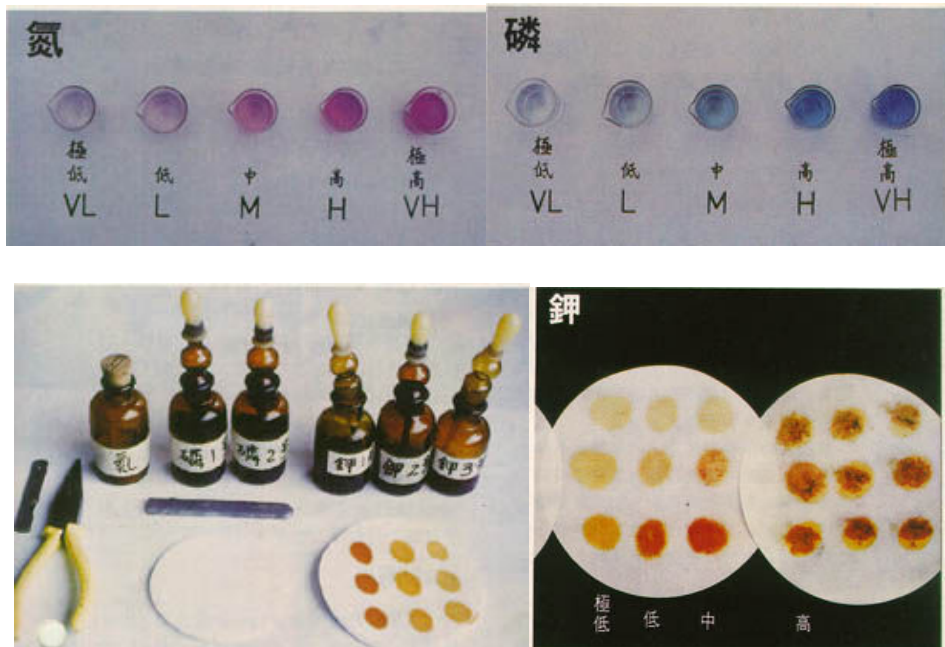


植物組織之速測

文／謝慶芳

植物組織之速測 創始於美國，該國農民之耕地面積非常廣闊，農民利用組織速測之方法，在田間直接測定作物之氮、磷、鉀三要素之狀態，以供施肥之參考，不但可以提高作物之產量與品質，而且往往可以節省大量之肥料，所以本法在美國採用非常普遍。本省農民耕地面積較小，往往只顧產量與品質，而不太注意肥料之節省問題。近年來一些栽培高級果樹(如葡萄、楊桃及梨等)之農民，爲了提高果實之品質，對果樹營養條件之要求愈來愈嚴格。作者應此需要，特蒐集有關資料並參與本身之實地工作經驗寫成此文。以供參考。



一、植物組織之取樣

取樣應注意事項：

組織速測用之植物組織必取須取自健康之植株，並注意避免下列情況之植株：

1. 土壤不正常，如過份乾旱而作物葉片缺水軟垂，排水不良而根部發育不正常，pH 過低 過高或鹽份過高等。
2. 根部或植株遭受病蟲爲害嚴重者。
3. 種植過份密集或稀疏之植株。
4. 異品種。

5. 施肥不當之植株。
6. 其他管理不當之植株。

取樣之時間：

幼小作物之營養份含量都很高，但到成熟期則含量都很低，所以都不是組織速測之良好時間。如果一個栽培季節只要測定一次時，最好選擇營養最易缺乏之時期測定，所以最理想之時間是在栽培中期，亦即開始開花結實的時期，但最好的方法是栽培全部季節內重覆數次取樣測定。

施肥方法也要注意，如果基肥不夠，初期之表面施肥可能使早期之測定值很高，但到中後期即發生缺肥現象，如果基肥施下太深或太遠，必須等到作物根部伸長時才能吸收時，初期之測定結果也無法代表後期之營養狀態。

早晨太早(上午九時以前)測定或於陰天測定時，由於缺乏陽光製造碳水化合物幫助所吸收之硝態氮轉化為其他形態，所以測定值一定較高，不能代表真正之營養狀態，測定時如有疑問應等稍後再測定或改天測定。

乾旱而葉片枯捲下垂或剛下雨之後也不要測定，因為乾旱而枯萎時作物葉片內之硝態氮也會累積起來，下雨時則土壤上部之硝態氮會淋洗至根群部位被吸收或因缺乏陽光行光合作用以消耗氮素，因而容易呈現沒有缺氮之現象。

取樣部位：

速測之部位主要用葉柄、中肋(玉米、高粱、甘蔗)或莖部。為求測定結果能夠代表全區之營養狀態必須多測定幾株並於取樣後立即測定，但作物對三要素之需要量因作物種類與生長時期之不同而差異很大，例如葉菜類必須有高量之氮素才能保持其柔嫩之品質，果菜或果樹類則需要較高之磷鉀以便獲得良好之果實，但無論任何作物，生長初期都需要較高之氮素以促進枝葉之生長，但到中後期則需要較高之鉀以幫助結果，茲將各種作物之取樣部位列敘如表一。

表一

作物	取樣時期	測定項目	取樣部位	最低量
玉米	38cm 以下	硝態氮	基部葉中肋	高
	38cm 至果穗開始出現期	硝態氮	莖桿基部	高
	果穗開始出現至開始結粒	硝態氮	莖桿基部	高
	生長初期至中期	磷	上部第一成熟葉葉柄	高
	生長中期至結莢良好期	磷	上部第一成熟葉葉柄	中

大豆	生長初期至中期	磷	上部第一成熟葉葉柄	高
紫目苜	第一次收割前	磷 鉀	莖部中央 1/3 處	高高
	其他次收割前	磷 鉀	莖部中央 1/3 處	中中
禾穀類	分蘗至乳熟期	硝態氮 磷 鉀	莖桿下部 莖桿下部 莖桿下部	高中 中中
棉花	開花初期	硝態氮 磷 鉀	基部葉葉柄 基部葉葉柄 基部葉葉柄	高高 高高
	結鈴至 2/3 成熟期	硝態氮 磷 鉀	上部第一成熟葉葉柄	高高 高高
	2/3 成熟至成熟期	硝態氮 磷 鉀	上部第一成熟葉葉柄	中中 中中
	開花至幼果期	硝態氮 磷 鉀	果穗上面第三葉葉柄	中高 高高
	幼果至硬核期	硝態氮 磷 鉀	果穗上面第三葉葉柄	中高 高高
	硬核至成熟期	硝態氮 磷 鉀		低中 中中

二、植物結織速測之試劑

測硝態氮粉：以下全部引用 GR 級藥品

- (a)100gm BaSO₄
- (b)10gm MnSO₄ · H₂O
- (c) 2gm 磨細之鋅粉
- (d)75gm citric acid
- (e)4gm sulfanilic acid
- (f)2gm alpha-naphthylamine

首先將所有粗糙的材料磨成細粉後，以一部分之 BaSO₄分別與 b, c, e 和 f 混合，然後連同 a 和 d 全部混合在一起，特別注意房間、桌上與其他用具都不可以有硝酸和亞硝酸之存在，製成之粉呈白色，應以全部黑色瓶子貯藏，因為光線會影響 alphanaphthylamine，如以外面塗以黑漆之瓶子貯藏，可以保存數

年。

測磷試劑：

1. 測磷母液：溶解 8gm 鉬酸鉍於 200ml 蒸餾水，繼續攪拌同時慢慢填加 126ml 濃鹽酸與 74ml 蒸餾水之混合液，裝入褐色或黑色瓶子貯藏於冷而黑暗的地方。
2. 磷一號試劑：使用前不久以一個體積之測磷母液與四個體積之蒸餾水稀釋。
3. 磷二號試劑：草酸亞錫粉或錫棒。

測鉀試劑：

1. 溶解 0.6gm 之 dipicrylamine 和 0.6gm 之 sodium carbonate 於 15ml 之蒸餾水，使其沸騰，然後過濾，以蒸餾水沖洗濾紙，並將濾液稀釋至 25ml 標示為 A 液，此一試劑對 1000ppm 之鉀有反應。
2. 8ml 之 A 液以蒸餾水稀釋至 25ml，標示為 B 液，此液對 2000ppm 之鉀有反應。
3. 10ml 之 B 液以蒸餾水稀釋至 15ml，標示為 C 液，此液對 3000ppm 之鉀有反應。

註：必須於前往田間以前即將試紙準備好，讓其乾燥。

三、植物組織速測之方法

植物組織速測之目的是要借著測定植物組織當中之硝態氮、磷及鉀之含量以瞭解植物液中是否尚有未用完之上述三種營養份之存在。如果植物液中發現有上述任何營養份之存在，即表示作物對該營養份尚未達到饑渴之狀態。可是測定的時候必須特別注意植物體中氮、磷、鉀三種元素之相互關係，因為其中任何一種元素之缺乏均將影響作物之正常生長而使其他元素累積起來，例如測定結果硝態氮很低，則即使土壤中之磷鉀含量很低，也會發現植物液中有磷及鉀之存在，理由是作物缺氮時無法充分利用磷鉀，因而未用完之磷鉀即在植物液中累積起來，所以除了缺乏元素之外，我們不能隨意估測其他元素，又如雖然磷之缺乏也會引起硝態氮與鉀之累積，但這種累積作用之關係在硝態氮與鉀之間更比與磷之間明顯。

硝態氮之測定可分為三種，(1)為玻璃瓶法，除了測硝態氮粉之外，應準備 10cc 之小玻璃瓶(或 10cc 之試管)量筒、鉗子和小刀各一支，(2)為濾紙法，除了測硝態氮粉之外，應準備一號濾紙，鉗子和小刀各一支，(3)為剖莖法，只需準備測硝態氮粉和鉗子，小刀各一支即可。

磷之測定也可分為三種，(1)為玻璃瓶法，應準備磷一號試劑、錫棒，10cc 玻璃瓶(或小試管)量筒，鉗子和小刀各一支，(2)為濾紙法，應準備磷一號試劑，錫棒、一號濾紙、鉗子和小刀各一支，(3)為剖莖法，應準備磷一號試劑，錫棒、鉗子和小刀各一支。

鉀之測定都用濾紙法，前往田間之前，先用測鉀一號試劑在濾紙右邊做一個桔黃色條點(或圓點)，其左再用測鉀二號試劑做一個桔黃色條點(或圓點)，二號試劑之左再用測鉀三號試劑做一個桔黃色條點(或圓點)，合計三點，第一點測定 1000ppm 鉀(低)，第二點測定 2000ppm 鉀(中)，第三點測定 3000ppm 鉀(高)，做好之後晾乾即可使用，但不可和酸或酸氣接觸(如磷一號試劑)以防變質。

硝態氮之測定：

本法主要是測定剛被吸收而尚未轉化之硝態氮，其含量之多寡可以反映土壤之氮素供應能力及作物利用之情況，氮素之利用因作物生長時期，其他營養元素之供應情況及氣候之不同而有很大之差別。植物體部位不同，硝態氮之含量也不同，測定時必須選擇每一種作物最敏感之部位，才能訂立標準之測定方法。硝態氮之測定，通常有三種方法，至於採用何法較佳，則隨使用者之喜好自由選擇即可。但棉花葉柄之表層最好去掉，以防其紫色素之干擾。

1. 玻璃瓶(或試管)法：此法可用於測定含有紫色素而濾紙法較為模糊之植物如棉花，為做示範最好之方法，可以獲得更精確之示範結果。
首先用鉗子將葉柄基部壓碎(約等於 1/8 茶匙)，放置於含有 5cc 蒸餾水之小玻璃瓶，再用剩下未壓碎之葉柄攪拌約一分鐘，以便將硝態氮洗出，然後將壓碎之葉柄組織取出丟棄，加入約一個小碗豆大小之測硝態氮粉，振盪後放置約 5 分鐘，如果保持白至薄淡紅色表示沒有或有極低量之硝態氮，如果呈現淡紅色表示有低量之硝態氮，呈現紅色表示有中量之硝態氮，呈現深紅色表示有高量之硝態氮(測氮粉瓶蓋上有一個小洞，使用上較為方便，但小洞必須用貼布貼緊)。
2. 濾紙法：把濾紙摺起來夾住植物組織切口之一端，以牙籤取少量(約 2 個大頭針大小)之測氮粉放置在植物組織切口之一端，用鉗子從摺起之濾紙下面壓擠，使植物組織之汁液和藥粉接觸，放置約 5 分鐘使其呈現顏色，硝態氮含量高低之鑑定法與玻璃瓶法相同。在測鉀濾紙之另一端放置測硝態氮粉，然後把植物組織包裹在濾紙內以鉗子壓擠，則可以同時測定氮、磷、鉀，詳如圖解。
3. 剖莖法：用乾淨而銳利之小刀將植物之莖部或組織剖開，加上少量之測氮粉於植物組織切口，輕輕搗碎，使藥粉進入組織內部，放置約 5 分鐘使其呈現顏色，硝態氮含量高低之鑑定法與玻璃瓶法相同。

磷之測定：

磷主要是以無機(磷酸)形態被作物根部吸收，並很快地變成有機形態被作物利用於生長之需要，如果土壤中之供應充裕時，即在植物體中累積，可以測到藍色之反應。但氮鉀或鉀供應不夠而生長緩慢之作物也可以測到很高之磷。低磷也可用硝態氮之測定或植株之直接觀察加以證實，因為低磷之作物通常含有高量之硝態氮，葉片呈深綠色或紫色。

1. 玻璃瓶(或試管)法：量取 5cc 之稀鉬酸鉍(磷一號試劑)溶液，放置於小玻璃瓶內，與測硝態氮同法壓擠植物組織並攪拌一分鐘，丟棄植物組織，

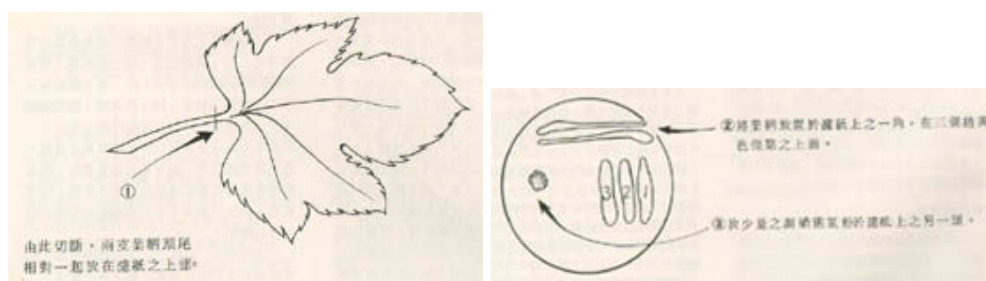
然後以錫棒攪拌或加少量(約一個大頭針頭大小)之草酸亞錫粉(磷 2 號試劑)使其呈現藍色。如果沒有顏色或僅出現黃色，表示非常缺磷，綠色或藍綠色表示缺磷，淡藍色表示有中量之磷，藍色表示有高量之磷，深藍色表示有極高量之磷。

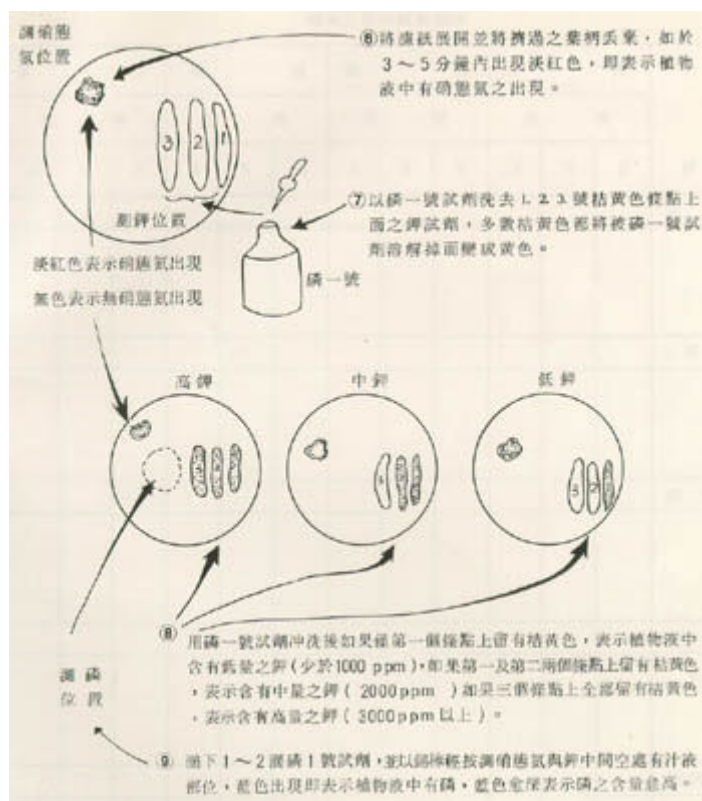
2. 濾紙法：用鉗子壓擠出植物組織汁液於濾紙，加一滴鉬酸鉍(磷一號試劑)然後用錫棒輕輕按擦或加少量(約一個大頭針頭大小)之草酸亞錫粉(磷二號試劑)使其濕潤(手指宜避免沾到植物組織汁液之部位)，與前法同樣鑑定顏色以決定磷含量之高低。在測鉀濾紙之另一端放置測硝態氮粉，然後把植物組織包裹在濾紙內以鉗子壓擠，則可在測氮與測鉀點中間空位濕潤處同時測定磷，詳如圖解。
3. 剖莖法：以銳利之小刀剖開莖部，然後與濾紙法同樣直接測定磷含量之高低。

鉀之測定：

幾乎所有植物液體中之鉀都是可溶性的，如果土壤當中鉀之供應不夠，植物液體中鉀之含量即急速下降，很容易測定出來。通常玉米和禾草類之缺鉀都出現在老葉，但豆科和大豆等之缺鉀則首先出現於新葉。葡萄之缺鉀以果穗基部之葉片最嚴重。測鉀時玉米都採用果穗基部葉片之中肋或相當部位之莖部，燕麥採用植株中部或上部之節，大豆採用植株上部葉片之葉柄肥大部位，禾草類採用葉部，葡萄採用果穗上部葉片之葉柄。

測定時將植物組織切口之一端拿在最靠近測鉀濾紙邊緣之第一桔黃色條點或圓點上面，用鉗子壓擠出液體使該點濕潤，第二及第三點也以同法使其濕潤，約 30~60 秒之後，即以磷一號試劑沖洗各點，植物體中鉀含量之多寡是依照各點所留桔黃色之多寡而定，如果三點都完全變成黃色，表示非常缺鉀，如果僅第一點留存有桔黃色，表示約含 1000ppm 之鉀，屬於低，如果第一及第二點留存有桔黃色，表示約含 2000ppm 之鉀，一般農藝作物已經夠用，如果三點都留存有桔黃色，表示約含 3000ppm 之鉀，一般蔬菜、花卉、果樹等已經夠用。如以本濾紙包裹植物組織壓擠，則可同時測定氮、磷、鉀三種元素，詳如圖解。





參考文獻

1. Brown, D. A. and J. P. Wells. 1962. Tissue tests, A Laboratory Manual for Elementary Soils, pp. 61-67, Uni. Of Arkansas.
2. Jacobs, Hyde S., Robert M. Reed, Steve J. Thien, and L. V. Withee. 1971. Plant tissue tests, Soil Laboratory Exercise Source Book, pp. 89-93, American Society of Agronomy.
3. Wickstrom, G. A., N. D. Morgan, and A. N. Plant. 1964. Ask the plant in the field, Fight Hidden Hunger with Chemistry, pp. 18-24, The American Potash Institute, INC.

組織速測結果之紀錄

作物	缺氧			缺磷			缺鉀			正常		
	測定			測定			測定			測定		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
玉米												
梨												
葡萄												
柑桔												
唐菖蒲												
菊花												