

## 葡萄礦物營養失調症狀調查

林慧玲<sup>1)</sup> 楊耀祥<sup>2)</sup>

關鍵字：葡萄、礦物營養、缺乏症狀

**摘要：**本試驗利用養液栽培方法，誘導巨峰葡萄各項要素缺乏症狀，拍照製成圖鑑以供果農目視診斷之參考。結果如下：缺氮植株生長不良，下位葉黃化。缺磷於成熟葉葉色呈暗綠色，脈間組織產生紫色斑點，植株生長減少。缺鉀脈間黃化。缺鈣頂梢新葉扭曲變形，並枯死，脈間壞疽，生長受抑制。缺鎂脈間黃化並出現壞疽。缺鐵新葉黃白化，下位葉葉色正常，生長受抑制。缺硼生長點停止生長，新葉有不規則褐色壞疽斑點。此外，各缺乏症病徵出現後葉綠素明顯分解，造成螢光反應下降，進而光合作用率低而影響生長發育。

### 前 言

台灣地處亞熱帶地區，氣候與土壤條件與溫帶地區有顯著之差異，栽培原產於溫帶之葡萄，常易發生營養缺乏或過多等生理障礙，第一收葡萄往往生長過分旺盛，而第二收則常生長不良，均需在肥培管理上加以調整，並配合土壤理化性質，方可生產高品質之葡萄。

一般而言，葡萄之營養障礙會造成果實形狀、顏色及化學組成分之改變。而台灣葡萄最嚴重之營養問題是氮肥或有機肥料使用過多，導致枝葉過分徒長及茂盛，而影響開花結果或因產量過多而使品質低劣。磷肥不足常發生在新闢之果園，易引起枝條之徒長及開花不良。鉀之缺乏普遍存在每一個發育階段，一般以酸性土壤較為嚴重。鈣鎂在酸性土中易普遍有缺乏之情形，其中以砂質紅土最為嚴重。微量元素之缺乏，常發生於中性以上或石灰質土，如缺錳及缺鐵。缺硼症狀則易發生於石灰使用過多之葡萄園(謝，1988)。

因此，本試驗以水耕方式誘發葡萄葉片缺乏症之表現，照相紀錄，以供栽培期間，肥培管理之參考。

---

1) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

2) 國立中興大學園藝學系教授。

當果樹體內某一要素之濃度減少至適宜生長需求之下時，則發生該要素之缺乏，缺乏的發生可能由於土壤養分供應不足，或由於某種元素以不能利用之化學形態存在，或者由於其他元素濃度過高而影響此一元素之吸收，即所謂之拮抗作用(antagonism)。而要素缺乏可以根據發生之部位(植株之上部或下部)，植株之外觀(矮化、變形、側枝生長症狀之顏色與形狀等)加以判斷。一般症狀之出現可以分為三種不同之類型：症狀發生在下位(老)葉上，上位葉則不顯著。此種分佈類型表示該類缺乏元素在植物體內是十分容易移動，同時不參與新陳代謝必須物質之組成，如鉀。第二類型：症狀之發生僅限於植物上部，表示要素在植體內不具移動性或移動十分緩慢。其所構成之有機物與新陳代謝並無密切關係，如果膠及木質素等，此類元素有硼及鈣素。第三類型：症狀同時發生在上位及下位葉，但以下位葉較為嚴重。此類元素經常與新陳代謝有密切關係，如氮、磷等為蛋白質及核酸之構成物(Bould and Hewitt, 1984)。

葡萄發生營養上的障礙可藉外形、顏色、化學組成分而顯現出，且在不同年齡的器官或整株都會表現不同程度之病徵。藉由症狀的顯現可獲得有關引起障礙之相關原因，如一種或多種營養元素的缺乏或過多等或整株或整園均出現之病徵均可作為診斷之依據，再者藉由土壤及葉柄的分析數據可以進一步確認營養的不平衡所引起之生理障礙。這些土壤分析數據、葡萄品種差異對營養障礙的敏感性、環境條件等之考量，都會增加診斷的正確性和重要性(Terry, 2001)。

台灣葡萄葉片於盛花期採取與花穗對生之葉片 50-100 片，其營養診斷暫定標準為，氮：2.8-3.0%，磷：0.16-0.22%，鉀：1.0-2.0%，鈣：1.0-2.0%，鎂：0.16-0.5%，硼：30-100 ppm，銅：5-20 ppm，鐵：70-120 ppm，錳：25-200 ppm，鋅：25-240 ppm(謝，1988)。

Conradie (1981)以砂耕方式所做之試驗結果顯示，葡萄葉片季節性變化，開花期 N：3.2-3.8%，P：0.56-0.68%，K：1.3-1.4%，Ca：1.4-1.5%，Mg：0.3%，果實成熟期 N：2.8-2.9%，P：0.46-0.48%，K：0.9-1.0%，Ca：1.6-2.0%，Mg：0.3-0.35%，採收期 N：2.6%，P：0.42%，K：0.9%，Ca：2.3%，Mg：0.35%。

## 材料與方法

本試驗以葡萄無病毒苗為材料，選取生長一致之幼苗，初期以 Hoagland 及 Johnson modified 配方半濃度健化二週，再以全濃度栽培二週後，開始進行元素缺乏處理，每週更換水耕液一次，鐵則以 Fe-DETA 分別供應(1 ml/l solution)，處理各元素配方如附表 1、附表 2 和附表 3。

微量元素缺乏處理，則直接於微量元素配方中，去除硼、鐵。處理方法共計八種：缺氮、缺磷、缺鉀、缺鈣、缺鎂、缺鐵、缺硼及對照組，每處理 5 重複，於 1992 年 4 月進行缺乏症之誘導試驗，水耕液 pH 調至 5.5，每隔 3 天調查株高，節間數及葉片數等生長

情形。試驗期間，每週更換水耕液，除缺鐵處理外，每隔3天添加 Fe-EDTA (1 ml/L)，於症狀出現時採上位及下位葉片進行葉片分析。分析項目包含葉片礦物元素分析，全氮含量分析，全可溶性糖、澱粉分析，葉綠素測定和葉片葉綠素螢光光合作用活性測定等。

附表 1. 大量元素水耕液配方

Appendix 1. Macronutrient solution (Hoagland Solution)

Specific salts used		Conc. of individual elements in final solution		
Compounds	ml molar stock soln. in 1-liter final soln.	Elements	$\mu\text{M}$	ppm
KNO <sub>3</sub>	5.0	N	15,000	210
		K	6,000	234
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	5.0	Ca	5,000	200
		P	1,000	31
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	2.0	S	2,000	64
		Mg	2,000	48
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.0			

#### 葉片分析

葡萄葉片於缺乏症出現後，分別採取上位葉及下位葉，快速送回實驗室，以自來水沖洗乾淨後，以 1% HCl 快速涮洗後，以去離子水涮洗 3 次，洗畢後將葉片裝入牛皮紙袋中，以 100°C 殺菁後，再以 70°C 烘至重量恆定為止。烘乾後之葉片樣品以磨粉機磨碎(20-40 mesh)，以供日後葉片分析用。

灰化時取 0.5 g 乾燥粉末樣品於坩鍋中，放入灰化爐中(muffle furnace)先以 200°C 加熱 2 小時，繼以 400°C 加熱 1 小時，最後以 550°C 加熱 2 小時使樣品完全灰化，待灰化完成後加入 5 ml 2 N HCl，再以 Whatman#42 無灰分濾紙過濾，並定量至 25 ml，所得之濾液即可供各項元素分析之用。

上述濾液可直接測定鐵、錳、鋅、銅四種元素；測鉀和鎂則取 0.1 ml 濾液加 4.9 ml 去離子水稀釋；測鈣則取 0.1 ml 濾液加 3.9 ml 去離子水及 1 ml 5% 氧化釧，以原子吸收儀 (Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer) 測定之。

附表 2. 微量元素水耕液配方

Appendix 2. Micronutrient solution (modified by Johnson)

Specific salts used			Conc. of individual elements in final solution		
Compounds	Mol. wt.	mg/liter of stock soln.	Elements	$\mu\text{M}$	ppm
KCl	74.6	3728	Cl	50	1.77
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	61.8	1546	B	25	0.27
MnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	169.0	845	Mn	5.0	0.27
ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	287.6	575	Zn	2.0	0.13
CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	249.7	125	Cu	0.5	0.03
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> MO <sub>7</sub> O <sub>24</sub> · 4H <sub>2</sub> O	1236.0	18.4	Mo	0.1	0.01

磷以鉬黃法測定，取 1 ml 濾液加 3 ml 去離子水加 1 ml 鉬黃試劑混合均勻後靜置 10 分鐘，以分光光度計(spectrophotometer, Hitachi U-2000)測定波長 470 nm 之吸光值。硼之測定採用 Azomethine-H 法，取 0.2 ml 濾液加 0.4 ml buffer masking reagent 及 0.2 ml azomethine-H 以分光光度計(spectrophotometer, Hitachi U-2000)測定波長 420 nm 之吸光值。

氮之測定採用 Micro-Kjeldahl 法，精稱 0.2 g 葉片粉末，包於濾紙(Whatman#1)中，投入分解管中，並加入 1 g 催化劑(Merck 8030)及 4.5 ml 濃硫酸，於 410°C 之分解爐上加熱 1.5-2 小時，至樣品分解至澄清之淡綠色後，取出冷卻加入 15 ml 蒸餾水，再倒入 Micro-Kjeldahl 裝置中，加入 20 ml 12 N NaOH，並以裝有 20 ml 指示劑的塑膠燒杯接收蒸餾出之氨水至 50 ml 為止，再以 1/14N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 標準酸滴定，計算氮含量之百分比。

全可溶性糖之抽取，精稱 0.1 g 乾燥粉末樣品，置於離心管中加入 10 ml 去離子水，於 30°C 水浴機震盪 3 小時，隨後於室溫下以 4000 rpm 離心 10 分鐘，取上層液做為全可溶性糖測定之用，其殘渣保留以萃取澱粉。

殘渣經 80°C 烘乾後，加入 2 ml 去離子水，置於沸水浴中 10 分鐘，隨後於冰水浴中使其快速冷卻，冷卻後，加入 2 ml 的 9.2 N HClO<sub>4</sub>，其後 15 分鐘不時震盪使反應完全，加入 6 ml 去離子水後，於室溫下以 4000 rpm 離心 10 分鐘，取上層液做為澱粉測定之用。

全可溶性糖與澱粉之測定採用 Dubois 等人(1956)之修訂方法。取上述離心後之上層液稀釋至適當倍數後，取稀釋液 2 ml，加入 90%石炭酸(liquid phenol) 0.1 ml，再加入 6 ml 濃硫酸混合均勻，靜置 30 分鐘後，以分光光度計(Shimadzu UV-200S)測定波長 490 nm 處之吸收值。標準液以 0.5 $\mu\text{mol/ml}$  之 D-glucose 為母液配製，於測定後，單位換算為% (DW)。

葉綠素用葉綠素計(Minolta SPAD-502)以非破壞性方法測定相對葉綠素值。

附表 3. 各項缺乏水耕元素水耕液配方

## Appendix 3. Partial Solutions

Solution lacking N	Conc.	Volume/l	
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	M/100	50.0ml	
MgSO <sub>4</sub>	M/1	0.5ml	(pH5.2)
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	M/2	10.0ml	
CaSO <sub>4</sub>	M/100	200.0ml	
Solution lacking PO <sub>4</sub>			
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	M/1	7.5ml	
MgSO <sub>4</sub>	M/1	2.0ml	(pH5.4)
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	M/2	10.0ml	
Solution lacking K			
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	M/1	7.5ml	
MgSO <sub>4</sub>	M/1	2.0ml	(pH5.2)
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	M/100	50.0ml	
Solution lacking Ca			
KNO <sub>3</sub>	M/1	15.0ml	
MgSO <sub>4</sub>	M/1	2.0ml	(pH5.3)
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	M/1	1.0ml	
Solution lacking Mg			
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	M/1	5.0ml	
KNO <sub>3</sub>	M/1	5.0ml	
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	M/2	5.0ml	(pH5.3)
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	M/1	1.0ml	

葡萄葉片葉綠素螢光反應測定光合作用效率，於溫室中將欲測定之葉片於處理前及暗處理 30 分鐘後，分別以攜帶式葉綠素螢光分析儀(Portable Chlorophyll Fluorometer, Walz Mini-PAM)測定。利用葉片夾(leaf-chip Holder 2030-B)夾住處理部位的葉片，使用兩極真空脈衝光測定在弱光下(0.12  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )的起始螢光值( $F_0$ )，以及飽和脈衝光(3000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )測定最大螢光量( $F_m$ )，藉由最大螢光變動率( $F_v/F_m$ )代表 PSII 系統的最大光化學效率。 $F_v = F_m - F_0$ ， $F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$ 。

## 結果與討論

### 一、葡萄缺乏症外觀症狀

氮缺乏：葡萄葉片缺氮初期症狀葉片呈淡綠色，爾後轉黃色(圖 1)。症狀由下位葉開始黃化，而後整株呈淡黃綠色，幼嫩枝條，葉柄呈粉紅色，枝梢生長量降低，植株矮化纖細。

磷缺乏：葡萄葉片缺磷時，枝條及根生長下降，葉面積變小且呈暗綠色(圖 2)。嚴重缺乏時，葉片出現紫紅色斑點。

鉀缺乏：當葉片組織的鉀含量低於臨界濃度時，其缺鉀症狀會因葉片不同發育階段而有所差異。在生長季節早期，葉色變淺，沿著幼葉葉緣出現少量之壞疽斑點。葉緣黃化並向脈間蔓延(圖 3)。

鈣缺乏：初期病徵，新葉葉緣出現壞疽，並向脈間蔓延，嚴重時頂梢回枯壞死，並出現落葉現象，根部生育不良，並褐化壞死(圖 4)。

鎂缺乏：缺鎂症狀會出現兩種型式，在早春，主要是葉片壞疽；而在夏、秋季，主要症狀是脈間黃化(Goheen, 1990)，初期病徵脈間、葉緣出現綠褐色斑點。葉緣內出現一連串之橢圓形和卵形之壞疽。缺鎂葉片黃化由基部葉片先表現症狀(圖 5)。

鐵缺乏：鐵缺乏常見於高石灰質土壤地區。新葉小葉脈間開始因葉綠素分解而褪綠(圖 6)。褪綠現象使於葉緣，並始葉脈引起黃化。嚴重時葉片可能乾枯及脫落。

硼缺乏：硼缺乏初期症狀表現於近莖頂之新葉，扭曲變形，葉片畸型，並有壞疽組織(圖 7)。葉柄變厚而短，有時呈現縱裂或是壞疽的空洞。缺硼之葡萄枝條上可能形成短而密的芽體，枝條分枝多呈叢生狀，此類之莖蔓不易開花結果(Terry, 2001)。缺硼也影響小果和果穗之發育。果實變小，種子數減少，根變短，變厚及不正常之組織膨大，形成瘤塊，而出現縱向開裂之壞死病徵(Cook *et al.*, 1961)。

### 二、葡萄缺乏症生育調查

圖 8 顯示，葡萄經不同礦物元素缺乏處理，對株高之影響，以缺氮處理影響甚鉅，幾乎株高不再增加，至試驗終了其株高僅對照組之 18%，其次為缺鈣處理初期株高稍有增加，處理後三週即停止生長，甚至株高有下降的趨勢，主要因缺鈣引起莖頂回枯壞死而產生株高下降的現象，缺鈣處理 2 週後新葉明顯黃白化，並出現頂端不再伸長，因此株高顯著低於對組。缺磷植株，由於磷缺乏下抑制 ATP 之合成，缺少能量物質進行同化作用，因此，株高顯著受抑制。其餘缺鎂、缺鉀與對照組株高差異不大，生長速率相近，而缺硼處理由於末期新葉出現皺縮，生長點木栓化，而產生抑制生長現象。葉片數之變化(圖 10)與株高之變化趨勢相近，以缺氮及缺鈣處理葉片數最少，其次為缺鎂及缺磷處理，其餘與對照組差異不大；節間之變化(圖 9)，初期差異不大，至處理後 3 週顯現差異，其變化趨勢與葉片數相近。整體而言，以氮及鈣缺乏對葡萄之生長發育影響甚鉅，其中為缺磷及缺



圖 1. 缺氮植株葉面積減少，全葉逐漸黃化。

Fig. 1. Nitrogen deficiency plant has small leaf and leaf yellowing.

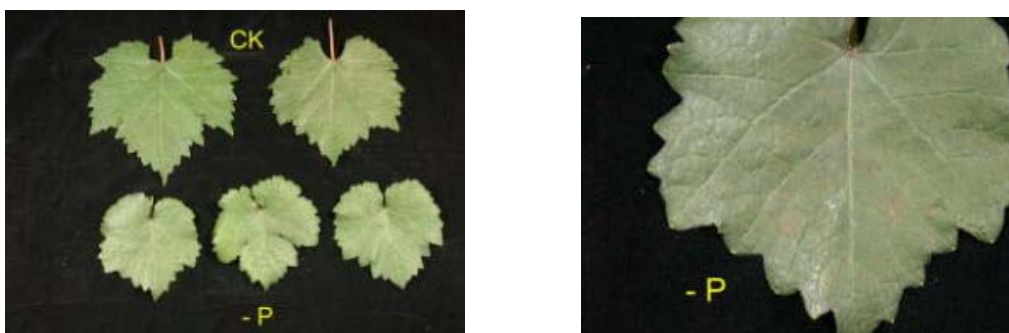


圖 2. 缺磷植株葉面積變小，葉色呈暗綠色。

Fig. 2. Phosphorus deficiency plant has less leaf area, leaf color is dark green.



圖 3. 缺鉀葉色變淡。

Fig. 3. Potassium deficiency leaf changes to light green.



圖 4. 缺鈣病徵出現於新葉，葉片黃化，葉緣出現壞疽。

Fig. 4. Symptom of calcium deficiency at early stage leaf, the leaf yellowing and necrosis at leaf margin.



圖 5. 缺鎂葉片脈間黃化，並於葉脈間出現橢圓形和卵形的壞疽。

Fig. 5. Magnesium-deficiency: significant interveinal chlorosis, and with circle necrosis.



圖 6. 缺鐵葉片出現脈間黃白化。

Fig. 6. Symptom of iron-deficiency leaf: interveinal yellowing.





圖 7. 缺硼葉片扭曲、畸形。

Fig. 7. Boron-deficiency leaf is distortion and abnormal .

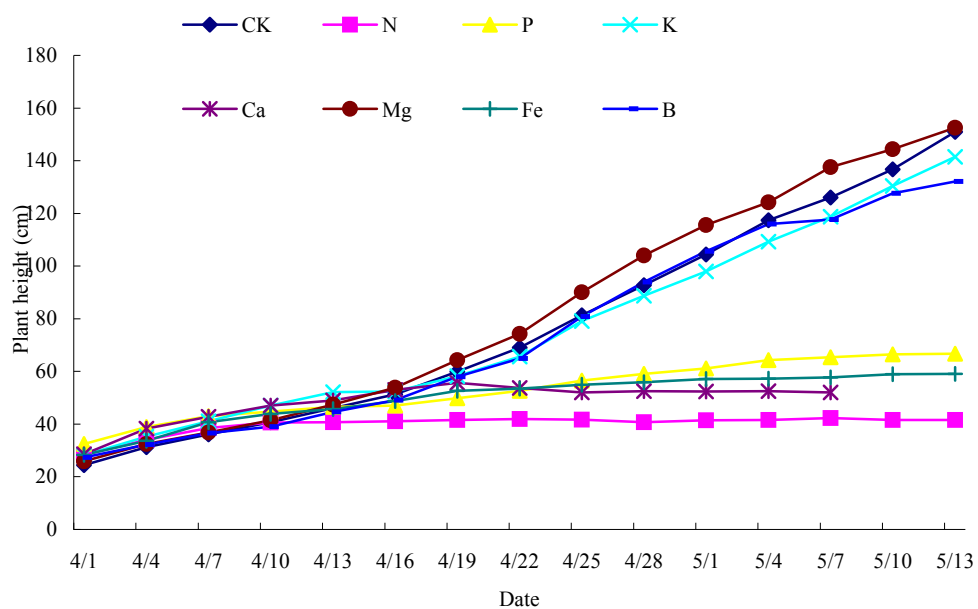


圖 8. 葡萄元素缺乏症植株生長變化曲線

Fig. 8. Changes of plant height of mineral deficiency treatments in grape tree.

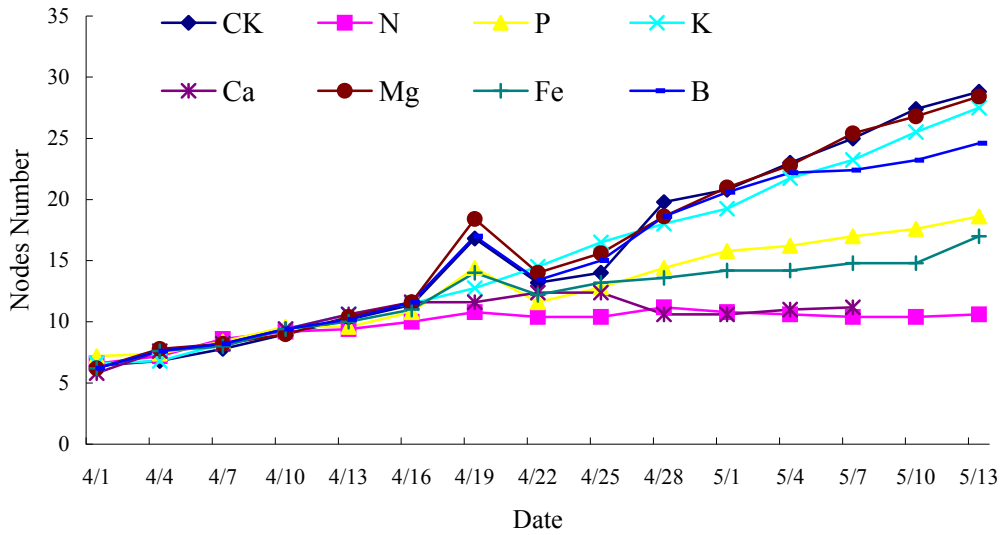


圖 9. 葡萄元素缺乏症節間數變化曲線

Fig. 9. Changes of node number of mineral deficiency treatments in grape tree.

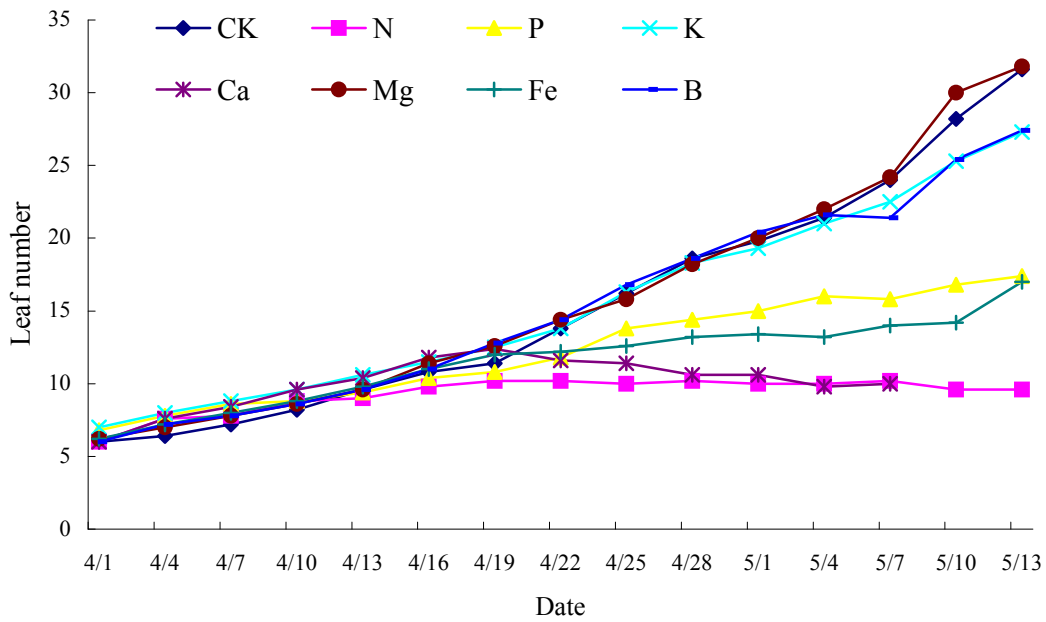


圖 10. 葡萄元素缺乏症葉片生長變化曲線

Fig. 10. Changes of leaf number of mineral deficiency treatments in grape tree.

鎂，因此，田間肥培管理需注意氮鈣之補充及葉片濃度之檢測，以防止缺乏症之發生而影響產值。

### 三、葡萄缺乏症葉片礦物元素之變化

葡萄植株各項要素缺乏處理一個月後，採取上位葉(頂端 1-5 節之葉片)及下位葉(6-10 節)進行葉片礦物元素分析，由表 1 及表 2 結果顯示，大量元素缺乏之處理，缺氮處理氮濃度最低僅對照組之 57%，氮是果樹體內多種含氮有機化合物如蛋白質、核酸、葉綠素的成分。供氮不足，新梢生長緩慢，枝葉稀少且細小，主要因葉片中氮含量不足而無法正常合成多種含氮有機化合物而造成植株生長停滯，其次氮含量較低者為缺磷植株及缺鈣處理，磷為合成 ATP 之主要元素，因此磷缺乏影響能量之供應進而影響含氮有機化合物之合成，而鈣為細胞壁及膜體系統之成分之一，因此缺鈣影響礦物元素之吸收甚鉅。缺磷植株磷濃度最低上位葉僅 0.15%，而下位葉更低只有 0.08%，僅為對照組之 37%及 11%，磷在植株體內為易轉運支元素，當磷供應不足時，可由下位葉轉運至上位葉，因此缺磷時下位葉之磷含量低於上位葉。缺鉀植株鉀濃度上位葉僅 0.49%，是對照組之 42%，下位葉僅 0.46%，為對照組 28%，鉀在植株體內易是易轉運之元素，下位葉鉀可大量轉運至上位葉，因此上位葉/下位葉之比值遠大於 1。由表 1 及表 2 鉀濃度上下位葉之比值顯示，以缺鉀處理之比值最高，約等於 2，遠大於對照組植株 1.36，其餘鈣及鎂含量均高於對照組，其原因為鉀、鈣、鎂離子三者為拮抗吸收，因此缺鉀狀況下鈣鎂吸收較多，以維持植株體內之陰陽離子之平衡。微量元素鐵較對照組為低，此乃植株在缺鉀狀況下易誘導缺鐵症狀之出現，此現象在百香果、李、玉米和馬鈴薯亦出現相同之趨勢(Hewitt, 1963)，其原因為鉀與鐵離子間之交互作用，此現象與磷及相關之複合物有關，當磷供應充足、鉀供應不足情況下，新葉出現缺鐵黃化，而鐵與鉀則呈反數(reciprocal interactin)之交感作用，當鉀缺乏時限制鐵之轉運，而同時出現缺鉀及缺鐵之病徵，此種效應在磷供應充足下愈趨向明顯，缺鉀同時增加磷之吸收而干擾磷之代謝利用，增加無機與有機化合物之比值，此時無機態磷與鐵反應為不移動性之 ferritin，而造成缺鐵導致磷依賴性鐵缺乏症之出現。因此由表 1 及表 2，缺鉀之上位葉及下位葉磷濃度均較其他處理高，而鐵濃度較對照組低。缺鈣之植株，上、下位葉鈣濃度為 0.28%及 0.58%，為所有處理最低，僅對照組之 38%及 41%，而相對鉀濃度所有處理組最高，磷濃度為所有處理最低。微量元素亦有偏低之趨勢，缺鎂處理，鎂濃度上下位葉為 0.05%及 0.05%為所有處理中含量最低而鈣、鉀隨之有較高之濃度，顯示三者之間有明顯之拮抗作用，微量元素上位葉硼濃度有較高之趨勢(表 3、表 4)。缺鐵處理，鐵濃度上、下位葉分別為 55 及 52 ppm 為對照組 50%，相對錳濃度有增加之趨勢，鐵、錳二金屬離子特性相近，因此彼此具拮抗作用。缺硼處理，上位葉硼濃度為 17 ppm，下位葉為 27 ppm 均為所有處理中濃度最低，且上位葉含量低於下位葉。此外，缺硼植株含有較高磷，顯示兩者具協同作用。

表 1. 葡萄元素缺乏上位葉大量元素之變化

Table 1. Changes of macro-element concentrations in upper leaves of grape tree grown under various deficiency region (dry weight basis).

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
CK	3.44 b	0.41 cd	2.23 bc	0.72 d	0.21 bc
- N	1.96 d	0.50 bc	2.40 bc	0.63 d	0.16 d
- P	2.72 c	0.15 e	2.43 bc	0.84 cd	0.19 cd
- K	3.35 b	0.59 ab	0.94 d	1.14 ab	0.24 b
- Ca	2.60 c	0.30 d	3.71 a	0.28 e	0.18 cd
- Mg	4.09 a	0.62 ab	3.70 a	1.13 ab	0.05 e
- Fe	3.42 b	0.65 a	2.76 b	1.36 a	0.33 a
- B	3.07 bc	0.58 ab	2.05 c	1.07 bc	0.24 b

表 2. 葡萄元素缺乏下位葉大量元素之變化

Table 2. Changes of macro-element concentrations in lower leaves of grape tree grown under various deficiency region (dry weight basis).

	N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)
CK	2.88 a	0.70 bc	1.63 c	1.41 b	0.26 bc
- N	1.70 c	0.63 c	2.20 bc	0.84 d	0.15 d
- P	2.44 b	0.08 e	1.67 c	1.14 c	0.21 cd
- K	2.79 ab	0.88 a	0.46 d	2.01 a	0.39 a
- Ca	2.42 b	0.25 d	3.48 a	0.58 e	0.21 cd
- Mg	2.55 ab	0.64 c	2.39 b	1.25 bc	0.05 e
- Fe	2.57 ab	0.80 ab	1.90 bc	1.79 a	0.37 a
- B	2.74 ab	0.85 a	1.86 bc	1.50 b	0.29 b

表 3. 葡萄元素缺乏上位葉微量元素之變化

Table 3. Changes of micro-element concentrations in upper leaves of grape tree grown under various deficiency region (dry weight basis).

	Fe(ppm)	Mn(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	B(ppm)
CK	96.18 a	103.00 bc	32.77 a	6.89 a	37.68 d
- N	86.96 ab	152.62 b	19.04 c	4.62 b	56.94 c
- P	75.56 ab	128.47 bc	18.91 c	5.10 ab	54.52 c
- K	44.66 b	93.19 bc	19.21 c	3.62 b	69.29 b
- Ca	87.12 ab	71.68 c	17.61 c	3.75 b	48.12 cd
- Mg	44.14 b	146.90 b	23.87 bc	5.29 ab	82.88 a
- Fe	55.67 ab	275.91 a	28.38 ab	6.90 a	89.96 a
- B	73.53 ab	136.18 b	21.55 c	4.69 b	17.05 e

表 4. 葡萄元素缺乏下位葉微量元素之變化

Table 4. Changes of micro-element concentrations in lower leaves of grape tree grown under various deficiency region (dry weight basis).

	Fe(ppm)	Mn(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	B(ppm)
CK	116.14 a	227.61 b	24.27 a	5.09 a	47.33 c
- N	73.69 b	141.03 c	20.87 abc	4.39 ab	66.71 b
- P	83.63 b	150.43 c	20.88 abc	4.40 ab	50.32 c
- K	54.73 b	193.08 bc	16.08 c	2.37 d	70.04 b
- Ca	80.85 b	71.54 d	19.16 abc	3.99 bc	49.41 c
- Mg	77.50 b	219.17 b	18.40 bc	3.40 c	65.89 b
- Fe	52.45 b	331.98 a	22.28 ab	5.10 a	84.33a
- B	78.11 b	206.95 b	18.69 abc	4.30 abc	26.99 d

#### 四、有機成分之變化

由表 5 顯示，葡萄葉片各缺乏症處理後，葉片葉綠素以缺鐵處理最低，鐵為葉綠素合成所必需之元素之一，缺鐵時，葉綠體變小，基質空胞化，間質膜變少約 3 層左右，葉綠素餅變少而薄，葉綠素含量顯著降低，其次缺鎂、缺硼、缺鈣葉綠素較低，以缺磷者對葉綠素之影響較少。對光合作用葉綠素螢光反應其中在光期下以缺鐵之 Fv/Fp 值最小，此與葉綠素含量低下有關其次為缺鎂及缺鈣、缺硼 (表 5)。暗馴化後，Fv/Fm 之變化趨勢與前者類似，因此葉綠素含量與葉綠素螢光反應呈正相關，以對照組及缺磷植株 Fv/Fp 及 Fv/Fm 約為 0.75-0.8 間處在正常範圍內。

由表 6 及表 7 顯示，各缺乏處理中，以缺鎂處理上位葉全可溶性糖最低，以缺氮處理全可溶性糖及澱粉濃度最高，此可能缺氮處理明顯抑制葡萄植株生長，如株高、葉片數、葉面積等，因此，具有生長濃縮效應，使碳水化合物之濃度增加，而下位葉之表現亦有相同之趨勢，缺鈣植株於處理後頂端回枯，根部褐化，生長亦明顯受限，因此如缺氮處理具有高可溶性糖及澱粉含量，其餘缺乏症處理與對照組間均無顯著差異。

表 5. 葡萄元素缺乏葉片葉綠素、葉片螢光

Table 5. Changes of chlorophyll and chlorophyll florescence photosynthesis activity of mineral deficiency treatments in grape tree.

	葉綠素	Fv/Fp	Fv/Fm
CK	44.95 a	0.753 a	0.776 a
- N	27.25 b	0.682 abc	0.723 ab
- P	42.15 a	0.769 a	0.720 ab
- K	30.85 b	0.726 ab	0.755 a
- Ca	20.13 c	0.586 bc	0.621 bc
- Mg	18.33 c	0.544 c	0.606 c
- Fe	2.40 d	0.289 d	0.285 d
- B	17.72 c	0.669 abc	0.578 c

表 6. 葡萄元素缺乏上位葉全可溶性糖及澱粉

Table 6. Changes of total soluble sugar and starch in upper leaves of mineral deficiency treatments in grape tree.

	TSS (%)*	Starch (%)
CK	5.93 de	5.76 b
- N	9.82 a	9.46 a
- P	7.65 bc	5.24 b
- K	8.44 ab	5.62 b
- Ca	9.09 ab	6.39 b
- Mg	4.62 e	6.83 b
- Fe	7.63 bc	5.65 b
- B	6.88 cd	5.35 b

\* dry weight basis

表 7. 葡萄元素缺乏下位葉全可溶性糖及澱粉

Table 7. Changes of total soluble sugar and starch in lower leaves of mineral deficiency treatments in grape tree.

	TSS (%)*	Starch (%)
CK	7.50 cd	5.16 c
- N	9.33 ab	16.38 a
- P	8.74 b	6.28 c
- K	8.43 bcd	6.25 c
- Ca	10.11 a	11.98 ab
- Mg	8.60 bc	7.78 bc
- Fe	8.59 bc	7.52 bc
- B	7.34 d	5.10 c

\* dry weight basis

### 參 考 文 獻

- 謝慶芳。1988。葡萄之營養缺乏與過多症狀及常見之生理障礙。台中區農業改良場特刊第14號 葡萄生產技術。pp. 99-109。
- Bould, C. and E. Hewitt. 1984. Diagnosis of mineral disorder in plants. Vol.1. Principles. Chemical publishing, New York.
- Cook, J. A., B. E. Bearden, C. V. Carlson, and C. J. Hansen. 1961. Boron deficiency in vineyards. Calif. Agric. 15(3):3-4.
- Conradie, W. J. 1981. Nutrient consumption by 'Chenin Blanc' grown in sand culture and seasonal changes in the chemical composition of leaf blades and petioles. S. Afr. J. Enol. Vitic. 2. 15-18.
- Dubois, M. 1956. Claorimetetic method for determination of sugar and related substances. Anal. Chem. 28:350-356.
- Goheen, A. C. 1990. Disorders caused by abiotic factors. pp.64-66. In Compendium of grape disease. R.C. Pearson and A.C. Goheen. ed. The America Phytopathological Society press.
- Hewitt, E. J. 1963. The essential nutrient elements: requirements and interaction In. F. C. Stewart, ed. Plant physiology 3, 137-360. Academic Press.
- Terry, B. 2001. Soil pH and nutrient availability potassium. Micronutrient metals:zinc, iron, manganese copper, boron. Chart for suggested recommendations for soil tests, petiole values, and common fertilizers in NY & PA vineyards. <http://lenewa.netsync.net/public/Bates/Nutrient Rec. htm>.



## A Study of Mineral Deficiency Symptoms of Grapevine

Huey-Ling Lin <sup>1)</sup>    Yau-Shiang Yang <sup>2)</sup>

Key words: Grape, Mineral nutrient, Deficiency symptom

### Summary

In this study, endeavors are made to induce symptoms of essential element deficiency in grapevine via hydroponic culture. The results are photographed to serve as a convenient aid for farmers in case of visual diagnosis. The data obtained from our investigation are as follows: Nitrogen deficiency: growth of the plant was adversely affected. Yellowing of the leaves began from the lower portion of the seedling. Phosphorous deficiency: tissues between the veins of the mature leaves developed purplish red pigments. Growth of the plant was hampered. Potassium deficiency: The interveinal chlorosis in mature leaves. Calcium deficiency: Distortion and deformed of the new leaves, die back, interveinal chlorosis, and growth retarded were observed. Magnesium deficiency: Yellowing in the area between veins was evident. Necrosis were also found between veins. Iron deficiency: New leaves turned yellowish white in otherwise normal-looking plants, and growth reduced. Boron deficiency: Fail to generate growth points. New leaves were found dotted with irregular brown cankerous spots. In addition, mineral deficiency treatment induced chlorosis symptom, chlorophyll degradation, fluorescence yield decreased in leaves cause to low photosynthetic in the grapevine.

---

1) Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.  
Corresponding author.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

