

以葉片分析診斷蓮霧樹需氮狀況與採樣部位探討¹

蔡 永 暉²

摘 要

以田間氮肥試驗之葉片分析資料，診斷蓮霧樹的需氮狀況，並探討最適宜的葉片採樣部位。結果顯示，土壤施氮愈多，葉片氮含量愈高。當氮素施用量超過1.6公斤／株／年時，葉氮濃度呈奢侈性增加，達3.2公斤／株／年時，葉氮濃度受報酬遞減率之限制，上升曲線逐漸平坦。蓮霧收量受氣候施氮量與樹齡的影響。六年生蓮霧樹施氮量若超過1.6公斤／株／年，果實收量即顯著降低，果型變小，糖度略增。葉氮濃度以晚冬或早春的含量最高，而夏季的含量最低。當葉齡由2個月增至5個月時，春梢葉氮濃度顯著降低，而夏與秋梢葉卻遞增；其中僅夏梢葉有極明顯的施氮反應；此外，夏梢老葉氮濃度採樣變異係數為7.1%，低於春梢葉的9.8%與秋梢葉的9.5%。因此，綜合觀之，以11月的夏老葉為最適宜的採樣部位。由夏老葉氮濃度與果實收量之相關性，獲得葉片氮濃度之標準臨界值約為1.56%，平均標準偏差為0.11%。臨界值以下的施氮推荐量(Y)與夏老葉氮濃度(X)的直線關係式為 $Y=7.56-4.85X$ 。葉片氮與鉀、鈣濃度有明顯的拮抗作用，氮／(鉀+鈣)比值0.63，可視為診斷葉片氮素營養平衡之指標。

關鍵字：蓮霧、葉片分析、採樣部位、需氮狀況。

前 言

自20世紀中葉以來，利用土壤與植體分析結果，替田間作物做營養診斷與施肥推荐，已蔚為世界各國風尚^(1,2,4,9)。本省在1980年代起，農委會透過各區農業改良場，也開始實施土壤與作物營養診斷的服務，早期以水稻及雜糧為主，1987年以後，則以經濟果樹為主。至此，果園的土壤與葉片分析，始成為果農增加生產，提高品質及避免施肥浪費的有利工具。

利用葉片分析結果診斷果樹的營養狀態，係基於葉片為植物的同化器官，是控制植物營養之主要機構。若葉片養分充足平衡，則生產物的產量品質可以提高。葉片養分含量，受樹體內養分再分佈與施肥強度的影響^(3,6)。據林氏⁽³⁾估計果樹每年春芽生長分化約有30~50%的無機養分，是經由去年休眠前葉片再分佈至樹幹或根形成層的內部營養。春芽大量萌發之後，內部營養不足，外部施肥可適時扮演供應營養的重要角色。以氮肥為例，通常春肥以補充樹體內春芽所消耗的養分為主，且一半以上分佈於枝條的上位葉，夏肥係供應果實發育所需養分，秋與冬肥以補充樹體內部的養分為主，有一半貯存於根中，另一半轉運至葉片後，有一部份再運回形成層以供明年春芽使用^(3,10,18)除上

1.本研究承蒙行政院農業委員會補助。田間試驗及實驗室分析工作蒙本場鍾慶龍先生及鍾秋蓉小姐協助，謹此致謝。

2.高雄區農業改良場澎湖分場副研究員兼分場主任。

述養分的來源不同外，影響葉片養分含量的因子，尚有氣候條件、抽梢時期、葉片年齡與栽培管理^(1, 2, 5, 6, 9, 11, 12, 13)等。據葉氏⁽⁶⁾指出，蓮霧葉片氮素濃度，以四月份含量最高，六月份含量最低，養分濃度以十二月至一月間的變化較穩定，為適宜的採樣時機。惟採樣精確度，受採樣葉片部位及葉齡的影響甚大^(5, 6)。蓮霧各枝梢並非同期或同時生長⁽⁷⁾，短者一個月抽梢一次，長者半年一次。相同的採樣時期，葉片的成熟度可能不同。前例之中，並未提及葉片的萌發時期，據推測四月份的樣品，可能以冬老葉為主，而六月份的樣品則以春老葉為主。

本研究乃利用田間不同的施氮量，探討蓮霧葉片周年養分含量之變異，並利用其與施氮量間之相關性，來判斷適當的葉片採樣時機與部位。同時由施氮量與蓮霧收量品質之關係，來診斷樹體的施肥效應與需氮狀況，進而提供蓮霧園氮素管理的參考。

材料與方法

一、氮肥用量之田間試驗

葉片分析資料是否可獲得應用與解釋，有賴於分析資料與果實產期、品質、收量間是否有顯著之相關。因此特在屏東縣內埔鄉主要蓮霧產區，進行連續三年的田間氮肥施用量試驗，其中氮素用量分為 0, 0.8, 1.6, 3.2 及 6.4 公斤／株／年等 5 個平準。於秋、冬、春季有花果的季節為施氮時期，夏季則停止施肥。施氮期間，每半個月施乙次，第二年起改為每個月施用乙次。施用的氮肥種類，以硫酸銨與尿素交互使用。各處理磷、鉀、鈣、鎂等各要素施用量均相同。磷酐與氧化鉀第一年每株均施 600 克，第二年分別施 600 與 800 克，第三年施 900 與 1080 克。矽酸爐渣每年每株施用 10 公斤。田間採用拉丹方格排列，5 重複，單株處理，行距為 7.6 公尺，株距為 7.5 公尺，每公頃約 176 株。試區土壤麥氏座標為內埔 503037，土系屬五魁寮系(WI)，土壤剖面肥力特性，請參考前報 的圖 1。供試品種為 3 年生粉紅色種。抽梢率調查，每二個月進行乙次，分別調查抽頂梢數，枝幹梢數，新梢長度等，並以標籤標示葉片，紀錄各萌發日期，以供往後葉片採樣分析用。

二、葉片採樣與分析

葉片每三個月，分春夏秋冬，採樣乙次，每次採樣部位以枝梢之中間葉片，葉齡分別已達 2 與 5 個月的標定葉片為主，每株各取 16 枚混為一樣品。樣品經洗滌、烘乾、磨細後供化學分析用。樣品經稱重定量後以濕式法分解，並以微量擴散法測定氮素，以鈳酸銨比色法測定磷素，以火焰光度計測定鉀素，以原子光譜吸收儀測定鈣、鎂。分析資料與結果，利用電腦套裝軟體統計分析，並繪圖。

三、果實收量品質調查

果實品質調查，於主要結果期 4 — 5 月間進行，每次每株採集同期同一熟度，不同穗之果實 20 粒，測定可溶性固形物含量(Brix)與果粒重，並觀察果皮顏色。果實收量以實際採收量為主，自然掉落者，不予計數。

結果與討論

一.氣候與土壤

氣候與土壤因子對蓮霧樹生育與養分含量的影響甚大，因此有先加以描述之必要。氣候因子中以氣溫與雨量對蓮霧生育的影響最大，三年來該區之旬平均最高氣溫與最低氣溫及旬平均雨量，如圖 1 所示。顯示在1986年初的旬平均最低氣溫，約為10.4度，較1985年及1987年同期氣溫低約 3 度，造成當時嚴重的落果與落葉，並使隔年春芽萌稍量增加，葉片變小，及葉氮濃度增加，早花亦提前約 1 個月，但果實收量顯著降低約30%。

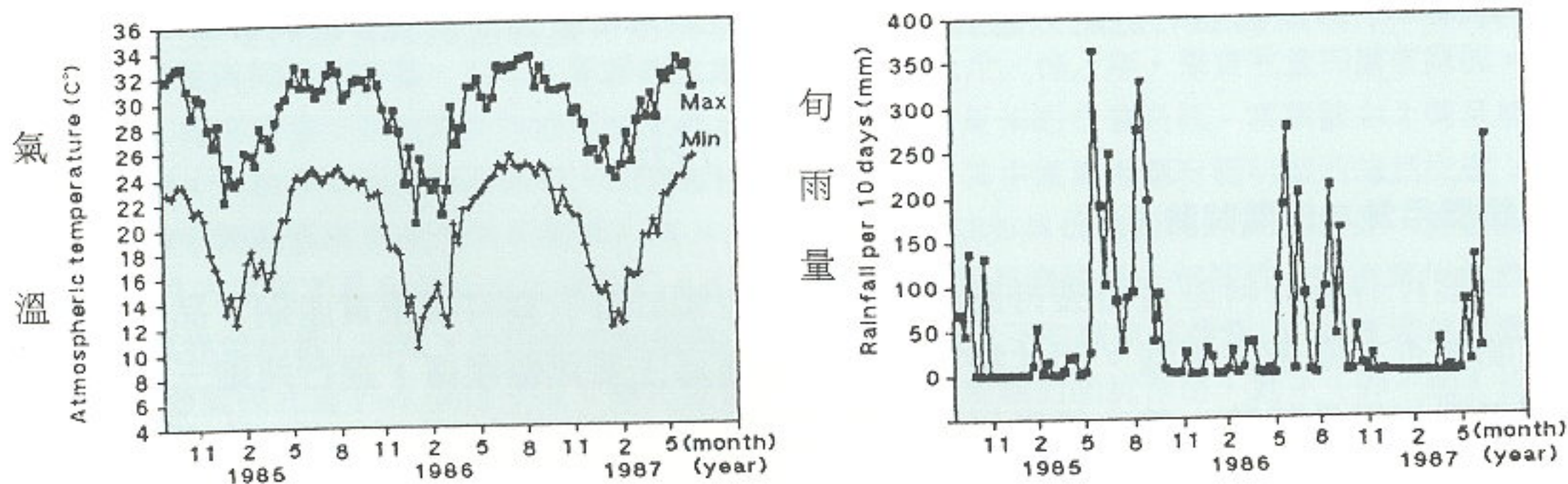


圖1.試驗期間旬平均最高氣溫、最低氣溫與降雨量之變化

試區土壤的母質為粘板岩老沖積土，剖面各土層均為玢質壤土，土深20公分處有一水田特有的犁底層，50公分處有一鈣、鎂含量豐富的淋洗層。經三年的試驗，土壤性質已有顯著的差異，如表1所示。其中土壤pH值的變化甚大，大致隨施氮量的增加而降低。土壤pH值愈低，供應鹽基之能力愈弱，因此葉片中鈣、鎂、鉀等濃度亦隨施氮量增加而顯著降低。

表 1. 施氮對土壤(0-40cm)pH值、有效性Ca、Mg、Fe、Mn含量之影響（三年平均值）

施 氮 量 N applied (Kg N/pl/yr)	土 壤pH Soil pH	有效性鈣 Available Ca(ppm)	有效性鎂 Available Mg(ppm)	有效性鐵 Available Fe (ppm)	有效性錳 Available Mn (ppm)
0	5.75	1451	170	196	36
0.8	5.40	1429	158	203	41
1.6	5.25	1303	153	206	44
3.2	4.90	1217	148	214	50
6.4	4.45	956	127	222	53
LSD(5%)	0.15	163	16	12	5

二.氮肥用量對果實收量及品質之影響

葉片分析是否可應用於田間以診斷作物需肥情形，有賴於田間試驗加以證實。由於

蓮霧是多年生作物，每年各小區所受之處理，並不變更，因此統計分析時，可將不同的年份視為一單位，按裂區試驗設計，計算其氮肥施用量、年份與其相互的交感作用。其結果如表 2 所示。該表顯示在1986年，果實收量以施氮量0.8公斤／株／年區最高，1987年則以1.6公斤／株／年區最高。若施氮量超過1.6公斤／株／年，果實收量則隨施氮量增加而顯著減低。此說明年份與施肥對果實收量有顯著的交感作用。此外，1987年果實收量各處理均偏低，再一次說明去年的超低溫，引發次年新梢大量生長，而消耗太多的養分，使果實收量減低。此外，該表亦顯示年度間的果實收量與單粒果重有顯著的負相關，即果實愈多，果粒愈小，由此顯示適當的疏果對果實品質的維持至為重要。另有一點值得加以注意者，當施肥量超過3.2公斤／株／年時，果實糖度有顯著增加的趨勢，可能會讓人誤解，以為蓮霧需肥量很大，進而濫用施肥。

表 2. 氮肥施用量對蓮霧果實收量與品質之影響

年份 year	施氮量 N applied (Kg/tree/year)					LSD (5%)
	0	0.8	1.6	3.2	6.4	
... .. 生果收量 Yield (kg/tree/year)						
1986	105.1	106.2	103.4	99.1	63.8	11.9
1987	66.4	66.3	70.5	64.9	51.9	8.5
... .. 果粒重 Fruit size (g/fruit)						
1986	73.5	74.9	72.6	71.2	61.7	3.5
1987	84.2	85.6	84.4	85.7	72.0	3.8
... .. 糖 度 Soluble solid content (Brix)						
1986	5.2	5.3	5.2	5.7	6.3	0.2
1987	5.7	5.6	6.0	6.6	7.8	0.2

三、氮肥用量與葉片氮濃度之相關性

由上節可知蓮霧果實收量受氮肥施用量之影響，但果實收量的高低與葉片氮濃度是否有直接的關係，仍有賴氮肥施用量與葉片氮濃度間的相關性加以證實之。圖 2 顯示氮肥施用量與新梢葉（葉齡約 2 個月）氮濃度的相關情形。各新梢葉的反應不一致。夏梢新葉氮濃度與施肥量相關曲線不規則，沒有顯著的相關性。但秋梢與春梢新葉則顯示正相關。即施氮愈多，葉片氮濃度愈高。當氮肥施用量超過1.6公斤／株／年時，葉氮濃度呈奢侈性的提高，施氮量達3.2公斤／株／年以上時，葉氮濃度才漸受報酬遞減律之限制，曲線逐漸平坦。圖 3 為氮肥施用量與老熟梢葉（葉齡 5 個月）氮濃度的相關情形，顯示春、夏、秋梢老熟葉氮濃度大致隨氮肥用量增加而逐漸增加。

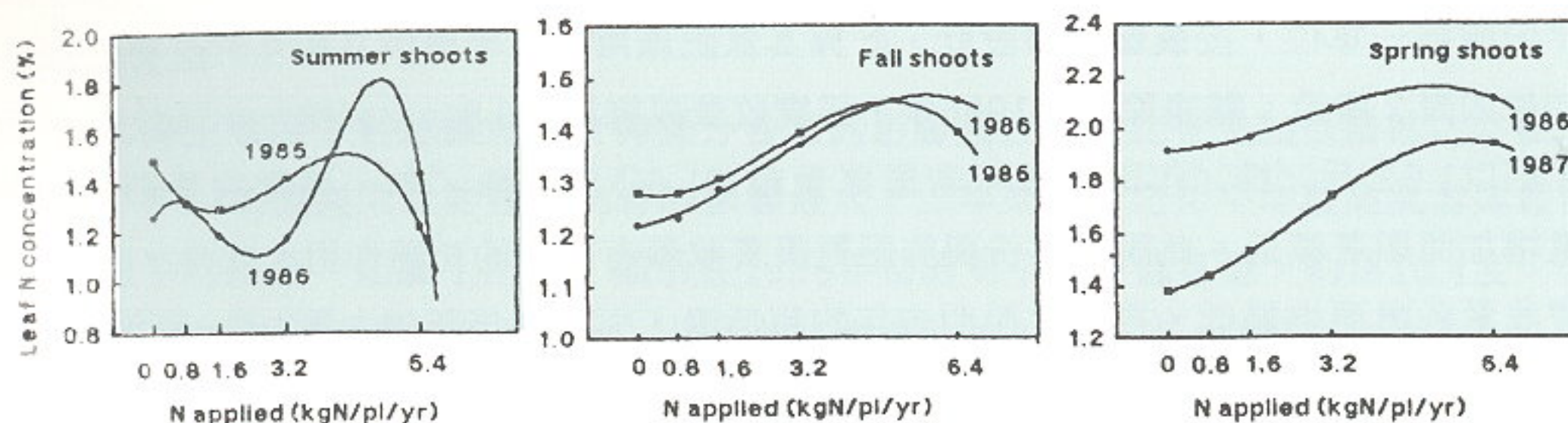


圖 2. 施氮量對各梢葉（葉齡 2 個月）氮含量之效果。

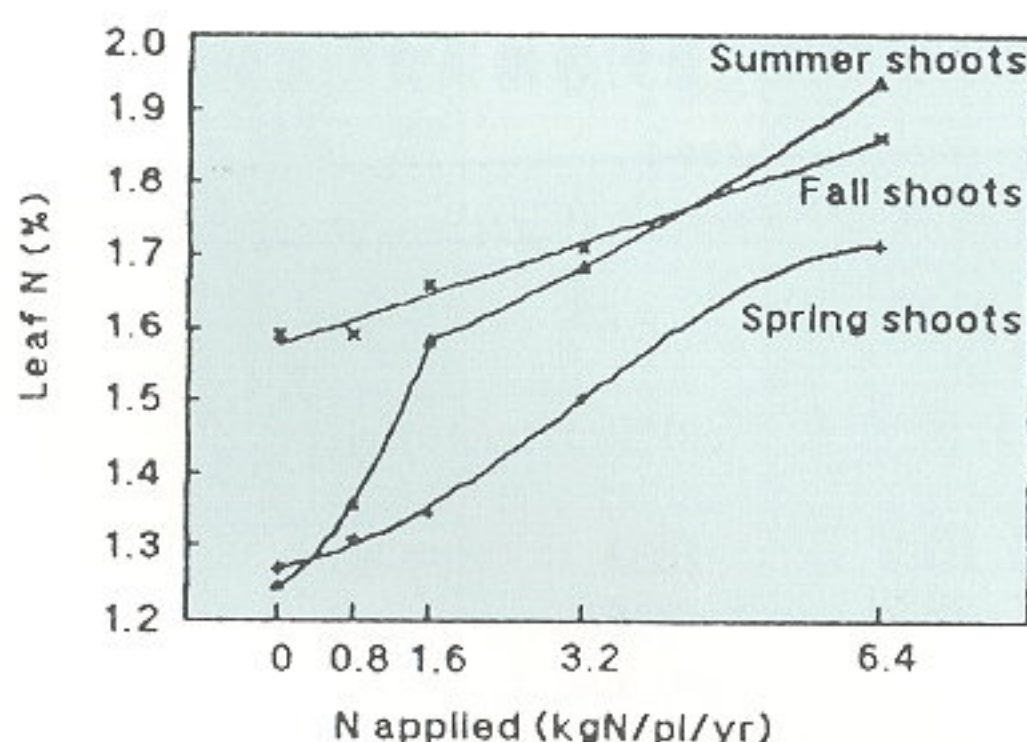


圖 3. 施氮量對各梢葉（葉齡 5 個月）氮含量之效果。

四葉片採樣時期與採樣部位之選擇

(一)葉片氮濃度之標準偏差與變異係數

各採樣時期的葉片氮濃度之平均標準偏差與變異係數，均以夏葉最低，而春葉、秋葉與冬葉概高，如表 3 與表 4 所示。新葉（葉齡 2 個月）氮濃度之平均變異係數，春、夏、秋、冬葉分別為 9.2%、7.6%、12.9%、9.1%；而老葉（葉齡 5 個月）之平均變異係數，春、夏、秋葉依次為 9.8%、7.1%、9.5%。因此，若以變異係數來判定葉片採樣部位，夏梢葉氮濃度最穩定，採樣誤差小，是很理想的採樣部位。但論及夏新葉與夏老葉何者為佳，如上節所示，夏新葉氮濃度與施氮量沒有正相關，葉氮濃度無法做為施氮推荐之依據；反之，夏老葉有明顯正相關，應為較適合的採樣部位。

表 3. 各期新成熟葉（葉齡 2 個月）氮濃度之標準偏差與變異係數

採樣時期 Sampling time (m/d/y)	季 節 Sea- son	施 氮 量 (KgN/pl/yr)				
		0	0.8	1.6	3.2	6.4
5/24/1985	春 N%	2.02±0.16	1.94±0.19	1.95±0.12	1.96±0.16	1.88±0.15
	CV%	8.1	10.0	6.2	8.4	8.2
8/15/1985	夏 N%	1.49±0.10	1.32±0.08	1.29±0.08	1.41±0.06	1.22±0.08
	CV%	6.6	6.1	6.4	4.6	6.6
11/20/1985	秋 N%	1.28±0.17	1.28±0.18	1.31±0.18	1.39±0.18	1.41±0.15
	CV%	13.6	13.7	13.9	12.8	10.5
2/21/1986	冬 N%	1.58±0.15	1.78±0.14	1.90±0.12	1.93±0.19	2.12±0.27
	CV%	9.7	7.6	6.2	9.9	12.7
5/8/1986	春 N%	1.38±0.15	1.44±0.07	1.53±0.17	1.74±0.17	1.94±0.18
	CV%	10.7	4.7	10.7	9.6	9.2
8/26/1986	夏 N%	1.26±0.09	1.31±0.15	1.19±0.07	1.18±0.18	1.43±0.10
	CV%	7.2	7.6	5.9	7.1	6.7
11/27/1986	秋 N%	1.22±0.14	1.23±0.13	1.29±0.10	1.37±0.12	1.46±0.17
	CV%	11.4	10.3	7.8	8.7	11.5
5/12/1987	春 N%	1.91±0.19	1.93±0.15	1.97±0.21	2.07±0.18	2.11±0.20
	CV%	9.7	7.9	10.7	8.5	9.4

表 4. 各期老成熟葉（葉齡 5 個月）氮濃度之標準偏差與變異係數

採樣時期 Sampling time (m/d/y)	季 節 Sea- son	施 氮 量 (KgN/pl/yr)				
		0	0.8	1.6	3.2	6.4
8/26/1986	春 N%	1.27±0.11	1.31±0.11	1.35±0.14	1.50±0.16	1.71±0.19
	CV%	8.4	8.4	10.4	10.7	11.1
11/27/1986	夏 N%	1.25±0.08	1.36±0.08	1.58±0.12	1.68±0.14	1.94±0.15
	CV%	6.2	5.9	7.6	8.0	7.5
3/3/1987	秋 N%	1.59±0.13	1.59±0.14	1.66±0.15	1.71±0.15	1.86±0.24
	CV%	8.2	8.8	9.1	8.8	12.6

(二)對土壤施氮效果之反應

夏葉氮濃度除了具有最低的變異係數之外，也最能反映土壤的施氮效果。如圖 4 所示，當夏葉葉齡由 2 個月增為 5 個月時，不施氮肥區葉氮濃度仍持續降低，但施氮區顯示葉氮濃度隨氮肥用量增加而遞增，且增幅與施用量呈正比例增加。反觀，春葉與秋葉無法反應施氮效果，無論施氮多寡，春葉氮濃度全部隨葉齡增加而降低，而秋葉氮濃度則全部隨葉齡增加而增加。此現象說明季節對葉氮濃度有明顯的影響，亦說明夏葉對氮肥的吸收最敏感。

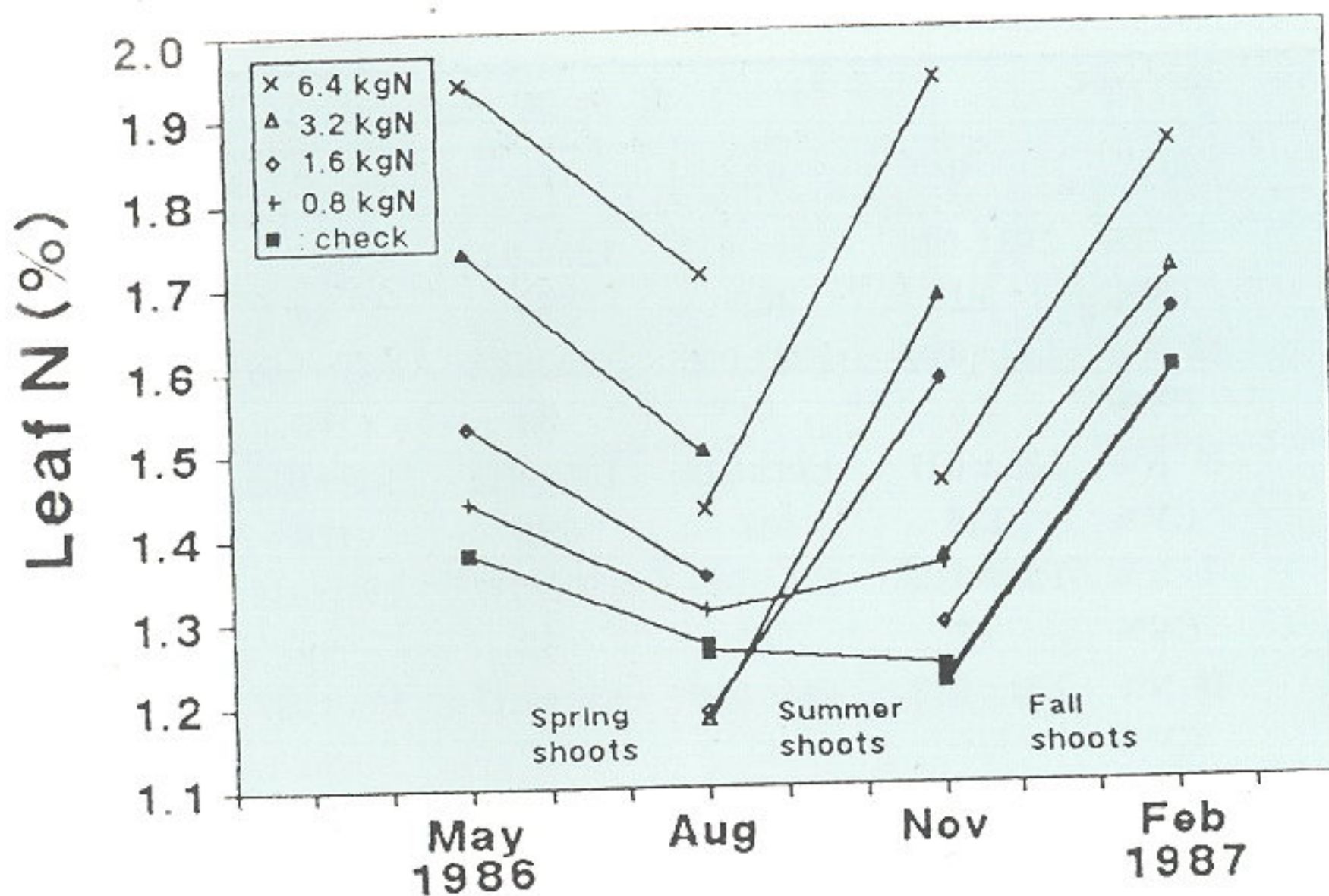


圖 4. 葉齡變化 (2 → 5 個月) 與施氮量對各梢葉氮含量之影響

其它各要素濃度之穩定性

葉齡 (葉片成熟度) 除了會影響葉片氮濃度之變化外, 亦會影響其它要素濃度之穩定性。在實施營養診斷過程中, 其它要素的含量及其穩定性, 亦是應該加以注意的。圖 5 顯示各要素濃度受葉齡的影響, 表現各不一致。鈣素含量變化, 明顯與氣溫有關, 溫度愈低葉鈣增幅愈小。鉀素與鎂素含量, 與水份多寡及氣溫高低有關, 冬季乾冷時期其含量降幅較大。綜合觀之, 各要素濃度之穩定性, 仍以夏葉表現最佳, 再一次證明夏葉是最佳的採樣部位。

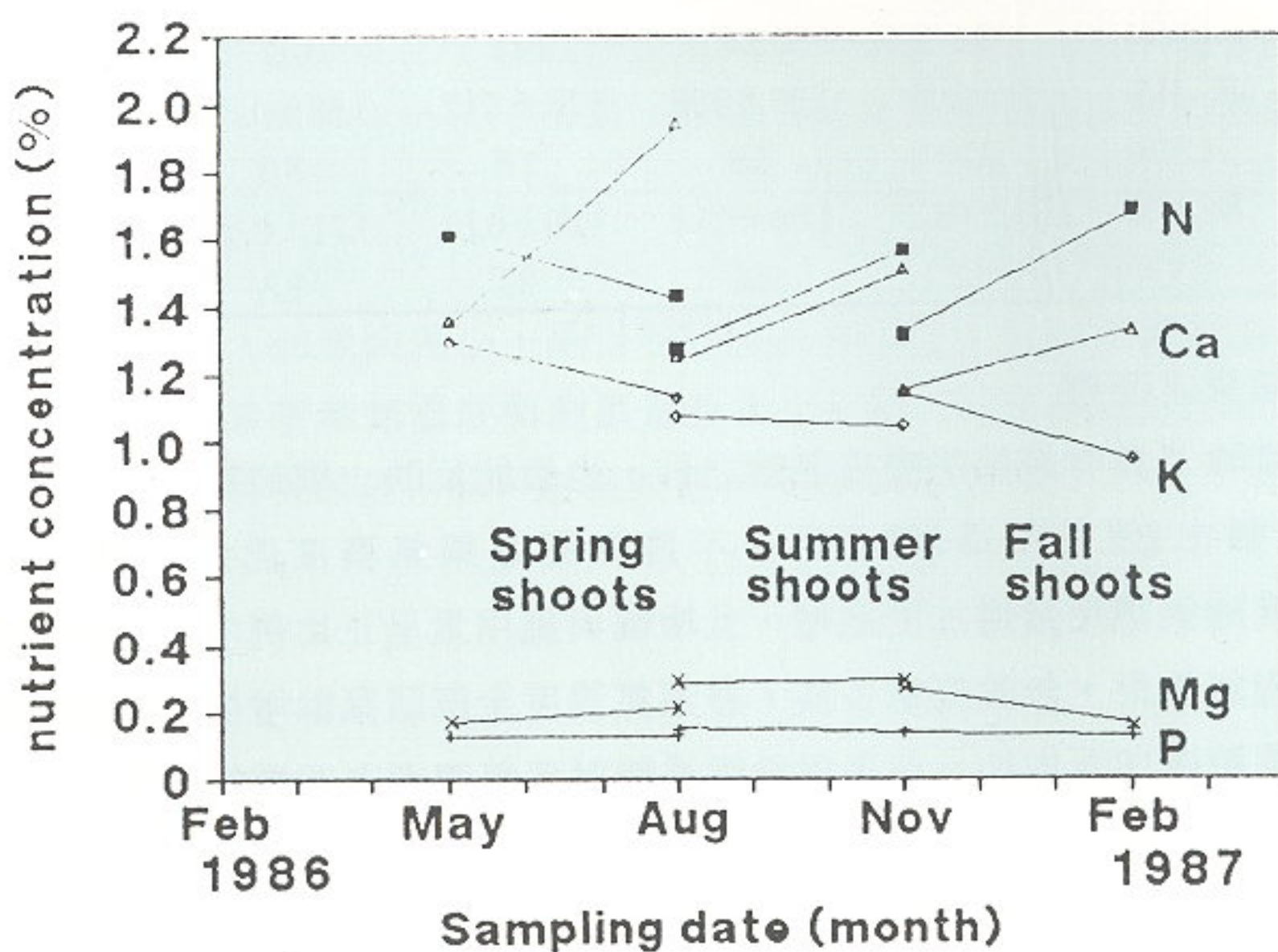


圖 5. 葉齡變化 (2 → 5 個月) 對各梢葉氮、磷、鉀、鈣、鎂含量之影響

五利用夏老葉氮濃度來診斷蓮霧樹需氮狀況

由以上討論有關葉齡、葉片要素濃度及果實收量之變化，而決定11月的夏梢老葉為最適當的採樣時期與部位。經由圖3 夏老葉的直線迴歸，可獲得最高產區夏老葉氮濃度的臨界標準值為1.56%，其平均標準偏差為0.11%，若再利用Kim(1985)的養分充足基準理論，將夏老葉氮素濃度之豐缺標準，列如表5。該表可為蓮霧園實施氮素營養診斷的初步可靠資料。致於，氮肥施用量的推荐，在圖3的直線關係中，可假定缺氮時，每年每株須施氮肥1.6公斤，而在臨界濃度以上者，不需施用氮肥，則其相關的方程式為 $Y=7.56-4.85X$ ，如圖6所示。

表5. 蓮霧園夏老葉氮濃度之豐缺狀況

採樣月份 Month	缺氮(%) Shortage	低于正常(%) Below normal	正常(%) Normal	高于正常(%) Above normal	過量(%) Excess
11	< 1.23	1.23-1.44	1.45-1.67	1.68-1.89	> 1.89

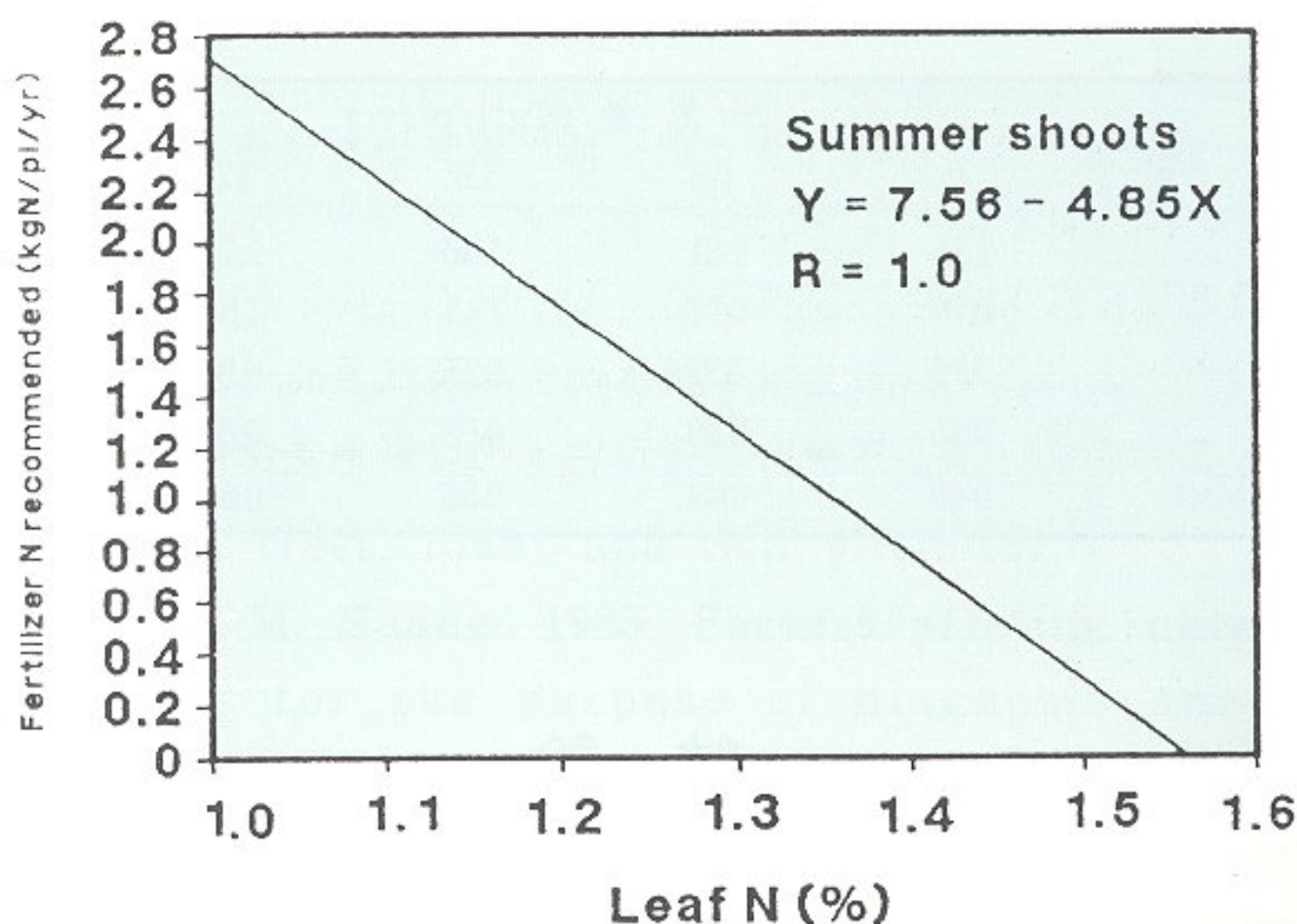


圖6. 夏老葉氮含量與施氮推荐量之相關式

六利用各要素對氮素濃度之比值來診斷蓮霧園需氮狀況

前曾提及，施氮肥1.6公斤以上，對樹體有明顯的毒害作用，此時葉片氮濃度開始呈奢侈性增加，果實收量逐漸遞減。依據作物營養法則，氮素吸收過量，必然會抑制其它養分的吸收，引起植株養分不平衡。如圖7所示，氮量增加時，夏老葉氮濃度明顯的增加，而鉀與鈣濃度卻明顯的減少，顯示氮素對各要素濃度的比值已不平衡。若以養分吸收需要平衡的觀點，並以1.6公斤的比值為臨界值，則 N/K ， N/Ca ， $N/(K+Ca)$ ，的臨界值，分別為1.46、1.11、0.63，如表6所示，此亦可為果園實施氮肥營養診斷的參考值。

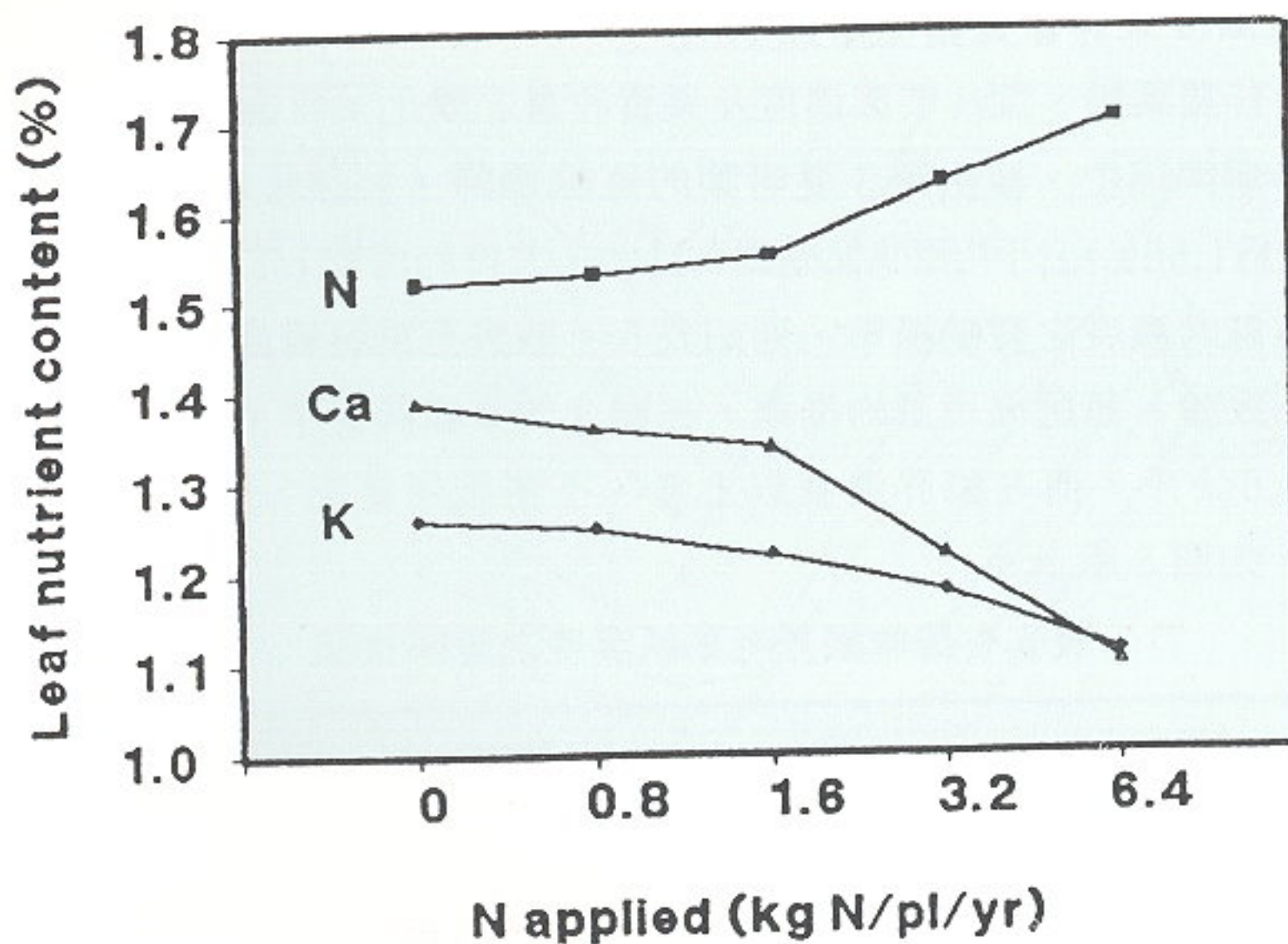


圖 7. 施氮量對夏老葉氮、鉀、鈣含量之影響

表 6. 夏老葉氮濃度對其它要素濃度之比值

比 Ratio	值	施 氮 量 (KgN/pl/yr)				
		0	0.8	1.6	3.2	6.4
N/K		1.15	1.31	1.46	1.71	1.85
N/Ca		0.74	0.77	1.11	1.56	1.81
N/Mg		3.76	4.39	5.45	6.00	7.46
N/(K+Ca)		0.45	0.48	0.63	0.66	0.92
N/(K+Ca+Mg)		0.40	0.44	0.56	0.59	0.82

結 論

經三年連續施用不等量的氮肥試驗，顯示新梢生長與養分含量，是影響蓮霧開花期、開花率、果實收量與品質的主要因子。氮素需要量，四年生以下蓮霧樹，每年每株約為800公克，五年生以上，提升至1600公克；施用量超過3200公克時，新梢生育量減低，葉片與果實變小，產量降低；惟造成早花率及果實糖度增加，此可能混淆果農的施肥觀念。冬季的超低溫，引發大量落葉與落果，與人為的進行強剪與疏果有異曲同工之妙，顯示可促使隔年的開花期提早，且開花率大幅增加，但伴隨著春梢量與春果量過高，使初期養分消耗太多，造成後期養分不足，花期無法繼續，全年果實收量卻減低30%。

以葉片分析診斷蓮霧樹體的營養，顯示夏老葉要素養分含量最穩定，且最能反映土壤施肥效果，是最適宜的採樣部位，其11月份的葉氮濃度標準值為1.56%，施氮推荐方程式為 $FN=7.56-4.85LN$ 。葉片其他要素的養分含量，受葉齡、氣溫、水分與施肥的影響很大，尤其施用氮肥，對鉀、鈣、鎂的吸收有極強頡抗作用，施氮愈多，葉鉀、鈣、鎂濃度愈低，當施氮量超過3200公克時，部份下位老葉出現營養缺乏症，可稱之為氮引起的

缺乏症。以氮／鉀1.46，氮／鈣1.11，氮／鎂5.45爲其臨界比值，可做爲氮素營養平衡診斷之參考。

參考文獻

- 1.王銀波·1990·葉片與土壤分析在果園之應用·果樹營養與果園土壤管理研討會 台中場特刊第20號：45-59。
- 2.林家榮·1965·利用葉片分析診斷茶樹需氮狀況·中華農學會報 新第四十一期：27-41。
- 3.林鴻淇·1990·果樹無機養分的吸收運移·果樹營養與果園土壤管理研討會 台中場特刊第20號：1-9。
- 4.邱再發·1972·植物營養之研究潮流及本省今後之研究方向·台灣農業8(2)：160-182。
- 5.張忠賀·1988·蓮霧葉片分析採樣方法及營養狀態之研究·興大土壤研究所 碩士論文。
- 6.葉大振·1988·蓮霧葉片分析與營養狀況之研究·興大園藝研究所 碩士論文。
- 7.楊儒民，林宗賢，王德男，李金龍·1989·蓮霧芽體形態發育之研究·中國園藝35(4)：247-260。
- 8.蔡永暉·1992·施氮對蓮霧生育特性與土壤性質之影響·高雄區農業改良場研究彙報：3(2)：69-81。
- 9.Bussler, W. 1983. Plant diagnosis as a basis to evaluate the nutritional status of plants. NSC Symposium Series NO. 51-58。
- 10.Feigenbaum, S. 1987. The fate of ^{15}N labeled nitrogen applied to mature citrus trees. Plant and Soil 97:179-187。
- 11.Juang, T. C., Y. M. Huang. 1985. Factors affecting nutrient status in plant leaves for the purpose of diagnosis and fertilizer recommendation FFTC Extension Bulletin NO.299。
- 12.Kim, J. H. 1985. Leaf diagnosis for horticultural fertilizer management in Korea. FFTC Extension. NO.230。
- 13.Titus, J. S., and S. M. Kang. 1982. Nitrogen metabolism, translocation, and recycling in apple trees. Hort. Rev. 4:204-246。