特殊有機質肥料(泥炭及腐植酸)之功效

楊秋忠[1] 陳立夫[2]

摘要：有機質肥料的種類甚多，主要是所含有機質材及分解程度不同而有所差別，自然界的有機質來源不外乎是植物、動物及微生物，其所含成分即有所差異，若再經堆集或分解及其過程中的變化腐植程度，使得有機質肥料中的成分變爲更複雜。其中泥炭是自然中千百年所堆積而成的有機質材，泥炭成分中又有可萃取之物質，如腐植酸及多胺。

泥炭是依不同植物體在不同環境下，經千百年堆積成不同的特性，如泥炭土及泥炭苔在物理化學特性上就有差別，泥炭土不易分解，主要是增加土壤有機質含量最佳的材料，視爲土壤改良最長效的有機質。腐植酸及黃酸是由泥炭中鹼性萃取物，生物分析結果顯示不同濃度(200～2000 mgL^{-1}) 對萵苣幼根之增長率爲 23％至 49％，對幼莖之增長率則介於 5％至 64％，腐植酸對萵苣幼根的促進遠大於黃酸，但黃酸促進萵苣幼莖則略大於腐植酸之作用。來自埔里泥炭土與土壤 (埔心、朴子及大村) 所萃取出並經純化的腐植酸，對萵苣幼根的促進作用甚於幼莖。腐植酸能促進植物生長之機制，至今尚未明確，本研究中首次發現腐植酸中含有 polyamines 之植物賀爾蒙，putrescine, spermidine 及 spermine ，是主要的證實物質，可促進植物生長的功效。

關鍵字：泥炭、鹼性萃取物、類似荷爾蒙活性、多胺類。

前　言

台灣位於亞熱帶－熱帶區，高溫多雨，土壤有機質分解很快，農田的土壤有機質含量普遍偏低，據過去調查土壤有機質含量在2%以下者，約佔耕地面積65%[1]，除農田外經開墾多年的山坡地的有機質含量更爲嚴重偏低，尤其是果園的底土(約15公分以下)，幾乎都在1%左右或更低。因此，爲了改善土壤的物理、化學及生物性質，施用有機質肥料是最有效改善土壤的方法。

有機肥料的種類很多，分解的速度差異很大，一般有機質肥料很難長久存留在土壤中，因爲大部份的有機質肥料在一年中將被分解用盡，而能存留的部份實在太少，於是年年都需要大量施用有機質肥料。但是，泥炭則與一般易分解的有機質肥料大不相同，因爲泥炭是古代草木歷經幾千萬年的作用，形成較不易分解的天然泥炭，其性質如表一所示。泥炭是全世界最廣泛最重要的有機質培養材料，早在18世紀就已被用在蔬菜及植物生產上，也有相當多的研究，其優點大致可歸納如下[2]：

1. 比較能抗微生物分解，是所有有機固態肥料之冠，是一種長的固態土壤改良劑。

[1] 國立中興大學土壤環境科學系教授兼系主任
[2] 國立中興大學土壤環境科學系研究生

2. 陽離子交換能量是保肥力的最佳指標，泥炭的陽離子交換能量很高，約在121～244 meq/100 g (pH7)，可供緩效氮及磷的有機肥料。
3. 疏鬆的性質可使土壤通氣及滲水性改善，具有良好的保水力。
4. 含有豐富的天然營養分，包括各種植物所需之大量、中量及微量元素 (鐵、錳、銅、鋅等) 及有機物質 (腐植酸、黃酸、腐植膠、胺基酸、醣類等等)，除植物的營養分外，可能尚含有所謂之類似賀爾蒙及保健物質，此有待研究。此外，因泥炭中含有頗高量腐植酸，目前市售腐植酸肥料主要是由泥炭中萃取，其分解速度較慢，也是天然有機肥料之冠。

腐植酸具有溶於鹼，但不溶於酸 (<pH2) 的特性[3]。腐植酸肥料便是依此特性來製備，市售腐植酸依其產品型態大致可分爲固態及液態兩種，固態者大部分爲腐植酸之固態粉末(或粒狀者)，其爲腐植酸納(Na-humate)或腐植酸鉀(K-humate)，完全依其從含腐植質材質萃取時，所採用之萃取劑而異。如以NaOH溶液萃取時，其萃取得之腐植酸爲腐植酸納；如以KOH溶液萃取時，其萃取得之腐植酸爲腐植酸鉀。

諸多的研究證實腐植質會直接影響植物的生理代謝過程，如呼吸作用、核酸合成、及離子吸收等[4,5,6,7]。腐植質可能直接影響植物細胞代謝的過程如圖一所示。

腐植酸是土壤腐植質中主要的萃取成分，其構造是由一複雜的芳香性巨形分子在聯結一些胺基酸類、胺醣類、胜類、脂肪酸類或其他脂肪類化合物[8,9,10,11]。許多文獻指出腐植酸可明顯促進植物生長，其刺激的效應與生長素(auxins)、激勃素(gibberellin)、及細胞動素(cytokinin)的活性類似[12,13,14,15]。

Smidova[16]探討腐植酸鈉對冬小麥之種子對水分之吸收及萌芽的影響，結果顯示腐植酸鈉的濃度爲100mgL^{-1}時，可促進冬小麥種子的水分吸收能力，呼吸速率及萌芽率。腐植酸鈉的促進萌芽是由於促進種子組織之酵素活性，近年來有關酵素與腐植質間之相互關係亦有深入的研究[17,18,19,20]。Lee與Bartlett[21]的報告指出，作物栽培於至多含85mgL^{-1}腐植酸鈉的養液時，腐植酸鈉會促進作物對磷的攝取，養液腐植酸鈉的濃度超過85mgL^{-1}時，作物之產量會減少，但是腐植酸鈉仍促進作物對磷的攝取。作物以添加腐植酸鈉的土壤栽培時，亦得到相同之結果。

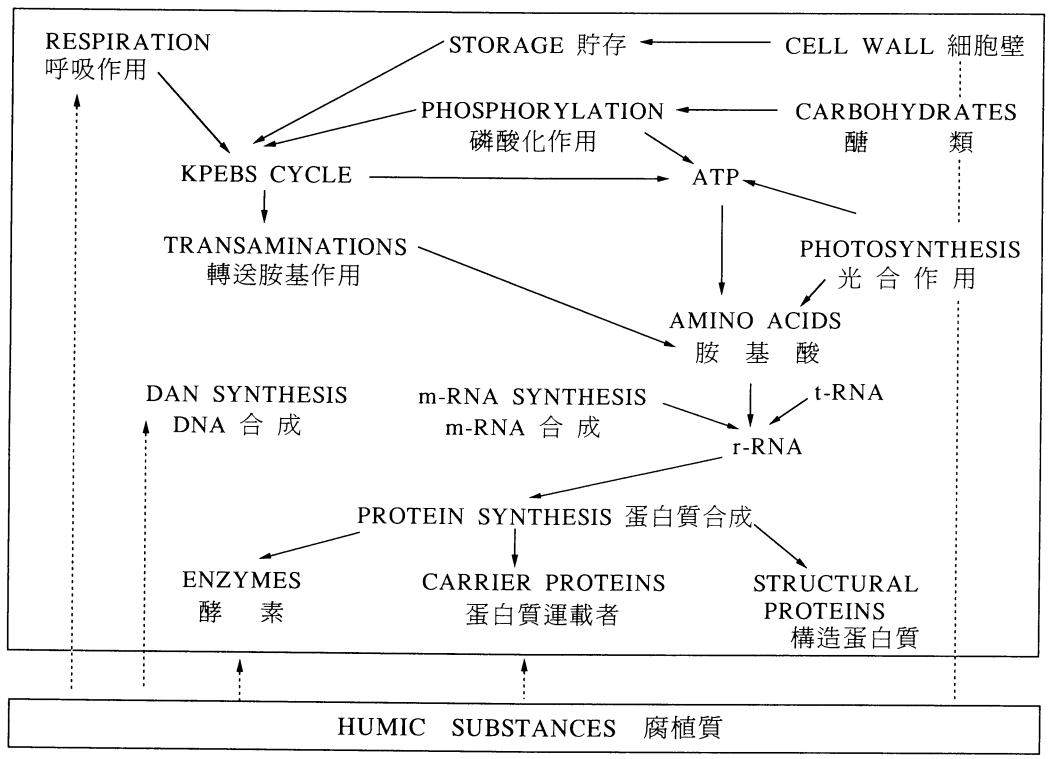
此外，腐植質中的另一重要成分爲黃酸，其陽離子交換能量及螯合活度超過腐植酸，唯其含量較低，在水溶液中性質變異大，有關其對植物生長影響之研究，尚不普遍。Fuhr與Sauerback[22]的研究指出攝取移動至植株莖的黃酸量多於腐植酸者。Rauthan與Schnitzer[23]將小黃瓜種植於至多含2000mgL^{-1}黃酸的Hoagland養液，研究結果指出黃酸處理促進植株莖之氮、磷、鉀、鈣及鎂含量的增加，以及植株根氮含量之增加；在黃酸濃度100至300mgL^{-1}時，植株對這些元素有最大的攝取量，並且植株亦有最大的生長量。Vaughan與Ord[24]將豌豆之切根培養於腐植酸及黃酸溶液，研究結果指出切根吸收之黃酸量對腐植酸量之比例隨培育時間之增加而增加，此結果因此指出植物根較易攝取吸收低分子量的腐植化物質。渠等之研究亦指出，低分子量之腐植酸部分可爲植物根主動及被動吸收，但是分子量>5000 daltons的腐植酸僅能經由被動吸收之過程爲植物所攝取吸收。

本研究乃以不同液劑萃取泥炭中之腐植質，並以不同濃度進行生物分析，測試其對植物之功效。另由三種土壤萃取腐植酸，除進行生物分析外，並進一步鑑定其促進植物生長的機制。

表一、常見泥炭的成分及性質

Table 1. The compositions and characteristics of common peat soil.

性　　質	平 均	範 圍
含碳量（%）	50. 69	46. 7～54. 9
碳/氮比	45. 64	15. 4～99. 2
礦物質（%）	3. 70	0. 3～8. 9
鈣（毫克/克）	6. 92	1. 0～15. 0
總糖量（毫克/克）	35. 50	13. 8～81. 3
酸鹼值	3. 76	3. 0～5. 2
陽離子交換能力 (毫當量/100克)	148. 50	121. 0～224. 0
密度（克/立方毫米）	0. 11	0. 064～0. 195
保水力（%）	616. 10	366. 0～937. 0
初期分解率 (每天之分解碳量，百萬分之一)	124. 80	59. 8～319. 2
後期分解率（同上單位）	55. 10	22. 3～207. 8



圖一、腐植質可能直接影響植物細胞代謝的簡圖

Fig. 1. Scheme of the possible way that humic substances affect the metabolism of plant cell

材料與方法

一、泥炭中鹼性萃取物對萵苣生長之影響

1.腐植質的萃取

取定量泥炭分別加入0.1M NaOH 及0.1M KOH (1:10)，在往復式振盪器(270 rpm)上振盪4 hrs，然後在12000g下，離心30 min，上清液，則以 6 M HCl 迅速酸化至pH=1，靜置過夜。上部液則爲黃酸，下部沉澱物則爲腐植酸，分別再濃縮乾燥並保存於乾燥器內待測。另配置0.1 M $Ca(OH)_2$ 萃取劑，並與前述萃取劑再由泥炭中萃取腐植質，先測出萃取液中腐植質(HA＋FA) 含量，並製備成一系列濃度進行生物分析。

2.生物分析

經濃縮乾燥的固態腐植質分別配成50, 300, 500 mgL^{-1}溶液。而液態腐植質則分別配成50, 100, 200, 500, 1000, 2000 mgL^{-1}溶液(0.1 M NaOH, 0.1M KOH , 及0.1 M $Ca(OH)_2$ 萃取液之腐植質含量依次爲1.26, 1.63, 及0.083%)。生物分析的方法[25]則以萵苣種子(Lactuca sative var. Salina)爲試驗材料，各施以四重複，其步驟：

(1)取Whattman No.1濾紙裁成5×5公分，浸泡在0.2%之草酸溶液(oxalic acid)中，經24小時後以蒸餾水漂洗數次，風乾備用。

(2)在直徑9公分之培養皿中置入一張步驟1製備好之濾紙，取1 ml待測溶液均勻滴注於濾紙上。

(3)於濾紙上置入經浸泡1小時的萵苣種子12粒，在生長箱27℃下孵育72小時後，取10株，測其幼莖及幼根之長度。

將各處理對萵苣種子萌芽生長之影響與對照組比較，以增長百分率表示其對植物生長促進之功效。

二、腐植酸中荷爾蒙成分的分離與鑑定

本試驗選取一種泥炭(埔里)及三種不同母質土壤(埔心，屬紅壤；大村，屬粘板岩沖積土；朴子，屬砂頁岩沖積土)，其腐植酸則依據國際腐植質學會(International Humic Substances Society; IHSS) 建議的方法[26]萃取並純化之。經純化的腐植酸先根據上法進行生物分析，製備濃度爲 100 mgL^{-1}，pH 則控制爲8 ，對照組以去離子水爲之，分析資料則利用 Duncan's multiple range test 進行統計分析。

腐植酸中多胺類的分析則根據 Smith 和 Davies[27]所述的方法進行。腐植酸與 0.2N $HClO_4$ (100 mg/ml acid)於離心管中混勻，並加入雙胺己烷(hexanediamine)(1 μ mol/g HA) 當內標準用，再二甲胺基奈磺醯化，作螢光標定。經螢光標定的多胺類則由高效能液態層析法(HPLC)分離鑑定：分離管柱爲Merck 5073，Lichrospher 100 逆相C_{18}管柱；流洗液於23分鐘內以60%至95%之甲醇梯度流洗完成；螢光分光光度計激發波長365 nm，放射波長510 nm。

結果與討論

泥炭是由不同植物族群在不同環境下，經一段時間堆積而成的有機質材，由其性質(表一)可

知，其平均含碳量50.96%，平均碳/氮比45.64，與一般台灣土壤(有機碳2%以下，碳/氮比10～12)相較之下，泥碳之平均腐植化程度仍低，但又甚强於其他有機材質(如豆柏類、糞便類)。根據資料顯示，其優點甚多[2]，因此泥炭仍是全世界最廣泛最重要的有機質培養材料。

腐植質含量與品質是判定有機質肥料優劣的重要指標。泥炭中含有頗高量腐植質，尤其是腐植酸。目前市售腐植酸肥料主要是由泥炭中萃取，其分解速度較慢，也是天然有機肥料之冠。腐植質影響植物生長可能途徑，可由圖一瞭解，腐植質會直接或間接影響到植物的呼吸作用、酵素、蛋白質運載者(carrier proteins)、構造蛋白質(structural proteins)、及光合作用等，其影響機制仍有待進一步確認。

泥炭腐植質對萵苣幼根生長之影響甚於幼莖者(表二及表三)，以300mgL^{-1}爲例，各腐植質萃取物與萃取劑之增長率差，對幼根介於20～80，對幼莖則介於-15～13間。表二的結果顯示腐植酸鈉對萵苣幼根的增長率明顯高於其黃酸鹽或兩者混合時之功效。再者，無論腐植酸鈉或腐植酸鉀，當其濃度爲300 mgL^{-1}時效果最佳，但其黃酸鹽反而開始有抑制的現象，此結果與文獻[16,21,22,23]上之結果略有差異，推測其原因應是腐植酸或黃酸在鹼性溶液中性質較不穩定所致，特別是黃酸鹽類。據此，腐植酸鹽和黃酸鹽處理(HA+FA)之增長率低於腐植酸鹽處理者(HA)，極有可能因黃酸本身高陽離子交換能量和螯合活度的特性，而牽制其促進功效。此外，萃取劑(NaOH或KOH)本身會抑制萵苣幼根的生長，但其腐植質萃取物反而有促進的功效，因此腐植質促進植物生長之功效已不容置疑。然而當腐植質經純化後(去除鈉離子或鉀離子)，促進的功效更佳且隨濃度升高而有漸增之趨勢。

表二、各種腐植質萃取物對萵苣幼根生長之影響

Table 2. Effect of various humic extractants on the radicle growth of lettuce seedlings.

sample	50	300	500
		mgL^{-1}	
	% increase or inhibition(-) of control(H_2O)		
Na-humate(HA＋FA)	25	33	39
Na-humic acid(HA)	46	58	54
Na-fulvic acid(FA)	15	2	-5
K-humate(HA＋FA)	26	30	34
K-humic acid(HA)	46	58	57
K-fulvic acid(FA)	18	4	-14
Purified humic acid(HA)	41	60	77
NaOH	-24	-22	-22
KOH	-26	-16	-35

各種腐植質萃取物對萵苣幼莖生長之影響結果(表三)與幼根結果恰好相反，分子量較低的黃酸鹽對萵苣幼莖之增長率反而高於腐植酸鹽，且由KOH溶液萃取出的腐植質比NaOH溶液萃出者，顯現更佳的促進功效，此結果與萃取劑本身的促進功效類似，顯示萵苣幼莖之增長主要是受離子

的效應所影響，鉀離子顯現出較佳的促進功效。再者，腐植酸鉀對萵苣幼莖之增長率明顯高於經純化之腐植酸處理者，此結果與腐植酸萃取物對幼根之結果(表二)顯著不同。

表三、各種腐植質萃取物對萵苣幼莖生長之影響

Table 3. Effect of various humic extractants on the shoot growth of lettuce seedlings.

sample	50	300	500
		mgL^{-1}	
		% increase of control(H_2O)	
Na-humate (HA+FA)	55	78	70
Na-humic acid (HA)	22	52	68
Na-fulvic acid (FA)	45	60	62
K-humate (HA+FA)	70	85	105
K-humic acid (HA)	72	92	95
K-fulvic acid (FA)	62	100	115
Purified humic acid(HA)	42	45	65
NaOH	55	65	65
KOH	80	100	145

腐植酸肥料的品質與功效，深受製造過程中所使用的萃取劑所影響。有關這方面的研究，亦可見於早期的文獻[16,21]。表四和表五是腐植酸鈉，腐植酸鉀和腐植酸鈣對萵苣生長的影響，因經濃縮製備的腐植酸鹽，含頗高的鹽分，取樣時恐會影響到試驗的結果，因此本試驗直接由腐植質萃取液(HA+FA)進行，其中腐植酸鈣的含量較低(約0.083%)，其製備濃度最高僅可至830 ppm (原液)。表四結果顯示，腐植酸鈉對萵苣幼根的增長率甚於腐植酸鉀的功效，但對幼莖的結果則相反。腐植酸鈉對萵苣幼根的增長率隨濃度升高而漸增之傾向，濃度1000 mgL^{-1}時最佳，至2000 mgL^{-1}時增長率減半。但對萵苣幼莖之功效，則隨濃度之增加而增加，尤其是腐植酸鉀，此結果與表三結果不謀而合。表五結果與表四結果類似，腐植酸鉀無助於萵苣幼根生長之促進，但對萵苣幼莖則明顯增長，特別是濃度高時。腐植酸鈣與腐植酸鈉的功效相近，對萵苣幼根生長的功效甚於幼莖者，惟其萃取合量低，恐不具實用價值。

表四、腐植酸鈉和腐植酸鉀對萵苣生長影響

Table 4. Effect of humate-Na and humate-K on the growth of lettuce seedlings.

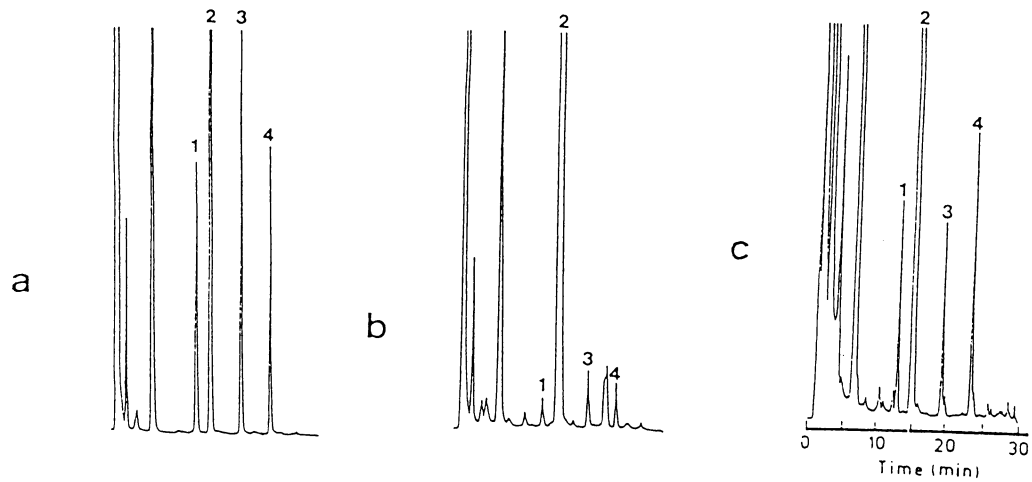
	Humate-Na		Humate-K	
Concentration	Radicle	Shoot	Radicle	Shoot
mgL^{-1}	% increase of control (H_2O)			
200	24	5	22	30
500	31	18	25	52
1000	49	58	27	69
2000	23	64	28	95

表五、腐植酸鉀和腐植酸鈣對萵苣生長影響

Table 5. Effect of humate-K and humate-Ca on the growth of lettuce seedlings.

	Humate-K		Humate-Ca	
Concentration	Radicle	Shoot	Radicle	Shoot
mgL^{-1}	% increase of control (H_2O)			
50	15	10	7	2
100	10	16	3	8
200	17	28	28	4
500	11	50	36	19

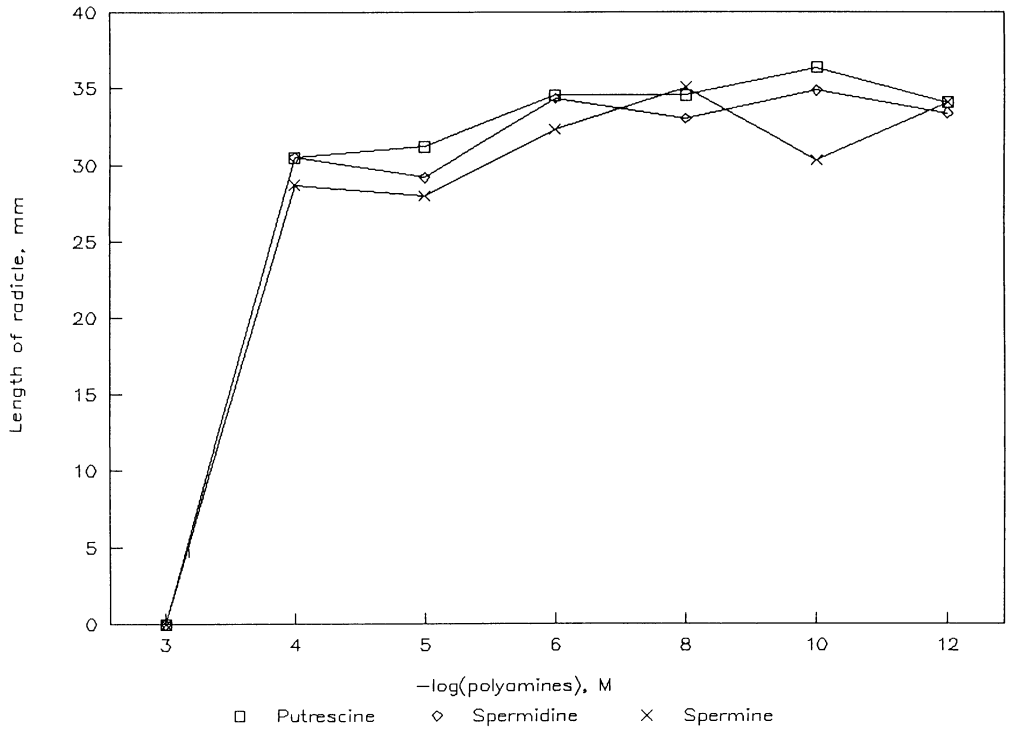
由泥炭組成分及性質(表一)可知，泥炭與土壤在本質上差異頗大。由表二的結果顯示，來自泥炭土並經純化的腐植酸對萵苣幼根顯現最佳的增長率。本研究另由三種不同母質土壤中萃取腐植酸並純化之，以比較測試其對植物生長之功效。由表六的結果顯示，萃自紅壤(Pushin soil)的腐植酸比萃自泥炭(Puli peat) 者稍能促進萵苣幼根的生長，而萃自粘板岩沖積土(Tatsun soil)及砂頁岩沖積土(Potzu soil)之腐植酸與萃自泥炭者相較之下，並未能顯著促進萵苣幼根之生長。然而，此四種來源的腐植酸對萵苣幼莖生長之促進並不顯著，此與前述結果(表三)符合。由以上結果可知，若以實用的觀點來考量，泥炭腐植酸含量遠高於土壤者，對植物生長之功效又相近，因此是製造腐植酸肥料的理想材質。



圖二、埔心土壤及其腐植酸中多胺類之HPLC圖譜：
(a)標品準 (b)土壤 (c腐植酸 1. 表示 Putrescine； 2. 表示 Hexanediamine；
3. 表示 Spermidine； 4. 表示 Spermine

Fig. 2. HPLC chromatogram of polyamines in soil and its humic acid from Pushin : (a) standards (b) soil (c) humic acid. 1＝Putrescine; 2＝Hexanediamine (internal standard); 3＝Spermidine ; 4＝Spermine.

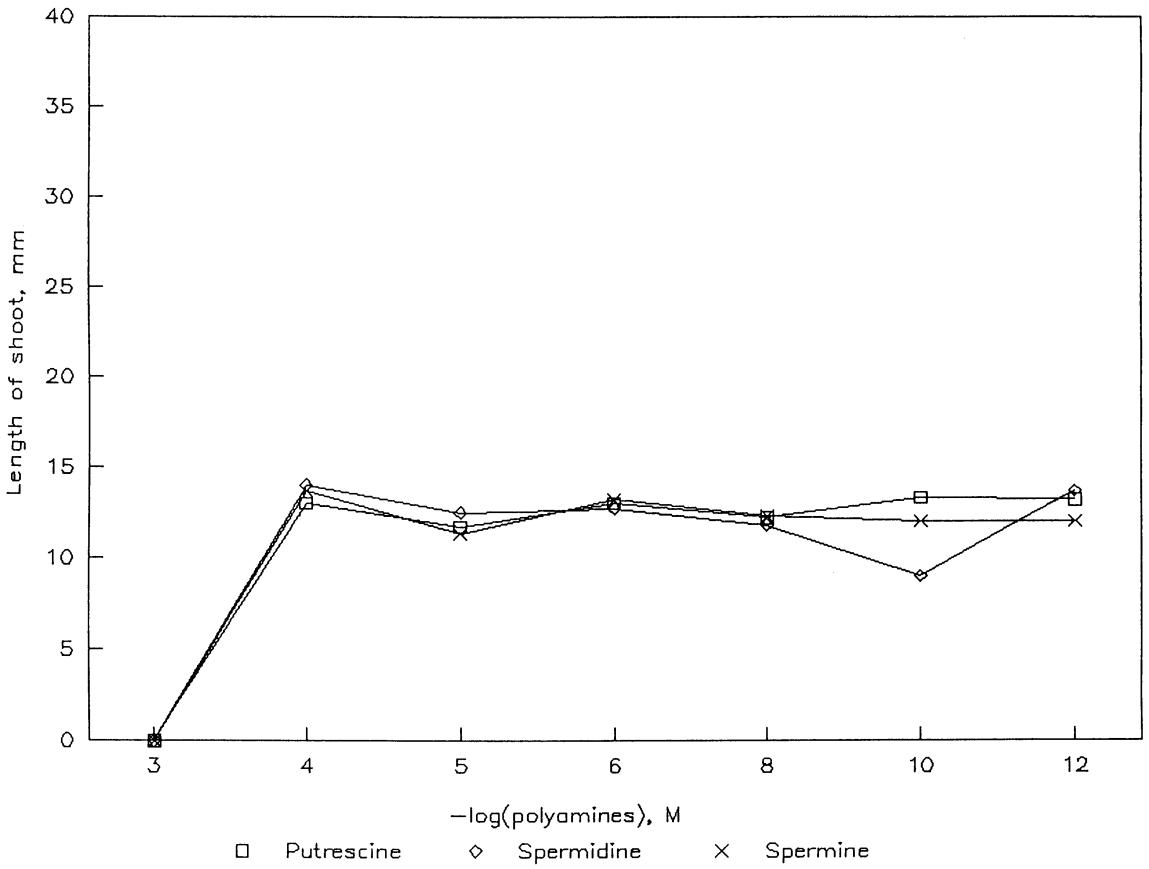
腐植酸除了會直接影響植物細胞代謝(圖一)而促進植物生長外，腐植酸本身亦具有類似荷爾蒙(hormone-like)的特性。Corro 和 Dell'Agnola[14]的研究指出，可溶性腐植物質具有類似生長素(auxin-like)和類似細胞動素 (cytokinin) 的生物活性。本研究根據植物分析的方法[27]，證實泥炭與土壤腐植酸內含有一種功能類似於植物荷爾蒙的植物生長調節劑－多胺類(polyamines)。主要的多胺類成分包括腐胺 (putrescine)、亞精胺 (spermidine) 及精胺 (spermine)。一般而言，它們在植體內的濃度約爲10 μ M至1 mM[28]。圖二是埔心土壤及其腐植酸中多胺類之高效能液態層析分析法(HPLC)分析結果，腐植酸內含有頗高量的腐胺，亞精胺及精胺(圖二之C)，其他三種樣品亦呈類似的結果。至於此三種多胺類對萵苣幼根及幼莖生長的影響，則見於圖三及圖四，多胺類對萵苣幼根生長之促進强於幼莖者，此結果與表六結果雷同。高濃度(10^{-3} M以上)的腐胺，亞精胺及精胺則完全抑制萵苣的發芽與生長，濃度介於10^{-6}～10^{-12} M 時能顯著促進萵苣幼根的生長。由HPLC的分析結果顯示，泥炭及三種土壤腐植酸中腐胺，亞精胺及精胺的含量(未列)均介於10^{-6}～10^{-12} M 之範圍內。一般而言，腐植質促進植物生長的效應應是屬多重效應，如離子效應及類似荷爾蒙效應便是。很明顯地，經純化的腐植酸已大部除卻其影響植物生長之離子效應，其促進萵苣幼苗生長之功效與未純化之腐植酸近似（表二及表三），顯示其功效極有可能是類似荷爾蒙成分之效應。再者，腐植酸中腐胺、亞精胺及精胺之含量與這三種多胺類成分促進萵苣幼根生長之濃度範圍符合，因此吾人可斷定腐植酸促進植物生長之功效，其多胺類成分－腐胺、亞精胺及精胺扮演著不可忽略的角色。



圖三、多胺類－系列濃度對萵苣幼根生長之影響

Fig 3. Effect of a series concentration of polyamines on the radicle growth of lettuce essdlings.

腐植質在許久以前即已證實具有類似荷爾蒙的特性，O'Donnell[12] 認爲腐植物質具有類似生長素的特性，因其含有少量聚酚類化合物，所以具有生長素的活性。最近，根據Nardi等人[15]的研究資料顯示，加有異茁長素(IAA)之處理，其植物根短而根毛多，但加有低分子量腐植物質之處理，其植物根較長而根毛少。由此可知，近二十年來 (1973-1994)，有關腐植質類似荷爾蒙特性之研究，仍無直接的證據來證實腐植質中此一特殊的性質，本研究乃首次探討不同來源腐植酸中另一種類似荷爾蒙成分－多胺類的活性。由於腐植酸是一龐雜的巨大分子，其化學結構至今仍未明朗，因此有關腐植酸構造的進一步研究，固態構偏極化魔角自旋共振光譜法(CPMAS NMR) 是一有力的工具。根據最近有關土壤腐植質光譜特性分析的探究[24]可知，由CPMAS ^{15}N-NMR 光譜法的結果顯示，土壤有機質中的全氮約有80%是屬醯胺類或胜類的結構，10%屬於自由態或烷基胺類。因此，想要進一步了解多胺類與腐植酸間的關係，CPMAS ^{15}N-NMR 是不可或缺的工具。然而，有關多胺類與腐植酸間反應機制及其在土壤中所扮演的角色，尚待進一步探討。



圖四、多胺類－系列濃度對萵苣幼莖生長之影響

Fig 4. Effect of a serices concentration of polyamines on the shoot growth of lettuce seedlings.

表六、不同來源之純化腐植酸對萵苣幼根及幼莖生長之影響

Table 6. Effect of purified humic acid extracted from different sources on the radicle and shoot growth of lettuce seedlings.

Source of humic acid	Radicle growth	Shoot growth
	mm	
Puli peat	20.2 b[α]	12.2 a
Pushin soil	23.3 a	12.3 a
Tatsun soil	20.8 b	13.1 a
Potzu soil	19.4 b	13.7 a
Control[β]	13.6 c	11.8 a

[α] Means in columns followed by the same letter are not significantly different (P=0.05) by Duncan's multiple-range test

[β] Deionized water was adjusted to pH 8.0

參考文獻

1. Lin C.F. 1967 A report on the soil tests for the cropland of Taiwan. Bull. Taiwan Agri. Res. Ins. 28:1-23.
2. 楊秋忠. 1988 土壤與肥料(第五版) 農世股份有限公司 .台中. pp.304- 312.
3. Ailcen G.R., D.M. McKnight, R.L. Wershaw and P. MacCarthy. 1985 An introduction to humic substances in soil, sediment, and water. In: Humic substances in soil, sediment, and water. Eds. G.R. Aiken. John Wiley & Sons, New York. pp.4-5.
4. Vaughan D., R. E., Malcolm and B. G. Ord. 1985 Influence of humic substances on biochemical processes in plants. In Soil organic matter and biological activity. (Eds. D. Vaugham and R. E. Malcolm) Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Pubs., Dordrecht. pp. 77-108.
5. Dell'Agnola G. and S. Nardi. 1987 Hormone-like effect and enhanced nitrate uptake induced by depoly condensed humic fractions obtained from Allolobophora rosea and A. caliginosa faeces. Biol. Fertil. Soils 4: 115-118.
6. Samson G. and S. A. Visser. 1989 Surface-active effects of humic acids on potato cell membrane properties. Soil Biol. Biochem. 21: 343-347.
7. Piccolo A., S. Nardi and G. Concheri. 1992 Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. Soil Biol. Biochem. 24: 373-380.
8. Schnitzer M. 1977 Recent findings on the characterization of humic substances extracted from soils from widely differing chimatic zones. In: IAEA-SM-221/7. Soil Organic Matter Studies II. Vienna. pp. 117-132.
9. Hayes M. H. B. and R. S. Swift. 1978 The chemistry of soil organic colloids. In: The chemistry of soil constituents. (Eds. D. J. Greenland and M. H. B. Hayes,) John Wiley & Sons, New York.

pp. 179-320.

10.Hatcher P. G., M. Schnitzer, L. W. Dennis and G. E. Maciel. 1981 Aromaticity of humic substances in soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 45 : 1089-1094.

11.Stevenson F. J. 1982 Humus chemistry. John Wiley & Sons, New York.

12.O'donnell R. W. 1973 The auxin-like effects of humic preparations from leonardite. Soil Sci 116: 106-112.

13.Petrovic P., D. Vitorovic and M. Jablanovic. 1982 Investigations of biological effects of humic acids. Acta Biol. Med. Expt. 7:21-25.

14.Cacco G. and G. Dell'Agnola. 1984 Plant growth regulator activity of soluble humic complexe. Can. J. Soil Sci. 64: 225-228.

15. Nardi S., M. R. Panuccio, M. R. Abenavoli and A. Muscolo. 1994 Auxinlike effect of humic substances extracted from faeces of Allolobophora caliginosa and A. rosea. Soil Biol. Biochem. 26: 1341- 1346.

16.Smidova M. 1962 Effect of sodium humate on swelling and germination of plant roots. Biol. Plant. 4:112-118.

17. Malcolm R.E. and D. Vaughan. 1979a Effects of humic acid fractions on invertase activities in plant tissues. Soil Biol. Biochem. 11: 65-72.

18.Malcolm R. E. and D. Vaughan. 1979b Humic substances and phosphatase activities in plant tissues. Soil Biol. Biochem. 11: 253-259.

19.Visser S. A. 1985 Physiological action of humic substances on microbial cells. Soil Biol. Biochem. 17: 457-462.

20.Ferretti M., R. Ghisi, S. Nardi and C. Passera. 1991 Effect of humic substances on photosynthetic sulphate assimilation in maize seedlings. Can. J. Soil Sci. 71: 239-242.

21.Lee, Y.S., and R.J. Bartlett. 1976 Stimulation of plant growth by humic substances. Soil Sci. Soc. Am. J. 40:876-879.

22. Fuhr, F., and D. Sauerbeck. 1967b The uptake of straw decomposition products by plant roots. In:Report FAO/IAEA Meeting, Vienna, Pergamon Press, Oxford. pp.317-327.

23. Rauthan, B.S., and M. Schnitzer. 1981 Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (Cucumis sativus) plants. Plant Soil. 63:491-495.

24.Vaughan, D., and B.G. Ord. 1981 Uptake and incorporation of ^{14}C- labelled soil orgainc matter by roots of Pisum sativum L.J. Exp. Bot. 32:679-687.

25. Young C.C. 1984 Autointoxication in root exudates of Asparagus efficinalis. Plant Soil 82:247-253.

26.陳立夫. 1990 台灣兩種主要農耕土壤腐植質特性之研究. 國立中興大學土壤研究所碩士論文. pp.15-16.

27.Smith M. A. and P. J. Davies. 1985 Separation and quantitation of polyamines in plant tissue by high performance liquid chromatography of their danyl derivatives. Plant Physiol. 78: 89-91.

28.Galston A. W. and R. K. Sawhney. 1990 Polyamines in plant physiology. Plant Physio. 94:406-410.

29.Frund R., G. Guggenberger, K. Haider, H. Knicker, I. Kogel-Knabner, H.D. Ludemann, J. Luster, W. Zech and M. Spiteller. 1994 Recent advances in the spectroscopic characterization of soil humic substances and their ecological relevance. Z. Pflanzenernahr. Bodenk. 157:175-186.

Summary

Organic matter fertilizer present several kinds of characteristics. They usually depend on the original organic material and their decomposed extent. Because of the humification processes of organic material in nature, the composition of organic matter fertilizer may trun into more complicated. Peat is an ideal material for organic matter fertilizer. It comes from various vegatation and accumulates in different environment for a long time. For instance, peat soil differ from peat moss in physical and chemical characteristics. Peat soil should be the best organic material to raise soil organic matter content by its lower decomposed character. The alkaline extractant of peat soil-humic acid and fulvic acid, promoted the radicle growth of lettuce by 23-49% and the shoot gowth by 5-64% on a series concentration (200-2000 mgL^{-1}). Humic acid showed better effect on radicle gowth of lettuce than fulvic acid did. However, fulvic acid promoted a little effect on the shoot growth of lettuce than humic acid did. The purified humic acid extracted from peat and soils also showed significant effect on the radicle growth of lettuce, but not the shoot. The mechanism of humic acid reveal good effect on plant growth still needs further speculation. It was the first time to find out a phytohormone-polyamines in humic acid. The major polyamines-putrescine, spermidine and spermine showed beneficial effect on the growth of plant.

Key words : peat, alkaline extractant, hormone-like activity, polyamines.