中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(4)：388～407（1998）

荔枝園營養調查與營養診斷研究[1]

黃維廷[2]　黃裕銘[3]　向爲民[2]　張明暉[2]
林木連[2]　王鐘和[2]　吳婉麗[2]

摘要：爲探討與建立本省荔枝園營養診斷方法，以供肥培改進之依據與參考，本研究應用葉片與土壤分析，針對台中縣、南投縣市及彰化縣約 30 個荔枝園，於 1997 年起進行營養與肥培管理調查。品種主爲黑葉，次爲糯米滋。產量調查及葉片分析結果顯示，產量與葉片氮含量呈二次式相關且葉片氮含量大多高於二次式中產量最高點的葉片氮含量，尤其花期(包括始花，2-4 月)葉氮高於 1.90%以上時收量減低，由迴歸程式求得最高產量 90%之花期葉片氮素含量範圍爲 1.50-1.90%。至於葉片磷、鎂、鈣及硼含量與收量之迴歸分析則呈正相關，其相關 r 值(n=52)分別爲 0.498**、0.561**、0.444**、0.543**，達極顯著(1%)水準。收量 60 公斤/株以上之植株，其花期(包括始花，2-4 月)至謝花著果(5 月)之葉片養分狀況，通常磷、鎂、鈣及硼分別爲 0.09%，0.30%，0.90%及 25mgkg^{-1} 以上。分析顯示供試果園土壤約 85%以上屬極強酸性(pH<5.00)而土壤交換性鈣鎂含量甚低，分別低於 500mgkg^{-1} 及 50mgkg^{-1}。檢討黑葉荔枝葉片之養分季節性變化，花期至謝花著果期間甚平穩，且由於花期之葉片氮、磷與收量之迴歸相關值較謝花著果與著果後一個月者(6 月初)大，故選擇花期(2-4 月)花穗下段成熟葉片爲葉片營養診斷之採樣適期與部位。以葉片要素對收量之影響爲基礎，並參酌國內外之文獻，黑葉荔枝葉片養分適宜濃度範圍定爲：N：1.50-1.90%，P：0.12-0.27%，K：0.70-1.00%，Ca：0.60-1.00%，Mg：0.30-0.50%，Fe：50-100 mgkg^{-1}，Mn：100-250 mgkg^{-1}，Cu：10-25 mgkg^{-1}，Zn：15-30 mgkg^{-1}，B：25- 60 mgkg^{-1}。

關鍵詞：荔枝、花期、採樣方法、葉片養分標準、營養診斷。

前　言

荔枝(*Litchi chinensis Sonn.*)爲原產中國之亞熱帶經濟果樹，台灣栽植面積達 12,339 公頃，產量 97,940 噸[1]，具特殊風味，因產期短與保鮮問題，國外不易進口競爭，爲較不受加入 WTO 組織衝擊之重點產業之一。荔枝對各種土壤的適應性甚廣，無論沖積砂土，壤土，重粘土，有機質土，石灰質土，甚至石礫地均可種植[21]。荔枝爲亞熱帶常綠果樹，春夏之際生育期間，須有高溫及適當水分供應，以促使果實及新梢之生育，並培養次年之結果枝，但秋冬之花芽分化期，則需冷涼乾燥之氣候，以抑制新梢生長及刺激花芽分化，故其於本省之分佈爲新竹以南至高屏[2]。迴歸線通過之區域，南、北緯 20 度至 25 度間之澳州、美國、南非，印度、泰國等皆引進栽種。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1961 號。
2. 本所農化系助理、副研究員、助理、研究員兼系主任、副研究員、計畫助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 中興大學土壤環境科學系副教授。臺灣省　臺中市。

本省有關荔枝營養的研究甚少，鄧氏[9]探討荔枝葉片養分季節性變化，指出採果後第二次梢葉片要素含量範圍，N 爲 2.40-2.52%，P 爲 0.11-0.14%，K 爲 0.66-1.07%，Ca 爲 0.33-0.70%，Mg 爲 0.22-0.30%；羅與林[10]從事荔枝三要素需肥量試驗，認爲 5-9 年生黑葉荔枝N之施肥推薦量爲 250-500 公克/年/株，P_2O_5 爲 250-500 公克/年/株，K_2O 施肥推薦量亦爲 250-500 克/年/株；張等[6]於農試所研究荔枝營養之季節性變化與肥培管理，初步的結果建議，花芽抽出期(抽穗期約 12 月至次年元月)抽花枝或結果枝葉片含量的適宜範圍，N爲 1.5-1.9%，P爲 0.12-0.27%，K爲 0.7-1.0%，則植株的收量與糖度品質俱佳。5 月果實肥大期之結果枝葉片 P 含量者低於 0.11%，則著果率及產量均低，此時期的葉片鉀含量如低於 0.45%則影響果實生長且產量銳減。

國外營養診斷研究以南非及澳洲爲主，南非 Koen 與 Smart[18]認爲果實發育迅速肥大始於著果後 8 週，即相當於採收前 8 週，故訂其採樣時期爲著果後 6-8 週，又其 N、P、K 適量範圍(1.48-1.52%，0.15-0.18%，0.95-1.05%)，似與 Cull[13](1.30-1.40%，0.08-0.10%，1.0%)及澳州 Anon[11](1.30-1.40%，0.17-0.20%，0.80-1.20%)的結果具有範圍太狹窄的缺點因而減低其適用性，僅可作養分充足臨界值(sufficient critical value)之參考，至於鈣鎂養分之各參考值則差異甚大。至於澳洲 Menzel[23]等建議的荔枝葉片營養診斷採樣技術(時期，部位)及 N、P、K 的適量範圍，則與張等[6]的結論頗相似。本試驗擬調查台灣中部不同產區(台中縣、南投縣市、彰化縣)之黑葉與糯米糍荔枝園營養狀況，包括土壤肥力、葉片養分、收量與品質，並以統計變方分析及迴歸統計等方式評估與調整現行營養診斷標準(diagnostic criteria)及採樣技術，以供肥培改進之依據與參考。

材料與方法

一、荔枝園營養狀況、肥培管理與收量品質調查

㈠實施地點：臺中縣太平鄉、神岡鄉、南投縣集集鎮、南投市、草屯鎮、彰化芬園鄉。

㈡品種：黑葉 (*Litchi chinensis* Sonn,cv.Haak Yip)、糯米糍 (*Litchi chinensis* Sonn,cv.No Mai Tsz)。

㈢調查內容與分析項目。

1. 果園土壤調查

以土鑽鑽洞法進行全園土壤調查，並選具代表點開挖剖面進行土壤描述並取樣分析。調查及分析項目包括果園地理位置、高度、地形、地勢、坡度、土壤描述、質地、石礫含量、pH、有機質含量、交換性陽離子。

2. 土壤採樣方法與肥力分析項目

每果園於樹勢平均之處，除採樹冠下緣處外，於樹冠與樹冠之間加採 1 點，每處於兩樹之間計採 3 點，各分上下表底土兩層(0～20cm，20～40cm)，每果園計採 3 處 9 點，以克服施肥位置輪替與施肥造成土壤有效養分分佈不均之變異，分析項目包括土壤 pH，土壤有機質，Bray No.1 磷，醋酸銨交換性鉀、鈣及鎂，石礫含量，土層深度等。

3. 土壤分析方法[8]

①有機質測定：使用重鉻酸鉀氧化法。

② pH 測定：以玻璃電極法測定，土：水=1：1(w/v)。

③白雷氏第一法(Bray No.I method)萃取性磷

以 0.025N HCl-0.03N NH_4F，pH3.5 之抽出液搖動萃取，鉬藍法以光電比色計(spectrophotometer)測定之。

④土壤交換性鉀鈣鎂測定

以中性 pH7 之 1N NH_4OAC 振盪離心法萃取 4 次，再將抽出液以感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP)測定之。

4. 荔枝葉片採樣方法與樣品製備

⑴採葉時期：①花期(包括始花之花芽萌動及花穗抽出)(2-4 月)②謝花著果期(4-5 月)③著果後一個月(硬核及果肉發育)

⑵採樣部位與方法：花芽萌動及花穗抽出期採花穗下段之剛成熟葉，著果期及採收前採果穗之下段成熟葉，於對稱位置採取兩枚（包含葉柄），全樹東西南北方位均採，每株計約 32 葉。

⑶樣品調製：葉片樣品先以自來水沖洗其上之塵垢與藥劑殘留後，需再經去離子水或蒸餾水滌洗一次，以紗布略擦乾移入烘箱殺青，溫度控制於 70～75℃，約 2～3 日後即可磨粉，編號裝瓶。（注意清洗過程中不可將葉片浸泡水中，以免流失營養元素）

5. 植體分析與測定[5]

⑴氮之定量…採用 Kjeldahl 法

⑵ P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu 及 Zn……以二酸(HNO_3，$HClO_4$)分解後，分解液以感應耦合電漿原子發散光譜儀(ICP)測定。(P 以鉬黃法光電比色計測定)。

⑶硼之定量……薑黃素呈色法，以光電比色計定量。

6. 收量調查，測定果實糖度及果粒重量。

結果與討論

一、調查園的地理位置(座標)及土壤剖面調查

此次所調查中部地區荔枝園約 30 戶，主要分佈於北緯 23 度至 24 度之範圍附近，其詳細位置(座標)及所屬土系與土壤理化性質列於表 1，調查園的地理分佈參見圖 1。所調查之黑葉荔枝果園的土壤母質，包括砂頁岩非石灰性新沖積土，砂頁岩崩積土，紅壤，砂頁岩非石灰性老沖積土，砂頁岩粘板岩非石灰性混合沖積土，及黃壤等。糯米糍果園則集中於南投縣集集鎮坡地，母質主爲砂頁岩崩積土；太平鄉坡地果園土層淺，約 40～60 公分，而平地果園土層深至 120 公分，神岡鄉主爲平地旱田或大肚山末端清泉岡平坦丘陵地，土層均深約 120 公分，芬園平地果園位處烏溪沖積河床地，土層淺(約 20～40 公分)，坡地果園的土層較深(約 80 公分)，也有土層淺於 40 公分達石礫層者。南投市之果園與芬園坡地果園同屬八卦山系，土層亦不深(約 40 公分)，草屯除傅木傅之果園在 20-30 公分以下爲石礫層外，其餘果園土層可深達 110～150 公分。

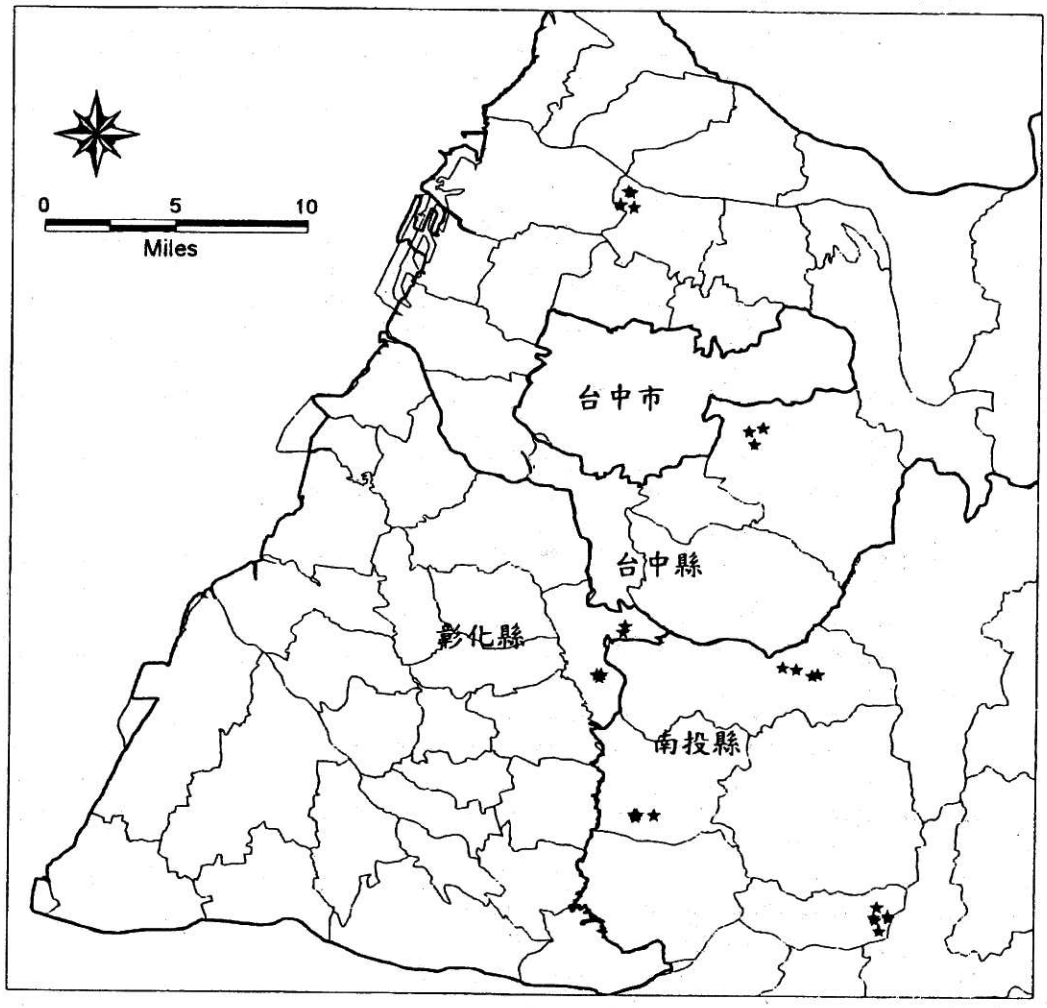


圖 1. 荔枝調查園之地理位置
Fig.1. Geographical distribution of surveyed lychee orchards.

二、荔枝調查園土壤肥力狀況及土壤測定營養診斷之限制

供試之荔枝園之土壤肥力(表 1)，一般而言，無論坡地或平地概屬強酸性土壤，0～40 公分的土壤鈣、鎂含量普遍很低，土壤有效磷、鉀之肥力尚佳(表 2)。由於磷在土壤剖面中之移動性差，故表土磷含量較高，且隨土層深度而劇減，有效性鉀亦多以表土最高，但隨剖面深度下降的幅度較磷爲小。由土壤有效性磷及鉀之剖面分佈狀況，顯示爲果園習慣肥料淺施的結果。

表 1. 調查園地理位置及土壤肥力與剖面理化分析

Table 1. Geographical distribution and soil fertility of lychee orchards surveyed.

Site	Farmer	Mercator cootdinat NX, E	Altitude	Soil series	Texture	Depth (cm)	pH	O. M. %	EC dSm^{-1}	Brays' P	K	Ca	Mg
										—Exch. cations—			
										$mgkg^{-1}$			
Taiping 太平	T_1	222850x 2671100	160	細道 邦系 Htp7	CL	0-30	5.4	1.08	0.02	26	62	760	171
						30-60	5.6	0.53	0.01	15	44	590	137
	T_2	221870x 2670850	101	吳厝系 Twt4	SiL	0-30	4.5	1.65	0.03	29	113	500	130
						30-60	5.2	0.62	0.01	0.2	83	840	135
						60-90	5.1	0.64	0.02	0.2	67	1,000	193
						90-120	5.2	0.55	0.01	0.2	58	980	217
	T_3	222250x 2669950	102	聚興系 Tci3	VFSL	0-20	4.9	2.91	0.03	45	63	870	137
						20-40	5.4	0.50	0.02	0.5	86	2,510	644
						40-70	4.8	1.05	0.02	0.6	141	1,390	343
Shekang 神岡	S_1	213100x 2683000	166	陳厝寮 Cce7	SiCL	0-20	4.0	2.12	0.03	48	103	170	37
						20-40	3.7	1.71	0.04	12	106	130	17
						40-80	4.7	1.01	0.04	0.3	260	420	49
						80-120	4.6	0.95	0.05	0.3	253	530	53
	S_2	213830x 2686150	183	陳厝寮 Cce7	SiCL	0-20	4.2	1.88	0.03	219	95	270	60
						20-40	3.8	1.39	0.05	10	127	120	30
						40-80	3.9	1.00	0.05	0.3	121	150	31
						80-120	4.5	0.94	0.04	0.4	129	390	74
	S_3	212900x 2686320	186	陳厝寮 Cce7	SiCL	0-20	3.9	1.17	0.03	108	59	130	18
						20-40	3.9	1.20	0.05	0.7	80	130	18
						40-80	4.0	0.94	0.04	0.2	85	140	24
						80-120	4.4	0.88	0.03	0.4	75	320	37
	S_4	213740x 2687230	180	陳厝寮 Cce7	SiCL	0-25	4.5	1.28	0.02	125	49	290	36
						25-60	3.8	1.00	0.05	0.2	69	120	17
						60-90	3.8	0.93	0.06	0.2	63	180	31
						90-120	4.1	0.76	0.06	0.3	101	300	56
	S_5	213600x 2687150	180	陳厝寮 Cce6	SCL	0-30	5.0	1.23	0.05	22	41	550	37
						30-60	3.8	0.99	0.07	0.2	40	180	16
						60-90	4.2	0.65	0.05	0.2	52	330	30
						90-120	4.7	0.80	0.04	0.2	44	540	72
Fenyuan 芬園	F_1	213370x 2656800	58	社腳系 Tco5	L	0-20	5.1	1.50	0.03	17	120	550	115
						20-40	5.7	0.98	0.03	7	50	770	108
	F_2	213500x 2657200	61	社腳系 Tco5	L	0-20	4.9	1.79	0.03	68	135	670	78
						20-40	5.1	0.69	0.02	22	75	450	55
	F_3	211770x 2653650	110	大城系 Tc6	SCL	0-20	3.7	1.86	0.05	32	85	62	16
						20-50	3.9	0.74	0.05	N.D.[z]	65	33	7
						50-80	4.0	0.51	0.05	N.D.	49	30	7
	F_4	211600x 2653830	125	大城系 Tc6	SCL	0-20	4.1	1.75	0.04	5	81	114	32
						20-40	4.0	1.50	0.05	2	92	85	28
	F_5	211900x 2653850	80	彰化系 Cc5	L	0-20	4.1	1.43	0.04	34	56	100	14
						20-40	4.3	0.76	0.04	10	42	22	6

[z] non detectable.

（續表 1）

Site	Farmer	Mercator cootdinat NX, E	Altitude	Soil series	Texture	Depth (cm)	pH	O. M. %	EC dSm^{-1}	Brays' P	K	Ca	Mg
											—Exch. cations—		
											mgkg^{-1}		
Nantou 南投	N_1	214250x 2644100	300	彰化系 Cc5	L	0-20	4.2	2.22	0.07	178	220	300	18
						20-40	4.1	1.44	0.10	24	205	170	8
	N_2	214330x 2643950	290	彰化系 Cc5	L	0-20	4.1	2.42	0.05	76	133	290	30
						20-40	4.3	0.76	0.04	10	42	20	6
	N_3	214400x 2644100	280	彰化系 Cc5	L	0-20	3.8	2.26	0.08	26	156	230	21
						20-40	3.8	1.17	0.09	3	120	80	7
	N_4	215600x 2644050	183	盧厝系 CLv5	L	0-20	3.6	2.36	0.07	32	110	150	15
						20-40	3.8	1.32	0.06	12	87	110	8
Tsaotou 草屯	TS_1	224250x 2654430	146	古亭笨系 Kip5	L	0-20	4.6	1.30	0.03	74	22	390	64
						20-40	4.1	1.14	0.08	12	27	370	75
						40-60	4.9	0.44	0.02	11	14	290	63
	TS_2	225180x 2654300	196	車光系 Tuk3	VfSL	0-20	4.3	0.58	0.03	26	28	260	28
						20-50	4.7	0.64	0.02	3.7	25	170	31
						50-59	4.6	0.58	0.02	1.2	21	160	31
						100-130	4.9	0.66	0.02	0.0	44	260	27
						130-150	5.0	0.42	0.02	0.7	52	260	46
	TS_3	226250x2 653875	205	崩積石質土 R2	SL	0-20	5.9	2.64	0.04	101	157	1,070	105
						下層爲岩石							
	TS_4	226650x 2653950	205	延系 Ysi3	VfSL	0-20	4.7	0.85	0.02	99	114	150	20
						20-40	4.4	0.52	0.02	16	53	60	4
						40-60	4.4	0.70	0.03	11	78	140	7
						60-100	4.4	0.63	0.04	6	79	150	18
						110-150	4.5	0.51	0.03	6	20	260	19
Chichi 集集	C_1	231650x 2637150	525	龜溝系 Kuk5	CL	0-20	5.0	2.12	0.03	46	151	1,460	193
					L	20-40	5.2	1.12	0.03	18	144	1,930	390
	C_2	231700x 2637000	475	龜溝系 Kuk5	L	0-20	5.3	2.43	0.03	47	59	790	147
						20-40	6.1	1.17	0.05	23	54	1,510	165
	C_3	230780x 2636880	376	龜溝系 Kuk5	L	0-20	4.9	2.03	0.05	315	411	580	73
						20-40	4.5	1.52	0.06	160	308	400	64
	C_4	231080x 2636130	400	龜溝系 Kuk5	CL	0-20	4.7	2.51	0.02	154	145	540	67
						20-40	4.3	1.83	0.03	90	117	270	33
	C_5	230720x 2637050	400	龜溝系 Kuk5	L	0-20	4.6	2.74	0.06	193	421	700	65
						下層爲岩石							
	C_6	222480x 2639730	387	龜溝系 Kuk5	L	0-20	4.0	1.38	0.06	22	106	350	149
						20-40	4.1	1.08	0.05	17	97	280	94
	C_7	222400x 2639080	364	龜溝系 Kuk5	L	0-20	4.2	1.00	0.35	19	136	200	41
						20-40	4.6	0.54	0.33	5	101	430	154
	C_8	230900x 2637750	517	龜溝系 Kuk7	CL	0-20	5.8	2.32	0.05	63	183	1,220	124
						20-40	5.1	1.58	0.03	14	127	680	111

表 2. 荔枝園土壤化學性質簡表

Table 2. Brief statistics about soil fertility in lychee orchards.

Items	pH < 5.0	O. M. < 2 %	Bray's P ≥25mgkg^{-1}	Exch. K ≥80mgkg^{-1}	Exch. Ca < 500mgkg^{-1}	Exch. Mg < 80mgkg^{-1}
Percentage of surveyed orchards(%)	85	80	60	75	74	70

表 3 顯示果園土壤肥力與葉片要素含量的關係，其中的土壤有機質、有效磷及鉀含量均與樹體葉片氮、磷及鉀含量無顯著相關，而土壤交換性鈣、鎂含量則與葉片鈣、鎂呈顯著相關。由於上述土壤與葉片養分之相關不佳，且果樹爲多年生作物，樹體係所有要素養分之貯庫(reservior)，爲果園管理，氣候，品種與樹齡等之綜合表現，致土壤測定之營養診斷頗受限制，又果園土壤施肥不均且果樹的根域甚廣與深，致果園土壤變異大，取得肥力代表性土樣不易，爲尋求可資代表果園肥力之土壤採樣方法，張等[3,7]建議按 0～10，10～20，20～30，30～50，50～75 公分逐層取樣，再由 0～75 公分之分析值加權平均以代表其肥力，足見困難一斑，故果園營養診斷應以植體分析爲主，但現場土壤物理性診斷，如土層厚度及物理性障礙(如硬磐)確有其意義。土壤測定(soil test)項目中變異性低之性質如 pH、質地及有機質含量等，能提供養分游離或固定之化合態(chemical form)或有效性(availability)之訊息，仍不失爲肥培推薦之指引。參酌澳州 Menzel 與 Simpson[21]報告及考慮適當的鈣鎂比或鉀鎂比，檢討本試驗果園肥力調查的結果，初擬荔枝園土壤肥力的改善參考如表 4 所示。

表 3. 荔枝園土壤鈣鎂肥力與葉片鈣鎂養分之相關係數 r 值

Table 3. The correlation coefficients (r) of soil nutrients (Ca,Mg) related to corresponding leaf nutrients surveyed in lychee orchards.

Sampling / nutrient	Anthesis (Feb.-Apr.)	Fruit set (May)	One month after fruit set (Jun.)
soil Ca and leaf Ca	0.447	0.507*	0.707**
soil Mg and leaf Mg	0.529*	0.384	0.425

* indicates significant difference at 5 % level.

** indicates significant difference at 1 % level.

表 4. 荔枝果園土壤肥力分析適宜值暫訂參考

Table 4. Tentative soil nutrient standards for lychee orchards.

Items	pH	O. M. %	Bray's P mgkg^{-1}	Exch. K mgkg^{-1}	Exch. Ca mgkg^{-1}	Exch. Mg mgkg^{-1}
	5.5-7.0	2.0	2525	80-150	1,200	200

三、葉片分析應用於營養診斷之探討

㈠ 調查園荔枝葉片養分之營養狀態(nutritient status)

表 5 爲花期至果熟前的 3 個採樣期兩品種荔枝之葉片各種養分濃度之分佈範圍，平均與變異分散情形，各種養分中以錳的變異係數(C.V%)值 70-90 最大，其次爲硼、鈣、銅及鋅等約 40-50(糯米糍的銅及黑葉著果後一個月銅的 C.V.%亦甚大達 60-75)，鎂、鉀及鐵則約 20-40，至

於氮與磷之 C.V.值最小，其分散程度最低。表 6 爲調查園 65%植株葉片之養分濃度常現之範圍，也約略相當於 Mean±S.E.，與採樣時期、部位相近或相同之澳州(品種爲 Taiso，黑葉，Waichee)葉片養分常現範圍及標準對照比較，顯示黑葉氮素範圍高於澳洲者，而糯米糍則與其相近。兩品種磷及鉀含量常現範圍均較澳州偏低，除品種的出入及地區環境差異外，原因可能爲台灣農民氮素施用量高的習慣及果園土壤概屬強酸性反應而影響植株對土壤或肥料中磷及鉀養分的吸收與反應。黑葉之鈣與鎂養分範圍略寬於澳洲者，而糯米亖之鈣、鎂範圍則偏低。兩品種硼、銅、鋅養分範圍也低於澳洲者，兩品種錳的上限範圍高於澳州 3 倍以上，而鐵的範圍則相當。營養調查的結果雖未發見微量元素(B,Cu,Zn)之缺乏或錳過多症狀，但硼、鋅則與收量有相當的相關。

表 5. 荔枝調查園葉片養分濃度之平均與範圍

Table 5. Nutrient level (range and mean) of leaves sampled in lychee orchards.

Nutrient	Parameter	cv. Haak Yip		
		Anthesis (Feb.-Apr.)	Fruit est (May)	One month after fruit set(Jun.)
N(%)	Range	1.48-2.60	1.51-2.43	0.94-2.61
	Mean±S. E.	1.97±0.24	1.94±0.20	1.94±0.29
	C. V. %	12	11	15
P(%)	Range	0.06-0.12	0.07-0.14	0.07-0.11
	Mean±S. E.	0.09±0.01	0.09±0.02	0.09±0.01
	C. V. %	16	18	10
K(%)	Range	0.39-1.15	0.26-1.08	0.23-1.10
	Mean±S. E.	0.67±0.19	0.66±0.21	0.58±0.20
	C. V. %	29	31	35
Ca(%)	Range	0.20-1.85	0.19-1.85	0.28-1.88
	Mean±S. E.	0.82±0.40	0.89±0.36	1.00±0.37
	C. V. %	48	41	37
Mg(%)	Range	0.16-0.75	0.10-0.75	0.11-0.87
	Mean±S. E.	0.36±0.13	0.39±0.14	0.43±0.18
	C. V. %	37	36	42
Fe($mgkg^{-1}$)	Range	56-196	51-146	50-216
	Mean±S. E.	102±29	96±21	109±29
	C. V. %	28	22	27
Mn($mgkg^{-1}$)	Range	42-889	44-1085	56-1266
	Mean±S. E.	375±263	447±313	515±352
	C. V. %	70	70	68
Cu($mgkg^{-1}$)	Range	5-31	3-28	3-34
	Mean±S. E.	11±5	9±4	11±7
	C. V. %	41	46	66
Zn($mgkg^{-1}$)	Range	10-39	10-47	17-83
	Mean±S. E.	21±5	26±10	34±15
	C. V. %	27	40	43
B($mgkg^{-1}$)	Range	6-67	7-67	7-52
	Mean±S. E.	28±13	29±13	29±12
	C. V. %	45	45	41

(續表 5)

Nutrient	Parameters	cv. No Mai Tsz	
		Anthesis(Apr.)	Fruit set(May.)
N(%)	Range	1.36-1.90	1.36-1.92
	Mean±S. E.	1.64±0.14	1.62±0.14
	C. V. %	8	9
P(%)	Range	0.05-0.12	0.05-0.09
	Mean±S. E.	0.07±0.02	0.07±0.01
	C. V. %	21	13
K(%)	Range	0.22-0.82	0.30-0.70
	Mean±S. E.	0.41±0.16	0.48±0.10
	C. V. %	40	20
Ca(%)	Range	0.22-1.71	0.28-1.30
	Mean±S. E.	0.71±0.34	0.61±0.25
	C. V. %	48	41
Mg(%)	Range	0.16-0.47	0.19-0.40
	Mean±S. E.	0.30±0.09	0.29±0.06
	C. V. %	31	21
Fe($mgkg^{-1}$)	Range	44-108	47-164
	Mean±S. E.	6±15	74±31
	C. V. %	22	41
Mn($mgkg^{-1}$)	Range	15-894	20-1235
	Mean±S. E.	259±192	426±387
	C. V. %	74	91
Cu($mgkg^{-1}$)	Range	3-20	1-13
	Mean±S. E.	7±4	4±3
	C. V. %	61	75
Zn($mgkg^{-1}$)	Range	6-21	13-36
	Mean±S. E.	10±3	21±7
	C. V. %	35	33
B($mgkg^{-1}$)	Range	11-41	10-40
	Mean±S. E.	18±7	17±7
	C. V. %	37	41

表 6. 荔枝調查園葉片養分濃度常現範圍(65%調查植株的葉片養分濃度範圍)

Table 6. Frequent range of nutrient level (65% samples within range)

Nutrient	Haak Yip			Austrlian standard [z]	Australian frequent range [z]
	Anthesis (Apr.)	Fruitset (May.)	One month after fruit set(Jun.)	(Menzel et al., 1990)	
N %	1.72-2.20	1.75-2.16	1.68-2.19	1.50-1.80	1.50-2.00
P %	0.08-0.10	0.08-0.11	0.08-0.10	0.14-0.22	0.15-0.23
K %	0.49-0.82	0.49-0.86	0.40-0.80	0.70-1.10	0.60-1.00
Ca %	0.47-1.21	0.53-1.21	0.64-1.38	0.60-1.00	0.80-1.20
Mg %	0.22-0.47	0.24-0.50	0.26-0.58	0.30-0.50	0.25-0.50
Fe mgkg^{-1}	78-129	73-117	82-129	50-100	50-100
Mn mgkg^{-1}	101-669	132-793	167-881	100-250	100-250
Cu mgkg^{-1}	8-13	6-10	6-14	15-30	15-27.5
Zn mgkg^{-1}	16-24	15-35	22-44	10-25	10-20
B mgkg^{-1}	19-36	17-39	15-40	25-60	20-70

Nutrient	No Mai Tsz		Austrlian standard [z]	Australian frequent range [z]
	Anthesis (Apr.)	Fruitset (May.)	(Menzel et al., 1990)	
N %	1.48-1.74	1.51-1.71	1.50-1.80	1.50-2.00
P %	0.06-0.08	0.06-0.08	0.14-0.22	0.15-0.23
K %	0.26-0.55	0.39-0.55	0.70-1.10	0.60-1.00
Ca %	0.41-0.97	0.42-0.83	0.60-1.00	0.80-1.20
Mg %	0.22-0.40	0.23-0.36	0.30-0.50	0.25-0.50
Fe mgkg^{-1}	52-77	54-80	50-100	50-100
Mn mgkg^{-1}	125-415	123-817	100-250	100-250
Cu mgkg^{-1}	4-9	2-7	15-30	15-27.5
Zn mgkg^{-1}	7-13	14-27	10-25	10-20
B mgkg^{-1}	14-22	12-22	25-60	20-70

[z] mature leaves at the section under panicle sampled at 1-2 weeks after panicle emergence.

㈡葉片養分從花期(包含始花)至著果後一個月(或採收前一個月)之季節性變化

圖 2 爲從花期(包括始花，2-4 月)至著果後一個月(6 月初)黑葉荔枝葉片養分含量受生育階段影響之季節性變化。對大部份要素而言，始花花期(2-4 月)至謝花著果(5 月)均相當穩定，唯自著果後因果實(果皮)開始發育，果肉繼而迅速增長，因此葉片中養分含量出現不同幅度的增減。荔枝果實發育對葉片鉀之奪取(removal) 最明顯而降低幅度最大，氮、磷、硼、銅於 3 個採樣期的養分含量均甚平穩，而葉片鈣、鎂、錳、鋅及鐵則累積漸增。關於生育階段或葉齡影響葉片養分濃度的研究，Kotur 與 Singh[19]逐月分析荔枝葉齡 1～9 個月的秋梢，其葉片氮、磷、鉀濃度隨葉齡而減少，而鈣、鎂、硼、錳及鐵則逐漸增加。Menzel 等[20]分析非結果枝條的荔枝葉片亦得相同的趨勢。至於結果枝之葉片養分變化，大部分之要素於開花至剛謝花著果的含量變化係呈穩定狀態[22]。果實發育期鉀較其他要素從結果枝葉(reserve)移入果實(sink)而降低的現象最爲明顯，而非結果枝葉片鉀於整個果實發育期則相當穩定。N 及 P 含量雖從開花至果熟期間亦降低，但其降低程度遠不如K明顯。本試驗採樣僅至著果後一個月(果實果肉即將迅速發育前)，若延續採樣也許 N 及 P 降低的程度會增大。Menzel 等人(1988)[22]指出在果實發育初期(著果後 4-6 週)通常養分吸收尚慢，至 7-8 週後當果肉迅速發育後，養分吸收則可達高峰。

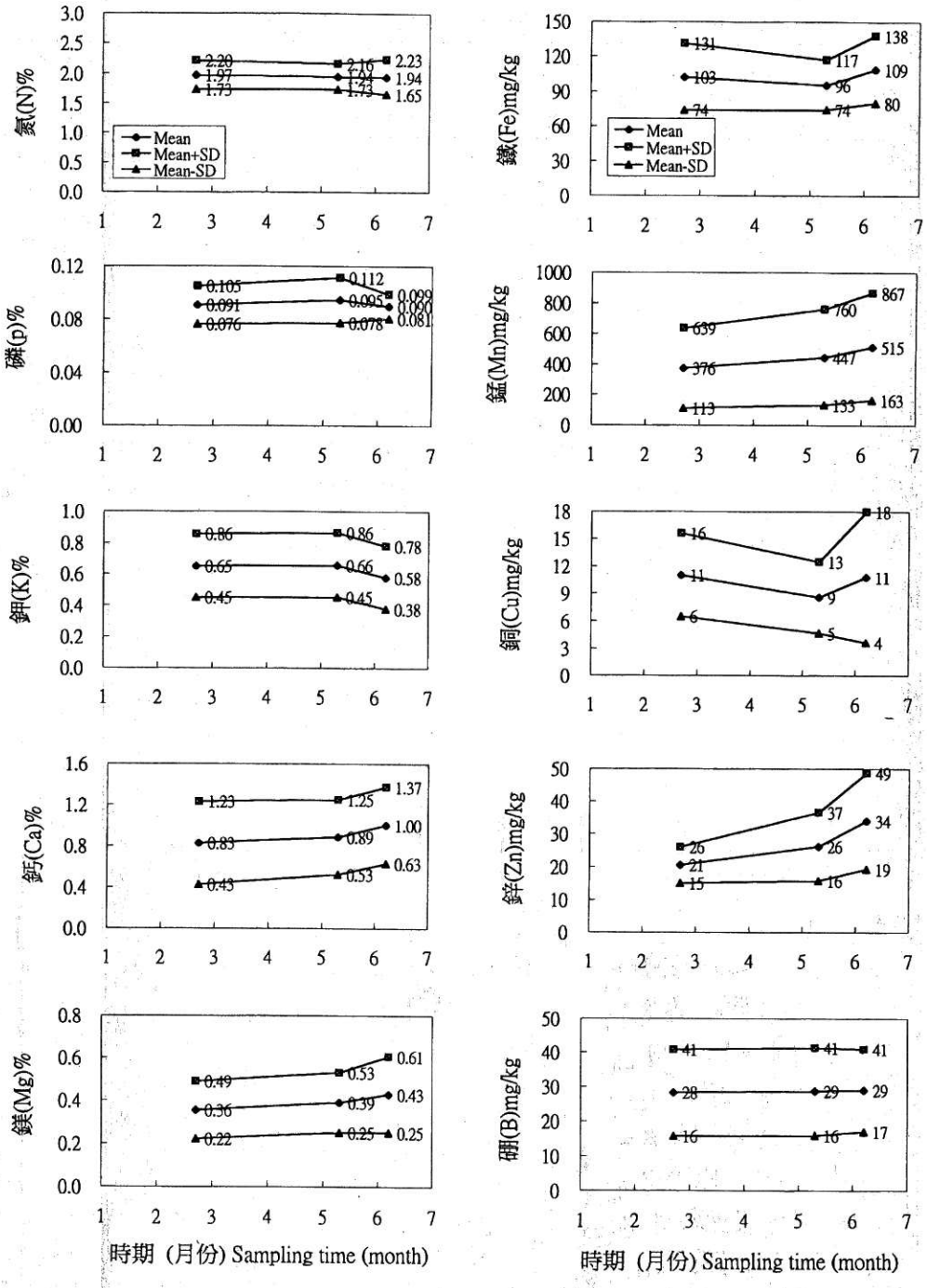


圖 2. 黑葉荔枝葉片養分季節性變化

Fig. 2. Seasonal pattern of leaf nutrients from anthesis to one month after fruit set.(cv.Haak Yip)

㈢葉片要素含量與荔枝產量之關係

試驗調查分別以果園(調查 2-3 株樹，求其平均值)及個別植株(19 果園計 55 株)爲觀測單位，尋求各種要素含量與收量、生育之關係。表 7 顯示 3 個採樣期中各園平均葉片氮含量均與收量呈負相關，其中以花期(2 月底-4 月初)採樣之相關最顯著(r=-0.711**)，而以 55 單株求得之相關從花期至著果後一個月漸不顯著。如圖 3 所示，在花期時葉片氮素含量若高於 1.90%以上，荔枝會因生長與抽梢旺盛，以致抽穗與結實劇減，而產量降低，依迴歸方程式求得最高產量 90%之葉片氮素範圍爲 1.50-1.90%，與張等[6]訂定之適宜範圍吻合。至於葉片磷含量則僅於花期與產量呈正的相關，似乎收量較高(60 公斤以上)的植株，其葉片磷含量大致高於 0.09%以上(圖 4)。但因本省中部荔枝園多屬強酸性土壤，其對磷之固定能力強，致降低磷肥之肥效或土壤磷之有效性。因調查園之葉片磷含量範圍低於 0.14%或 0.12%，可能爲葉片磷含量與收量呈正相關之原因。

表 7 亦顯示，葉片鎂含量與收量存有正相關的效應，而葉片鈣含量對收量的影響則與葉片鎂含量有近似的效應，惟花期葉片鈣含量與收量無顯著的關係，隨葉齡累增至謝花著果後(5 月)，葉片鈣含量才與收量呈正相關。由於葉片鎂含量隨著生育期或葉齡而累增，圖 5 顯示若花期葉片鎂含量於 0.30%以上，至謝花著果期與著果後一個月似乎皆可維持於 0.43%以上，而有利於中上收量(60 公斤)之獲得；圖 6 之葉片鈣含量如於謝花著果期及著果後一個月皆已累積達 0.90%以上，則可有較多數之植株之收量爲 60 公斤以上。葉片硼含量也有提昇收量的正相關關係(表 7 及圖 7)，許多產量中上(60 公斤以上)之植株，其花期之葉片硼含量常高達 25mgkg^{-1} 以上(圖 7)。綜合圖 5、6、7，顯示一般酸性土壤果園，鈣、鎂及硼(若葉片硼濃度低於 25mgkg^{-1})的補充將有利於荔枝之增產。

表 7. 荔枝葉片要素含量與產量之相關係數 r 值

Table 7. The correlation coefficients (r) of leaf nutrients related to lychee yield.

Nutrient	Sample size	Anthesis (Apr.)	Fruit set (May.)	One month after fruit set (Jun)
N	19 orchards	-0.711**	-0.557**	-0.509*
		(R^2=0.612**,二次式)	(R^2=0.460**,二次式)	(R^2=0.419**,二次式)
	55 plant	-0.438**	-0.287*	-0.218
p	55 plant	0.498**	0.221	-0.204
Mg	18 orchards	0.591**	0.741**	0.704**
	52 plant	0.561**	0.679**	0.644**
Ca	19 orchards	0.181	0.547**	0.690**
	55 plant	0.065	0.298*	0.431**
B	18 orchards	0.495*	0.574*	0.714**
	52 plant	0.543**	0.527**	0.612**
Zn	55 plant	0.202	0.159	0.374**

*,** significant difference at 5% and 1% levels, respectively.

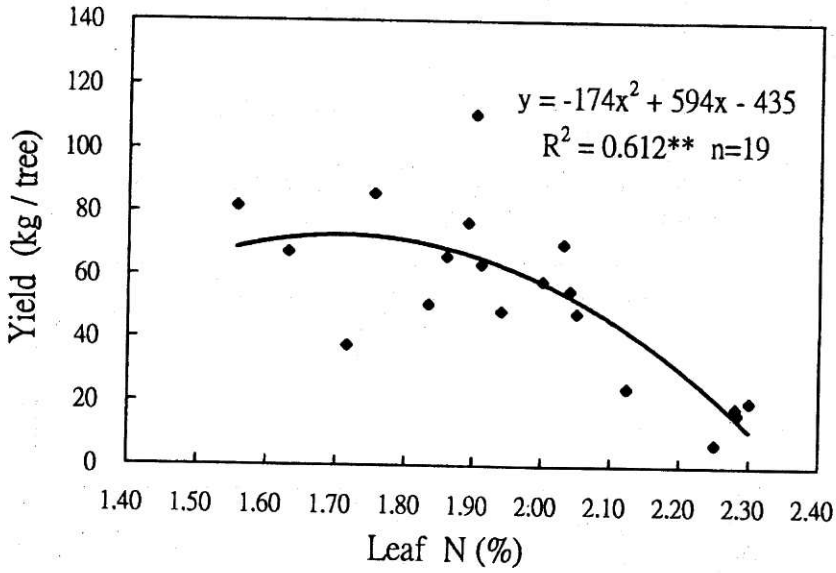


圖 3. 葉片氮濃度與收量之關係(花期，1997 年 2 月-4 月)

Fig.3. Effect of leaf N content on fruit yield of lychee. (anthesis,1997 Feb.-Apr.)

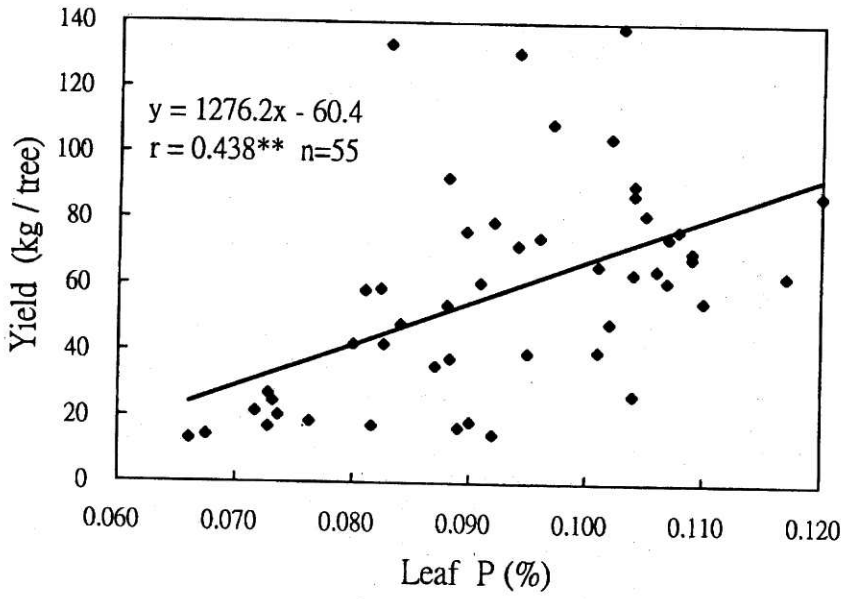


圖 4. 葉片磷濃度與收量之關係(花期 1997 年 2 月-4 月)

Fig.4. Effect of leaf P content on fruit yield of lychee. (anthesis,1997 Feb.-Apr.)

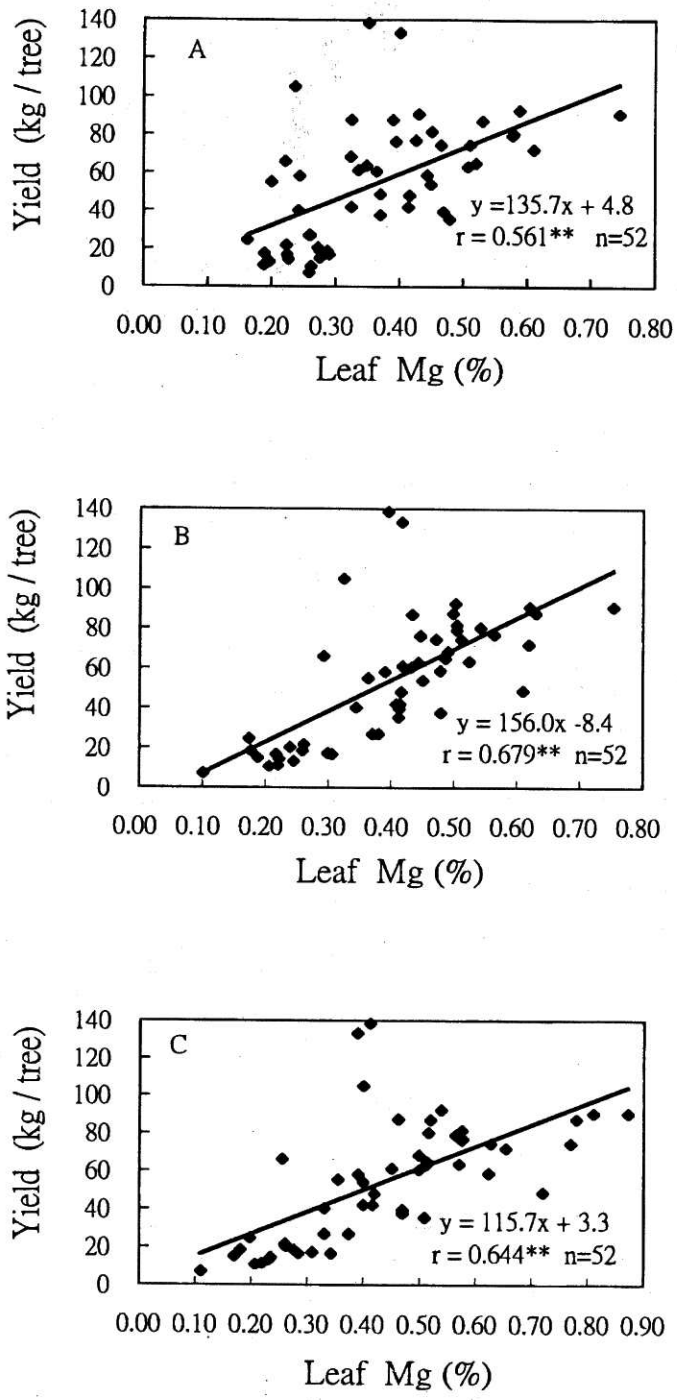


圖 5. 葉片鎂濃度與收量之關係(A：花期 1997 年 2-4 月，B：謝花小果期 5 月，C：著果後一個月 6 月)

Fig. 5. Effect of leaf Mg content on fruit yield of lychee.

(A：anthesis,1997 Feb.-Apr B： fruit set,May C：a month after fruit set,Jun.)

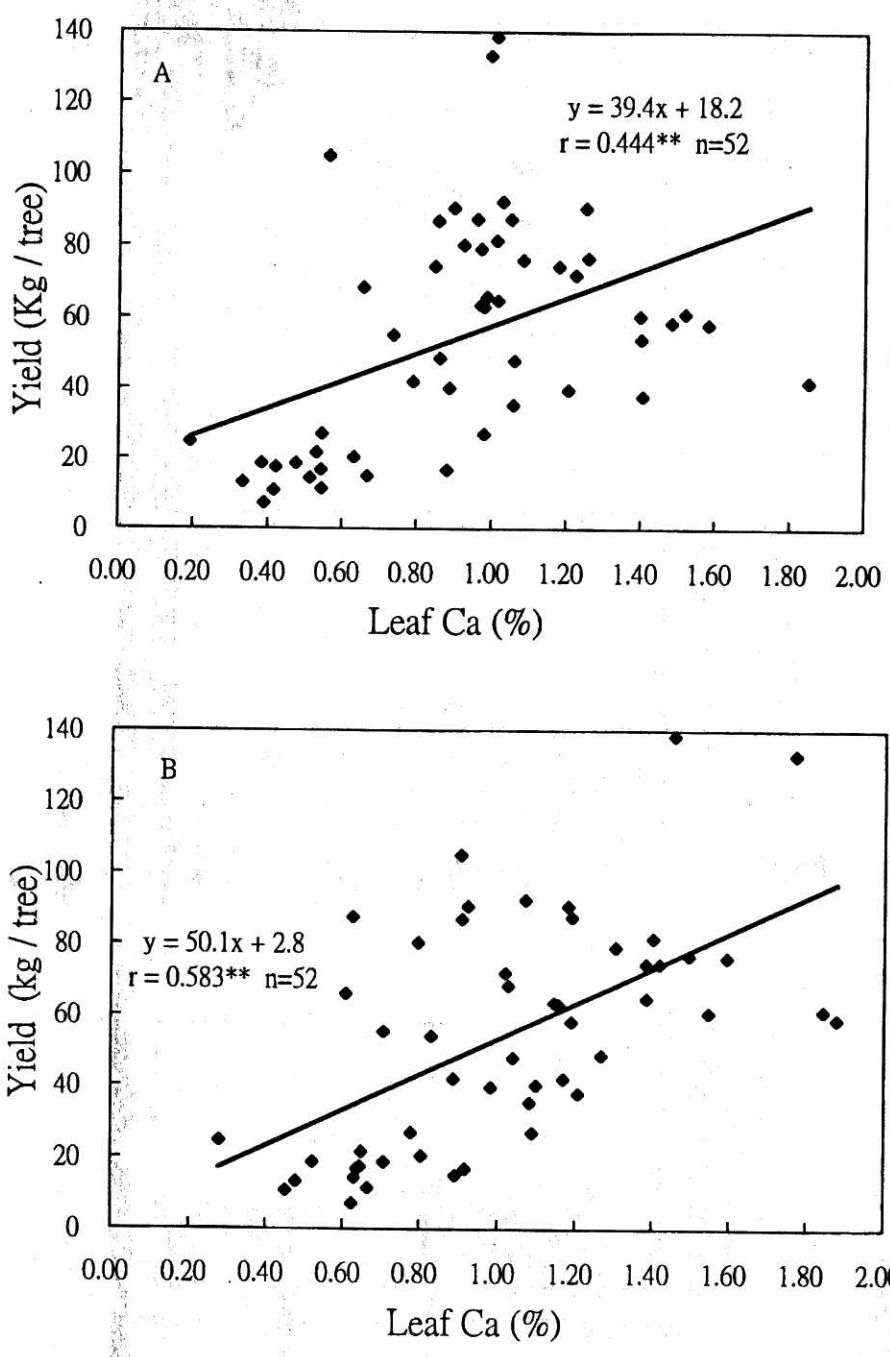


圖 6. 葉片鈣濃度與收量之關係(A：謝花著果 1997 年 5 月 B：著果後一個月 6 月)

Fig. 6. Effect of leaf Ca content on fruit yield of lychee.
(A : fruit set,1997 May B : a month after fruit set,Jun.)

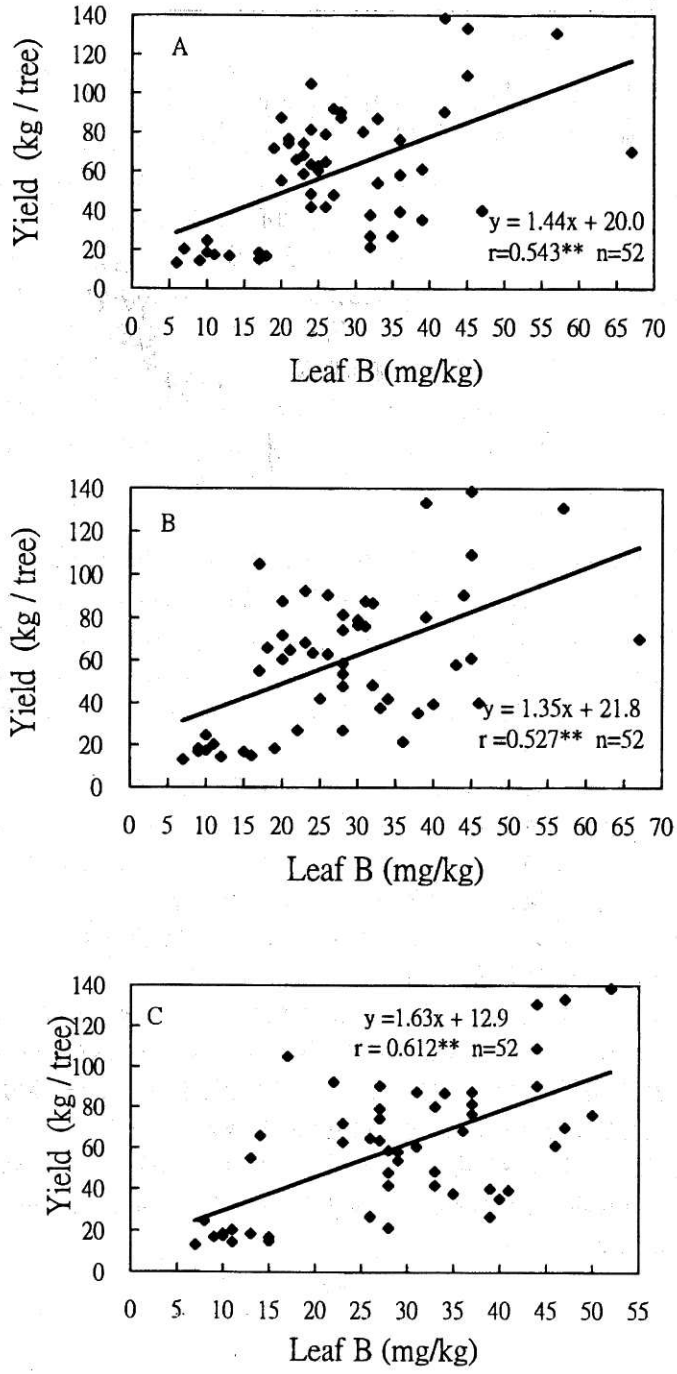


圖 7. 葉片硼濃度與收量之關係(A：花期 1997 年 2 月底-4 月初 B：謝花著果 5 月 C：著果後一個月 6 月)

Fig.7. Effect of leaf B content on fruit yield of lychee.(A : anthesis,1997 Feb.-Apr. B : fruit set,May. C : a month after fruit set, Jun.)

㈣葉片要素與荔枝營養之探討

1.大量要素 NPK 與荔枝營養之關係

據 Roy[26]之調查，收量與葉片氮素含量爲正相關，而本試驗調查結果則完全相反，此可能因本試驗葉片氮素含量範圍的下限均高於 1.48%以上，而已處於充足範圍之故，而由於奢侈吸收氮素的結果，可能使植株生長旺盛，秋冬繼續抽梢而延遲或無法進入花芽分化所需之休眠狀態，致無法順利抽穗與開花結果而降低收量[29]，若本調查園的葉片氮素濃度處於缺乏不足範圍，則可能與收量呈正相關。調查結果顯示荔枝葉片 N 含量與葉片 Mg 含量呈顯著負相關(表 8)，氮肥大量施用可能會抑制鎂的吸收量。葉片氮素含量過高不利於糖度與收量的現象及葉片氮與葉片鎂養分之負相關亦可見於柑桔[3,7]及葡萄[4]等果樹作物。本試驗葉片鉀含量與收量及果粒重或果實大小無明顯相關，然 Roy[26]等之報告，葉片鉀則與荔枝收量有正相關之關係，而 Zhuang[30]等於花期葉面噴施 0.3%KH_2PO_4 有減少落果與增加收量的作用。葉片鉀含量及葉面施鉀肥似有抑制冬梢萌發，促進休眠及開花之作用[12,21]。南非 Koen 等[17]指出荔枝葉片磷含量與收量相關性不大，且果實品質並不受磷供給之影響。本試驗調查的結果，三個採樣時期僅花期葉片磷含量與收量有正相關的關係(表 7)。

2.次要要素 Ca、Mg 營養與荔枝營養

荔枝葉片鎂含量與收量呈正相關之原因，固然可能是調查結果枝之氮、鎂葉片養分間的負相關或拮抗所致，然鎂對許多果樹之生產確有相當良好的效果，尤其對酸性土壤的果園具有其重要性；例如柑桔缺鎂果實糖度及品質均降低[7]，而葡萄的葉片鎂濃度與每果穗重及每果粒重呈正相關[4]。葉片鈣與收量呈正相關的原因，乃因鈣營養可強固細胞組織，爲果皮組織或發育之重要成分，果實吸收之鈣、鎂總量約有 50-60%分佈於果皮中[27]。

3.微量要素營養 B、Cu、Zn 與荔枝營養

葉片硼濃度對收量有促進之現象，其原因可能與開花結果有關。缺硼植株僅管樹體生長不受影響，但其花器易凋萎壞死，或花粉管減少萌長或減弱其活力，致結實不良而減收[14]。至於鋅對荔枝收量之影響，本試驗調查三個採樣期僅著果後一個月葉片鋅含量與收量呈正相關，花期及謝花著果則雖有正相關的趨勢，但未達 5%顯著水準。試驗調查之葉片 Cu 濃度雖低於澳州標準下限，然未發現缺 Cu 症狀。花期前後與果實發育期間微量要素硼、鋅等之葉面施用應可增加開花結實及減緩落果率[15,25,28]。

總之，果實發育需大量來自葉片及枝條之養分。據 Menzel[24] 研究荔枝之養分分配(partition)，指出果實所需之 N、P、K 養分量約爲開花結果前整株荔枝樹之 43-48%，所需 Ca、Mg 養分量則爲整株荔枝樹之 25%左右。就荔枝果樹生理的觀點，養分的移動係自葉片大量移往果實，若在開花後才施肥，可能無法及時補充與維持葉片養分濃度而供果實發育之用。基於施肥效率之增進，原則上易移動之要素如 N、P、K 宜及早於開花結實前施用，最好在採收後即施用，以增強樹體養分貯源，而不易移動之次要或微量元素或可於花期及果實發育過程中以葉面噴施來補充。

表 8. 荔枝葉片鎂與葉片氮及鈣含量之關係(19 園，55 株)

Table 8. The correlation coefficients (r) of leaf N and Ca related to leaf Mg (19 orchards，55 lychee trees)

Sampling time	Anthesis (Apr.)	Fruit set (May)	One month after fruit set (Jun.)
Leaf N and Mg	-0.635**	-0.383**	-0.454**
Leaf Ca and Mg	0.716**	0.637**	0.623**

*,** significant difference at 5% and 1% levels, respectively.

㈤荔枝葉片營養診斷技術之探討

前已述及土壤測定於營養診斷應用上之限制，藉葉片分析以診斷作物營養狀態，推測需肥料量或推薦肥培管理，係基於作物之生育量或收量、品質與葉片中要素濃度有特定之函數關係[3]。荔枝葉片乾物量雖僅佔植株總乾物量之 28%，然所有養分存聚量最多之器官爲葉片(約 40-60%)，其他小於 1cm 直徑之枝條(twig)存聚之養分量僅爲 5-15%，1-3cm 及 3-5cm 直徑之枝條(branch)則分別爲 15-20%，5-10%[24]。葉片可謂養分的最大匯池(pool or reservior)，因其爲代謝活躍而養分含量最高的器官，故爲最適合作診斷採樣之部位。葉片分析採樣期之訂定選擇原則爲(1)季節變化最小與穩定之生育期；(2)最能反應樹體營養狀態之生育期；(3)葉片養分對收量最有影響之生育期。採樣部位則以生育程度(葉齡)符合或接近於該生育期及易確認之部位爲原則。綜合㈡㈢的結果，花期的葉片氮及磷含量對收量有關鍵性之影響(相關r值最顯著)，且樹體養分於花期處於蓄積待果實發育直前之狀況，最能反應樹體養分狀態(nutrient status)，又花期至謝花著果養分季節變化頗平穩，故營養診斷採樣方法可訂爲以花期(包括始花，2-4 月)爲主，採花(果)穗下方成熟葉片供分析。

依據本營養調查之結果，綜合㈠㈡㈢㈣之討論，並參酌採樣方法(時期與部位)與本調查相同之張等(1986)的試驗結果與 Menzel 等之研究(1990)，修訂黑葉荔枝葉片養分濃度適宜範圍如表 9 所示。至於糯米糍因收量遠較黑葉不穩定，且調查園數不足，尚無法提出營養診斷葉片要素濃度適宜範圍。

表 9. 黑葉荔枝葉片分析值暫定標準(花期)

Table 9. Tentative leaf nutrient standard for Haak Yip lychee(sampled at anthesis).

(N)	(P)	(K)	(Ca)	(Mg)
		%		
1.50-1.90	0.12-0.27	0.70-1.00	0.60-1.00	0.30-0.50
(Fe)	(Mn)	(Cu)	(Zn)	(B)
		$mgkg^{-1}$		
50-100	100-250	10-25	15-30	25-60

誌　謝

本調查試驗承行政院農業委員會(計畫編號：87 科技-1.1 糧-10(2))及台灣省政府經費補助。謹致謝意。

引用文獻

1. 農林廳。1997。台灣農業年報，第 127 頁。
2. 豐年社。1995。台灣農家要覽，農作篇 II：第 39 頁。
3. 連深、張淑賢、黃維廷、吳婉麗。1989。柑桔營養診斷之基礎及應用現況。果園作物營養診斷應用研習會專輯，台灣省農業試驗所特刊 28 號，第 1-26 頁。
4. 黃維廷、張淑賢、吳婉麗、連深。1997。葡萄氮鉀素營養與果實收量、品質之關係研究。農林廳 85 年度土壤肥料試驗研究成果報告，第 1-25 頁。
5. 張淑賢。1981。本省現行植物分析法。作物需肥診斷技術，臺灣省農業試驗所特刊 13 號，第 53-59 頁。
6. 張淑賢、黃維廷、連深。1986。荔枝營養之季節性變化與肥培管理之研究。農林廳 75 年度土壤肥料試驗工作報告。
7. 張淑賢、黃維廷、連深、吳婉麗。1992。土壤及葉片營養診斷應用於柑桔園肥培管理之研究。農林廳 81 年度土壤肥料試驗報告，第 167-195 頁。
8. 張愛華。1981。本省現行土壤測定方法。作物需肥診斷技術，臺灣省農業試驗所特刊 13 號，第 9-36 頁。
9. 鄧永興。1978。荔枝營養季節性變化之研究。國科會第十五屆科技人員國內進修研究報告。
10. 羅瑞生、林順台。1981。荔枝三要素需要量試驗。農林廳 69 年度土壤肥料試驗報告，第 100-119 頁。
11. Anonymous, 1983. Plant tissue and water interpretation manual. Consolidated fertilizers, Brisbane. P328.
12. Banta,E.S. 1952. Behold the lychee. Am. Fruit grower. 72：10-13.
13. Cull,B.W. 1977. Report on overseas study tour. Queensl. Dep. Primary Ind. P1-92.
14. Hanson,E.J., and P.J.Breen. 1985. Effects of fall boron sprays and environmental factors on fruit set and boron accumulation in 'Italian' prune flowers.J.Am.Soc. Hortic.Sci.110：389-392.
15. Hoda,M.N., and N.B.Syamal. 1975. Effect of zinc and growth regulators on sex,fruit formation and abscission layer in litchi. Sci.Cult. 41：448-450.
16. Landon,J.R.1984. Booker tropical soil manual. Booker Agricultural International Limited. P134.
17. Koen,T.J., W. Langenegger, and G. Smart. 1981. Determination of the fertilizer requirements of litchi trees. Inf. Bull. Citrus Sub-Trop. Fruit Res. Inst. 103：9-12.
18. Koen,T.J., and G.Smart. 1983. Fertilization of litchis. citrus Sub-trop. Fruit Res. Inst. P1.
19. Kotur,S.L., and H.P.Singh. 1993. Leaf-sampling technique in litchi (Litchi chinensis). Indian Journal of Agricultural Sciences. 63(10)：632-638.
20. Menzel,C.M., M.L.Carseldine, and D.R. Simpson. 1987. The effect of leaf age on nutrient composition of non-fruting litchi (*Litchi Chinensis* sonn.).J. Hortic.Sci.62：273-279.
21. Menzel, C.M., and D.R.Simpson. 1987. Lychee nutrition：A review. Sciencia Horticulturae. 31：195-224.
22. Menzel, C.M., M.L Carseldine, and D.R.Simpson. 1988. The effect of fruiting status on nutrient composition of lichi (*Litchi chinensis* Sonn.) during the flowering and fruiting season. J.Hortic.Sci. 63(3)：547-556.
23. Menzel,C.M., and D.R.Simpson. 1990. Nutritional studies on lychee trees in subtropical Australia. Acta-Hortic. 275：581-585.
24. Menzel,C.M., D.K.Simpson, and G.F.Hayolou. 1992. Partitioning of nutrients in bearing lychee trees (*Litchi chinensis* Sonn.). Acta-Hortic. 321：535-540.
25. Pujari,M.M., and N.B.Syamal. 1977. The effect of foliar spray of growth substances and minor elements on fruit drop in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.).Proc.Bihar.Acad.Agric.Sci.25：27-30.
26. Roy,R.N., D.P.Rao, and S.K.Mukherjee. 1984. Orchard efficiency analysis of litchi. Indian J.Hortic.41：16-21.
27. Singh,M.P. 1952. Mineral composition of fruits of the litchi(*Litchi chinensis* Sonn.) and loquat(*Eriobotrya japonica* Lincll.).Indian J. Hortic. 9：53-58.
28. Verma,S.K.,B.P.Jain, and S.R.Das. 1980. Preliminary studies on the evaluation of the effect of growth substances with minor elements in controlling fruit drop in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) Haryana J. Hortic.Sci. 10：4-10.
29. Wada,K., and Y.Shinozaki. 1985. Flowering response in relation to C and N contents of pharbitis nil plants cultured in nitrogen-poor media. Plant Cell Physiol. 26：525-535.
30. Zhuang,W.,Y.Jinan, Z.Lin, R.Chen, and J.Chen. 1983. A resume of research conducted on the subject of how to promote fruit bearing in mature lychee trees. J.Fujian Agric. College. 12：297-305.

Nutrition Studies on Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) Orchards in Central Taiwan[1]

Wei-Tin Huang[2], Yuh-Ming Huang[3], Wei-Min Hsiang[2], Ming-Hui Chang[2], Mu-Lien Lin[2], Chong-Ho Wang[2] and Woan-Lih Wu[2]

Summary

The aims of this study were to establish the mehtod and the reference of nutrient diagnosis as guides for fertilization improvement in lychee orchards. Thirty farms located in central Taiwan were selected to survey the changes of nutrient contents of leaves and yields of cvs Haak Yip and No May Tsz, and of soil fertility during the growing season in 1997.Some nutrients' contents of leaves were significantly related to each other. Data revealed that the fruit yield of cv. Haak Yip was described well by nitrogen content in a quadratic relation and with the highest yield at 1.71% of nitrogen. Results also showed that the nitrogen content for most farms were higher than this value. According to the relationship the fruit yield will be guaranteed above 90% to maximum yield as nitrogen content of leaves remained at the range of 1.5% to 1.9% at anthesis stage. The fruit yield was related to contents of P, Mg, Ca, and B by first order at highly significant level, with correlation coefficients (r) at 0.498, 0.561, 0.444, and 0.543, respectively, for 52 observations. As the fruit yield 60 kg/tree expected, the nutrient content of P, Mg, Ca, and B should rise to 0.09%, 0.30%, 0.90%, and 25 $mgkg^{-1}$, respectively, by fertilizers applied. Most characters of soil fertility were low for soils determined, more than 85% of soil pH of surface soil samples was very strongly acid (pH<5.0), and exchangeable contents of Ca and Mg were lower than 500 $mgkg^{-1}$ and 50 $mgkg^{-1}$, respectively. The anthesis stage is the best period to sample matured leaves at the section followed the flowering section. The suggested criteria of nutrients of leaves at anthesis stage for Haak Yip are N, 1.60-1.90%; P,0.12-0.27%; Ca,0.60-1.00%; Mg,0.30-0.50%; Fe,50-100 $mgkg^{-1}$; Mn,100-250 $mgkg^{-1}$; Cu,10-25 $mgkg^{-1}$; Zn,15-30 $mgkg^{-1}$; and B,25-60 $mgkg^{-1}$.

Key Words : Lychee, Anthesis, Sampling method, Leaf nutrients standard, Nutrient diagnosis.

---

1. Contribution No. 1961 from Taiwan Agricultural Research Institute. This paper is part of the master thesis of senior anthor.
2. Respectively, Assistant, Associate Researcher, Assistant, Senior chemist and Head, Associate Researcher, Assistant, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichuang Taiwan, ROC.
3. Associate professor, Department of Soil and Environmental Science, National Chuang Hsing University,Taichuang,Taiwan, ROC.