 |
| 硼酸   | 3.0 |
| 硫酸錳  | 1.0 |

#### 4. 番茄結果期葉肥配方

| 中文成分 | 大番茄配方<br>(公克 /1000 公升) | 小番茄配方<br>(公克 /1000 公升) |
|------|------------------------|------------------------|
| 氯化鈣  | 80                     | 90                     |
| 硝酸鈣  | 120                    | 200                    |
| 尿素   | 100                    | 20                     |
| 硫酸鎂  | 120                    | 100                    |
| 磷酸一鉀 | 200                    | 200                    |
| 硫酸錳  | 3                      | 2.5                    |
| 硼酸   | 10                     | 8                      |
| 氯化鈉  | 0                      | 30                     |

#### 5. 花胡瓜葉肥配方

##### (1) 花胡瓜結果期葉肥配方

| 成分   | 公克 /1000 公升 |
|------|-------------|
| 尿素   | 180         |
| 硝酸鈣  | 250         |
| 磷酸一鉀 | 200         |
| 硫酸鎂  | 250         |
| 嵌合鐵  | 10          |
| 硫酸錳  | 1.0         |
| 硼酸   | 3.0         |

\* 每日傍晚噴一次

##### (2) 防止花胡瓜發生彎曲果之葉肥配方

\* 每 1000 公升水加 ( 磷酸一鉀 1 公斤 + 硫酸鎂 300 公克 + 60 公克硼酸 )

\* 每日傍晚噴一次

##### (3) 防止花胡瓜發生流產果之液肥配方

\* 每 1000 公升水加 ( 磷酸一鉀 1 公斤 + 60 公克硼酸 )

\* 每日傍晚噴一次

## 6. 甜瓜結果期葉肥配方

| 中文成分 | 配方 (公克 /1000 公升) |
|------|------------------|
| 尿素   | 50               |
| 硫酸鎂  | 250              |
| 磷酸一鉀 | 100              |
| 氯化鈣  | 30               |
| 嵌合鐵  | 10               |
| 硫酸錳  | 3                |
| 硼酸   | 10               |

## 7. 網紋瓜採收前最後 21 天葉肥配方

| 中文成分 | 配方 (公克 /1000 公升) |               | 配方 (公克 /1000 公升) |            |
|------|------------------|---------------|------------------|------------|
|      | 採收前<br>13-21 天   | 採收前<br>8-12 天 | 採收前<br>7 天       | 採收前<br>3 天 |
| 氯化鈉  | 0                | 5             | 15               | 30         |
| 硝酸鉀  | 60               | 0             | 0                | 0          |
| 磷酸一鉀 | 40               | 0             | 0                | 0          |
| 硫酸鎂  | 70               | 70            | 70               | 70         |
| 磷酸一鉀 | 0                | 50            | 50               | 50         |
| 嵌合鈣  | 5                | 5             | 5                | 5          |
| 嵌合鐵  | 6                | 6             | 6                | 6          |
| 硼酸   | 5                | 5             | 5                | 5          |
| 硫酸錳  | 2.5              | 2.5           | 2.5              | 2.5        |

## 參考文獻

1. 高德錚 2004 水耕栽培技術十講 僑委會中華函授學校出版 (再版)。
2. 高德錚 1995 第五屆養液栽培技術講習會專刊 台中區農業改良場出刊。
3. 高德錚 1988 精緻農業～水耕栽培技術 行政院青年輔導委員會出版。
4. 高德錚 1988 水耕栽培實務手冊 行政院青年輔導委員會出版。
5. 小川雄一 2008 養液栽培の新マニュアル 366pp 社團法人 日本施設園藝協會編。

6. 山崎肯哉 1986 水耕栽培の魅力とリ THE 水耕栽培 pp。40-46 富民協會毎日新聞社出版。
7. 山崎肯哉 1984 水耕栽培全篇 261pp 株式會社博友社出版。
8. 武川滿夫 1991 水耕栽培の教科書 283pp 財團法人富民協會出版。
9. Cooper, A. 1988 The Arial System of NFT System pp.157-170. In Special Lectures Volumes of “Horticulture in High Technology Era” . Held in May 2-3 1988, Inami,Tokyo.
10. Resh ,H. M. 1987. Hydroponic Food Production, A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower. pp.120-152. Woodbridge Press Publishing Company.



# **The Rational Application of Liquid fertilizer on Soilless Vegetable Cultivation**

Te-Chen Kao

Deputy director, Taichung District Agricultural Research and Extension station, COA

techen.kao@gmail.com

## **Abstract**

Liquid fertilizer application on soilless vegetable cultivation should be emphasis on the allocation of the water quality, the purity and the allocation of nutrient solution recipes. Basically leafy vegetable with soilless culture nutrient solution recipes needed apart from the need for essential elements required for the growth of crops, needs vary depending on the seasonal crop species and growth season. Generally, in humid hot summer and pale green leaves vegetable, its liquid nutrition recipe of electric conductivity value (EC) can control in 0.75-1.20 mS/cm and the pH value in 5.5-6.0, instead, in cold winter and dark green leaf vegetable, its nutrition solution recipe of electric conductivity value (EC) can control in 1.35-1.85mS/cm and the pH value in 6.0-6.5. In soilless cultivation of fruity vegetables with optimum recipes should require varies to combine with different crop species and crop growth stages (vegetative, flowering and fruit setting phase), particularly in successive harvesting fruit stage, it need to foliar apply with proper nutrient solution as to prevent nutritional deficiency, inducing quality and prolong the picking period. This article will explore the most suitable management of nutrient practice technology and practical nutrient recipes for the soilless cultivation of fruits and vegetables for references.

**Key word:** Soilless cultivation, nutrient solution, recipe, nutrient management