

香蕉葉片分析採樣方法之研究---葉片與葉柄無機營養之比較及對氮、鉀肥之反應⁽¹⁾

Comparisons of Leaf Sampling Methods in Bananas with Reference to Blade and Petiole and Their Response to Nitrogen and Potassium

柯立祥⁽²⁾；陳美珍⁽³⁾；張春梅⁽³⁾

Lih-shang Ke ; Meei-jen Chen ; Chuen-mei Chang

摘要：香蕉葉片分析之適當採樣部位，由氮、磷、鉀三元素含量及對不同氮、鉀肥料變級之反應觀之，葉片較葉柄適於作為採樣組織。在本省，依國際標準採樣之 MEIR 法，以第 3 葉片中央約 10 公分寬近中肋部份之葉片(blade) 作為葉片分析採樣部位，可以適用。然觀之對肥料之反應，以第 1、2、3 葉片養分含量之平均值作為採樣分析之指標似較僅以單一葉片作為香蕉氮、磷、鉀營養狀況之指標為佳。

葉片間氮含量，以第 3 葉片最高，其次為第 2 及第 1 葉片；磷、鉀含量，則以第 1 葉片較高，其次為第 2、3 葉片。然葉片間氮、磷、鉀含量之差異，隨香蕉之生長發育而減少。在全生育期之養分變化，氮、磷、鉀三要素，均以幼年期含量最高，然後隨看香蕉生長發育而降低；在抽穗期之養分含量下降十分明顯。

在本省，以抽穗期作為香蕉營養診斷之採樣時期，似不適宜，仍待檢討。

(1)本研究承農發會資助(72-農建 2.2-產-03(07)，謹此致謝。

(2)(3)台灣香蕉研究所副研究員及助理員。Associate research fellow and assistants, Respectively.

Dept. of Plant Physiol. and Biochem., Taiwan Banana Research Institute, Pingtung, Taiwan.

前 言

植體分析(plant analysis)或植體診斷(plant diagnosis)乃是利用化學分析方法(或配合儀器分析)，測定植物體中無機養分含量之高低，以瞭解植物體之營養狀況，進而瞭解其所需養分之豐缺以及土壤養分之供應情形，供作調整田間合理施肥之參考與依據。由於利用植體分析(或配合土壤分析)於調整施肥較之僅由傳統田間肥料試驗結果所推薦之固定施肥方式來得實際、合理與科學化，因此，近年來此方面之研究與應用，甚受重視。

在香蕉，1933 年 Baillon 等人⁽¹²⁾，第一個利用此分析技術將香蕉植體詳細分析，然真正利用葉片分析與產量相關連者，則約在 30 年前始自牙買加(Jamaica)之 Hewitt⁽¹⁷⁾，首先提出，並謂香蕉抽穗時第 3 葉片之中央部位之養分含量，最能代表蕉株之營養狀況，奠定了香蕉葉片分析之取樣基礎。此後先後有 Murray⁽⁴¹⁾、Dumas⁽¹⁶⁾、Brzesowsky 和 Van Biesen⁽¹⁵⁾、Twyford 和 Coulter⁽⁴⁶⁾、Boland^(13,14)、Martin-prevel⁽³⁰⁻³⁹⁾、Turner 和 Barkus⁽⁴⁴⁾、Lahav⁽²¹⁻²⁸⁾、Messing⁽⁴⁰⁾ 及其他人員發表許多此方面之研究報告^(10,42,29)，討論香蕉葉片分析與適當之取樣(sampling)方法。有謂葉片(blade)適於作為採樣部位，亦有主張葉柄^(22,24,28)或中肋⁽¹⁹⁾或根⁽²³⁾較適於作為分析植物營養狀況之指標；有主張以第 1 葉片採樣分析⁽¹⁵⁾，亦有主張以第 2^(13,14)或第 3^(17,18)或第 4 葉片^(46,47)，甚至第 7 葉片之葉柄^(22,24,25)等等。至於採樣時期，有謂抽穗期採樣^(17,18)，亦有主張以採收期⁽¹⁶⁾或花芽分化期至抽穗前為採樣時期⁽⁴⁶⁾。由於取樣方法與時期等，互有差異，彼此間之分析結果差異甚大，難以相互比較。因此，1974 年，Martin-prevel⁽³⁵⁾，首先發起，並呼籲世界上所有參與香蕉植物營養之工作人員，共同建立一香蕉葉片分析標準取樣方法，以便彼此間之分析資料與結果可相互比較與印證。並於 1975 及 1978 年先後於加那利群島(Canary Island)及

澳洲召開第一、二屆國際香蕉葉片分析會議，討論香蕉葉片分析之取樣方法及有關營養之研究，並建議將取樣方法統一減至三種，即第 3 葉葉片(blade)或中肋(midrib)及第 7 葉片之葉柄(Petiole)^(27,28)。

在本省，香蕉營養與肥料之研究，以往均偏重於傳統之田間肥料試驗^(1~6,11)，有關香蕉植體分析之研究，特別是檢討植體分析之適當取樣方法(部位及時期)，以及在肥培管理之應用等等，似甚缺乏，且一般亦以鉀素為主^(10,20)。台灣香蕉研究所成立後，於 1977 年開始有關香蕉葉片分析及在肥培管理之應用等系列研究，一面藉國外之取樣方法與臨界標準，檢討本省高屏蕉區之香蕉營養狀況⁽⁹⁾，一面就國外之取樣方法，檢討其在臺灣應用之適用性^(7,8)。林木連氏⁽⁷⁾曾就本省外銷香蕉品種(仙人蕉、北蕉)、不同生長期、葉片內不同部位，不同抽穗期蕉株之第 3 葉片之養分含量加以檢討。林氏認為葉片 N、P、K 含量，在品種間並無差異，然季節顯著影響抽穗時之營養狀況。林與邱⁽⁸⁾並依三要素肥料試驗，認為香蕉抽穗期之葉片三要素臨界濃度，似可訂為 N 3.3%，P 0.21%，K 3.6%。惟上述試驗均以第 3 葉片為採樣分析部位。在本省，香蕉葉片分析之適當採樣葉片或部位，以及其對季節及外加肥料之反應如何，仍須檢討。

本研究之目的，乃參考國外目前常選用之葉片(第 2、3、4)葉片及葉柄(第 7 葉片)之取樣部位，探討新植香蕉在不同葉片及葉柄之養分含量，以及其在不同生長期對外加肥料(N,K)之反應，以瞭解本省香蕉葉片分析之適當採樣部位，供作葉片診斷及調整施肥之取樣分析依據。

材料與方法

本試驗供試香蕉品種為北蕉('Giant Cavendish')。71 年 5 月 20 日以吸芽苗(苗高約 1.0~1.2m)種植於屏東九如之臺灣香蕉研究所 C8 試驗園；行株距為 2.1 X 2.4m。

肥料處理，依 N、K 各四個變級(P 固定)，設計七種肥料處理組合，如表 1。N 肥採用尿素(含 N 46%)，K 肥用氯化鉀(含 K₂O, 60%)，P 肥用過磷酸鈣(含 P₂O₅, 18%)。肥料施用原則，依本所推薦施肥法，分五次施完。處理田間排列，採逢機完全區集設計(RCBD)三重複，每十區 12 株(不包含保護行)。田間管理按慣例施行。

表 1. 肥料處理組合

Table 1. Treatments of fertilizer.

Symbol	Fertilizer treatment	Fertilizer applied (g / plant / yr)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N ₂ P ₁ K ₃	0	50	480
2	N ₁ P ₁ K ₃	80	50	480
3	N ₂ P ₁ K ₃	160	50	480
4	N ₃ P ₁ K ₃	240	50	480
5	N ₂ P ₁ K ₀	160	50	0
6	N ₂ P ₁ K ₁	160	50	160
7	N ₂ P ₁ K ₂	160	50	320

葉片分析之取樣，每小區分固定採樣蕉株與非固定採樣蕉株兩種。全生育期共採樣三次，即種植後二個月之中蕉期(medium size stage)，8 月 21 日採，與種植後的四個月之大蕉期(large plant stage)，10 月 27 日採，及抽穗期。選定 3 株固定採樣蕉株，採樣部位，葉片是採中央部位約 10 cm 寬，近中肋二分之一部份(不包含中肋)；葉柄採靠近葉片 10cm 部份。每次採樣，包括採樣株之第 1、2、3 葉片(blade)及第 5、6、7 葉片之葉柄。三株採樣株之樣品，依不同採樣部位，分別合成一混合樣品。

樣品處理，係將採收後之樣品，攜回實驗室，立即以自來水充分洗滌乾淨，然後再以紗布拭乾，再以蒸餾水沖洗、拭乾，於 70°C 之送風式烘箱中乾燥之。乾燥之樣品再以磨粉機磨碎，存於具封口之塑膠袋中準備待分析之用。樣品分析前，先將樣品置於秤量瓶，於 105°C 烘箱中乾燥 2 小時，然後於乾燥冷卻、秤重、分析。分析項目包括 N、P、K 等元素。

結 果

一、試區土壤肥力狀況

本試驗之試區土壤，屬粘板岩沖積土，土壤質地屬壤土~坩質壤土；土壤呈微酸性反應，有效性磷含量豐富，交換性鉀含量不高，仍需補充(表 2)。

表 2. 試區試驗前土壤肥力狀況

Table 2. Soil characteristics of the orchard before the start of the trial.

Characteristics	Value		Analytical method
	Surface soil	Sub Soil	
Texture	L-SL	L-SL	Bouyoucos hydrometes method
pH	6.3	6.4	Glass electrode method(1:25)
Available P(ppm)	96.2	34.2	Brey's I method
Exchangeable K(ppm)	49.0	37.3	Flame photometric method

二、不同採樣部位之無機養分含量比較

1. 氮含量之比較：

對葉片 N 含量而言，由表 3 知，不論是哪個採樣時期或對外加 N 肥或 K 肥之處理，一般以第 3 葉片之 N 含量最高，其次為第 2 葉片，再其次為第 1 葉片，趨勢十分明顯。然就葉柄而言，一般 N 含量甚低，且葉柄間之差異與趨勢，不若葉片之規則與明顯。此外，就葉片 N 含量觀之，第 1~3 葉片之 N 含量，均隨著株齡之增加而明顯之降低。葉柄 N 含量之變化，則較不規則。

2. 磷含量之比較：

葉片 P 含量，以第 1 葉片最高，其次為第 2、3 葉片。葉柄，在第 5、6、7 葉片間，其 P 含量差異不甚規則。另就香蕉生長而言，生長初期(年幼期)之葉片 P 含量最高，然後隨著生長而降低，其變化趨勢類似於葉片 N 含量之變化。葉柄 P 含量亦有相同之趨勢。此外，平均葉片 P 含量均高於葉柄部份(表 3)。

表 3. 葉齡、取樣部位、生長期及肥料對葉片無機養分之影響

Table 3. Leaf mineral content as influenced by age, position, growth stage and fertilizer in banana plant (mean of 4 replicates).

mineral content (%)	Leaf sampled		Response to N fertilizer			Response to K fertilizer		
	Position	Age	Mediam size plant(8/21/'82)	Large plant (10/27/'82)	Shooting period	Mediam size plant(8/21/'82)	Large plant (10/27/'82)	Shooting period
N	Blade	I	3.87	3.08	3.00	3.89	3.14	2.72
		II	4.12	3.22	2.78	4.02	3.18	2.81
		III	4.34	3.33	2.83	4.27	3.28	3.12
	Petiole	V	0.83	0.74	0.66	0.74	0.73	0.64
		VI	0.80	0.70	0.70	0.75	0.79	0.73
		VII	0.79	0.68	0.75	0.82	0.68	0.74
		I	0.32	0.22	0.22	0.31	0.21	0.21
P	Blade	II	0.27	0.20	0.21	0.27	0.20	0.19
		III	0.26	0.19	0.21	0.25	0.20	0.20
		V	0.16	0.15	0.14	0.17	0.15	0.13
	Petiole	VI	0.17	0.16	0.11	0.18	0.16	0.12
		VII	0.18	0.15	0.13	0.21	0.18	0.12
		I	4.57	3.05	3.27	4.65	0.94	2.82
		II	4.26	2.79	2.79	4.38	3.03	2.82
K	Blade	III	4.08	2.81	2.76	4.20	2.93	2.80
		V	4.91	3.76	2.97	4.63	3.44	3.00
		VI	4.56	3.10	2.32	4.54	3.28	2.18
	Petiole	VII	4.30	3.08	2.95	4.14	3.26	2.70

Note 1. Blade of the inner half portion of both sides of the mid-rib in the centre of leaf, a 10 cm wide strip was sampled ; petiole of 10 cm length near leaf blade was taken.

2. Leaf age was indicated by leaf number counting down from the top of the plant, and the leaf I was the youngest unfurled leaf.

3. 鉀含量之比較：

K 含量，在葉片以第 1 葉片含量最高，其次為第 2、3 葉片。此趨勢類似於葉片 P 含量之變化。然在葉柄部位，其 K 含量平均高於葉片之 K 含量，特別是在抽穗前此趨勢尤為明顯。然香蕉抽穗後，則葉柄 K 含量，並不一定較葉片 K 含量為高(表 3)。在第 5、6、7 葉之葉柄間，彼此間葉柄 K 含量之差異，仍不若葉片間 K 含量差異之規則。就生長期而言，組織 K 含量，不論是葉片或葉柄，均以年幼期之含量最高，然後隨著香蕉之生長發育而下降，此趨勢與 N、P 之變化完全相似。

三、不同採樣部位之無機養分含量對外加肥料之反應

1. 組織 N 含量對 N、K 肥之反應：

對 N 肥之反應：就採樣部位而言，葉片 N 含量對 N 肥之反應較葉柄明顯與有規則(表 4)。亦即葉柄 N 含量對外加 N 肥之反應，不若葉片之靈敏。另就葉片而言，單株年施 N 量，在 0~160gm 之間，葉片 N 含量有隨 N 肥用量增加而提高之趨勢。N 施用量達 240gm，葉片 N 含量反有降低之趨勢。此趨勢在香蕉抽穗前之生長期更明顯。

表 4. 氮和鉀肥對葉片氮含量之影響

Table 4. Leaf nitrogen content as influenced by nitrogen and potassium fertilizer(mean of 3 replicates).

Growth stage and date of sampling	Fertilizer treatment	Blade N content(%)				Petiole N content(%)			
		Leaf I	Leaf II	Leaf III	Mean	Leaf V	Leaf VI	Leaf VII	Mean
Medium Size plant Aug. 21,1982	N ₀	3.19	3.60	4.43	3.74	0.87	0.80	0.74	0.80
	N ₁	4.09	5.16	3.46	4.24	0.87	0.82	0.86	0.85
	N ₂	4.42	4.31	4.95	4.56	0.73	0.80	0.78	0.77
	N ₃	3.78	3.39	4.52	3.90	0.86	0.79	0.77	0.81
Large plant Oct. 27,1982	N ₀	3.04	3.23	3.20	3.16	0.79	0.60	0.69	0.69
	N ₁	3.04	3.30	3.34	3.23	0.76	0.66	0.69	0.70
	N ₂	2.95	3.10	3.32	3.12	0.73	0.85	0.67	0.75
	N ₃	3.30	3.25	3.35	3.30	0.67	0.68	0.66	0.67
Shooting period	N ₀	2.98	2.05	2.23	2.42	0.73	0.58	-	0.66
	N ₁	-	3.09	3.06	3.08	0.69	0.73	0.94	0.79
	N ₂	2.84	2.82	2.94	2.87	0.58	0.68	0.67	0.63
	N ₃	3.19	3.15	3.09	3.14	0.65	0.79	0.68	0.71
Medium size plant Aug. 21,1982.	K ₀	3.02	3.45	4.34	3.60	0.67	0.68	0.80	0.72
	K ₁	3.59	4.16	3.55	3.77	0.81	0.76	0.82	0.80
	K ₂	4.51	4.16	4.23	4.30	0.75	0.77	0.86	0.79
	K ₃	4.42	4.31	4.95	4.56	0.73	0.80	0.78	0.77
Large plant Oct. 27,1982.	K ₀	3.11	3.29	3.16	3.19	0.78	0.65	0.53	0.65
	K ₁	3.18	3.08	3.36	3.21	0.73	0.75	0.79	0.76
	K ₂	3.32	3.25	3.26	3.28	0.69	0.92	0.72	0.78
	K ₃	2.95	3.10	3.32	3.12	0.73	0.85	0.67	0.75
Shooting Period	K ₀	1.98	2.93	2.99	2.63	0.73	-	0.71	0.72
	K ₁	2.10	2.10	3.13	2.44	0.63	0.69	0.78	0.70
	K ₂	3.23	3.38	3.41	3.34	0.63	0.83	0.83	0.76
	K ₃	2.84	2.82	2.94	2.87	0.58	0.68	0.63	0.63

對 K 肥之反應：一般而言，葉片 N 含量有隨著 K 肥之增加而提高之趨勢，特別是在年幼期之香蕉尤為明顯。然隨著株齡之增加，高 K 肥之施用(K₃處理)，似有降低葉片 N 含量之趨勢。對葉柄 N 含量而言，對外加 K 肥之反應，顯不若葉片之規律與明顯。

2. 組織 P 含量對 N、K 肥之反應：

對 N 肥之反應：不論是葉片或葉柄，一般而言，N 肥處理並無明顯之影響組織 P 含量，在 N 肥處理間並無明顯差異(表 5)。此外，不論是葉片或葉柄，一般以上位葉之 P 含量較高，且以生育初期之 P 含量較高。而葉片部份 P 含量更明顯高於葉柄部位。

表 5 . 氮和鉀肥對磷含量之影響

Table 5. Leaf phosphorus content as influenced by nitrogen and potassium fertilizer (mean of 3 replicates).

Growth stage and date of sampling	Fertilizer treatment	Blade P content(%)				Petiole P content(%)			
		Leaf I	Leaf II	Leaf III	Mean	Leaf V	Leaf VI	Leaf VII	Mean
	N ₀	0.33	0.28	0.26	0.29	0.20	0.17	0.16	0.18

Medium Size plant Aug. 21,1982	N ₁	0.30	0.27	0.26	0.28	0.16	0.17	0.21	0.18
	N ₂	0.32	0.27	0.27	0.29	0.15	0.15	0.18	0.16
	N ₃	0.32	0.26	0.24	0.27	0.13	0.18	0.17	0.16
Large plant Oct. 27,1982	N ₀	0.22	0.20	0.19	0.20	0.18	0.16	0.16	0.17
	N ₁	0.21	0.20	0.20	0.20	0.14	0.16	0.13	0.14
	N ₂	0.22	0.19	0.19	0.20	0.13	0.13	0.15	0.14
Shooting period	N ₃	0.22	0.20	0.19	0.20	0.14	0.19	0.15	0.16
	N ₀	0.22	0.22	0.18	0.21	0.17	0.13	-	0.15
	N ₁	-	0.21	0.21	0.21	0.14	0.13	0.13	0.18
Medium size plant Aug. 21,1982.	N ₂	0.22	0.21	0.19	0.21	0.11	0.07	0.09	0.09
	N ₃	0.23	0.21	0.24	0.23	0.13	0.09	0.08	0.13
	K ₀	0.28	0.28	0.24	0.27	0.19	0.20	0.22	0.20
Large plant Oct. 27,1982.	K ₁	0.31	0.27	0.24	0.27	0.17	0.22	0.23	0.21
	K ₂	0.32	0.24	0.25	0.27	0.16	0.16	0.20	0.17
	K ₃	0.32	0.27	0.27	0.29	0.15	0.15	0.18	0.16
Shooting period	K ₀	0.22	0.19	0.20	0.20	0.14	0.16	0.19	0.16
	K ₁	0.20	0.21	0.20	0.20	0.14	0.15	0.19	0.16
	K ₂	0.20	0.21	0.20	0.20	0.17	0.20	0.17	0.18
Shooting period	K ₃	0.22	0.19	0.19	0.20	0.13	0.13	0.15	0.14
	K ₀	0.18	0.20	0.20	0.19	0.15	-	0.12	0.14
	K ₁	0.16	0.15	0.20	0.17	0.14	0.14	0.14	0.14
Shooting period	K ₂	0.25	0.21	0.21	0.22	0.12	0.14	0.14	0.13
	K ₃	0.22	0.21	0.19	0.21	0.11	0.07	0.09	0.09

對 K 肥之反應：葉片或葉柄之 P 含量，對外加 K 肥之處理，並無影響，此趨勢與組織 P 含量對 N 肥之反應相似。

3.組織 K 含量對 N、K 肥之反應：

對 N 肥之反應：葉片 K 含量對 N 肥之反應，除不施 N 肥之處理外，一般而言，有隨著 N 肥之增加而提高之趨勢(表 6)。然 N 肥過量(N₃ 處理)，似有降低葉片 K 含量之趨勢，此趨勢尤以年幼期之香蕉更為明顯。在葉柄之 K 含量，平均雖高於葉片部份，然其對外加 N 肥之反應，似不若葉片之規則或明顯。但不論是葉片或葉柄，不施 N 肥似反有較少量施 N 肥之處理，提高組織 K 含量之趨勢。

對 K 肥之反應：一般而言，不論是葉片或葉柄，其組織 K 含量，有隨著 K 肥增施而提高之趨勢。惟三張葉片或葉柄 K 含量之平均值，對 K 肥之反應，較單一葉片或葉柄者為佳。

表 6.氮和鉀肥對葉片鉀含量之影響

Table 6. Leaf potassium content as influenced by nitrogen and potassium fertilizer(mean of 3 replicates).

Growth stage and date of sampling	Fertilizer treatment	Blade P content(%)				Petiole P content(%)			
		Leaf I	Leaf II	Leaf III	Mean	Leaf V	Leaf VI	Leaf VII	Mean
Medium Size plant Aug. 21,1982	N ₀	4.13	4.16	3.96	4.08	4.85	4.65	5.54	5.01
	N ₁	4.66	4.39	3.80	4.28	4.46	3.84	4.15	4.15
	N ₂	4.81	4.42	4.36	4.53	6.06	5.05	5.22	5.44
	N ₃	4.69	4.05	4.20	4.31	4.27	4.96	5.11	4.78
Large plant Oct. 27,1982	N ₀	3.07	2.89	2.98	2.98	4.06	3.79	4.15	4.00
	N ₁	2.88	2.50	2.50	2.63	4.25	3.50	3.89	3.88
	N ₂	3.20	2.75	2.75	2.90	3.45	3.71	3.97	3.71
	N ₃	3.04	3.02	3.00	3.02	3.29	3.68	3.69	3.55
Shooting	N ₀	3.43	2.33	2.38	2.71	4.13	5.76	-	4.95
	N ₁	-	2.45	2.50	2.48	2.08	2.13	1.45	1.89

period	N ₂	3.21	3.23	3.24	3.23	2.13	1.95	-	2.04
	N ₃	3.18	3.15	2.93	3.09	3.53	3.13	2.13	2.93
Medium size plant Aug. 21,1982.	K ₀	4.20	4.09	4.09	4.13	4.39	3.88	3.88	4.05
	K ₁	4.83	4.43	3.95	4.40	4.34	4.28	4.04	4.22
	K ₂	4.74	4.58	4.41	4.58	4.48	4.14	4.13	4.25
	K ₃	4.81	4.42	4.36	4.53	6.06	5.05	5.22	5.44
Large plant Oct. 27,1982.	K ₀	3.07	3.03	3.34	3.15	3.63	3.39	3.08	3.37
	K ₁	2.91	3.31	2.99	3.07	2.95	2.29	2.25	2.50
	K ₂	2.59	3.03	2.64	2.75	3.14	3.36	4.01	3.50
	K ₃	3.20	2.75	2.75	2.90	3.45	3.71	3.97	3.71
Shooting period	K ₀	-	2.98	2.84	2.91	2.63	-	0.80	1.72
	K ₁	2.33	2.08	2.25	2.22	2.60	2.33	1.38	2.10
	K ₂	2.93	3.00	2.88	2.94	3.00	2.68	1.95	2.54
	K ₃	3.21	3.23	3.24	3.23	2.13	1.95	3.08	2.39

討 論

香蕉植體分析，其結果受採樣器官、部位、年齡、品種、季節、根部四周之養分濃度、水分的影響甚鉅^(7,8,13,15,21,27,36,43,46)。因此，在利用葉片分析技術於香蕉營養診斷上，可靠正確之取樣技術(sampling technique)則十分重要，亦即為獲得正確診斷資料之先決條件，而代表性採樣組織或部位之決定，一般以具穩定性及高感性之葉片或部位作為取樣之代表組織或部位⁽¹⁰⁾。亦即在一定條件下，其分析值穩定，但對外界養分之變化則反應靈敏。Hewitt⁽¹⁷⁾，Boland^(13,14)，Twyford和Coulter⁽⁴⁶⁾等人，則以養分濃度最高之葉片作為葉片分析之代表取樣部位。

在本省，香蕉葉片診斷之適當取樣部位，由本試驗結果觀之，不論固定蕉株取樣或非固定蕉株取樣(資料未列)二者結果相似。就N而言，葉片N含量顯著高於葉柄，且更具規則性(表3)，加之，對外加肥料之反應，亦較葉柄靈敏(表4)。因此，以葉片(blade)作為香蕉取樣分析之部位顯較葉柄適宜。而在不同葉片間，一般以第3葉片之N含量最高，其次為第2、1葉片，此結果與Hewitt⁽¹⁷⁾之結果一致。但在Boland⁽¹³⁾，Turner和Barkus⁽⁴⁴⁾之結果則以第2葉片之N含量較高，而Twyford和Coulter⁽⁴⁶⁾之結果則在第2至第4葉片之間差異不明顯。在本省，若葉片分析取樣之原則，依前述之養分濃度最高之葉片，作為取樣葉片，則第3葉片較宜。惟對外加肥料之反應(表4)，第1、2、3葉片單一葉片之N含量對外加不同肥料變級處理之反應，偶與肥料變級不一致。此可能由於葉片著生方位(orientation)影響使然^(10,21,34)。惟若由第1~3葉片之N含量平均值觀之，則與外加肥料變級之反應良好。因此，若從植物營養與採樣代表性之觀點，以三張葉片之養分平均值作為N營養狀況之指標，似較僅依某單一葉片之養分濃度作為指標者，不易發生類似因著生方位造成養分變動所可能造成之誤判。

就P素而言，一般葉片之P含量亦明顯高於葉柄。葉片間則以第1葉片含量最高，然後依次下降，此結果與國外所發表之結果一致^(17,41,44,46)。在葉片間之差異，一般在中、小蕉期，第1葉片極明顯高於其他葉片，然隨著年齡之增加，葉片間之差異變小(表3)，對外加N、K肥之反應，似無影響(表5)。因此，就取樣之觀點，在中、小蕉期之香蕉，以第1葉片作為P素之採樣葉片較合宜，然在已花芽分化之大蕉株或抽穗期之香蕉，則第1~3葉片，似均可作為採樣之葉片。

對K素而言，一般以第1葉片K含量最高，其次2、3葉片，此與國外所分析之結果一致^(17,41,41,46)。而葉柄K含量，在抽穗前均明顯高於葉片，然至抽穗期，則K含量顯著下降，甚至低於葉片部份(表3)。此可能為具易移動性K素之發生向果實再轉移之故⁽²⁷⁾。至於葉片分析之適當採樣組織，葉片與葉柄，似均可作為採樣之組織。在國外，一般以葉片為採樣之組織，然以色列之Lahav氏則曾極力推薦第7葉片之葉柄作為K素營養之採樣分析部位^(22,24,25)，但1975年，第一、二屆國際香蕉葉片分析會議後，氏依所推薦之M.EIR方法(Method d'echa-ntillonnage internationale de reference)檢討第3葉片(blade)、中肋

(mid-rib)及第 7 葉之葉柄之無機營養濃度，則認為葉片與葉柄無差異^(26,28)。觀之本試驗之結果，三個葉片或葉柄K含量之平均，似更適於表現香蕉之K素營養狀況及對外界營養之關係。

全生育期香蕉營養之變化，N、P、K均以幼小期之濃度最高，然後隨著生長與年齡之增加而降低，在抽穗期則明顯下降。此趨勢與國外所分析之報告^(27,34,43,46)，以及國內林木連先生^(7,8)之結果一致。

從植物營養診斷之觀點，理想之取樣部位，理應根據無機元素之不同而有所差異。如Lahav⁽²³⁾則認為分析香蕉第 3 葉片(blade)以作為N、K狀況之指標並不適宜，根較葉片更適於作N之測定；而第 7 葉片之葉柄，則更適於作為香蕉K素狀況之指標^(22,24,25)、Garcia等人⁽¹⁹⁾則認為中肋比葉片更適於作為香蕉陽離子營養之參考。葉和賴氏⁽¹⁰⁾認為香蕉第 3 葉片基部，其高感性及穩定性，似較宜為K素狀況之研判根據。事實上，任何一種採樣技術，均無法對所有無機營養(元素)而言，均為最佳指標之採樣技術^(22,24,43)。因此，一般主張採樣技術必須維持彈性，而視待解決之問題而定^(27,24,43)。然在應用上，除了針對某特定元素，須特別考慮其最具代表性之取樣組織外，一般均概括以某一較適當之葉片或部位，作為全部或數種元素分析之代表取樣部位。亦因此，在國外，香蕉第 1 至第 4 葉片均有被選定為葉片診斷之採樣組織者^(13,14,15,16,17,18,46,47)。在牙買加，則以將抽穗前未抽穗蕉株(約 6 個月齡)，第 2 葉片左邊中央 60cm寬部份為採樣標準，並將此採樣方法在牙買加施行已近 25 年^(13,14)。在西印度群島(West Indies)之迎風群島(Windward Islands)，則以抽穗前二個月至抽穗間為採樣時期，以第 4 葉片中央部位為採樣標準⁽⁴⁶⁾。其他地區，則一般以第 3 葉片為採樣代表^(7,8,9,17,18,20,27,41,43)。由於香蕉葉片分析之採樣方法，各地不一，分析結果難以相互佐證或引用⁽³⁵⁻³⁸⁾。因此，在 1975 年及 1978 年之第一、二屆國際香蕉葉片分析研討會中，統一將採樣標準減為三個部位，包括第 3 葉片之中央部位、中央部位之中肋及第 7 葉片之葉柄。即所謂之國際標準取樣法，MEIR法⁽³⁵⁾。

在本省，自台灣香蕉研究所成立及開始研究香蕉營養近十年來，葉片分析一般即以MIEIR法之第 3 葉片中央近中肋部份為採樣標準^(7,8,9)，並未先加以檢討。然由本試驗之養分含量分佈及對外加N、K肥之反應觀之，在第 1~3 葉片及第 5~7 葉片之葉柄間，同時就N、P、K素而言，仍似第 3 葉片(blade)較適於作為採樣之部位，但若能以三張葉片之元素含量的平均值表之，似更理想。

至於採樣時期，在本省若仿國外大部份所採用者，以抽穗期為採樣時期，由本試驗結果顯示，在葉片間或處理間之養分濃度較不規則，且含量顯著降低。此除了抽穗期之差異外，採樣時正值低溫季節亦為重要影響因子之一。據在澳洲之新南威爾斯(New South Wales)之結果，夏、冬季節之第 3 葉片N含量，分別為 4%及 3%，相差高達 25%⁽⁴³⁾。因此，在本省，香蕉栽植，由於配合外銷季節，一般施行每年 3~6 月更新之栽培制度，若以抽穗期為採樣時期，由於正逢低溫季節，似非適宜時期。林木連先生亦有類似之看法^(7,8)。若仿效在牙買加⁽¹³⁾、西印度群島⁽⁴⁶⁾以及澳洲Turner⁽⁴⁵⁾等以花芽分化後而尚未抽穗之大蕉株(約 6(+)-1 個月齡)為採樣時期，則在本省尚未進入隆冬，似更適於作為採樣分析之時期。惟在本省，此期之營養狀況與香蕉產量之關係，則仍有待檢討。然據Ho⁽²⁰⁾之報告，高屏區九月下旬之葉片K含量與香蕉生長及產量之相關最好。由此觀之，採樣適當時期值得再檢討。此外，有關養分臨界濃度，國外已有不同無機元素之臨界濃度提出^(27,43)，然由於栽培制度及各種立地因子不同，仍須依養分濃度與產量及對外加肥料之相關性而確立適於本省之臨界濃度。雖林和邱⁽⁸⁾曾參考國外之標準並依三要素肥料試驗，擬定以抽穗期採樣之第 3 葉片 N、P、K 含量臨界濃度，但若適於本省之採樣時期再予檢討，則養分之濃度亦必須重新擬訂。

總之，香蕉葉片診斷技術，已被公認為瞭解營養豐缺及合理調整施肥之最佳方法，因此，在本省，有關葉片診斷之採樣、時期、臨界濃度…等，仍須參考國外之資料，積極建立適於本省香蕉產業之營養診斷方法。

參考文獻

- 1.朱長志 1956.鉀肥對香蕉生產效果之研究 中華農學會報 16:63~70.
- 2.朱慶國 1963.肥料三要素影響香蕉生長及果產之研究 嘉農試專刊 5:1~26.
- 3.朱慶國 1967.香蕉三要素肥料試驗 嘉農試專刊 10:1
- 4.朱慶國 1967.氮鉀肥料對於平地香蕉產量品質影響之研究 嘉農試專刊 10:2~4.
- 5.朱慶國 1967.不同種氮素肥料對香蕉之肥效試驗 嘉農試專刊 10:4~6.
- 6.朱慶國 1968.香蕉階段栽培與肥料效應之研究 中國園藝 14(1,2):49~70.
- 7.林木連 1977.香蕉施肥與葉片營養診斷研究(一)不同品種、葉片內不同部位及不同生長期對葉片無機營養影響之研究 中國園藝 23(5):265~72.
- 8.林木連、邱再發 1980.肥料三要素對香蕉之產量、生育及葉片養分含量之影響 香蕉研究彙報 1:52~59.
- 9.林木連、侯良財、戴奇協、陳美珍、馮緞圓 1980.旗山、里港蕉區土壤及葉片營養狀況 香蕉研究彙報 2:26~35.
- 10.葉育元、賴宏輝 1973.香蕉鉀素營養狀況之研究 中國園藝 19(3):123~30.
- 11.潘康亞 1963.香蕉應用尿素施肥之研究 中華農學會報 44:68~78.
12. Baillon, A.F., E. Holmes, and A.H. Lewis. 1933. The composition of, and nutrient uptake by the banana plant with special reference to the Canaries. Trop. Agric. Trin.,10:139~144.
13. Boland, D.E. 1960. "Report of analyst." A.R. Ban. Board Res. Dept. Jamaica, pp. 15~18.
14. Boland, D.E. 1980. Some aspects of banana leaf analysis in Jamaica. Fruits 35:355~360.
15. Brzesowsky, W.J. and J. Van Biesen. 1962. Foliar analysis in experimentally grown "Lacatan" bananas in relation to leaf production and bunch weight. Neth. J. Agric. Sci 10:118~126.
16. Dumas, J. 1958. Determination d'une feuille-origine pour l'etude des bananiers cultives. Fruits 13:211~224.
17. Hewitt, C.W. 1955. Leaf analysis as a guide to the nutrition of bananas. Emp. J. Exp. Agr.23:11~16.
18. Hewitt, C.W. and R.E. Osborne. 1962. Further field studies on leaf analysis of "Lacatan" bananas as a guide to the nutrition of the plant. Emp. J. Exp. Agric 30:249~256.
19. Garcia, V. E. Fernandez Caldas., A. Diaz and J.J. Brave. 1977. Analisis foliar del platano en dos fases de su floracion. Fruits 32:525~534.
20. Ho, C.T.1969. Study on correlation of banana fruit yield with leaf potassium content. Ferilite' No 33:19~29.
21. Lahav, E.1972. Facteurs influencant la teneur en potassium dans la troisieme feuille du rejet de bananier. Fruits 27:585~590.
22. Lahav, E.1972. Le role de l'analyse des parties de la plante pour determiner le niveau potassique du bananier. Fruits 27:855~864.
23. Lahav, E.1973. Effects and interactions of manure and fertilizers in a banana plantation. Israel J. Agric. Res. 23(2):45~57.
24. Lahav, E.1977. L'aptitude de l'echantillonnage du petiole a la determination des teneurs en mineraux du bananier. Fruits 32:297~307.
25. Lahav, E.1977. Effect of manure and fertilizer treatments on cv. 'Williams Hybrid' banana and its mineral content. Trop. Agric. Trin. 54:112~118.
26. Lahav, E.1981. The effects of organic manure, KNO₃ and poly-feed on the nutritional balance of a banana plantation under drip irrigation. Fruits 36:209~216.

27. Lahav, E.1983. Fertilizing for high yield banana. IPI-Bulletin 7,62pp.
28. Lahav, E.,M. Baraket and D. Zamet.1981. The suitability of the blade, vein and petiole for determination of nutrients in the banana sucker; Fruits 36(7,8):417~420.
29. Langenegger, W.and S.F.Du Plessis. 1977.The determination of the nutritional status of. 'Dwarf Cavendish' bananas in South Africa. Fruits 32:711~724.
30. Martin-prevel, P.1964. Echantillonnage on bananeraies on vue du diagnostic foliaire. R.A.IRFA, doc. n°3,10p.
31. Martin-prevel, P.1964. Application du diagnostic foliaire pour les plantations de Cote d'Ivoire 1962~1964. R.A.IRFA, doc.n° 79,26p.
32. Martin-prevel, P.1964. Application du diagnostic foliaire dans. les plantations aux Antilles 1962~1963. R.A.IRFA, doc.n° 85,20p.
33. Martin-prevel, P.1964. Nutrient elements in the banana plant and fruit. Fertilité 22:1~14.
34. Martin-prevel, P.,J.J.Lacoeuilhe and J. Marchal. 1969. Orientations do diagnostic foliare du bananier.fruits 24(3):153~161.
35. Martin-prevel, P.1974. Les méthodes d'échantillonnage pour l'analyse foliaire du. Bananien: re'sultats d'une enquete international et propositions en vue d'une re'fe'rence commune. Fruits 29:583~588.
36. Martin-prevel, P.1977. Echantillonnage du bananier pour l'analyse foliaire: Consequences des diffe'rences de techniques. Fruits 32:151~166.
37. Martin-prevel, P.1980. La nutrition mine'rale du bananier dans le monde. Premiere partie. Fruits 35:503~518.
38. Martin-prevel, P,1980. La nutrition mine'rale du bananier dans le monde. Deuxieme partie. Fruits 35:583~593.
39. Martin-prevei, P.,J.J.Lacoeuilhe and J. Marchal. 1969. Orientations du diagnostic foliaire du bananier. Fruits 24:153~161.
40. Messing, J.H.L. 1978. A comparison of diagnostic sampling methods in bananas. Fruits.33:167~181.
41. Murray, D.B. 1960. The effect of deficiencies of the major nutrients and leaf analysis of the banana. Trop Agric.37(2):97~106.
42. Shawky, I.,Z. Zidan and M. Riad. 1974. The distribution of N,P. and K parts of the banana leaf during its life.Egypt. J. Hort.1:73~77.
43. Turner, D.W.1971. Leaf analysis and banana nutrition. N.S.W. Dept. report, 16p.
44. Turner, D.W. and B.Barkus. 1977. A comparison of leaf sampling bananas. Fruits 32:725~730.
45. Turner, D.W.1980. Some factors related to yield components relation to sampling to assess nutrient status. Fruits 35:19~23.
46. Twyford, I.T, and J.K. Coulter.1964. Foliar diagnosis in banana fertilizer trials. Plant Anal. and Fert. Problems, IV,pp.357~370.
47. Twyford, I.T.and D. Walmsley.1974. The mineral composition banana plant II. The concentration of mineral constituents. Plant and Soil 41:459~470.

Summary

The effect of nitrogen and potassinm fertliizer on the N,P and K content in leaf blade and petiole in varions growing stages were analyzed.

The blade sample gave a better indication of nitrogen, phosphorus and potassium status of banana plant than petiole as affected by fertilization. The international reference method (MEIR), in which a 10 cm wide strip was taken for analysis from the centre of the third youngest leaf consisting of the inner half portion of both sides of the mid-rib, had been practiced for years in Taiwan, but the results of this study indicated that the average of nutrient concentration in leaf I, II and III seems more reliable as an indicator of nutritional status of banana plant than the data taken from single leaf only.

Analysis of concentration of nitrogen, phosphorus and potassium in leaves of different age revealed, that the leaf I (counting down from the top of the plant) had the highest phosphorus and potassium content while leaf III had the highest nitrogen content. The difference of nutrient concentration among leaves became narrow as plant aged. The nitrogen, phosphorus and potassium content in the leaf varies with the age of plant, all being highest at young stage, then decreasing with the plant ages, and reaching the lowest level in the shooting period.

Leaf sampling for nutrient analysis at shooting period, as suggested by the MEIR method, appears to be unsuitable in Taiwan. The optimum stage for leaf sampling in Taiwan remains to be studied.