

# 水耕營養液調配與管理

高德錚

台中區農業改良場

## 一、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。

## 二、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( $\text{SO}_4^-$ )、碳酸根( $\text{CO}_3^-$ )、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 ( $\text{CO}_3^-$ ) 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。

## 三、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 50ppm (120~55ppm)、鎂離子超過 40ppm (43~73ppm)、鐵離子超過 10ppm (3~12ppm)、鈉離子超過 5ppm (20~50ppm) 及氯離子超過 30ppm (30~50ppm) 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 毫升之 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 1 調製水耕營養液適用之水質特性

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(NO <sub>3</sub> -N)	微量
氨態氮(NH <sub>4</sub> -N)	微量
鈣離子(Caion)	<4ppm
鎂離子(Mgion)	<20ppm
鉀(Kion)	<5ppm
硫酸根(SO <sub>4</sub> -S)	<5ppm
磷酸根(PO <sub>4</sub> -P)	<5ppm
碳酸根(CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	<10ppm
鈉離子(Naion)	<30ppm
氯離子(Clion)	<30ppm~40ppm
鐵離子(Feion)	<1ppm
錳離子(Mnion)	<0.5ppm
硼離子(Bion)	<0.3ppm
鋅離子(Znion)	<0.5ppm
銅離子(Cuion)	<0.5ppm

表 2 台灣不同水源之水質特性

用水別	pHEC(mS/cm)
地下水	5-80.3-1.4
井水	5-80.1-0.8
湧泉	6-70.1-0.6
雨水	3.5-7.80.05-0.3
河川水	5.9-8.20.2-1.2
自來水	6.4-7.40.2-0.4

#### 四、營養液之化學組成分

行養液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十六種，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，即將十六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。作物養液栽培之配方依作物種類別及季節別而異，如表3所示，為筆者開發供為栽培蔬果用之配方。

表 3 筆者開發之蔬果用配方(公克/1000 公升)

組成分	葉菜	萵苣	芥藍	番茄
硝酸鈣	118	94	165	1,180~1,776
硝酸鉀	606	484	848	606~909
磷酸一銨	77	62	107	77~116
硫酸鎂	492	394	689	492~738
磷酸一鈣	84	67	118	84~126
鉍形鐵	20	20	20	20
硼酸	1.2	1.2	1.2	1.2
氯化錳	0.72	0.72	0.72	0.72
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
pH	6.0	6.0	6.0	6.0
EC(mS/cm)	1.4	1.1	2.0	1.4~2.1

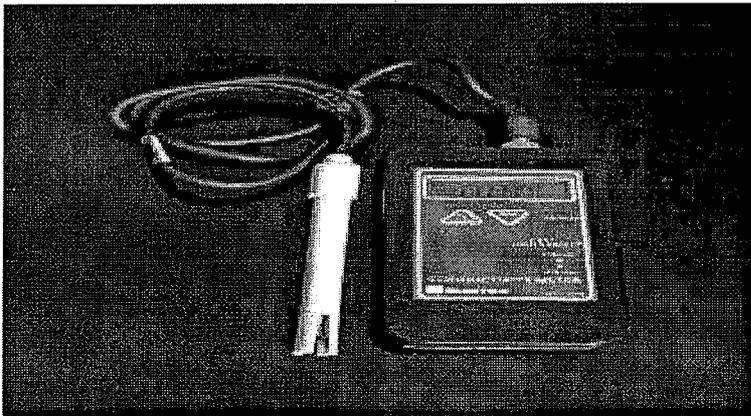
## 五、養液管理基準

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, ECmeter, 詳如圖一)來度量之，而營養液酸鹼度之測量單位為 pH，即以酸鹼度計(pHmeter 如圖二)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：

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 1 \div \log[\text{H}^+] \text{ 或 } [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

若溶液中  $[\text{H}^+]$  較  $[\text{OH}^-]$  大時，此溶液即為酸性，反之即鹼性。因之，(1)  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$  時  $\text{pH} = 7$ ，(2)  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$  時  $\text{pH} \approx 1 \sim 7$ ，及(3)  $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$  時  $\text{pH} \approx 7 \sim 14$ 。

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。



圖一電導度計(ECmete)，右圖為電導度計之電級區及左圖為白金桿和溫度感應桿



圖二常用之酸鹼度計，單點校正式(左)及雙點校正式(右)

## 六、營養液調配作業

依栽種作物別、季節別及表 9 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 4 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 3)，(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 4)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 5、表 6 之校正表將養液調整至 7.0-6.0 間，(8)測量電導度。

表 4 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 公克/公升	參考價格 (元/公斤)
硝酸鈣[Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O]	70~80	1,270	40~50
硝酸鉀(KNO <sub>3</sub> )	90~95	315	25~30
磷酸一銨(NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	95~98	368	65~80
磷酸一鈣[Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O]	20~30	18	50~60
硫酸鎂(MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)	45~50	356	10~20
鉗形鐵(Fe · EDTA)	95	421	300~500
硼酸(H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	99	46	55~60
硫酸銅(CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O)	99	366	30~40
硫酸鋅(ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)	99	168	35~45
氯化錳(MnCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O)	99	735	45~55
鉬酸鈉(Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O)	99	100	850~1,400

以台中區農業改良場葉菜配方為準，來調配 3,000 公升之養液，倘若用水之 pH 值為 7.8，EC 值為 0.35mS/cm，因之，調配作業步驟如下：

步驟一：于 3,000 公升水溶液中加入 95% 濃硫酸 60 毫升(20 毫升/1000 公升×3)，使水溶液 pH 值降至 6.7。

步驟二：估算配方中各肥料需求量並考慮到各肥料之純度後，精算各肥料之正確量(如表 6-5)

步驟三：將表五中之個別各肥料之實際用量一一以清水完全溶解後，分別倒入 3,000 公升之用水中，再傾倒肥料時，3,000 公升之用水需以攪拌機將用水充分攪拌。各肥料之傾倒順序分別為硝酸鉀、硫酸鎂、磷酸一銨、硝酸鈣、螯合鐵、硼酸、硫酸鋅、硫酸銅、硫酸錳及鉬酸銨。

步驟四：3,000 公升之養液經充分攪拌後，以酸鹼度測定酸檢度值，若數值在 7.0 以上則先以每 3,000 公升養液先加入毫升 95% 硫酸將之降至 7.0 左右，再依表 6-6 之參考值添加 9.5% 硫酸 1165.8 毫升(368.6 毫升×3)，或 6.5% 硝酸 11.7 毫升(933.9 毫升×3)或 8.5% 磷酸 2.1 毫升(940.7 毫升×3)，將養液之酸鹼度降至 6.0 左右備用。反之，若養液太酸時，可依表 6-7 之參考值將之調昇到 6.0。

步驟五：依電導度計測定養液之電導度值，依台中區農業改良場之配方值為 1.4mS/cm，用水之電導度值在 0.3ms/cm，因之，該養液之電導度值應落在 1.7mS/cm (1.4+0.3) 左右。

表 5、養液調配試算表

步驟一	步驟二	步驟三	步驟四	步驟五
配方	配方	配方	肥料	實際肥料
組成份	成份用量	需求量	純度	需求量
	(公克/1000 公升)	(以 3,000 公升為例)	(%)	(公克/3000 公升)
硝酸鉀	606	1818	90	2,020
硝酸鈣	118	708	85	944
硫酸鎂	492	1476	75	2,688
磷酸一銨	77	285	90	317
磷酸一鈣	84	254	70	360
螯合鐵	20	60	90	67
氯酸錳	0.72	2.2	90	2.4
硫酸鋅	0.09	0.27	90	0.3
硫酸銅	0.04	0.12	90	4.0
硼酸	1.2	3.6	90	10.0
鉬酸鈉	0.01	0.03	90	0.033

表 6、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%	8.5%	6.5%
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	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	-	-	-

註：市售硫酸濃度為 95~98% ，硝酸為 65% ，磷酸為 85%

表 7、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%	4.0%
	NaOH	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	-	-

註：市售氫氧化鉀及氫氧化鈉為高純度之固體粒劑或粉劑

## 七、濃縮養液之調配作業

為了配合養液滴灌系統之運作，必須將養液配方分成如表 8 部分組合並調配成濃縮液，依台中區農業改良場配方如表 6-5 為例，若要調配成 2000 公升之 500 倍濃縮液，則可依表 8 之步驟進行之。

調配營養液時，所有肥料之組成分的來源及純度要預先了解，以臺中區農改良場葉菜類標準配方為例，硝酸鈣  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  之配方量為 118 公克/1000 公升。操作時，首先需了解使用之硝酸鈣是否亦含  $4\text{H}_2\text{O}$  (4 個結晶水)，以無結晶水之  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  為例，其含 Ca 之百分率 24.4%，而配方中  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  之 Ca 百分率為 16.9% 而言，若採用無結晶水之  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  來配營養液，則稱取肥料量需減少為：

$$118 \text{ 公克/1000 公升} \times (16.9\% \div 24.4\%) = 81.7 \text{ 公克}$$

又配方中所提及成分量係指肥料來源為 100% 純度下的成分量，因之，若採用工業級之肥料其純度一般僅 50~90% 間，則實際操作時需依比例增量之，以  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

$\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  之配方量為 118 公克/1000 公升而言，若使用純度僅 80% 之工業級肥料，則實際稱取量為：118 公克/1000 公升  $\div$  80% = 147.5 公克/1000 公升。

一般農用肥料如尿素、硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀等，因純度不高，不純物太多且不能完全溶於水，故不宜為營養液之原料。而臺肥公司出售之液體肥料中，組成分僅為氮、磷、鉀、鎂、硫等，而缺乏植物所需之礦物質(即微量元素)，故不宜為營養液之原料。在國外大規模商業水耕農場，均使用固體形態之水耕肥料，而依其栽種作物之專用配方(如表 7)以每 1 公噸用量為準，將調配成 A、B 二大包為一組，其中 A、B 為巨量元素而微量元素則置於 A 及 B 中；而 A 及 B 之分組原則為含鈣(Ca)之原料需與含硫酸根( $\text{SO}_4\text{-S}$ )之原料分開否則在高濃度濃縮下會發生。然而不論使用固體肥料或液肥為原料去調配時，首先需確定用水之組成分及 pH 值，若在 7.5 以上時需添加濃硫酸，使之降至 6.0 左右，否則部分組成分會沉澱，例如若超過 7.5 時，硝酸鈣將無法完全溶解而呈灰色懸浮液。一般而言，每一噸水欲下降 1 個 pH 單位時，需添加 95% 濃硫酸 25~50ml。反之若養液 pH 低 5.0，可填加 40% 之氫氧化鈉飽和溶液，每升高 1 個 pH 單位，每一噸水需加入 50~100ml。進行養液調配時，各組成分需先充分溶解後，

再依次加入養液槽中，不可一起混入。再者，初次調配養液時，由於成分太多不易充分混合，因此需分成幾天逐量添加，以 40 公噸為例，大約成分 5~7 天為宜。最後將 A 及 Bpart 充分溶解後以濃硫酸或濃硝酸將濃縮液之酸鹼度降至 5.0 左右。

表 8、濃縮養液調配試算表

步驟一	步驟二	步驟三	步驟四	步驟五
濃縮液別	肥料 配方 (公克/1000 公升)	肥料配方 需求量 (以調配 2,000 公升， 500 倍濃縮液為例)	肥料 純度 (%)	實際肥料 需求量 (公克/2000 公升)
PartA				
硝酸鉀	500	500,000	90	555,555
硫酸鎂	492	492,000	75	656,000
磷酸一銨	77	77,000	90	105,555
硫酸錳	0.72	720	90	3,333
硫酸鋅	0.09	90	90	1,111
硫酸銅	0.04	40	90	2,222
PartB				
硝酸鉀	106	106,000	90	235,061
硝酸鈣	118	118,000	85	554,190
磷酸一鈣	84	84,000	70	120,000
螯合鐵	20	20000	90	23,333
硼酸	3.0	3000	90	3,333
鈉酸鈉	0.01	10	90	11

## 無機營養液之調配實習

一、目的：本實習之主旨在於學習如何調配化學性無機液體營養液，以供為作物葉面追肥或點滴施肥時之用。

二、原理：

1. 何謂水耕養液？

將植物生長之必需元素以化合物方式溶入水中之液體肥料稱之，植物生長之必需元素共十六種(碳(C)、氫(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、鉀(K)、鈣(Ca)、鎂(Mg)、硫(S)、鐵(Fe)、錳(Mn)、

鋅(Zn)、硼(B)、銅(Cu)、氯(Cl)

## 2. 水耕養液之組成

1. 養液配方之組成--將植物生長之必需元素以化合物方式溶於水中

2. 養液配方之種類--

- (1)依不同作物類別(葉菜、果菜、根莖菜、切花、盆花、草花、果樹)
- (2)依作物生長期別(幼苗期、營養成長期、開花期、結果期)
- (3)依季節別(春秋、炎夏、寒冬)
- (4)依栽培介質別(水耕、介質耕、土耕)
- (5)依不同灌溉使用方式別(噴灌、滴灌、流灌)
- (6)依植樹不同灌溉部位別(葉面、根部)

## 3. 養液配方之調製

- (1)個別組成分之純度、溶解度及價格
- (2)水質之良莠

## 三、養液之調配步驟

- (1)確定配方
- (2)確定組成分之純度
- (3)估算所需要的成分量
- (4)確定水質(pH在5.0-7.5, EC<0.5mS/cm)
- (5)調整水質之pH值(在7.0左右)
- (6)估算所需要的總水量
- (7)估算各組成分之總重量
- (8)依組成分別個別地以良好水質完全溶解之(不能將各成分混合溶解之)
- (9)再依地下水槽水量倒入個別成分之水溶液
- (10)調整pH值
- (11)測定EC值

## 四、養液pH值之調整法

- (1)確定水質之組成分(碳酸值之成分量多寡)
- (2)正確使用pH儀
- (3)分別以硫酸，硝酸及磷酸溶液來調降pH值
- (4)分別以氫氧化鈉及氫氧化鉀溶液來調昇pH值

## 五、濃縮養液之調配法

- (1)確定配方
- (2)確定濃縮組數(2組，3組，4組...)
- (3)確定濃縮倍數(500-5000倍)
- (4)使用高品質之蒸餾水(EC<20 $\mu$ S/cm, pH=7.0)
- (5)使用有封蓋之不透明塑膠桶來裝盛
- (6)濃縮液儲存在pH=3.0-4.0狀態下

## 養液調配實習(一)

水梨營養期養液調配試算表

方成分	方量(公克/1000公升)	買之肥料純度(%)	配1000公升養液時各成分量需求量(公克)
硝酸鉀 $\text{KNO}_3$	303	50	
硝酸鈣 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	590	50	
磷酸一銨 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	156	50	
硫酸鎂 $(\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$	492	50	
鐵 $(\text{Fe} \cdot \text{EDTA})$	30	50	
硼酸 $(\text{H}_3\text{BO}_3)$	5.0	50	
硫酸銅 $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$	0.1	50	
氯化錳 $(\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$	3.0	50	
硫酸鋅 $(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$	0.1	50	
鉬酸鈉 $(\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$	0.05	50	
=6.0±0.5			
=1.4mmho/cm			

## 養液調配實習(二)

水梨生殖期濃縮養液調配試算表

配方成分	A	B	C	D
	配方量(公克/1000 公升)	購買之肥料純度(%)	擬配 500 倍 100 公升濃縮液需求量(公克)	若要配 3000 公升營養液則需由(C)液取多少量
硝酸鉀 $KNO_3$	404	50		
硝酸鈣 $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	236	50		
磷酸一銨 $NH_4H_2PO_4$	156	50		
磷酸一鈣 $(Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O)$	252	50		
硫酸鎂 $(MgSO_4 \cdot 5H_2O)$	492	50		
鐵(Fe. EDTA)	30	50		
硼酸 $(H_3BO_3)$	5.0	50		
硫酸銅 $(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$	0.1	50		
氯化錳 $(MnCl_2 \cdot 4H_2O)$	3.0	50		
硫酸鋅 $(ZnSO_4 \cdot 7H_2O)$	0.1	50		
鉬酸鈉 $(Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O)$	0.05	50		
pH=3.0~4.0				