### 貳拾、中華土壤肥料學會一〇六年度年會壁報宣讀

時間:中華民國一〇六年十二月一日(星期五) 地點:國立中興大學土壤環境科學系十樓演講廳

編號	題目	作者	單位
01	石灰性黏板岩母質土壤 中添加雞糞生物炭對小 白菜(Brassica Chinensis L.)生長的影響	蔡呈奇*、張瑀芳	國立宜蘭大學森林暨自然資源 學系
02	不同施肥與生質炭處理 對土壤性質及玉米生長 的影響	王泰崴 <sup>*</sup> 、塗安玉、宗 麗珍、莊愷瑋	國立嘉義大學農藝學系
03	高錳酸鉀改質深藍紅藻 累積鉛之機制	卓宴琳 <sup>1</sup> 、陳冠邦 <sup>1</sup> 、陳 品辰 <sup>2</sup> 、劉少倫 <sup>2</sup> 、劉雨 庭 <sup>1*</sup>	1 土壤環境科學系,國立中興大學,台中402,台灣。 2 生命科學系,私立東海大學,台中407,台灣。
04	土壤中重金屬之新與污染物—鎵、銦、鉈、鉬之全量測定方法	廖婉婷 <sup>*</sup> 、張容蓉、林 家維、王尚禮	國立臺灣大學農業化學系
05	利用連續萃取法評估土壤中鉀之有效性	Mel Adelle C. Ocba, Chakkrit Poonpakdee, and Yao-Tung Lin*	Department of Soil and Environmental Science, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan
06	台灣不同類型土壤中釩的背景值	Cho-Yin Wu and Zeng-Yei Hseu*	Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei 10617,
07	比較市售瓶裝飲用水之 元素特徵	王博軒 <sup>1</sup> 、梁文睿 <sup>1</sup> 、彭 宗仁 <sup>1</sup> 、劉滄棽 <sup>2*</sup>	1國立中興大學土壤環境科學系2農委會農業試驗所農業化學組
08	關渡平原土壤砷濃度與水稻穀粒砷物種之關係	許健輝 <sup>1*</sup> 、洪紹耘 <sup>2</sup> 、 鄭佳怡 <sup>1</sup> 、林毓雯 <sup>1</sup> 、李 達源 <sup>2</sup> 、郭鴻裕 <sup>1</sup>	1行政院農業委員會農業試驗所 農業化學組 2國立臺灣大學農業化學系
09	葡萄苗於銅逆境下生理 反應與銅累積之相關性	羅郁淨 1*、陳柏青 2、 李盈融 1、莊愷瑋 1	1 國立嘉義大學農藝學系 2 南華大學管理學院
10	施用雞糞生物炭對水田 土壤磷有效性之影響	游淳卉 <sup>1*</sup> 、程梅萍 <sup>2</sup> 、 王尚禮 <sup>1</sup>	1國立臺灣大學農業化學系 2行政院農業委員會畜產試驗所
11	台灣水稻品種對鎘的逆	焦婉婷 1、王品 1 、莊	1國立嘉義大學農業科學博士學

	境生理調節與其毒性和	世瑋 <sup>2*</sup>	位學程
	吸收之相關性研究	1344 T	2.國立嘉義大學農藝學系
	鹽化水域中磷物種的轉		一一一加权八寸仪云丁小
12	· 操	林子安、劉雨庭*	國立中興大學 土壤環境科學系
	可見光應答摻氮二氧化		Department of Soil and
13	<b> </b>	Le Thuy Linh \ Yen	Environmental Sciences, National
	大腸桿菌抗菌效率研究	Li-Ting, Yao Tung-Lin*	Chung Hsing University
1.4	具電化學活性細菌之分	李庭侃、皮宏偉、沈佛	四上上四上份上流型过利份人
14	離及特性研究	亭*	國立中興大學土壤環境科學系
	非石灰性砂頁岩母質土		
15	壤中添加雞糞生物炭對	蔡呈奇 <sup>*</sup> 、張瑀芳	國立宜蘭大學森林暨自然資源
13	小白菜(Brassica	祭主可 、 依城方	學系
	Chinensis L.)生長的影響		
16	薑荷花設施栽培之肥培	陳富永	行政院農委會高雄區農業改良
10	探討	- 17 田 グ	場
	臺灣澎湖群島玄武岩土	Chih-Yuan Huang and	Department of Agricultural
17	壤時間序列下之碳儲存	Zeng-Yei Hseu*	Chemistry, National Taiwan
	里	20119 101 11500	University, Taipei 10617,
			行政院農業委員會高雄區農業
18	之影響	張耀聰*、王瓊慧	改良場土壤肥料研究室,副研究
	<b>→</b> 49 H		員、助理
	新興汙染物鉈對水稻幼	*	
19	苗的毒害及添加鉀、鈣、	黄亮心*、王尚禮	國立台灣大學農業化學系
	鎂對鉈毒害之影響		
	耐酸根瘤菌與敏豆	洪郁婷、顏名沂 <sup>*</sup> 、黃	
20	(Phaseolus vulgaris L.) 在	政華	國立中與大學土壤環境科學所
	酸性土壤的共生效益		
	探討不同生育期水稻植	陳品名 <sup>1</sup> 、許健輝 <sup>2</sup> 、陳	1國立嘉義大學農藝學系
21	株鎘濃度分佈之品種差	翠晶 1、莊愷瑋 1*	2行政院農委會農業試驗所農業
	異	,	化學組
22	以新穎技術改善邊坡植	簡廷澍、簡士濠 <sup>*</sup>	   國立屏東科技大學 水土保持系
	生工法之植物生長效益		
		林素禎 1*、顏淑菁 1、	
		蔡耀賢」、劉宗華」、柯	ت د داد الله الله الله الله الله الله الل
23	夏季十字花科葉菜類作	育豪 1、林祺洪 1、向為	1行政院農業委員會農業試驗所
	物有機栽培技術改良	民1、余志儒1、蔡志濃	2 台糖公司高雄燕巢有機園區
		<sup>1</sup> 、宋惠菁 <sup>2</sup> 、楊怡明 <sup>2</sup> 、	
		洪有信2	

24	利用古典化學萃取方法綜合研究土壤之鉀型態	Che-Jui Chang, Chakkrit Poonpakdee, and Yao-Tung Lin*	Department of Soil and Environmental Science, National Chung Hsing University,
25	紅壤中添加雞糞生物炭 對小白菜(Brassica Chinensis L.)生長的影響	蔡呈奇*、張瑀芳	國立宜蘭大學森林暨自然資源 學系
26	Study on the Growth Pattern of Lettuce in Central Taiwan	Chu-Chung Chen, Kuang-Hsiang Chen, Tsan-Sen Liu	Taiwan Agricultural Research Institute.
27	筏子溪與烏溪流域中的 砷物種分布與轉變	Yun-Chia Hsu (許允嘉) and Yu-Ting Liu (劉雨 庭)*	國立中興大學土壤環境科學系
28	寡營養細菌之分離及特 性研究	周孟彬、高薏盈、沈佛 亭*	國立中興大學土壤環境科學系
29	改變土壤有效磷濃度對 蕹菜中鍋的化學型態及 累積濃度之影響	林俊銘1、賴鴻裕2*	1 明道大學精緻農業學系 2 國立中興大學土壤環境與科學 系
30	不同台灣水稻品種對編 吸收和累積的變異性研 究	陳乙萱 <sup>1*</sup> ,陳品名 <sup>1</sup> , 陳翠晶 <sup>1</sup> ,許健輝 <sup>2</sup> ,莊 愷瑋 <sup>1</sup>	1 國立嘉義大學農藝學系 2 行政院農委會農業試驗所農業 化學組
31	以手持式 X 射線螢光光 譜儀測定蛇紋岩土壤中 的特徵元素	Chih-Ching Chen \ Zeng-Yei Hseu*	Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University
32	叢枝菌根菌接種對降低 柑橘乾旱傷害之效益研 究	林素禎*、顏淑菁	行政院農業委員會農業試驗所
33	改質聚甲基丙烯酸甲酯 於金黃葡萄球菌之抗菌 性研究	Anh Quoc Le*, Li-Ting Yen, Yao-Tung Lin	Department of Soil and Environmental Sciences
34	雞糞生物炭對土壤性質 與楓香苗木生長的影響	李駿毅、蔡呈奇*	國立宜蘭大學森林暨自然資源 學系
35	養殖環境及飼料中類固 醇類雌激素之多重殘留 分析方法建立	陳慧珊、曾昭銘、徐慈鴻*	行政院農業委員會農業藥物毒 物試驗所
36	新興汙染物鉈在土壤中 的吸附反應及型態分布	郭聆亦*、王尚禮	國立臺灣大學農業化學系
37	高風險農地低編吸收作 物篩選之研究	毛壬杰 <sup>1,2</sup> 、黄裕銘 <sup>2</sup> 、 黄瑞彰 <sup>1</sup>	1 台南區農業改良場 2 中興大學土壤與環境科學系

	他太少到儿去此归谁制			
20	微奈米乳化植物保護製	入山n サ 11 4羽 土*	国上山田上组 1 临吧位利姆人	
38	劑防治胡瓜露菌病之可	涂凱芬、林耀東*	國立中興大學 土壤環境科學系	
	行性研究			
	家庭處理方法對移除殘			
39	留於不結球白菜(Brassica	張凱、蔡青翰、鄒裕民	   國立中興大學土壤環境科學系	
	rapa chinensis)上陶斯松	*		
	的影響			
			1 明道大學精緻農業學系	
			2國立臺灣大學農業化學系	
	連續施用雞糞生物炭對	林俊銘1、游淳卉2、王	3國立宜蘭大學森林暨自然資源	
40	於溫室栽培土壤及葉萵	尚禮 <sup>2</sup> 、蔡呈奇 <sup>3</sup> 、程梅	學系	
	苣生長之影響	萍 <sup>4</sup> 、賴鴻裕 <sup>5*</sup>	4行政院農業委員會畜產試驗所	
			5國立中興大學土壤環境與科學	
			系	
	根圈氧化鐵對水稻植株	杜沛蓉*、陳品名、賴		
41	吸收土壤鉛之影響	昱呈、莊愷瑋	國立嘉義大學農藝學系	
	藉由錳催化來移除廢水			
42	中有機化合物與其混凝	侯宜均、林子安、劉雨	國立中興大學 土壤環境科學系	
	   反應最佳化條件之研究	庭*		
		1*	1國立宜蘭大學森林暨自然資源	
	蛋雞糞生物炭對酸性森	蔡呈奇 <sup>1*</sup> 張瑀芳 <sup>1</sup> 、丁	學系	
43	林土壤性質與楓香苗木	幸豪 <sup>1</sup> 、李駿毅 <sup>1</sup> 、賴鴻	2國立中興大學土壤環境科學系	
	生長的影響	裕 <sup>2</sup> 、王尚禮 <sup>3</sup>	3國立臺灣大學農業化學	
	台灣中南部地區土壤沖	王筌、邵昀霆、簡士濠		
44	   蝕潛勢評估	*	國立屏東科技大學水土保持系	
	添加有機質改良水庫淤			
45	泥作為水稻秧苗育苗土	   高培慈 <sup>*</sup> 、王尚禮	   國立臺灣大學農業化學系	
	之替代介質			
	農地重金屬傳輸機制與	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
46	預防技術開發	Poonpakdee、林耀東*	國立中興大學土壤環境科學系	
	含產螢光假單胞菌 FP5	T and the sta		
47	有機液肥對胡瓜生長與	   簡宣裕 <sup>*</sup> 、張明暉	農業委員會農業試驗所	
'	防治苗立枯病之效益	14 - 15 AV VI	~~~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	
	高二氧化碳下接種			
48	Azotobacter spp.及氮肥施	陳宣如*、黃政華、徐		
10	用量對水稻生長之影響	好瑄	四	
		Chun Chun	1 International Comparation and	
49	Preliminary soil fertility	Chun-Chun  Lluga a <sup>1*</sup> Chun Chun a <sup>2</sup>	1 International Cooperation and	
	survey in Saint Vincent	Huang <sup>1*</sup> ,Chu-Chung <sup>2</sup>	Development Fund	

	and the Grenadines	Chen, Chien-Hui Syu <sup>2</sup>	2 Taiwan Agriculture Research
50	炭化土壤之添加對鎘污 染土壤生物有效性的影 響	吴柏延、鄒裕民*	國立中興大學土壤環境科學系
51	Physiological and molecular responses of Arabidopsis thaliana exposed to technology-critical elements Ga, In and Tl	Hsin-Fang Chang <sup>1,2</sup> , Shan-Li Wang <sup>2</sup> and Kuo-Chen Yeh <sup>1</sup>	1 Agricultural Biotechnology Research Center, Academia Sinica, Taipei 11529, Taiwan 2 Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan
52	UAV 航拍影像於農業災害之應用—水稻倒伏災損判釋	林旻頡 <sup>1</sup> 、周巧盈 <sup>1*</sup> 、 巫思揚 <sup>1</sup> 、陳琦玲 <sup>2</sup>	1農業試驗所農業化學組計畫助 理 2農業試驗所農業化學組研究員
53	連續施用雞糞生物炭對 蕹菜生長及土壤性質及 影響	邱偉傑 <sup>1</sup> 、游淳卉 <sup>2</sup> 、王 尚禮 <sup>2</sup> 、蔡呈奇 <sup>3</sup> 、程梅 萍 <sup>4</sup> 、賴鴻裕 <sup>5*</sup>	1明道大學精緻農業學系 2國立臺灣大學農業化學系 3國立宜蘭大學森林暨自然資源 學系 4行政院農業委員會畜產試驗所 5國立中興大學土壤環境與科學 系
54	探討浸水土壤中水稻根 系對鐵和鎘分佈的影響	林子傑、張傑誠*、王 尚禮	國立臺灣大學農業化學系

# 石灰性黏板岩母質土壤中添加雞糞生物炭對小白菜(Brassica Chinensis L.)生長的影響

# Effects of Poultry Litter Biochar on the Growth of Cabbage (Brassica Chinensis L.) in Calcareous Slate soils

<u>蔡呈奇</u>\*、張瑀芳 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系 \*E-mail: cctsai@niu.edu.tw

### 摘要

本研究選擇 5 種廣泛分布的發育自石灰性黏板岩老沖積土母質之土壤土系,以種植小白菜之盆栽試驗,初步探討土壤中添加不同比例的雞糞生物炭後作物生長與植體養分含量的變動,作為雞糞生物炭是否能改善黏板岩母質土壤的土壤品質與增進作物生長與產量之參考。研究結果指出:添加生物炭對植體的生長有正面及負面的效益;土壤溶液的 pH 值沒有明顯提高的趨勢;EC 值皆有隨添加量增加而明顯提高的變化,對作物生長存在著鹽害的風險。土壤溶液中幾乎測不到銨態氮,以硝酸態氮為主。隨著添加量增加,土壤溶液中的磷含量有只有第一天明顯提高,很快便降低。土壤溶液中的鉀含量有明顯的提高,會持續 7~14 天才開始遞減;土壤溶液中鈣與鎂含量的趨勢變化與鉀相類似;添加生物炭明顯提高溶液中的銅含量,隨時間變化有緩慢遞減的趨勢;鋅含量大多在第 1 天達到最高含量,隨後很快遞減至無法測得。較為黏重的土壤質地以及輕度鹼性的特性(pH 7.5~7.8),使得本研究發育自石灰性黏板岩老沖積土母質的土壤,即使添加雞糞生物炭提高作物產量有正面的效益,但也會產生反效果,對土壤的影響也並不明顯。建議未來在此類土壤應減少雞糞生物炭的施用量,並應減少添加有機質肥料,以避免鹽案。

關鍵詞:石灰性黏板岩老沖積土、雞糞生物炭、添加量、盆栽試驗

#### 前言

目前大多數生物炭的研究是以木材做為原料,與其他有機質肥料相比,植物質原料生物炭的養分含量經常是低的。由於動性廢棄物比植物性廢棄物普遍有較高的養分含量,利用動物性來源產製的生物炭應該有較高的養分含量,但是這些動物性生物炭作為土壤改良劑的農業上的價值,仍少有相關的研究。將雞糞墊料製成生物炭,是一種將雞糞墊料轉換成有附加價值土壤改良劑的方法,因為雞糞生物炭較輕,將其從糞肥養分過剩的區域運送出來也比較便宜,但是雞糞生物炭對土壤性質的影響還有許多是未知的。本研究選出 5 種發育石灰性黏板岩老沖積土母質之代表性農地土壤土系,以種植小白菜之盆栽試驗,初步探討土壤中添加同一種雞糞生物炭後作物(小白菜)生長與植體養分含量的變動,作為雞糞生物炭是否能改善黏板岩母質土壤的品質與增進作物生長與產量之參考。

#### 材料與方法

- 一、試驗土壤:本研究選擇 5 種石灰性黏板岩老沖積土(calcareous slate old alluvial soils)母質土壤土系,包括鹿港系(Lu)、花壇系(Hn)、員林系(Yu)、平和系(Ph) 與二林系(Eh),採集表土(0-20cm)做為試驗土壤。
- 二、供試生物炭:本研究選取在 300°C 炭化之的肉雞糞(含墊料)(造粒後炭化)生物炭[慢速(30 min),產率(wt%)-固體 83.04%/液體 14.85%/氣體 2.11%]。
- 三、豬糞堆肥:購自市售有農委會核發許可證之品牌堆肥。
- 四、盆栽試驗:生物炭的添加量為 0%、0.5%及 1.0%(w/w),對照組為未添加生物炭的處理。以 0.5%堆肥作為作物生長的養分。5 種代表性土壤×1 種堆肥添加量(0.5%)×1 種生物炭×2 種生物炭施用量(0.5%,1.0%)×3 重覆=30 個,對照組為 5 種代表性土壤(不添加生物炭與堆肥)\*3 重覆=15 個,以及 5 種代表性土壤(添加 0.5%堆肥,不添加生物炭)\*3 重覆=15 個,共 60 個盆栽試驗樣本。每盆種植 2 棵性狀相近的小苗,在室內種植期間每週控制水分在 60%-70%田間容水量。移植開始算起 21 天後進行小白菜採收與分析,植體不分地上部與根部。植體生長期間(移植後)在每一個盆栽中垂直插入一支根圈土壤溶液採樣器,每週收集一次土壤溶液,試驗期間共收集 4 次(1、7、14、21 天),所收集之土壤溶液以 0.45μm 濾紙過濾後旋即置於 4℃冰箱中以備分析。土壤溶液分析包括pH、EC、銨態氮(NH4-N)與硝酸態氮(NO3-N)的含量以及 P、K、Ca、Mg、Cu與 Zn 的含量。

### 結果與討論

植體的每株鮮重在 Lu (0.5%)、Ph (0.5%)與 Eh (1%)土系中皆有隨生物炭添加量增加而增加的明顯趨勢,但是在 Hn 及 Yu 土系中反明顯減少,以 Yu 土系的變化最明顯;添加 0.5%生物炭顯著增加 Ph 土系中的葉長,但卻顯著減少 Yu 土系的葉長。植體總磷與鉀的含量會隨雞糞生物炭添加量增加而有顯著提高的趨勢,但是Yu 的總磷是顯著降低,總鉀則無顯著差異;鈣、鎂、銅與鋅的總含量大多沒有顯著差異,反而有顯著減少的趨勢。

在土壤溶液監測中,土壤溶液的 pH 值都沒有明顯提高的趨勢,也沒有隨時間的降低,維持在 pH 7.5 左右;EC 值皆有隨添加量增加而明顯提高的變化,以 Hn 土系最高(>7 dS  $m^{-1}$ ),隨監測時間只有 Ph 與 Eh 土系有明顯遞減,但大部分土系 EC 值仍高於 3 dS  $m^{-1}$ ,對作物生長存在著鹽害的風險。受到 pH 的影響,土壤的微生物族群有很顯著的硝化作用,土壤溶液中幾乎測不到銨態氮,以硝酸態氮為主, Hn 土系含量最高,其次為 Lu 土系,硝酸態氮含量在第 7 天迅速提高,只有 Eh 土系隨時間的遞減。隨著添加量增加,各土系之土壤溶液中的磷含量有明顯增加的趨勢,只有第一天明顯提高,但很快便降低。而隨著添加量增加,各土系之土壤溶液中的鉀含量有明顯的提高,會持續  $7\sim14$  天才開始遞減;土壤溶液中鈣與鎂含量的趨勢變化與鉀相類似,但各土系的變化不一致;添加生物炭明顯提高溶液中的銅含量,隨時間變化有緩慢遞減的趨勢,但是濃度小 0.2 mg 1 计算含量並無明顯隨生物炭添加量增加而增加的趨勢,大多在第 1 天達到最高含量,隨後很快遞減,第 1 天已測不到含量。

本研究發育自石灰性黏板岩老沖積土母質的土壤,較為黏重的土壤質地以及輕度鹼性的特性(pH 7.5~7.8),添加雞糞生物炭提高作物產量雖有正面的效益,但也會產生反效果,對土壤的影響也並不明顯。建議未來在利用雞糞生物炭改良此類母質之土壤特性以利增進作物產量與品質時,應減少雞糞生物炭的施用量,並應減少添加有機質肥料,以避免鹽害。

### 不同施肥與生質炭處理對土壤性質及玉米生長的影響

王泰崴\*、塗安玉、宗麗珍、莊愷瑋 國立嘉義大學農藝學系 s1056005@mail.ncyu.edu.tw

### 摘要:

生質炭是一種可以提高土壤肥力及增進作物生長的土壤改良劑,是將農業及 工業的副產物做為原料製作而成的。原料在經高溫熱裂解後,會依據不同的裂解 温度及原料使生質炭具有不同的物理及化學性質,可依據土壤需求使用合適的生 質炭。將生質炭添加於土壤中能提高土壤 pH 值、保肥性及肥料利用率。在本篇 報告中,在田間設計不同肥料處理下添加生質炭對土壤性質及作物生長的影響。 試驗中所使用的生質炭為竹炭,在土窯中以300度燒製而成;試驗場地依據肥料 不同分為三部分(控制組、有機肥料、化學肥料),每個肥料處理分別有不同生質 炭添加量(0%和2%),每個處理兩重複共計12個試驗小區,為一列區試驗。試驗 中選用台灣普遍栽培的玉米品種-華珍,經育苗14天後移植田間,並於生長第70 天成熟後進行田間採樣,採樣時連同植株下方土壤做為一個完整的樣本,並帶回 實驗室進行後續處理及分析,分別測定土壤 pH 值、陽離子交換容量、作物乾重 及氮含量。本試驗結果發現,添加2%生質炭的處理可顯著提高土壤 pH 值及陽 離子交換容量,在有機肥料的處理中最為明顯。在化肥處理下,玉米植株的乾重 及氦吸收量也會隨生質炭添加而有所提升。這些結果顯示出生質炭作為土壤改良 劑能夠藉由提高土壤 pH 值及保肥性增進作物生長及化肥利用率。然而在有機肥 料處理,生質炭的添加會影響作物乾重及氮吸收量,可能是因為生質炭的添加激 活並增進土壤微生物的固氮作用,導致玉米在生長期間養分吸收受到影響。

關鍵字: 生質炭、竹炭、玉米生長、養分吸收

圖表: 表一: 不同肥料及生質炭處理下,玉米各部位乾鮮重之變化

Plant biomass		control	organic	fertilizer	chemical t	reatment
% of biochar	0%	2%	0%	2%	0%	2%
root biomass(g)	1.57	1.35	2.20	2.34	1.83	4.30
shoot biomass(g)	20.53	18.71	35.67	35.07	33.30	68.10
grain biomass(g)	25.43	25.68	45.33	44.47	37.36	69.75

### 表二:玉米各部位氮吸收情形

N untoleo (a/lea)	% of biochar	root	shoot	grain	
N uptake (g/kg)	biochar	root	SHOOL		
control	0%	5.1939	9.0739	17.7010	
	2%	4.5758	8.7586	16.2451	
organic fertilizer	0%	8.5063	9.5346	17.3409	
	2%	6.0627	9.4819	18.2255	
chemical fertilizer	0%	7.2741	11.3715	16.3796	
	2%	7.4221	10.4261	15.4975	

### 表三: 土壤 pH 值及 CEC

soil quality		control	organi	c fertilizer	chemical	l treatment
% of biochar	0%	2%	0%	2%	0%	2%
рН	7.29	7.51	6.52	7.33	7.45	7.48
CEC (cmol/kg)	7.9	7.37	6.63	7.02	6.62	6.91

### 高錳酸鉀改質深藍紅藻累積鉛之機制

# Mechanisms of Lead Accumulation in Cyanidiales with modification by potassium permanganate

卓宴琳<sup>1</sup>、陳冠邦<sup>1</sup>、陳品辰<sup>2</sup>、劉少倫<sup>2</sup>、劉雨庭<sup>1\*</sup>

1 土壤環境科學系,國立中興大學,台中 402,台灣。

2 生命科學系,私立東海大學,台中 407,台灣。

E-mail: yliu@nchu.edu.tw

### 摘要

深藍紅藻(Cyanidiales)具有可存活在酸性與高溫的特質,又因本身具有羧基、羟基與胺基等官能基,故可以吸持重金屬,然而在酸性環境中,重金屬鉛更易容出而造成環境的危害,此外高錳酸鉀可將多酸氧化成羧酸,因此研究目標藻種為深藍紅藻[Galdieria partita (Gp)],分別探討原始 Gp 與經高錳酸鉀改質後的藻類累積鉛之能力與機制。實驗以等溫吸附瞭解其吸附鉛的能力,並搭配傅立葉轉換紅外線與 X 光吸收光譜分析其累積鉛之機制。於吸附實驗結果說明原始深藍紅藻累積鉛方式可分為多階段式進行,最大累積量可達 102 mg g<sup>-1</sup>,而經改質過後的藻類可達飽和值為 200 mg g<sup>-1</sup>。其經高錳酸鉀改質後累積鉛之機制為高錳酸鉀因可將藻類多酸斷解成羧酸,因而提升藻類吸持鉛的能力,而改質過程中,錳可將藻類的多醣體進行交聯反應,因而使藻類表面之多醣體不會因酸性環境下而被洗流失,而鉛亦可將錳以交換離子的方式取而代之。

關鍵字:深藍紅藻、鉛、等溫吸附。

### 一. 前言

深藍紅藻(Cyanidiales)可生存於酸性(pH<5)且高溫(<56°C)之環境(Ciniglia et al., 2004),並在生物學被分為三屬七種,分別為 Cyanidium caldarium (Cc)、Cyanidioschyzon merolae (Cm)、Galdieria sulphuraria (Gs)、Galdieria maxima (Gm)、Galdieria partita (Gp)、Galdieria daedala (Gd)及 Galdieria phlegrea (Gph)。深藍紅藻表面富含羧機(-COOH)、羟基(-OH)與胺基(-NH)等官能基(Abidi et al., 2014),故易與帶正電的的重金屬產生錯合反應,進而將其從廢水中移除。而高錳酸鉀(KMnO4)為強氧化劑,在前人研究中已證實使用 KMnO4 作為改質劑可增加藻類羧酸,進而提升藻類累積重金屬之能力。其中重金屬鉛(Pb)若被人體吸收,將會對危害人體的中樞神經及影響孩童的發育,而鉛的來源包含冶煉、製造鉛製品的工礦所排出的含鉛廢棄物,若含鉛廢水進入水系統中,將有可能被生物或人體所吸收,進而對人類產生健康的危害。因此本篇研究將以重金屬鉛作為移除目標之污染物,利用原始 Gp 與經 KMnO4 改質的深藍紅藻(Gp)以等溫吸附探討移除鉛

的能力,並搭配使用傅里葉轉換紅外光譜(FTIR)與X光吸收光譜(XAS)分析紅藻表面官能基與鉛間之機制。

### 二. 材料與方法

### (一).藻類培養

深藍紅藻以混營進行培養,以 MA 外加甘油作為其培養液,並在光照周期 12:12,以 120 rpm 進行震盪搖晃。

### (二).高錳酸鉀改質

將藻類以離心(3000 rpm,15min)並以去離子水沖洗三次以去除培養液後,將其與 5 mM KMnO<sub>4</sub>與 10 mM KMnO<sub>4</sub>皆分別以固液比  $2g\ L^{-1}$ 進行改質 30 min 與 120 min 的改質。

### (三).吸附鉛之能力與機制

將使用 KMnO<sub>4</sub> 改質完成的藻類分別在 pH5.0 以固液比為  $0.5~\text{mg}~\text{L}^{-1}$  之環境加入 5~mM 硝酸鉛,於室溫中震盪 6~h。完成反應後進行離心(3000 rpm,15~min),上清液經  $0.22~\mu\text{m}$  濾膜,以感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP-OES)偵測濾液中鉛的濃度,數據將以 Freundlich 與 Langmuir 等溫吸附模式進行數據的計算與模擬;固體則進行冷凍乾燥(48~h),以進行 FTIR 分析藻類與鉛間之變化的官能基,並供 XAS 數據的蒐集,搭配線性擬合組合(LCF)解析藻類與鉛鍵結的型態組成。

### 三. 結果與討論

由等溫吸附結果得知經由 KMnO4 改質的藻類之吸附行為與原始藻類不同,前者可產生飽和的吸附值(200 mg g<sup>-1</sup>),而後者之吸附行為則是為兩階段,第一階段之飽和值為 25 mg g<sup>-1</sup>,第二階段則隨著鉛濃度增加而持續上升至 102 mg g<sup>-1</sup>。於 IR 的結果中可得到經由 KMnO4 改質後的藻類多醣體的訊號(1200-1000 cm<sup>-1</sup>)隨鉛濃度的上升而有明顯遞減的趨勢,且 C=O(1730 cm<sup>-1</sup>)訊號有明顯上升,表示經由 KMnO4 改質可豐富藻類之羧機,並有效強化其吸持鉛的能力。由此結果推論高錳酸鉀可將藻類上的多酸斷鍵成羧酸,其中錳離子亦可作為交聯反應固定藻類之多醣體,然而利用高錳酸鉀的改質中,陽離子錳亦會被藻類表面官能基所吸持,此時改質過後的藻類進行鉛的等溫吸附,將可觀察到鉛會將錳以離子交換的方式取代之,因此可在系統中偵測到溶液中錳的濃度會隨藻類上鉛濃度的上升而隨之上升,並達到持平的現象。由 XAS 結果得知,與藻類鍵結之 Pb 為 Pb 與羧機、羥基與胺基之型態。

### 四. 參考文獻

Abidi, N., L. Cabrales, and C.H. Haigler. 2014. Changes in the cell wall and cellulose content of developing cotton fibers investigated by FTIR spectroscopy. Carbohyd Polym. 100:9-16.

Ciniglia, C., H.S. Yoon, A. Pollio, G. Pinto, and D. Bhattacharya. 2004. Hidden biodiversity of the extremophilic Cyanidiales red algae. Mol. Ecol. 13:1827-1838.

土壤中重金屬之新興污染物一鎵、銦、鉈、鉬之全量測定方法
Determination of Gallium, Indium, Thallium and Molybdenum in soils
by microwave-assisted digestion and inductively coupled plasma mass
spectrometry analysis

<u>廖婉婷</u>\*、張容蓉、林家維、王尚禮 國立臺灣大學農業化學系 \*Email:r05623028@ntu.edu.tw

### 摘要

現今新興污染物(Emerging Contaminants)隨著現代科技工業之需求日漸增加。堆放或掩埋廢棄物場所的增加也使得土壤成為各種微量元素及微量元素主要匯池之一。為進行整治、監控且制定相應之法規,新興污染物在環境介質中的分析檢測方法有其必要性。本研究使用王水-微波消化法進行土壤中鎵、銦、鉈、鉬之全量分析。結果顯示以王水-微波消化法作為土壤中鎵銦鉈鉬含量測定的樣品前處理是為可行且回收率皆在89%以上。

關鍵字:微波消化法(Microwave-assisted digestion)、王水(Aqua regia)、鎵(Gallium)、銦(Indium)、鉈(Thallium)、鉬(Molybdenum)。

### 前言

因科技的進步與發展同時伴隨著各種副產品及廢棄物的產生。因未處理得當之廢棄物所含微量元素及重金屬大量沉積在環境中從而進入生物鏈,輾轉進入人體中產生危害。而「新認定或之前未確認」、「未受法規規範」、「且對人體健康及生態環境具有風險性」的化學污染物被視為新興污染物(Emerging Contaminants)。不管是掌握新興污染物自然背景值含量或是監控及整治人為因素造成的污染是必要的。擬定管制法規的前提需要大量數據支持,因此新興污染物在環境介質中的分析檢測方法具有其必要性,也可作為研究重要數據參考的依據。

本篇目標物為新興污染物鎵、銦、鉈及鉬。其中鎵與銦元素因被大量運用在電子產業如液晶顯示器(LCDs)、發光二極體(LED)、半導體等;鉈元素則多為開採或冶煉礦物過程中的副產物,主要因為廢棄物堆積集中或是發電廠的飛灰使之再進入各個環境介質中;鉬元素因其穩定且耐腐蝕之特性大量運用在各種金屬冶煉及合成作用上,是多數工業用途的催化劑之一。上述四種重金屬在自然環境中含量低,皆因人為因素造成大量集中形成污染源。目前已有新興污染物於環境中農度的分布調查,但多為水體樣本。不管是作為自然環境背景元素分佈,陸上糧度的分布調查,但多為水體樣本。不管是作為自然環境背景元素及重金屬度的分布調查,土壤也是人為掩埋堆積廢棄物的對象,是各種微量元素及重金屬作物的基礎,土壤也是人為掩埋堆積廢棄物的對象,是各種微量元素及重金屬作物的基礎,共壤也是人為掩埋堆積廢棄物的對象,是各種微量元素及重金屬在土壤中的交換率變異性大的原因,故新興污染物於土壤中的萃取方式及濃度測定方法,可與改進的空間。目前尚未有鎵、銦、鉈、鉬四種重金屬在土壤中的全量測定方法,同時也希望得出微波消化的最佳參數條件與適合的藥劑劑量。

### 材料與方法

使用王水-微波消化法進行樣品前處理。取  $0.5 \, \mathrm{g}$  樣品置入鐵氟龍微波消化管中,加入  $8 \, \mathrm{mL}$  王水  $(6 \, \mathrm{mL}$  鹽酸  $+2 \, \mathrm{mL}$  硝酸)以  $15 \, \mathrm{min}$  升溫至  $185 \, \mathrm{C}$ , holding  $10 \, \mathrm{min}$  的條件進行消解。消解液經過濾並以  $0.5 \, \mathrm{N}$  硝酸定量後以感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)進行後續分析。

### 結果與討論

兩種標準土壤中鎵銦鉈鉬經過標準添加,再以王水-微波消化法配合 ICP-MS 測定土壤中鎵銦鉈鉬含量,結果顯示不同元素之回收率皆在 89%,因此此一方法 可以做為土壤中新興污染物鎵銦鉈鉬之總量分析方法。

### 参考文獻

Bettinelli, M., Beone, G.M., Spezia, S. and Baffi, C. 2000. Determination of heavy metals in soils and sediments by microwave-assisted digestion and inductively coupled plasma optical emission spectrometry analysis. Analy. Chim. Acta 424(2):

289-296.

Alonso Castillo, M.L., Vereda Alonso, E., Siles Cordero, M.T., Cano Pavon, J.M. and A. Garcia de Torres. 2011. Fractionation of heavy metals in sediment by using microwave assisted sequential extraction procedure and determination by inductively coupled plasma mass spectrometry. Microchemical Journal 98(2):

234-

239.

### 利用連續萃取法評估土壤中鉀之有效性

### Potassium availability estimation using sequential extraction process

Mel Adelle C. Ocba<sup>1</sup>, Chakkrit Poonpakdee<sup>1</sup>, and Yao-Tung Lin<sup>1\*</sup>,

<sup>1</sup> Department of Soil and Environmental Science, National Chung Hsing University,

Taichung, Taiwan

\*E-mail: <u>yaotung@nchu.edu.tw</u>

### 1. Abstract

Potassium (K) is an essential element for plant growth. Traditional single leaching (TSL) is the conventional method to estimate the K speciation base on its bioavailability. While, sequential extraction process (SEP) was developed to estimate the metal speciation that is affected by environmental conditions. In this research, rye grass was grown in applied and un-applied K fertilizer soil up to 5 harvests. After each harvest K speciation in soil was analyzed. The results showed that in terms of dried weight yield, shoot height and total K uptake, plant grown in soil applied with K fertilizer were high compared to the unapplied K fertilizer plant. The relative of shoot height, dried weight yield, and total K uptake of rye grass grown in soil applied/un-applied K fertilizer were 1.25 - 1.31, 1.29 - 1.44, and 1.52 - 2.23 fold in plant that grown in applied K fertilizer. Total K in ryegrass contained in shoot section more than 80 %. Available K estimated by TSL and SEP scheme closed to K uptake by plant (r = 0.825 and 0.753 respectively). Moreover, the correlation of available K (r =0.955), non-exchangeable K (0.729), and mineral K (0.990) that obtained by TSL and SEP were high correlated. This indicates that both TSL and SEP were high advantage to classify the K bioavailable fraction due to its high regression in estimating K speciation in soil.

### 2. Key words: Potassium speciation; Wet chemical extraction; Soil fertility

### 3. Introduction

Potassium (K) is an essential nutrient for plant growth. Rye grass requires a larger amount of K for uptake, this plant not only efficient in the absorption of available K, but also has special mechanism to mobilization of un-available K fraction via root exudates that release organic acid to subsequently release soil non-exchangeable K and make it bioavailability. Soil wet chemical extraction using traditional single leaching (TSL) is the general method to determine the K speciation base on its bioavailability. While sequential extraction process (SEP) was developed to estimate the metal speciation in soil that is affected by environmental conditions. Although, SEP scheme

was recommend to speciation analysis, however the correlation between the K speciation in soil obtained by SEP method and total K uptake by plant were not been discussed. The objectives of this study were 1) to define the available K speciation in soil, 2) to determine the correlation of K speciation that obtained by TSL and SEP methods, and 3) to estimate the K speciation translocation in soil and plant.

#### 4. Materials and methods

### 4.1 Greenhouse experiment

Air dried soil 1 kg were filled into plastic pot. Ryegrass (*Lolium perenne* L.) was planted. Two treatment of applied K fertilizer (100 mg K kg<sup>-1</sup>), and un-applied K fertilizer were applied. Rye grass was sequential planted up to five harvests. After each harvest (30 days), shoot and root were separated at harvest and analyzed the K concentration. Soil sample was drawn to K speciation analysis, and the majority was used to next cultivation.

### 4.2 Potassium speciation by SEP and TSL methods

Four SEP schemes were followed: Tesseir et al., (1979), Shuman (1983), Ure et al (1993) and Krishhnamurti et al., (1995). While, TSL followed Helmke and Sparks (1996).

#### 5. Results and discussion

Plant production grown in applied K fertilizer soil were higher than grown in un-applied K fertilizer soil. Fertilizer application is the key to increase plant production and improve crop quality. In continues cultivation without K fertilizer application, soils are slowly low in available K and may showed negative balance K budget. Therefore, in agricultural soil there is a need to apply K fertilizer. Wet chemical extraction for soil K speciation in both TSL and SEP is more advantage to classify the K speciation that correlates with K bioavailability. The available K in soil was high correlated with total K uptake by rye grass in both TSL (r = 0.825) and SEP (r = 0.753) methods. The K available fraction in soil conclude water soluble K, exchangeable K, and K associated with carbonate fraction. The K speciation extracted using TSL and SEP methods were closed correlation between available K (r = 0.955), non-exchangeable K (0.729), and mineral K (r = 0.990). Therefore, SEP method is high advantage to classify K speciation related to bioavailability and K speciation that is affected by environmental conditions.

#### 6. References

Helmke, P. A., and D.L. Sparks. 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium and Cesium. p. 551-573. *In* A.L. Page. (ed.) Method of Soil Analysis. Part 1. Madison, WI.

# Vanadium background levels in different soils types from Taiwan 台灣不同類型土壤中釩的背景值

Cho-Yin Wu<sup>1</sup> and Zeng-Yei Hseu<sup>2,\*</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan (\*E-mail: zyhseu@ntu.edu.tw)

### **Abstract:**

The global vanadium (V) demand in industry increased 8% from 2006 to 2014, and it is predictable that the global V demand will become 3.45% higher in next decade. This increase of global V demand may lead to more potential risk to the environment than before. According to the International Agency for Research on Cancer, vanadium pentoxide is a possible carcinogenic to humans. However, only 5 countries currently regulate the guideline of soil vanadium (42-180 mg/kg) except for Taiwan. Therefore, this study attempted to set up a baseline of soil vanadium from 17 pedons with 94 horizon samples. These pedons were selected from different soil parent materials comprising slate, sandstone and shale, andesite, basalt and serpentinite for the monitoring of soil and environmental quality. Additionally, total V was analyzed by using portable x-ray fluorescence (PXRF) in situ and ICP-AES followed with HF-digestion in lab. From the experimental results by ICP, total vanadium concentration in the soils from Taiwan ranged from 35.4 mg/kg to 412 mg/kg and the average level was 159 mg/kg. Moreover, total vanadium concentrations in the soil derived from basalt were higher than the soil derived from sandstone. However, the degree of soil weathering did not clearly affect the V concentration between pedons. Furthermore, V concentration obtained from PXRF positively correlated well with that by ICP, demonstrating PXRF was an feasible alternative to determine V in the field for rapid screening of V.

Keywords: vanadium; PXRF; ICP-AES; soil contamination

### Introduction

Vanadium is highly demanded in steel and chemical industries with an increasing requirement which might lead to high leakage risk of vanadium into soils. A study once reported that the soil vanadium concentration at contaminated site was 3600 mg/kg which was 16 times higher than average background level (10-220 mg/kg) in normal soils of South Africa. On the other hand, several studies reported that intake of vanadium will cause liver toxicity and high infant lethality to animals as well as DNA

degradation to crops. Although, the pollution and toxicity of vanadium are undeniable issues, there is a scarcity of knowledge in soil vanadium in Taiwan. Thus, the objective of this study is to determine the total concentration of vanadium in different soil profiles from Taiwan using portable x-ray fluorescence (PXRF) and ICP-AES after microwave associated HF digestion and to establish a baseline of soil V for the monitoring of soil and environmental quality.

### Materials and methods

17 soil profiles were collected from different parts of Taiwan with different parent materials and degree of weathering. Total vanadium concentration of each horizon sample was measured with two methods: one was using PXRF directly by air-dried soil sample (<  $150~\mu m$ ) and the other was measuring V by ICP-AES after microwave associated HF digestion.

#### **Results and discussion**

Our results indicated that vanadium concentration varied slightly with soil depth, which shows the characteristics of geogenic backgrounds of V in uncontaminated soils. However, V in the subsoil was much higher than that in the surface in pedon 9, showing a clear increase in vanadium concentration with depth from 35.4 mg/kg to 133.3 mg/kg, because of strong migration of V in Spodosols. Total V in the soils with felsic parent materials like slate, sandstone and shale as well as andesite ranged from 100 to 120 mg/kg, while the soils with mafic parent materials like basalt and serpentinite are clearly higher in V. The result of the comparison between the data of total concentration of this study and those from Germany and Japan, supporting that vanadium levels in felsic soils are significantly lower than in mafic soils. These data corresponded to the results reported by Takeda et al. (2004) that the level of vanadium increased as rock type shifted from felsics toward mafics. On the other hand, when the data were organized by the soil weathering degree, total vanadium concentration did not show a clear trend among pedons, which indicated that soil vanadium level was mainly dependent on parent materials rather than weathering degree. Additionally, there was a positive correlation (R=0.81) between two measurements of vanadium. However, soils with serpentine parent material contain high amount of titanium shielding the signal derived from vanadium which lead to an undetectable situation. Even though, the result concluded the feasibility of using PXRF in situ for the rapid screening of vanadium to consider time and economic cost in analyzing V.

### References

Takeda, A, Kimurab, K, & Yamasaki, S. (2004). Analysis of 57 elements in Japanese soils, with special reference to soil group and agricultural use. Geoderma, 119, 291–307.

### 比較市售瓶裝飲用水之元素特徵

梁文睿<sup>1</sup>、彭宗仁<sup>1</sup>、劉滄棽<sup>2\*</sup>、王博軒<sup>1</sup> <sup>1</sup>國立中興大學土壤環境科學系 <sup>2</sup>農委會農業試驗所農業化學組 \*E-mail:tsliu@tari.gov.tw

### 摘要

本研究之主要目的在分析各類市售瓶裝飲用水、自來水與去離子/逆滲透水之大量及微量元素之濃度,進一步透過主成分分析 (Principal Component Analysis, PCA),以比較各類瓶裝水間元素特徵之異同,同時評估 PCA 能否作為市售瓶裝水是否以自來水做為原水的鑑別技術。結果顯示,除有一類海水源瓶裝水之部分元素濃度高於自來水外,其餘瓶裝水之大量及微量元素之濃度均都低於自來水,甚至有些瓶裝水之元素濃度甚低、且接近去離子水之值。PCA 分析亦發現有一類標示為海水源的瓶裝水之元素濃度特徵與去離子水相同,該商品之水源標示應該有誤。

關鍵詞:瓶裝水、元素含量、主成分分析

前言

市面上之瓶裝飲用水依其水源主要可分成陸域淡水來源及海域海水來源兩類。 以海水做為水源之市售瓶裝飲用水是將海水透過適當之海水淡化處理後製備而成; 其水源包括表淺層海水及深層海水。

本試驗之主要目的在於分析各水源瓶裝飲用水與自來水之主要元素及微量元素之濃度,再利用 PCA 將所有分析元素之濃度轉化成統計特徵,用以解釋各類水樣間的水質特徵異同。進而評估 PCA 作為市售瓶裝水是否使用自來水作為源水的鑑別技術。

### 材料與方法

本試驗購買市售瓶裝水包括淡水來源及海水為來源兩類。海水源之瓶裝水依其取水深度分為表層海水源 (SSW) 與深層海水源 (DSW) 2 類。淡水源之瓶裝水依其水源地,可分為台灣北部、中部及南部地區三區。此外,以台中中興大學實驗室之自來水做為對照組,其對照樣本包括有自來水 (TW),以自來水製成之逆滲透水 (ROW),以及由逆滲透水製成之去離子水 (DIW)。

利用感應耦合電漿原子發射光譜分析儀 (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy, ICP-OES)和感應耦合電漿質譜儀 (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectroscopy, ICP-MS) 進行測定 40 種不同元素。並以主成分分析方法(Principal Component Analysis, PCA),藉以了解各類水樣商品間的元素特徵異同,

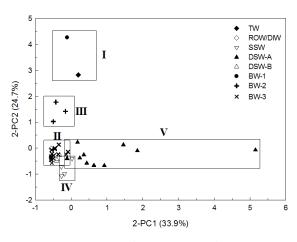
進而評估 PCA 作為市售瓶裝水是否使用自來水作為源水的鑑別技術。 結果與討論

由本試驗之大量及微量元素濃度分析如圖一顯示,除有一類海水源瓶裝水 (DSW-A) 之部分元素濃度高於自來水外,其餘瓶裝水之元素濃度均都低於自來水。甚至有些瓶裝水之濃度甚低,接近去離子水之低濃度值。

PCA分析可區分出瓶裝水之水源是來自陸域淡水或海水。淡水源瓶裝水依PCA結果可區分為BW-1、BW-2、BW-3 三類。BW-1之PCA元素濃度特徵與自來水相同,意指BW-1的水源可能與自來水有關;BW-3之PCA元素濃度特徵與去離子水相同,意指BW-3的水源可能與去離子水有關。PCA分析亦發現有一類標示為海水源的瓶裝水(DSW-B)之元素濃度特徵與去離子水相同,該商品標示為海水源之資訊應該有誤。

	Eigenvalues					
		Amount of	Cumulative			
Component	Total₽	variance (%)	<b>(%)</b> $\wp$	Elements₽		
1-PC1₽	9.380₽	22.877₽	22.877₽	Be, Se, Rb, Mo, B, K,		
				$Mg, S, and  EC \circ$		
1-PC2₽	7.564₽	18.448₽	41.325₽	Ga, Y, Cs, Ba, La, Nd,		
				and Ca₽		
1-PC3₽	4.072₽	9.932₽	51.258₽	Ni, Cu, <u>Nb</u> , and Hg₽		
2-PC1₽	6.778₽	33.890₽	33.890₽	Se, Rb, Mo, Mg, S,		
				and EC		
2-PC2₽	4.945₽	24.725₽	58.615₽	Ga, Y, Cs, and Ba₽		
2-PC3-	2.718	13 501a	72.206₽	Ni and Cua		

表一、各成分之解說總變異量。



圖一、2-PC1 與 2-PC2 之作圖。

### 參考文獻

- Bertoldi, D., L. Bontempo, R. Larcher, G. Nicolini, S. Voerkelius, G. D. Lorenz, H. Ueckermann, H. Froeschl, M. J. Baxter, J. Hoogewerff, and P. Brereton. 2011.
   Survey of the chemical composition of 571 European bottled mineral waters. J. Food Comp. Anal. 24:376-385.
- 2. Birke, M., C. Reimann, A. Demetriades, U. Rauch, H. Lorenz, B. Harazim, and W. Glatte. 2010. Determination of major and trace elements in European bottled mineral water Analytical methods. J. Geochem. Explor. 107:217-226.
- Cicchella, D., S. Albanese, B. De Vivo, E. Dinelli, L. Giaccio, A. Lima, and P. Valera. 2010. Trace elements and ions in Italian bottled mineral waters:
   Identification of anomalous values and human health related effects. J. Geochem. Explor. 107:336-349.

### 關渡平原土壤砷濃度與水稻穀粒砷物種之關係

# The relationship between As concentration in soils and As species in grains of paddy rice grown in Guandu Plain

<u>許健輝</u><sup>1</sup>\*、洪紹耘<sup>2</sup>、鄭佳怡<sup>1</sup>、林毓雯<sup>1</sup>、李達源<sup>2</sup>、郭鴻裕<sup>1</sup>
<sup>1</sup>行政院農業委員會農業試驗所農業化學組
<sup>2</sup>國立臺灣大學農業化學系
\*E-mail: CHSyu@tari.gov.tw

### 摘要

攝食稻米為人類暴露砷的主要途徑之一,故近年來水稻砷累積的議題在全世界受到相當大的關注。位於台灣北部的關渡平原由於地質特性的關係,使土壤中的砷含量偏高,此區域生產的稻米無機砷濃度是否符合目前 Codex 訂定的食米限量標準 $(0.2 \, \text{mg kg}^{-1})$ 為迫切需釐清的問題。因此,本試驗於 2017 年第一期作採集關渡平原中 9 塊農地的水稻及對應的土壤樣本,以初步了解當地土壤砷濃度與糙米砷物種的關係。試驗結果指出,糙米無機砷濃度與土壤砷濃度呈現顯著正相關( $R^2$ =0.6952, P<0.001),當土壤砷濃度大於 100 mg kg $^{-1}$  的條件下,糙米無機砷濃度高於 0.2 mg kg $^{-1}$  的比例較高。糙米砷物種分析結果顯示,無機砷與總砷濃度呈現高度的正相關( $R^2$ =0.9846, P<0.001),並且也發現無機砷濃度約為 DMA 的 10 倍,推測此結果是由於當地的水分管理方式(浸水時期短)所致,此方式降低土壤微生物的甲基化作用,進而降低水稻對 DMA 的吸收。由本試驗結果得知,未來仍需持續研究如何同時降低關渡平原水稻砷毒害及穀粒無機砷累積的田間管理方法。

### 前言

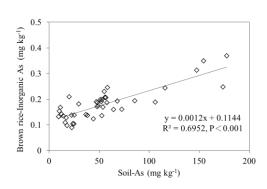
無機砷為第一級的人類致癌物,可透過攝食稻米導致嚴重的健康問題。在台灣,土壤中砷的累積主要源自於天然因素,包括引用含砷的地下水及溫泉水灌溉農田,以及地質的特性。2014年 Codex 將白米砷的限量下修為無機砷 0.2 mg kg<sup>-1</sup>,但國內目前仍在研擬食米砷的限量標準。因此,本試驗於國內土壤砷含量偏高的關渡平原進行調查,探討此區稻米無機砷濃度與土壤砷濃度之關係,試驗結果可供相關單位對於砷污染潛勢區農地管理之參考。

### 材料與方法

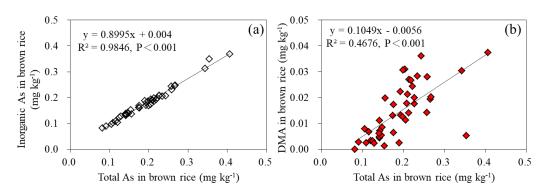
- 1. 採樣方法:本試驗於 2017 年第一期作於關渡平原 9 塊水稻田進行土壤及植體樣本的採集。每塊田採集 5 個樣點,每個樣點採集兩叢水稻及對應的土壤樣本。
- 2. 土壤砷濃度測定方法:土壤經風乾磨碎後,以王水微波消化法 (TARI S202.1B) 消解,並以感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)分析砷濃度。
- 3. 糙米砷物種測定方法:水稻穀粒經烘乾脫殼及磨碎後,以 0.28 M 硝酸於 95℃下

萃取 90 分鐘,並以高效能液相層析儀串聯感應耦合電漿質譜儀(HPLC-ICP-MS)分析砷物種濃度(Huang et al., 2010)。

### 結果與討論



圖一、土壤砷濃度與糙米無機砷濃度之關係



圖二、糙米(a)無機砷、(b)雙甲基砷濃度與總砷濃度之關係

- 1. 圖一結果顯示, 糙米無機砷濃度隨土壤砷濃度增加而增加, 兩者間具顯著相關。 土壤砷濃度低於管制標準 60 mg kg<sup>-1</sup>條件下, 仍有少部分樣本糙米無機砷濃度高於 Codex 訂定之白米無機砷濃度標準(0.2 mg kg<sup>-1</sup>)。本試驗採集 6 個土壤砷濃度高於 100 mg kg<sup>-1</sup> 的樣點中, 有 5 個糙米無機砷大於 0.2 mg kg<sup>-1</sup>。
- 2. 糙米砷物種分布的結果顯示(圖二),無機砷與總砷的相關性高於雙甲基砷(DMA),並且發現無機砷濃度約為 DMA 的 10 倍。推測糙米砷物種分布結果是由於關渡平原浸水時期短的水分管理方式所致,此方式降低土壤微生物的甲基化作用,進而降低水稻對 DMA 的吸收(Zhao et al., 2013)。
- 3. 本試驗結果指出,關渡平原的水分管理方式雖然可降低土壤砷的移動性及對水稻的毒害,但也造成無機砷在糙米中具有較高的比例(約90%),特別對於生長於土壤砷濃度大於100 mg kg-1 的糙米,需注意其無機砷含量過高之風險。

### 參考文獻

Huang, J.H., G. Ilgen, and P. Fecher, 2010. Quantitative chemical extraction for arsenic speciation in rice grains, J. Anal. At. Spectrom. 25:800–802.

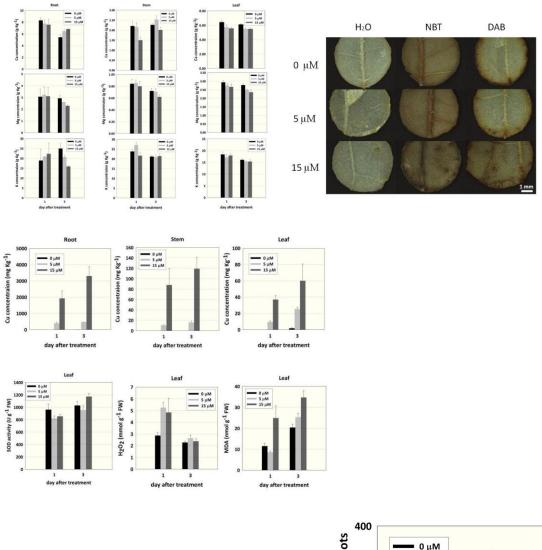
Zhao, F.J., Y.G. Zhu and A.A. Meharg. 2013. Methylated Arsenic Species in Rice: Geographical Variation, Origin, and Uptake Mechanisms. Environ. Sci. Technol. 47:3957–3966.

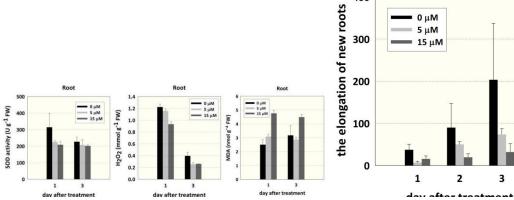
### 葡萄苗於銅逆境下生理反應與銅累積之相關性

羅郁淨\*1、陳柏青<sup>2</sup>、李盈融<sup>1</sup>、莊愷瑋<sup>1</sup> 國立嘉義大學農藝學系
<sup>2</sup> 南華大學管理學院

葡萄栽培為台灣重要農園產業之一,然而葡萄產區長期且密集施用含銅制菌 劑,導致部分葡萄園土壤表層含有過量銅的累積。由於葡萄大多以鮮食為主,透 過食物鏈可能對人體產生健康風險,因此有必要針對銅在葡萄植株之毒性效應加 以探討。本研究以水耕試驗探討瓶外馴化後的葡萄組培苗於銅暴露處理後,銅累 精濃度與氧化逆境下生理指標反應之關係,分別於銅處理濃度 0、5 和 15 μM 溶液 中一天及三天,並每日更換處理溶液,試驗結束後測定根總伸長量,並將植株根 及葉片先經分樣,一部分測定生理指標 superoxide dismutase (SOD)和氧化損傷指標 過氧化氫(H2O2)和 malondialdehyde (MDA)含量,同時利用組織化學染色技術,將 nitroblue tetrazolium (NBT)及 3', 3'-diaminobenzendine (DAB)作為顯色劑,觀察超 氧陰離子(•O2)和 H2O2 在葉部組織細胞的分布情形;再將其餘樣本分為根、莖和 葉三部分,分別進行烘乾及消化分解,最後測定植體中營養元素銅、鈣、鎂和鉀 之濃度。結果顯示,於高濃度銅處理中,新長出白色根之伸長量明顯受到抑制; 隨著銅處理濃度增加,植株體內銅累積量也隨之增加,且主要累積於地下部,然 而大量營養元素鈣、鎂和鉀則有下降趨勢。更進一步比較處理一天及三天後之影 響,結果表示處理三天後隨著葡萄苗根部及葉部銅累積量上升,其鎂和鉀濃度則 有遞減之趨勢,然而鈣較不受影響。接著,針對植株生理方面作探討,結果說明 了葉部 SOD 活性高於根部,且隨著銅處理時間增加顯著提高葉部 SOD 活性;再 來,針對氧化損傷進行推斷,根部及葉部 MDA 含量隨著銅處理濃度上升而增加, 然而相同時間和濃度之處理模式下,卻減少 H<sub>2</sub>O2 累積於根部之現象。此外,藉由 NBT 和 DAB 組織染色技術可觀察到銅誘導葡萄苗葉片形成較多的活性氧如·O<sub>2</sub>-和 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。根據以上描述現象可得知,葡萄於過量銅之情況下根部形態及生理反應 與氧化逆境結果呈現一致。

關鍵字:葡萄苗、銅、根伸長量、抗氧化酵素、氧化逆境、自由基





### 施用雞糞生物炭對水田土壤磷有效性之影響

# The Effects of Poultry Litter Application on the Availabilities of Phosphorus in Paddy Soil

游淳卉\*1、程梅萍<sup>2</sup>、王尚禮<sup>1</sup> 國立臺灣大學農業化學系<sup>2</sup> 行政院農業委員會畜產試驗所\*E-mail: d02623003@ntu.edu.tw

### 摘要

利用雞糞為原料,製作成種植植物時所需的肥料,除了能夠解決農畜廢棄物處理的問題外,在也可以降低化學肥料的需求。藉由不同溫度下的鍛燒,將其製成生物炭,除可以降低雞糞重量,也可以去除雞糞臭味。從鍛燒過後之雞糞生物炭的元素組成中發現,磷元素含量隨著製產溫度上升而增加,其中磷最高可以達到 30000 ppm 以上,進而推測雞糞生物炭可以用來當作磷肥添加於土壤中。本研究選擇在桃園地區酸性紅壤,以不同比例的雞糞生物炭混入表土中,進行水稻種植試驗,在各種添加量下觀察所種植之植物生長態勢,以評估施用雞糞生物炭對於土壤及水稻生長之影響。試驗結果顯示,以生物炭當作土壤改良劑處理中,施用 0.5%及 1% 兩種溫度的雞糞生物炭皆會提升土壤的 pH 值、EC 值及有效性磷的濃度,0.5%及 1%的施用量亦會讓土壤 EC 明顯上升,尤其是 1.0%的施用量。由上述結果得知,雞糞生物炭具有施用於水稻田作為土壤改良劑之潛力。

關鍵詞:生物炭、土壤肥力、磷

#### 前言

臺灣每年生產之禽畜糞產量高達 230 萬公噸,一般常以直接施用或透過堆肥化腐熟後再施於土壤中,藉以增加土壤中有機質含量,提高土壤肥力來增加作物產量。然而,生雞糞直接施用於土壤導致臭味及病媒較孳生等環保問題。將農業廢棄物製成生物炭,可做為解決農業廢棄物處理問題的方法之一。利用生物炭作為土壤改良劑,不僅可改善土壤性質,亦會提高土壤肥力增加作物產量。雞糞可以作為植物生長的營養來源之一,其中以磷最受到矚目。磷為植物生長的必需元素,經統計資料顯示,在未來三十年到一百年磷肥將面臨缺乏的問題(Weikard et al., 2009),因此,磷的有效利用顯得相對重要。本研究推論在施用於土壤中時,隨著施用之雞糞生物炭鍛燒溫度的升高,生物炭所能釋出的無機磷含量將會隨之升高,進而可作為植物生長的營養來源之一。本研究選擇桃園地區酸性紅壤,以不同比例的雞糞生物炭混入表土中,進行水稻種植試驗,以評估生物炭對土壤磷有效性之影響。

### 材料與方法

在桃園租用農地進行種植水稻,品種為台南 11 號,處理組分別為 350  $\mathbb{C}$  雞糞生物炭 0.5%、350  $\mathbb{C}$  雞糞生物炭 1%、600  $\mathbb{C}$  雞糞生物炭 0.5%以及 600  $\mathbb{C}$  雞糞生物炭 1%,插秧前將材料施入土中作為基肥。每組處理為四重複。

### 結果與討論

### 1. 土壤 pH 及 EC 值的變化

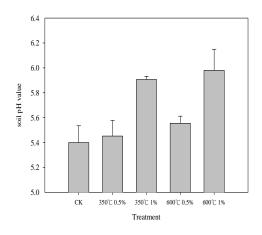
將雞糞生物炭施用於水田後發現施用不同溫度 0.5%、1%雞糞生物炭能提升土壤之 pH 值,施用  $1\%350^{\circ}$ C雞糞生物炭 使 pH 由 5.4 升至 5.7,而施用  $1\%600^{\circ}$ C雞糞生物炭使 pH 升至 5.8,可知  $600^{\circ}$ C澆製之雞糞生物炭對土壤 pH 之提升有較佳之效果,此為  $600^{\circ}$ C雞糞生物炭所含之鹼性鹽類較  $350^{\circ}$ C雞糞生物炭高之故,土壤 EC 值結果顯示在  $350^{\circ}$ C與  $600^{\circ}$ C雞糞生物炭施用下會有明顯提升,在 0.5%雞糞生物炭施用量下約較控制組高 0.4(dS/m),施用 1%雞糞生物炭之土壤 EC 值則高於控制組約 0.7(dS/m),也表示了雞糞生物炭含相當大量之鹼性鹽類。

### 2. 土壤的有效磷含量

施用不同溫度雞糞生物炭後,皆使土壤中有效磷含量有顯著提升,且在600°C 1%雞糞生物炭明顯高於其他處理組,與控制組相較提升有效磷濃度10-20 ppm,使土壤有效磷含量提升近乎兩倍。而在種植前後的有效磷相比,350°C雞糞生物炭處理後有效性磷有明顯提升,而 600°C雞糞生物炭處理則有些許下降,此結果可能是因雞糞生物炭燒製溫度不同造成生物炭結構改變,以及不同溫度生物炭會影響土壤中有效性磷的釋出速率,因而促使土壤中磷有效性變化的差異。

### 參考文獻

Weikard, H.P. and D. Seyhan. 2009. Distribution of phosphorus resources between rich and poor countries: The effect of recycling. Ecological Economics 68:1749-1755.



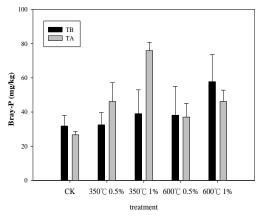


圖 1、施用不同生物炭處理後之土壤 pH 值 圖 2、種植水稻前後之土壤有效磷濃度

### 台灣水稻品種對鎘的逆境生理調節與其毒性和吸收之相關性研究

焦婉婷<sup>1</sup> 王品傑<sup>1</sup> 莊愷瑋<sup>2\*</sup>

- 1. 國立嘉義大學農業科學博士學位學程
  - 2. 國立嘉義大學農藝學系

kwjuang@mail.ncyu.edu.tw

### 前言:

農地土壤鍋(Cd)的長期累積致使米食安全的風險問題一直備受關注。植物鍋的吸收和植體內鍋含量的提昇可能會導致生理上限制,從而降低植物活力,對生長發育與產量產生不利的影響(Tran and Popova, 2013)。鍋在水稻植體內的分佈與穀粒中的累積是水稻耐鍋逆境下生理調節的結果。了解水稻植體內鍋含量基因型差異有關的生理學上反應,將有助於進一步選育低鍋吸收基因型水稻(Uraguchi and Fujiwara, 2012)。本研究的目的是研究水稻對镉耐受性與分佈的基因型差異與水稻在鍋逆境下生理反應的關聯性。

### 材料與方法:

實驗中使用了兩個種型(japonica type)水稻(Oryza sativa L.)栽培品種,分別是桃園三號(TY3)與台農七十一號(TNG71)。將水稻種子在黑暗條件下以去離子水中浸泡 36 h,待發芽後移栽至 10 %改良之 Hoagland 溶液中,生長 3 週左右。將生長均勻的三葉齡幼苗移置含有 50 µM CdCl<sub>2</sub>之 10 % Hoagland 溶液進行四天試驗。實驗結束後測量水稻幼苗的根伸長量和地上部伸展量以評估在 Cd 逆境下的水稻的生長。另外也測定了丙二醛(MDA)、過氧化氫(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)、超氧化歧化酶(SOD)與抗壞血酸過氧化酶(APX)和離層酸(ABA)等生理指標。統計分析以 least significance difference test (LSD) 進行檢定。

### 結果與討論:

經過  $CdCl_2$ 處理後雨品種水稻均顯著降低幼苗的地上部延展率;而根伸長沒有明顯的降低,但是根中的 Cd 濃度卻遠遠高於地上部,說明水稻吸收的編會優先累積在根部,而不是轉移到地上部,這可能有生理機制來調節防止逆境的產生。由於  $50\mu$ M 的  $CdCl_2$ 處理,致使植體內氧化狀態(即 MDA 和  $H_2O_2$  濃度)在根的反應比在地上部明顯;說明根的抗氧化酶活性(即 SOD 和 APX 活性)增強可能,而使地上部中的抗氧化酶活性降低。另外根部 SOD 活性增加會將更多的超氧自由基轉化為  $H_2O_2$ ,並導致 MDA 濃度適度地增加;另一方面根的 APX 活性增強會清除 SOD 持續轉化的  $H_2O_2$ 。因此,鎘逆境下水稻幼苗根伸長量的顯著減少可能與上述生理學認知有關。儘管如此,內源 ABA 累積趨向於地上部而不是根,這可能與根

中編含量高於地上部有關,而 ABA 在地上部的累積導致了水稻蒸散作用減弱。總體而言編逆境下的生理反應 TNG71 比 TY3 更為顯著。

### 參考文獻:

Tran, T. A. and, L. P. Popova. 2013. Functions and toxicity of cadmium in plants: recent advances and future prospects. Turk. J. Bot. 37: 1-13.

Uraguchi, S., and, T. Fujiwara. 2012. Cadmium transport and tolerance in rice: perspectives for reducing grain cadmium accumulation. Rice 5: 5.

關鍵字:水稻、鎘逆境、抗氧化酶、ABA

Table 1. Root elongations, shoot extensions, and Cd absorptions in the rice seedlings of TY3 and TNG71.

		Elongations	Extensions	Cd abs	orption
Cultiver	Cd spike	Root	Shoot	Root	Shoot
	(μM)	(m	m)	(mg p	lant <sup>-1</sup> )
	0	2.1±0.5°	29.8±3.6A	<b>0</b> °	<b>0</b> <sup>c</sup>
TY3	50	2.3±0.1 <sup>a</sup>	17.2±1.6B	0.068±0.002 <sup>b</sup>	$0.028\pm0.001^{B}$
	0	2.8±0.7 <sup>a</sup>	18.0±3.0B	<b>0</b> °	<b>0</b> <sup>c</sup>
TNG71	50	3.3±1.9 <sup>a</sup>	3.9±1.9C	0.083±0.005°	$0.080\pm0.014^{A}$

 $\pm$ Capital letter indicate significant difference between exposures to different cadmium in shoot (P $\leq$ 0.05). Table 2. Partition rates of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, SOD, APX, and exposures to different cadmium in root ABA between in shoot and in root for the rice seedlings of TY3 and TNG71

Cultiver	Cd spike	$H_2O_2$	ABA	SOD	APX
	(μ <b>M</b> )				
TY3	0	12.13	0.55	2.67	3.13
	50	11.09	0.16	1.22	2.94
TNG71	0	7.12	1.65	2.58	2.08
	50	3.42	0.70	1.63	1.54

# Transformation of Phosphorus Species in the Saline Water 鹽化水域中磷物種的轉換

林子安、劉雨庭\* 國立中興大學 土壤環境科學系 yliu@nchu.edu.tw

### 摘要

自從工業化以來,急遽的人口增長速度造成的糧食需求大增,而磷(Phosphorus, P)為植物生長必須的大量要素,面臨了過度開採磷礦的情況。施用於農地的磷肥則是容易因為淋洗作用流失到河川水中最後流入到大海中,造成浪費。當河川流入海洋時,鹽分濃度(Salinity, S)還會影響磷物種的型態,因此本篇研究希望透過孵育實驗,模擬不同鹽度下對於磷的釋出及物種的轉變。實驗結果由序列萃取法(SEDEX)及X光吸收近邊緣光譜(XANES)鑑定物種轉換,可以發現磷物種由原本較為穩定的鈣磷轉變成容易被生物利用的有機磷型態,造成水中磷濃度的提升,嚴重者可能最造成水中優養化現象。

關鍵字:磷、鹽度、X光吸收光譜、序列萃取

### 一、前言

現今農業大多仰賴以磷礦製成的磷肥施入到土壤中,其中植物所能利用的僅占少量,大部分都隨著雨水淋洗至地下水或是河川水中。當過量的磷淋隨著河水流入海水中,不僅造成磷的浪費,更可能導致水質優養化。在陸海交接處的溼地扮演著截除磷的種要角色,因此需要了解濕地的環境化學因子對於磷移動性的影響。

### 二、材料方法

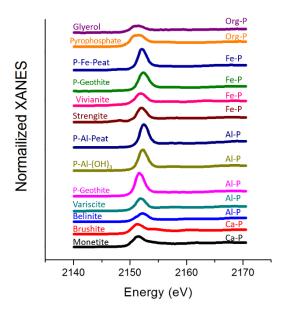
表一、序列萃取實驗流程

step	agent	set-up	speciation of phosphate
I-A	$MgCl_2$	25 °C, 2 hr	Exchangable-P
II	CDB	25 °C, 8 hr	Fe/Al-P
III	NaCH3COO	25 °C, 6 hr	Ca-P
IV	HCl	25 °C, 16 hr	Inorganic-P
V-A	-	550 °C, 8 hr	Oussais D
V-B	HC1	25 °C, 16 hr	Organic-P

本次實驗採樣於高美溼地附近的上游農業土壤,並配置人工海水,模擬以不同鹽分濃度及孵育時間下,農業土壤的磷物種改變。實驗結束進行過濾,以鉬藍法測定濾液中磷濃度,並以X光吸收近邊緣光譜配合線性擬和疊加(LCF)和序列萃取法(Rutterberg, 1992)進行磷物種變化的鑑定。

### 三、結果與討論

實驗結果顯示,隨著鹽度提高及孵育時間加長,會增加磷自固體顆粒中釋出,增加水中磷濃度。在磷物種鑑定分析中,可以看到鈣磷的比例隨著鹽分濃度上升及孵育時間增加而下降,反之,有機磷的比例則是提高。因此水中的鹽分濃度的提高不僅會增加固體顆粒上的磷釋出到水中,還可能使有機磷的比例上升,造成生物可利用磷濃度增加,對於在陸海交接處的水質品質是一大隱憂。



圖一、X 光吸收光譜之線性擬和疊加之標準品

### 四、參考文獻

[1] Rutterberg, K. C. 1992. Development of a sequential extraction method for different forms of phosphorus in marine sediments. Limmol. Oceanogr. 37: 1460-1482.

# 可見光應答掺氮二氧化鈦聚甲基丙烯酸甲酯之大腸桿菌抗菌效率研究 Antimicrobial activity of *E. coli* using N-TiO<sub>2</sub>-PMMA Composite

<u>Le Thuy Linh</u><sup>1</sup> · Yen Li-Ting <sup>1</sup>, Yao Tung-Lin<sup>1\*</sup>
Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University
\*E-mail: yaotung@nchu.edu.tw

**Abstract:** Titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) is a semiconductor and photocatalyst in the decomposition and disinfection of bacteria as active under ultraviolet light and visible light. TiO<sub>2</sub> can be used in combination with nitrogen to create a substance that inhibits the activity and growth of bacteria in which clarify ability to inactivate, especially bacterial *Escherichia Coli*. This experiment would use the dip-coating method with antibacterial by Nitrogen doped titanium dioxide (N-TiO<sub>2</sub>) and the disinfection activity of *E.coli* in 24 hours by N-TiO<sub>2</sub>. During experiment used polymethyl methacrylate (PMMA) pieces dip-coating with N-TiO<sub>2</sub> and keep under visible light (990 to 1010 lux). *E.coli* concentration was dilution by 10<sup>4</sup> and 10<sup>5</sup> CFU/ mL. The results of the experiment showed that *E.coli* was affected by N-TiO<sub>2</sub> antibacterial. The number of growth and decomposition bacteria has a distinct gap when using N-TiO<sub>2</sub>.

Key words: Nitrogen doped titanium dioxide, *Escherichia Coli*, polymethyl methacrylate.

### I. Introduction:

Titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) is also one of the best photocatalysts because TiO<sub>2</sub> have low cost, high oxidation capacity and high chemical stability when exposed to inorganic and basic compounds, non-toxic properties. Titanium dioxide cough combine nitrogen created to nitrogen doped titanium dioxide (N-TiO<sub>2</sub>) can take reaction under visible light or solar light in the future. Polymethyl methacrylate (PMMA) is a type of plastic with high light transmission, use long lasting, PMMA resistant to UV and visible light, especially no color. In this study, the antibacterial coating on PMMA surface was developed and photo-disinfection was carried out with *Escherichia coli* (*E. coli*) under visible light. In this study to synthesis visible light- responsive N-TiO<sub>2</sub>- PMMA composite and investigate the key parameters of photodisinfection using N-TiO<sub>2</sub>-PMMA. To study the kinetic of photodisinfection for bacteria and clarify the mechanisms of photodisinfection.

### II. Material and method:

• Bacteria: Escherichia coli (ATCC 8789, BCRC 11634), from The Food Industry

research and Development Institute. JIS Z 2801- Antibacterial products – Test for antibacterial activity and efficiency.

• PMMA dip coating method: using N-TiO<sub>2</sub> liquid to dip-coating PMMA by RDC 15 machine.

### III. Result & discussion

The result shows the effect of loading on *E.coli* inactivation in deferent loading range of control with visible light 1030 lux and temperature about 27 degree. Fig1, showed the number of bacterial survival grow up around 24 hours. After each hours amount of bacterial had different. A mount of bacterial slightly increase from 480 until 1440 minutes. Because that experiment without N-TiO<sub>2</sub>, the number of *E.coli* will grow up more and more.

Fig 2 shows the result survival of *E.coli* bacterial with N-TiO<sub>2</sub> dosage effect 0.5%, 1% and 2% and visible light lamp intensity around 990 to 1010 lux with temperature 27 °C in 24 hours and initial concentration of *E.coli* ranged 10<sup>5</sup> CFU/mL. Fig.2 showed that survival of bacterial had different result. The first, N-TiO<sub>2</sub> 0.5% had highest number of bacteria survival. Compare with N-TiO<sub>2</sub> 1% and 2% number of bacteria grew up had decreased and completed disinfection in 24 hours.

### Reference:

- 1. Ansari, S.A., M.M. Khan, M.O. Ansari and M.H. Cho. 2016. Nitrogen-doped titanium dioxide (N-doped TiO2) for visible light photocatalysis. New J. Chem. 40: 3000-3009. doi:10.1039/c5nj03478g.
- **2.** Castellote, M. and N. Bengtsson. 2011. Principles of TiO2 Photocatalysis. 5-10. doi:10.1007/978-94-007-1297-3\_2.

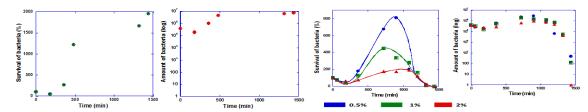


Figure 1. Control experiment with E.coli (Experiment condition :  $10^5$ CFU/mL, 1003 lux, temperature: 27 °C)

Figure 2. Dosage N-TiO<sub>2</sub> effect to *E.coli* (Experiment conditions: *E.coli*  $10^5$ CFU/mL, 990 to 1010lux, temperature: 27 °C)

### 具電化學活性細菌之分離及特性研究

### Isolation and characterization of electrochemically active bacteria

皮宏偉、沈佛亭\*、<u>李庭侃</u> 國立中興大學土壤環境科學系 \*E-mail: ftshen@dragon.nchu.edu.tw

### 摘要

生物能源為未來的重要研究方向,其中同時具有分解有機廢棄物與電化學活 性之細菌極具潛力。為分離具有電化學活性的細菌,本研究設計 2 種電極篩選系 統,自常年海水覆蓋的沙灘中分離附著於電極表面的電化學活性細菌,並探討其 電化學特性以評估應用於微生物燃料電池之可行性。本研究從各電極系統共分離 103 株分離株,經 16S rDNA 序列分析歸類後,發現不同基質與孵育時間下電極篩 選系統的分離株中以 Proteobacteria 為優勢菌門,其次為 Firmicutes。不同材質電極 篩選系統獲得之分離株同樣以 Proteobacteria 為優勢菌門,不同之處在於前者是以  $\gamma$ -Proteobacteria 為主要菌綱,而後者是  $\alpha$ -Proteobacteria,顯示不同篩菌方式可獲 得不同微生物組成。為建立快速方便且成本低廉的方式以測量細菌的電化學活性, 本研究利用可拋棄式網版印刷碳電極作為測試電極,並結合循環伏安法測試各分 離株之電化學活性。從電極系統 103 株分離株中隨機挑選 39 株不同菌屬或菌種的 分離株探討細菌產生媒介物質之電化學特性與細菌菌落滴覆電子傳遞之能力。在 所有試驗菌株中共有25株可由循環伏安圖中偵測出氧化波峰,顯示分離株產生之 媒介物質能將電子傳遞給電極,其中以分離株 Alteromonas macleodii N3-5、 Shewanella haliotis CE8B1、Vibrio campbellii KT11 具有較高的電化學活性。另外在 菌落滴覆測試結果顯示 Alteromonas macleodii N3-5、Microbacterium dextranolyticum KT7、Rhizobium soli KT8-1 可偵測出氧化波峰。根據上述 2 種電化學活性測試結 果並進行各分離株之行厭氧生長能力測試後,挑選具有電化學活性潛力且可厭氧 生長的 5 株分離株與過去文獻已得知可應用於微生物燃料電池的 Geobacter sulfurreducens PCA 進行發電測試。在本研究之微生物燃料電池系統中測得 PCA 可 產生 90.42 mA/m<sup>2</sup> 之電流密度,而分離株 N3-5、B7-15、CE8-B1、KT11 與 KT8-1 則分別可產生 37.51、5.19、30.08、34.44 與 4.34 mA/m<sup>2</sup> 之電流密度,上述菌株為 首次以純菌方式於微生物燃料電池試驗證明可產生電流的新穎電化學活性細菌。

關鍵詞:電化學活性、網版印刷碳電極、微生物燃料電池

### 非石灰性砂頁岩母質土壤中添加雞糞生物炭對小白菜(Brassica Chinensis L.)生長的影響

# Effects of Poultry Litter Biochar on the Growth of Cabbage (*Brassica Chinensis* L.) in Non-Calcareous Sandstone-Shale Soils

蔡呈奇\*、張瑀芳 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系 \*E-mail: cctsai@niu.edu.tw

### 摘要

本研究選擇 5 種廣泛分布的發育自非石灰性砂頁岩老沖積土母質之土壤土系,以種植小白菜之盆栽試驗,初步探討土壤中添加不同比例的雞糞生物炭後作物生長與植體養分含量的變動,作為雞糞生物炭是否能改善砂頁岩母質土壤的土壤品質與增進作物生長與產量之參考。研究結果指出:添加生物炭明顯提高植體的與鮮重,且只添加 0.5%的雞糞生物炭對小白菜生長即有明顯的提升;植體總磷與鉀的含量隨雞糞生物炭添加量增加有顯著提高的趨勢,但是鈣、鎂、銅與鋅的含量沒有顯著差異。土壤溶液的 pH值與 EC值都有隨著添加量增加而明顯提高的趨勢,隨監測時間而明顯遞減,但部分土系 EC值對作物生長仍有鹽害的風險;銨態氫,頭酸態氫的含量的變化非常明顯,顯示添加生物炭明顯影響土壤微生物的趨勢,但鉀含量有明顯的提高;鈣與鎂含量的趨勢變化與鉀相類似;銅含量有明顯提為,但是鋅含量並無明顯隨生物炭添加量增加而增加的趨勢。本研究認為添加與與特別,但是鋅含量並無明顯隨生物炭添加量增加而增加的趨勢。本研究認為添加與與物炭在非石灰性砂頁岩老沖積土母質的土壤中能顯著提高作物的產量,但是對土壤的影響仍是短期的效益。建議未來在利用雞糞生物炭時,除考慮土壤的特性決定施用量之外,應進一步考慮定期定量添加的必要性。

關鍵詞:非石灰性砂頁岩母質、雞糞生物炭、添加量、盆栽試驗

### 前言

目前大多數生物炭的研究是以木材做為原料,與其他有機質肥料相比,植物質原料生物炭的養分含量經常是低的。由於動性廢棄物比植物性廢棄物普遍有較高的養分含量,利用動物性來源產製的生物炭應該有較高的養分含量,但是這些動物性生物炭作為土壤改良劑的農業上的價值,仍少有相關的研究。將雞糞墊料製成生物炭,是一種將雞糞墊料轉換成有附加價值土壤改良劑的方法,因為雞糞生物炭較輕,將其從糞肥養分過剩的區域運送出來也比較便宜,但是雞糞生物炭對土壤性質的影響還有許多是未知的。本研究選出 5 種發育非石灰性砂頁岩老沖積土母質之代表性農地土壤土系,以種植小白菜之盆栽試驗,初步探討土壤中添加同一種雞糞生物炭後作物(小白菜)生長與植體養分含量的變動,作為雞糞生物炭是否能改善砂頁岩母質土壤的品質與增進作物生長與產量之參考。

### 材料與方法

一、試驗土壤:本研究選擇 5 種非石灰性砂頁岩老沖積土(non-calcareous sandstone-shale old alluvial soils)母質土壤土系,包括福基系(Fc)、大肚系(TTt,

TTq)、栗林村系(TLb)、上楓樹系(TSg)與翁子系(TWz),採集表土(0-20cm)做為試驗土壤。

- 二、供試生物炭:本研究選取在 300℃炭化之的肉雞糞(含墊料)(造粒後炭化)生物炭[慢速(30 min),產率(wt%)-固體 83.04%/液體 14.85%/氣體 2.11%]。
- 三、豬糞堆肥: 購自市售有農委會核發許可證之品牌堆肥。
- 四、盆栽試驗:生物炭的添加量為 0%、0.5%及 1.0%(w/w),對照組為未添加生物炭的處理。以 0.5%堆肥作為作物生長的養分。5 種代表性土壤×1 種堆肥添加量(0.5%)×1 種生物炭×2 種生物炭施用量(0.5%, 1.0%)×3 重覆=30 個,對照組為 5 種代表性土壤(不添加生物炭與堆肥)\*3 重覆=15 個,以及 5 種代表性土壤(添加 0.5%堆肥,不添加生物炭)\*3 重覆=15 個,共 60 個盆栽試驗樣本。每盆種植 2 棵性狀相近的小苗,在室內種植期間每週控制水分在 60%-70%田間容水量。移植開始算起 21 天後進行小白菜採收與分析,植體不分地上部與根部。植體生長期間(移植後)在每一個盆栽中垂直插入一支根圈土壤溶液採樣器,每週收集一次土壤溶液,試驗期間共收集 4 次(1、7、14、21 天),所收集之土壤溶液以 0.45 μm 濾紙過濾後旋即置於 4℃冰箱中以備分析。土壤溶液分析包括pH、EC、銨態氮(NH4-N)與硝酸態氮(NO3-N)的含量以及 P、K、Ca、Mg、Cu與 Zn 的含量。

### 結果與討論

植體的每株鮮重皆有隨生物炭添加量增加而增加的明顯趨勢,以 Fc 土系的變 化最明顯,其次為 TSg 土系, 葉長也只有這兩個土系有顯著的增加; 只添加 0.5% 的雞糞生物炭對小白菜生長(每株鮮重)即有明顯的提升,但不明顯影響葉長。植體 總磷與鉀的含量會隨雞糞生物炭添加量增加而有顯著提高的趨勢,但是鈣、鎂、 銅與鋅的總含量反而是沒有顯著差異,有些是顯著降低的趨勢。在土壤溶液監測 中,土壤溶液的 pH 值有著添加量增加而明顯提高的趨勢,但是除了 TWz 土系之 外,其他土系在 1~2 周後的 pH 值即明顯下降,Fc 土系最明顯;EC 值皆有隨添加 量增加而明顯提高的變化,隨監測時間而明顯遞減,但部分土系 EC 值仍高於 2 dS m-1,對作物生長存在著鹽害的風險。監測期間土壤 pH 值與 EC 值的改變明顯影響 微生物的活性,只有酸性的 Fc 土系的銨態氮有明顯提高,但很快下降,其他土系 的含量皆很低,相反的,硝酸態氮含量在1~7天迅速提高,14~21天又很快降低, TSg 土系的含量最低,推測是土壤中的有機物含量相對最低,沒有有機態氮可供礦 化與硝化。隨著添加量增加,各土系之土壤溶液中的磷含量並沒有明顯增加的趨 勢,只有第一天明顯提高,但很快便降低。而隨著添加量增加,各土系之土壤溶 液中的鉀含量有明顯的提高,會持續 7~14 天才開始遞減;土壤溶液中鈣與鎂含量 的趨勢變化與鉀相類似,但各土系的變化不一致;添加生物炭也有明顯提高溶液 中的銅含量,隨時間變化有緩慢提高的趨勢,但是濃度小 0.1 mg L-1; Fc 土系土壤 中 0.1N HCl 可萃取的鋅含量本來就很高,添加生物炭反而有降低的趨勢,其他土 系則並無明顯隨生物炭添加量增加而增加的趨勢,大多在第7天達到最高含量, 隨後逐漸遞減。發育自非石灰性砂頁岩老沖積土母質的土壤,在人為長期耕作施 業的影響下,雖然表土土壤質地仍然有母質的特性(壤土或砂質壤土),但是化學性 質有不同程度的改變,添加雞糞生物炭有顯著提高作物產量,但是對土壤的影響 仍是短期的效益。建議未來在利用雞糞生物炭改良非石灰性砂頁岩老沖積土母質 之土壤特性以利增進作物產量與品質時,除考慮土壤的特性(例如 pH、EC、OC、 有效性養分、土壤質地等)決定施用量之外,應進一步考慮定期定量添加的必要性。

### 

Evaluation of fertilizer management in Curcuma cultivation under nethouse.

## 陳富永 行政院農委會高雄區農業改良場 chenfy@mail.kdais.gov.tw

### 摘要

利用簡易防雨設施栽培薑荷花,同時改以床架盆栽模式栽培切花用薑荷花,搭配優良商業品種引進栽培,再輔以養液滴灌供肥模式,生產高品質薑荷花切花。已建立薑荷花品種組織培養苗在設施內之馴化流程,栽培於塑膠植盆中,以設施內種植一年後苗株收穫之種球進行4種比例肥料處理試驗;4個試驗品種在設施內生產之薑荷花切花品質優良,瑕疵比例極低,其中液體肥料氮磷鉀比例 10:30:20滴灌處理組,在各品種中均獲得最高之切花採收量,可做為爾後設施內栽培薑荷花生產模式肥培管理之參考。對比露天栽培之薑荷花,設施栽培者在切花產量及品質上,均有較佳之生產效益。

關鍵字: 薑荷花、肥培、滴灌

### 前言

薑荷花引進臺灣種植已 20 餘年,是熱帶根莖類花卉,花型花色高雅、瓶插壽命長,為重要之夏季切花之一。然而近年來,夏季極端氣候出現頻率增加、暴雨往往造成露天種植花卉生長受損,影響開花,加上傳統露天地植模式,薑荷花的苞片容易盛積雨水及塵土、雜草叢生問題妨礙植株生長及耗費除草工資、也容易提高土壤傳播性病害發生機率,影響切花之品質。利用簡易防雨設施栽培薑荷花,同時改以床架盆栽模式栽培切花用薑荷花,搭配優良商業品種之引進栽培,再輔以養液滴灌之供肥模式,生產高品質之薑荷花切花,降低劇烈天氣造成之影響、減少農藥施用、同時提升切花產量及品質。

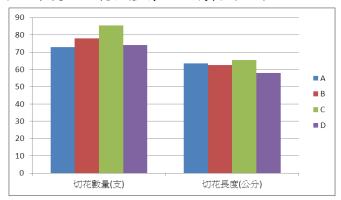
### 材料與方法

利用精準肥培模式提升薑荷花切花產量及品質薑荷花於設施內栽培,主要將以養液滴灌方式供應肥料,另外以施用緩效性粒肥為對照。1.養液滴灌栽培:利用養液滴灌系統每天供應稀釋之液體肥料,於植株萌芽後開始液體肥料之供應,於第一個月將供應 N:  $P_2O_5$ :  $K_2O=20$ : 10: 20(Peters Professional),其後將區分使用 2 種肥料供應,分別為 N:  $P_2O_5$ :  $K_2O=20$ : 20: 20 以及 N:  $P_2O_5$ :  $K_2O=10$ : 30: 20(Peters Professional) 之兩種比例液體肥料,以每天供應適當稀釋比例液肥 1 分鐘(Netafim 穩壓滴頭 8L/H)之頻度供應。 2.緩效性粒肥栽培:使用 2 種緩效性粒肥做為肥料供

應來源,分別為薑科專用配方(N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O=18: 10: 18, Dayi Green Mix)、球根花卉專用配方(N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O=15: 10: 20, Dayi Green Mix)。

### 結果與討論

設施內最適肥培模式建立,以 4 個薑荷花品種「CA01」、「cv.107」、「cv.405」、「cv.406」進行肥培探討,共計進行 4 種肥料處理,分別為 A.粒肥 15: 10: 20、B. 粒肥 18: 10: 18、C.液肥 10: 30: 20、D.液肥 20: 20: 20。由 4 個薑荷花品種在一個完整栽培季之切花生產情形顯示,4 種不同之肥料處理下,開花枝之長度各個處理組間並未有顯著之差異,各品種間則維持品種特性,各有不同之切花長度;而在切花產量方面則有顯著差異,其中 C 處理組,也就是液體肥料(N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O=10: 30: 20)滴灌供肥方式,在各個品種中均是切花產量最高的處理組,這顯示磷肥成分較高之肥料供應,對於薑荷花花芽之分化產生了直接的正相關影響,而液體滴灌型式,每日少量供肥,也較緩效粒肥有較佳之生長促進效果。薑荷花是地下球莖類花卉,一個新芽代表一支新的花莖、並對應形成一個新的子球莖,等待植株完全進入休眠期,收穫地下根莖時,將可驗證切花產量高之肥培管理是否也產生較多之新生球莖,這也將對下一年度之切花生產有加倍成長的效果。



### 參考文獻

- 安志豪、劉明宗。2015。宮燈百合產業現況及種球繁殖之初探。種苗科技專訊 89:18-21。
- 2. 吳志文、黃德昌、黃柄龍、陳富永。2013。熱帶薑科花卉多樣化品種選育及建 構種苗穩定生產模式。101年科發基金補助計畫成果報告。33頁。
- 3. 許家言、葉常青、蔡新聲。1991。薑花組織培養之大量繁殖。中華農業研究 40:171-177。
- 4. 黄俊杉。2001。彩色海芋組培苗一代球生產。種苗科技專訊33:15-20。
- 5. 黄柄龍、陳富永、姚銘輝、李阿嬌。2012a。節能自動化設施花卉及蔬菜生產運 銷管理技術研習。101年出國研習報告49頁。

#### 臺灣澎湖群島玄武岩土壤時間序列下之碳儲存量

# Carbon storage along a chronosequence of basaltic soils in Penghu Island, Taiwan

#### Chih-Yuan Huang and Zeng-Yei Hseu\*

Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan

\*Tel: +886-2-33664823, E-mail: zyhseu@ntu.edu.tw

#### **ABSTRACT**

Global and regional soil organic carbon (SOC) has attracted the attention from publics due to climate change. Numerous factors would contribute to the accumulation of soil organic carbon. The objective of this study was to study SOC stock for understanding the shift of SOC accumulation with different soil ages. In this study, four soil pedons were sampled from virgin tropical forests to determine the content of organic carbon and calculate the SOC stock to the depth of 100 cm. All pedons were situated along a chronosequence in Penghu Island of Taiwan to investigate in the correlation between soil relative age and SOC stock. From the experimental results, the pedons from the stratigraphic age of 12.2 Ma contained 8.8-9.5 kg/m² of SOC stock in the depth of 0-100 cm; however, the stock ranged in 7.0-7.3 kg/m² in the pedons at the stratigraphic age of 8.2-8.5 Ma. The SOC stock in the top 30 cm or 50 cm depth did not show clear difference between pedons, which indicates that over a wide range of time scales the SOC stock in the 0-100 cm depth is more likely to reflect the chronological age.

**Key words**: Carbon sequestration, Basaltic soil, Chronosequence, Soil organic carbon (SOC).

#### 1. Introduction

Soil boasts of a vast reservoir of terrestrial C as organic matter (1500 Pg) worldwide, which plays an important role in global C cycle and both a source and sink of greenhouse gases (Schlesinger and Andrews, 2000). Many previous studies have estimated the global C storage in soils (Eswaran et al. 1993; Sundquist et al., 1993). In Taiwan, according to Chen and Hseu (1997), the estimated total SOC pool was about 347 Tg, stored in the top 1 m of soils. However, SOC stock in basaltic ash soils of Taiwan is less studied and few studies focused on how chronological age affected the accumulation of soil organic carbon. Therefore, this study aimed: (1) to estimate SOC stock along a chronosequence of basaltic soils in Penghu Island, and (2) to find the relationship between SOC stock and relative soil age in this area.

#### 2. Materials and methods

2.1 Description of field sampling location and collection of soil samples

The Penghu Islands are an archipelago of 90 islands and islets in the Taiwan Strait. The terrain is mainly composed of flat square mountain platform covered by basalt lava. Basalt lava flow with different stratigraphic ages and some crossbedding

sediments comprise most of the islands. Four soil pedons were sampled along a chronosequence, two from the main island of Penghu, one from Baisha Island and one from Xiyu Island. Following identification of soil horizons, a total of 21 soil samples were collected from all horizons in the profiles.

#### 2.2 Soil analysis

Soil samples were air dried and sieved through 2-mm mesh for laboratory analysis. Soil pH was measured in a 1:1 soil/water suspension with a glass electrode (McLean, 1982). Soil organic carbon (SOC) was determined by Walkey-Black wet oxidation (Nelson and Sommer, 1982). The core method was used to determine the Bd (Blake and Hartge, 1986).

#### 2.3 Calculating the SOC pool of individual soil pedons

For an individual soil pedon with k layers, the total SOC content by volume-basis can be calculated by following equation:

$$T_d = \sum_{i=1}^k \rho i * Ci * Di$$

where  $T_d$  (Mg/m²) is the total amount of organic carbon,  $\rho_i$  (Mg/m³) dry bulk density of layer i,  $C_i$  (g C/g soil) the organic carbon content in the layer i and  $D_i$  (m) the thickness of layer i.

#### 3. Results and discussion

The highest SOC content of topsoil (0-15 cm) was found in Pedon 2 (33 g/kg). Additionally, the SOC content of pedons ranged from 3-6 g/kg in the deep soil to 27-35 g/kg in the topsoil. The highest SOC storage in 0-30 cm was 6.3 kg/m² from Pedon 3, followed by the others which ranged in 5.3-5.5 kg/m². All pedons contained 6.9-7.3 kg/m² of SOC within 0-50 cm, not showing clear difference between the pedons. However, the SOC stock in 0-100 cm was more consistent with chronological sequence. Pedons 1 and 2 from the stratigraphic age of 12.2 Ma contained 8.8-9.5 kg/m² in 0-100 cm, compared to 7.0-7.3 kg/m² in the Pedons 3 and 4 at the stratigraphic age of 8.2-8.5 Ma.

#### 4. Conclusions

This study estimated the SOC stock of four pedons in the Penghu Island. The SOC stock in the 0-100 cm of each pedon was more consistent with the chronosequence, which indicated that over a wide range of time scales the SOC stock in 0-100 cm may be more likely to reflect the relative soil age rather than SOC stock in 0-30 cm or 0-50 cm.

#### References

Chen, Z.S., Hseu Z.Y. 1997. Total organic carbon pool in soils of Taiwan. Proc Natl Sci Council ROC Part B Life Sci 21:120-7.

Eswaran, H, Van den Berg E and Reich P. 1993. Organic carbon in soils of the world. Soil Sci. Soc. Am. J. 57:192-194.

Schlesinger, W.H., Andrews, J.A. 2000. Soil respiration and the global carbon cycle. Biogeochem. 48:7–20.

Sundquist, E. 1993. The global carbon dioxide budget. Sci. 259:934-941.

#### 茄子接種溶磷菌對生育之影響

## Effect of *Solanum melongena* Inoculation with Phosphate Solubilizing Bacteria on Growth

張耀聰\*、王瓊慧

行政院農業委員會高雄區農業改良場土壤肥料研究室,副研究員、助理 \*E-mail: ytc@mail.kdais.gov.tw

#### 摘要

本研究主要探討茄子接種溶磷菌在不同等級磷肥田區生育之表現,由試驗結果可知高中低磷 3 個田區茄子定植 30 天後,以低磷地區之苗高生長普遍優於其他 2 個試區之苗高生長,然而在地徑生長方面 3 個田區之植株地徑生長並無顯著差異。經連續 12 週調查,在低磷地區植株單株產量平均以處理 5 表現最佳,並與處理 1 比較達顯著差異。在中磷區域,其產量趨勢高至低:處理 4 > 處理 6 > 處理 5 > 處理 1 > 處理 2 > 處理 3 , 6 個處理間無顯著差異。在高磷試區調查統計,以處理 3 、處理 4 、處理 1 及處理 2 產量表現顯著高於處理 6。茄子青枯病死亡率調查,以低磷地區青枯病發病情況最為嚴重,並以處理 1 、處理 3 、處理 2 及處理 6 最為嚴重。關鍵詞:茄子、溶磷菌、生育、青枯病

#### 前言

茄子 (Solanum melongena L.) 依據農糧署 104 年度農業年報統計,高屏地區 裁種面積約占全國總栽培面積 56%,年產量為 16,483 公噸,占全國總生產量之 64.6%。屏東縣每公頃平均產量高達 26.372 公噸,為全國平均值之 1.23 倍。而茄子作物定植後約 2 個月即連續開花與採收,因此需肥量極大。但也因施肥量大,往往造成化學肥料過渡施用,而使土壤理化性質劣化,其中以磷肥吸收影響最大,當土壤 pH 改變時,土壤中的磷肥可能與鐵、鋁或鈣結合,形成作物無法利用之磷肥,而溶磷菌之功效即可將這類無效性磷肥解離,提供作物有效性磷肥吸收,因此本文即針對茄子接種溶磷菌後,評估其對茄子生育之影響,以利農民應用參考。

#### 材料與方法

- 1. 土壤有效性磷分類:茄子試驗田土壤有效性磷(Bray 1-P)分級,分別為低(<73.9 mg/kg)、中(73.9~81.5 mg/kg)及高(>81.5 mg/kg)(張等,2013)。
- 2.試驗方法:(1)茄子品種:高雄2號,400plants/0.1ha。(2)試驗田面積:3不同磷肥(高、中、低)分級各0.1ha。(3)溶磷菌試驗:2種溶磷菌(分為液體簡稱菌液及固體簡稱菌料)CRD處理各4重複,每重複計有20株茄子,並另設不接種處理為對照區。溶磷菌施用時機,依據市售2種溶磷菌推薦方式及用量施用。(4)肥料施用量(固定氮鉀肥全量施用):低磷區以施肥手冊推薦施肥量全量磷肥之75%施用,

中磷區則施用 1/2 推薦量磷肥,高磷區則不施用磷肥。3 要素 180 天全量用量分別為氮素:610kg/ha。磷酐:800kg/ha。氧化鉀:630kg/ha(磷肥施用量 50%於基肥階段施用,另外於追肥階段分批施用)。(5)性狀調查:於定植後 30 天進行株高地徑等調查,及後續產量及茄果性狀調查。

3.試驗設計:處理 1:菌液+施肥 (高磷不施/中磷 0.5 推薦量/低磷 0.75 推薦量)。處理 2:菌料+施肥 (高磷不施/中磷 0.5 推薦量/低磷 0.75 推薦量。處理 3:滅菌液+施肥 (高磷不施/中磷 0.5 推薦量/低磷 0.75 推薦量)。處理 4:滅菌料+施肥 (高磷不施/中磷 0.5 推薦量/低磷 0.75 推薦量)。處理 5:施肥 (高磷不施/中磷 0.5 推薦量/低磷 0.75 推薦量/低磷 0.75 推薦量/

#### 結果與討論

試驗結果顯示高中低磷 3 個田區茄子定植 30 天後,苗高生長情形調查,以低磷地區之苗高生長普遍優於其他 2 個試區之苗高生長,然而在地徑生長方面 3 個田區之植株地徑生長並無顯著差異。此外,經連續 12 週調查,在低磷地區植株單株產量平均以處理 5 表現最佳,並與處理 1 比較達顯著差異,但與其他處理間無顯著差異。在中磷區域,其產量趨勢高至低:處理 4>處理 6>處理 5>處理 1>處理 2>處理 3,6 個處理間無顯著差異。在高磷試區調查統計,以處理 3、處理 4、處理 1 及處理 2 產量表現顯著高於處理 6。另外,統計 3 個試驗區域茄子青枯病死亡率調查,以低磷地區青枯病發病情況最為嚴重,並以處理 1、處理 3、處理 2 及處理 6 最為嚴重。由以上結果推測溶磷菌在低磷地區表現不佳並造成植株青枯病發病,主因可能植物對磷吸收營養不足,造成植株生長勢弱,並易受病害感染所致,然在高磷區域,溶磷菌可釋出磷肥較多,而利於植株生育,因此產量也相較為高。

#### 結論

溶磷菌對作物之效益主要在於土壤中磷肥量之多寡,當磷肥量高時,溶磷菌可解離之磷肥相較為豐,但若土壤屬於貧磷狀況,溶磷菌表現則因無可利用磷供其繁殖,可能會使土壤有效性磷固定於溶磷菌胞器內,而造成作物生長不良或易受病原危害,因此溶磷菌在本試驗中以高磷情況下茄子產量最佳,顯示茄子作物生育磷肥用量高,並在土壤具較高磷肥情況下,溶磷菌才能顯現其較佳效益。

#### 引用文獻

行政院農業委員會 (2015) 104 年農業統計年報。台北。台灣。

張雅、周航、李丹、楊文業 (2013) 土壤有效磷对茄子 (Solanun melongena L·) 品质的影响。浙江农业学报 Acta Agriculturae Zhejiangensis, 25 (6): 1342-1347。

羅秋雄(2005)作物施肥手冊。中華肥料協會編印。p.154。

新興汙染物鉈對水稻幼苗的毒害及添加鉀、鈣、鎂對鉈毒害之影響

# The toxicity of emerging contaminants thallium in rice seedlings and the effect of potassium, calcium, magnesium addition

<u>黄亮心\*</u>、王尚禮 國立台灣大學農業化學系

\*E-mail: r05623007@ntu.edu.tw

#### 摘要

本研究以台灣主要糧食作物之水稻(Oryza sative L.)作為試驗材料,探討新興汙染物蛇在水耕系統下在水稻幼苗中的累積分布與毒害影響,以及植物巨量營養元素鉀、鈣、鎂對水稻幼苗鉈吸收的抑制作用。結果顯示鉀的添加能顯著降低水稻幼苗的鉈累積,並且減緩其毒害;而鈣、鎂的添加無法減輕鉈毒害,

關鍵字: 鉈、水稻幼苗、抑制、離子半徑、累積

#### 前言

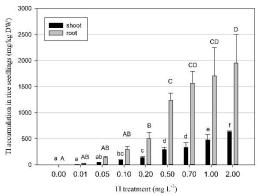
新興污染物的定義為由人類活動產生之「新認定或之前未確認」、「未受法規規範」且「對人體健康及生態環境具有風險性」的化學污染物,而鉈為其中之一。鉈對於哺乳動物具有極高毒性,故早期作為滅鼠藥使用,而近年則多用於光電材料的製造。目前對於鉈生物累積的研究探討尚不明確,但鉈同時具有高毒性與水溶性,一旦在環境中流佈,將嚴重威脅人體健康與糧食安全。因此,目前急需了解鉈在植物體內的累積部位和傳輸特性,以推測植物對鉈的吸收和累積機制,並設法降低鉈的毒害。土壤溶液中植物營養元素裡,已知鉀因離子半徑與鉈相似,會與之競爭植物吸收鉀的通道(Kwan and Smith, 1991),從而降低鉈累積量;而亦有研究顯示受鉈汙染田地的作物植體內鉈的累積與鈣、鎂具有正關聯性(Xiao et al., 2004)。本實驗目的為了解鉈對水稻的累積與毒害受鉀、鈣、鎂的影響,用以評估遭受鉈污染農田之水稻所產生的糧食安全疑慮。

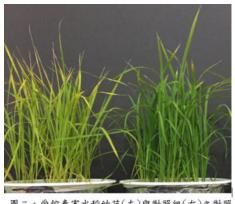
#### 材料與方法

本試驗以台梗九號作為供試品種,以添加不同濃度硝酸一價鉈(0, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 0.7, 1.0, 2.0 mg  $L^{-1}$ ),以及不同濃度硝酸鉀(7, 35 mg  $L^{-1}$ )、硝酸鈣(7.0, 17.5 mg  $L^{-1}$ )、硝酸鎂(6.5, 16.3 mg  $L^{-1}$ )的半強度木村氏水耕液,對已生長 21 天的三葉齡水稻幼苗進行七天毒害處理,每組三重複。收取樣品後分別測量記錄其地上部與地下部的乾重,微波消化後以原子吸光法分析其鉈、鉀、鈣、鎂的含量,並分析其丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量以作為植體中細胞脂質氧化逆境的毒害指標。

#### 結果與討論

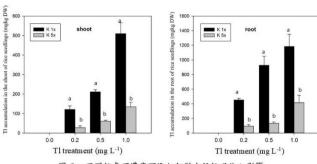
水耕液鉈處理濃度在大於 0.5 mg L<sup>-1</sup> 時水稻幼苗外觀有明顯毒害,徵狀主要為老葉黃化與壞疽、根系減少、地上部節間縮小與葉片尖端蜷曲。鉈在植體地上部內可累積至最高 633.4 μg g<sup>-1</sup>,而地下部更可累積至 1953.0 μg g<sup>-1</sup>,可能是因為鉈與鉀共用同一通道,導致植物根部在吸收營養元素鉀時連帶吸收了大量的鉈。如此高的累積含量若結合鉈的高毒性與水溶性考慮,足見鉈汙染會對糧食安全造成極大威脅。





圖一、不同蛇處理濃度下水稻幼苗地上部與地下部的蛇累積濃度 圖二、受蛇毒害水稻幼苗(左)與對照組(右)之對照

在添加 5 倍正常濃度鉀離子的情形下,水稻植體內鉈的累積濃度顯著減少,顯示鉀離子水合離子半徑的相似,藉由競爭通道的方式降低水稻的鉈吸收;同時MDA 含量亦降低,顯示水稻受毒害程度因鉈吸收的減少而降低。



圖三、不同鉈處理濃度下添加鉀對水稻鉈吸收之影響

鈣、鎂離子是除了鉀之外,在土壤壤境中離子半徑與鉈最接近者,而在添加 2.5 倍正常濃度鈣、鎂離子的情形下,對水稻幼苗鉈吸收的影響並不顯著,MDA 含量亦表示鉈毒害未被降低。結果顯示鈣、鎂與鉈之間並不存在競爭或協同關係,與前人研究結果不一致,有可能是土壤中存在其他因子能使鈣、鎂與鉈的植物有效性同時提高

#### 參考文獻

Kwan, K. and S. Smith. 1991. Some aspects of the kinetics of cadmium and thallium uptake by fronds of Lemnaminor L. New Phytol. 117:91–102

Xiao, T. F., J. Guha, D. Boyle, C. Q. Liu, J. Chen. 2004. Environmental concerns related to high thallium levels in soils and thallium uptake by plants in southwest Guizhou, China. Sci. Total Environ. 318:223–244

耐酸根瘤菌與敏豆 (Phaseolus vulgaris L.) 在酸性土壤的共生效益 Symbitoic effectiveness of acid-tolerant rhizobia with common bean (Phaseolus vulgaris L.) in acid soil

顏名沂 <sup>1\*</sup>、黃政華 <sup>1</sup>、<u>洪郁婷</u> <sup>1</sup> 國立中興大學土壤環境科學所 <sup>\*</sup>E-mail: ruby60219@hotmail.com

#### 摘要

豆科根瘤菌的生物性固氮作用是豆科作物很重要的氮肥來源之一,然而土壤酸化會影響根瘤菌與植物根的共生效益與宿主植物的生長。本研究之目的為篩選並評估耐酸根瘤菌在酸性土壤與敏豆的共生效益和固氮活性。於敏豆根瘤中篩選出 16 株 Rhizobium spp. 以及一株耐酸參考菌株 CIAT899,利用 homopipes 調整培養基的酸鹼值 (pH=4,5,6)、以  $Al_2(SO_4)_3$  調配不同的鋁離子濃度  $(1,2,3\ mmol\ L^{-1})$ ,並在砂耕環境下  $(pH\,5)$  評估篩選耐酸耐鋁菌株,再分別進行兩種酸性土壤  $(pH\,5.1\,;\, Cg \pm {\rm i}_{\rm i}[Al^{3+}]=2.01\ mg\,kg^{-1}$  與通霄土壤 $[Al^{3+}]=3.72\ mg\,kg^{-1})$  的敏豆盆栽試驗。Cg 土壤以接種耐酸不耐鋁菌株 B379 獲得最高的固氮活性,通霄土壤中則為耐鋁不耐酸菌株 B378 獲得最高之結瘤數,而耐酸耐鋁菌株 B412 則是在兩種土壤中皆獲得高的豆莢乾重。本研究之方法可以篩選出耐酸耐鋁的根瘤菌,促進豆科作物在酸性土壤中的生長、增加根部結瘤數、共生效益和產量,也可以降低化學氮肥之施用量,利於永續農業之發展。

關鍵字:耐酸性根瘤菌、敏豆、酸性土壤、共生效益。

#### 前言

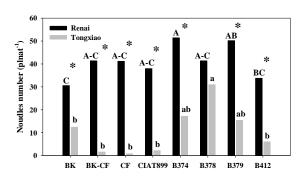
根瘤菌的耐酸性依菌種而異,部分菌株可以透過分泌胞外多醣體來提升其耐酸性 (Cunningham and Munns, 1984)。將  $H^+$ 阻擋在外也是耐酸機制之一,取決於細胞膜的組成,例如 lysyl-phosphatidylglycerol 或 alanyl-phosphatidylglycerol,功能為降低磷脂雙層對質子的渗透性,此現象已在  $R.\ tropici$  (Vinuesa,  $et\ al.$ , 2003), Sinorhizobium meliloti (Reeve,  $et\ al.$ , 2006) 和  $Pseudomonas\ aeruginosa$  (Klein,  $et\ al.$ , 2009) 發現。另外,維持胞內的 pH 也是抗酸性逆境的因素之一,透過尿素酶 (urease) 或精胺酸脫亞胺酶 (arginine deiminase) 系統,細胞產生  $NH_3$  與細胞質中的質子結合形成  $NH^{4+}$ ,提高或維持其內部 pH 以增加其對酸的耐受性 (Cotter and Hill, 2003)。

#### 材料與方法



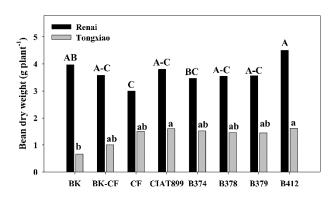
•						
盆栽試驗(仁愛	盆栽試驗(仁愛土壤與通霄土壤)					
	+					
固氮活性	固氮效益					
根瘤活性測試	植體養分分析					
根瘤數計算	土壤養分分析					
	豆莢產量調查					

#### 結果與討論



圖一、酸性土壤盆栽試驗敏豆接種根瘤 菌種植 30 天後之植株根瘤數

圖二、酸性土壤盆栽試驗敏豆接種根瘤 菌種植 30 天之固氮酵素活性



圖三、 酸性土壤盆栽試驗敏豆接種根瘤菌 種植 65 天後採收之單一植株豆莢 總乾重

本研究發現能產生較多胞外多醣體的 R. radiobacter 及 R. sophoriradicis, 具有較好的耐酸性及耐鋁毒性。在仁愛土壤中,菌株 B379 獲得最高的固氮活性,通霄土壤中,則菌株 B378 擁有最多之結瘤數。其中,菌株 B412 的接種效益最佳,在通宵土壤中,顯著高於對照組 (BK),並且與施用化肥之對照組 (BK-CF) 產量相當;而在仁愛土壤中,則顯著高於化肥處理 (CF) 達 50%,故該菌株可以減少化學肥料的施用量,節省生產成本,並有利於永續農業之發展。

#### 參考文獻

顏名沂。2017。耐酸根瘤菌與敏豆(Phaseolus vulgaris L.)在酸性土壤的共生效益。 國立中興大學土壤學研究所碩士論文。

#### 探討不同生育期水稻植株鎘濃度分佈之品種差異

### Cadmium Accumulation in Rice Grains by the Different Cultivars Grown in Cd-contaminated soils

陳品名<sup>1</sup>、許健輝<sup>2</sup>、陳翠晶<sup>1</sup>、莊愷瑋<sup>1\*</sup>
<sup>1</sup>國立嘉義大學農藝學系
<sup>2</sup>行政院農委會農業試驗所農業化學組
e-mail: kwjuang@mail.ncyu.edu.tw

#### 摘要

水稻對鎘具有高度吸收及累積的特性,食米鎘濃度超標為我國嚴重的食安問 題之一,如何降低水稻對鎘的吸收為現今迫切需要解決的問題。本研究為探討不 同生育期水稻植株鎘濃度分佈之品種差異,選用水稻品種:台南 11 號與台中私 10 號,於台中市后里區的鎘污染農地進行田間試驗,並依據田間土壤鎘濃度分佈之 空間變異,將試驗區分成低、中、高濃度的三區及種植兩供試品種水稻,分別於 分蘖盛期、幼穗分化期、完熟期採收植株樣,進行植株鎘濃度的測定分析。分析 過程先將水稻植株樣本分為根部及地上部,根部先以 sodium dithionite - citrate bicarbonate (DCB)試劑萃取附著根表之鐵膜,保留萃取液待測;再將所有植株樣本 以 65°C 持續 72 小時烘乾,以硝酸:過氯酸(v:v=4:1)混合於高溫分解,取得分解液 待測;並將採集自根圈的土壤,以 0.1 N HCl 萃取其有效性鎘,所有待測液皆以火 焰式原子吸收光譜儀測定鎘濃度。本研究結果顯示,台南 11 號的糙米鎘濃度較台 中和 10 號低,但前者穎殼錦濃度較後者高,表示台南 11 號將錦阻擋於穎殼而減 少鎘進入糙米的能力較台中私 10 好。兩個品種水稻根部及地上部之鎘濃度皆隨生 長期增加,而且台南11號根表鐵膜中的鎘濃度也有隨之增加的趨勢,顯示水稻生 長期間根表鐵膜可截留土壤鎬,有減緩植株對鎬吸收的作用;然而,台中私 10 號 根表鐵膜截留土壤鎘的趨勢較不明顯。

關鍵詞:編、栽培種、生育期、鐵膜、根圈

表一、DCB 萃取根圈土壤之鎘濃度

水稻品種	供試土壤		生育期	
		I	II	III
		(ppm)		
台南11號	Cd-L	0.79	0.79	0.53
	Cd-M	1.32	1.27	1.12
	Cd-H	1.64	1.10	0.80
台中私10號	Cd-L	0.89	0.65	0.80
	Cd-M	1.33	1.66	1.13
	Cd-H	3.27	1.56	1.85

表二、水稻鐵膜及根部之編濃度

水稻品種	供試土壤	鐵膜編濃度 生育期				根部鍋濃度 生育期	
		生 月 期 【	II	III	I	王月期 II	III
				(p <sub>1</sub>	pm)		
台南11號	Cd-L	N.D.	4.04	8.08	16.24	43.97	91.53
	Cd-M	N.D.	9.72	8.20	24.98	66.19	106.71
	Cd-H	N.D.	7.56	10.23	43.18	46.95	107.16
台中私10號	Cd-L	N.D.	3.86	3.70	13.53	42.78	39.12
	Cd-M	N.D.	3.00	3.93	16.28	50.28	80.14
	Cd-H	N.D.	5.62	4.62	10.11	34.21	72.34
*N.D.=Not De	etected, 小方	ぐ方法偵測極門	₹0.36.				

表三、水稻穀粒與穎殼之鎘濃度。

水稻品種	供試土壤	穀粒之鍋濃度 穎殼之鍋濃			
		生育期			
		III	III		
		(ppm)			
台南11號	Cd-L	2.79	8.90		
	Cd-M	2.53	9.64		
	Cd-H	2.42	5.75		
台中私10號	Cd-L	4.67	6.49		
	Cd-M	4.25	5.67		
	Cd-H	4.1	4.33		

### 以新穎技術改善邊坡植生工法之植物生長效益 Improvement of plant growing efficiency in slopeland vegetation engineering by an innovative technique

簡廷澍<sup>1</sup>、<u>簡士濠<sup>2\*</sup></u>
<sup>1</sup>國立屏東科技大學 水土保持系 碩士生
<sup>2</sup>國立屏東科技大學 水土保持系 副教授
\*E-mail: shjien@mail.npust.edu.tw

#### 一、 摘要

本實驗選用稻殼生物炭(rice husk biochar, RHB) 2%、4%、聚丙烯醯胺 (polyacrylamide, PAM) 50 ppm、100 ppm 及雙液型黏著劑(KMCO-955, AB) 1%進行不同濃度配比組合後,於台南市龍崎試區一泥岩邊坡進行植生噴植,觀察其種子發芽情況並監測第一個月之發芽率、發芽勢及六個月之覆蓋率。結果顯示,種子發芽試驗經過 60 天後,本研究發現,與對照組作為比較,添加生物炭的處理發芽率及發芽勢均有提高,而已 P50+B2 處理上升 13%最佳,添加 AB 劑處理則最為抑制種子發芽情況;種子發芽試驗覆蓋率方面,經過 60 天後,與對照組作為比較,添加生物炭的處理發芽率及發芽勢均有提高,而以 P50+B2 處理上升 19.85%最佳,添加 AB 劑處理覆蓋率則最差。

關鍵詞:生物炭、陰離子型聚丙烯醯胺、雙液型黏著劑

#### 二、 前言

目前實務上所用之噴植基材多以廢棄木屑配上黏著劑與草木本植物為主,然 而為增加抗沖蝕效果,施工便必須增加黏著劑劑量,此往往造成種子發芽率下降 與外來演替種過慢之問題;生物炭過去多以應用在改良土壤性質及促進植物生長 之研究,而本實驗欲研究添加不同配比之生物碳於噴植工法中混合基材的影響, 以期能減少農業廢棄物與提高噴植基材之種子發芽率。

#### 三、 材料與方法

本研究實驗地位於台南市龍崎區 182 縣道一處邊坡,坡度約為 40 度之植生工程,觀察天數為六個月,第一個月監測 7、14、21 天之發芽顆數,其後一個月觀察一次並進行覆蓋率分析,覆蓋率分析之拍攝已固定高度及格框範圍進行拍照攝,

實驗地以水泥格框作為試驗小區,格框大小為1m\*1m,試驗設計共有以下10組: (1)對照組;(2)2%生物炭;(3)4%生物炭;(4)PAM 50ppm;(5)2%生物碳+PAM 50ppm;(6)4%生物碳+PAM 50ppm;(7)PAM 100ppm;(8)2%生物碳+PAM 100ppm;(9)4%生物碳+PAM 50ppm;(10)AB,以上每種處理兩重複進行實驗,搭配使用草種為百慕達草,覆蓋率分析以IamgeJ進行處理。

#### 四、 結果與討論

種子發芽試驗經過 60 天後,本研究發現,與對照組作為比較,添加生物炭的處理發芽率及發芽勢均有提高,而已 P50+B2 處理上升 13%最佳,添加 AB 劑處理則最為抑制種子發芽情況;覆蓋率方面,經過 6 個月後,本研究發現,與對照組作為比較,添加生物炭的處理覆蓋面積均有提高,而以 P50+B2 處理上升 22.32%最佳,添加 AB 劑處理覆蓋率則最差。



圖一:CK 對照組處理覆



圖二:P50+B2 對照組處理

#### 五、 参考文獻

- 行政院農業委員會水土保持局。2006。植生資材應用手冊。行政院農業委員會水土保持局。
- 2. 巫清志、張瑋珈、林信輝。2013。噴植工法不同資材種子發芽與覆蓋率比較分析。水土保持學報 45 (3): 737-752。
- 3. 吳盈政。2005。噴植用黏著劑材料特性與適宜性分析。碩士論文。國立中興 大學。臺中市。
- 4. Jien, S. H. and C. S. Wang. 2013. Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. Catena 110: 225-233.

## 夏季十字花科葉菜類作物有機栽培技術改良 Improvement of Organic Cultivation Techniques of Brassicaceae Leafy Vegetable in Summer

<u>林素禎</u><sup>1,\*</sup>、顏淑菁<sup>1</sup>、蔡耀賢<sup>1</sup>、劉宗華<sup>1</sup>、柯育豪<sup>1</sup>、林祺洪<sup>1</sup>、向為民<sup>1</sup>、 余志儒<sup>1</sup>、蔡志濃<sup>1</sup>、宋惠菁<sup>2</sup>、楊怡明<sup>2</sup>、洪有信<sup>2</sup>

<sup>1</sup>行政院農業委員會農業試驗所<sup>2</sup>台糖公司高雄燕巢有機園區 \*通訊作者:linmay@tari.gov.tw

#### 摘要

目前國內之國中與國小學童在蔬菜食用方面,偏好十字花科葉菜類作物,但 夏季蔬菜園雜草生長速度比十字花科葉菜類作物快,且病蟲害多,常造成國內夏 季十字花科葉菜類作物供應量不足。目前台糖公司燕巢有機園區以機械直播方式 種植葉菜類作物,為了防止雜草競爭,在機械直播前必須以瓦斯進行燒草,而機 械播種後需要 30~35 天才能採收,在這段生長期間必須耗費大量人工進行除草, 以確保產量。農試所在台糖公司高雄燕巢有機農園設立示範園,以育苗取代直播, 並改良土壤與調控土壤養分,加速作物生長,縮短十字花科葉菜類作物在田間生 長時間,提高作物對雜草之生長競爭優勢,並提高網室利用率。透過農試所技術 導入,可使作物產量增加為 1.3~2.4 倍,且在作物生長到採收期間無須人工除草, 節省人力。

關鍵詞:十字花科葉菜類(Brassicaceae Leafy Vegetable)、有機栽培 (Organic Cultivation)、技術改良(Technique Improvement)

#### 前言

農委會在有機栽培與友善農耕方面的政策,106年的耕作面積目標值為1萬公頃,為了配合政策推行,本所與台糖公司合作,期能藉由本所專業技術導入,提高台糖公司有機農園作物之產量,並配合本所其他專業技術之導入,協助台糖公司設立葉菜類作物生產專區,擴大該公司之有機栽培面積。台糖公司高雄燕巢有機農園土壤質地為均質粘壤土,土壤粘重,表土土層淺 (厚度 12~18cm),土壤壓實,不利作物生長。

#### 材料與方法

試驗作物:試驗作物有翠白菜、尼龍白菜、小松菜、青松菜、油菜等 5 種十字花科葉菜類作物。

育苗:蔬菜種子由台糖公司提供,育苗工作在農業試驗所網室中進行,育苗 穴盤 128 格,育苗介質為育苗專用之商品,成分為泥炭土混拌珍珠石。育苗 14 天 後移至台糖公司高雄燕巢有機農園種植。 土壤改良與營養調控:施用台糖糖寶 1 號有機質肥料增加土壤有機質含量,降低表土土壤硬度;以台糖牌田寶有機質粒肥 P21 號及福壽牌生機栽培專用肥 426 調配作物生長期間所需之養分。

溫室栽培與管理:蔬菜苗移植後以蘇力菌防治蟲害,並導入黃條葉蚤防治技術,示範園四周紗網破洞補強,清除網室內雜草及殘株,並加強出入口管理,降低黃條葉蚤危害。

試驗處理與生育調查:試驗處理為 (1)技術改良區,(2)慣行區,在上述兩處理區各種植 5 種十字花科葉菜類作物,每一處理各種 1 畦,每畦面積為 50 m²。技術改良區蔬菜在移植 17 天後進行採收,慣行區在種子播種前先進行燒草處理,在播種 30 天後進行採收。採收後調查 5 種蔬菜每平方公尺之總鮮重、總株數、葉數、葉長,每種蔬菜各 3 重複,烘乾後分析蔬菜所含之各種營養成分。

#### 結果與討論

- 一、土壤理化性質分析與改良:改良前示範園表土與底土之總體密度分別為 1.35 g/cm³, 1.57g/cm³, 表土改良後總體密度降為 1.07 g/cm³, 改良前表土 pH 值為 7.7, 改良後表土 pH 值為 7.1, 改良前表土有機質含量為 1.0%, 改良後表土 有機質含量為 3.0%。改良前表土有效性氮、磷、鉀含量分別為 21 mg/kg, 66 mg/kg 與 58 mg/kg, 改良後表土有效性氮、磷、鉀含量分別為 64 mg/kg, 122 mg/kg 與 143 mg/kg。
- 二、技術改良區的蔬菜產量,翠白菜、尼龍白菜、小松菜、青松菜、油菜每平方公尺的產量分別為 5.1 kg, 4.2 kg, 2.9 kg, 2.8 kg, 3.7 kg, 慣行區的蔬菜產量,翠白菜、尼龍白菜、小松菜、青松菜、油菜每平方公尺的產量分別為 2.8 kg, 1.8 kg, 2.1 kg, 1.5 kg, 透過農試所技術導入,可使作物產量增加為 1.3~2.4 倍,且在作物生長到採收期間無須人工除草,節省人力。蔬菜育苗移植後生長快速,於移植後第 17 天即可進行採收,縮短在網室生長的時間。以育苗移植栽培方式,網室一年約可進行 12~15 期作,以機械直播栽培方式,網室一年約可進行 8~9 期作,以育苗移植栽培方式可提高網室利用率。



圖1. 機械播種在生長期間不除草,雜草會嚴重影響十字花科葉菜類作物生長。



圖2.育苗移植可縮短作物在網室生長時間,在生長期間無須人工除草。

#### 利用古典化學萃取方法綜合研究土壤之鉀型態

#### Comprehensive study of potassium speciation in soil using

#### wet chemical extraction processes

Che-Jui Chang<sup>1</sup>, Chakkrit Poonpakdee<sup>1</sup>, and Yao-Tung Lin<sup>1\*</sup>,

<sup>1</sup> Department of Soil and Environmental Science, National Chung Hsing University,

Taichung, Taiwan

\*E-mail: yaotung@nchu.edu.tw

#### 1. Abstract

The bioavailability of potassium (K) depends on its speciation distribution in the soil. Wet chemical extractions are commonly used to estimate K speciation including traditional single leaching (TSL) and sequential extraction process (SEP). However, K speciation is largely affected by soil pretreatment methods. The TSL method classifies K speciation content based on bioavailability, while the SEP classifies the metal speciation based on the effects of environmental conditions. These two methods, together with a modified sequential single leaching (SSL) scheme, were used to evaluate five types of soil including soil without potassium fertilization, soil with long-term K fertilization, alkaline soil, red soil, and forest soil. Soil samples were air dried then ground and mixed before passing through a sieve (10 mesh or 100 mesh). The results showed that soil pretreatment influenced K speciation, with higher concentration in soil samples sieved through 100 mesh than through 10 mesh. In alkaline soil, K was observed to be associated with carbonate. For the various SEP schemes, K speciation was found to be greatest in the residual fraction, with only 3% observed in the carbonate, exchangeable, metal organic complex, or amorphous hydroxides of Fe or Mn. After following the first two steps of the SEP schemes, the available K was similar to that of the TSL method. Distribution of non-exchangeable K using the TSL method is comparable with five combined SEP extraction steps which were all affected by environmental conditions.

#### **2. Key words:** Potassium; Wet chemical extraction; Soil fertility

#### 3. Introduction

The sequential extraction process (SEP) is a step in analyzing the partitioning of metals affected by environmental conditions. While, traditional single leaching (TSL) use for potash fertilizer recommendation. Generally, soil particles finer than < 2 mm (10 mesh sieve) were routinely analyzed for physicochemical characteristics. For speciation analysis, the literature suggested that soil samples should be finer and passed through a sieve higher than 10 mesh. The comparisons LK speciation that obtained by TSL and SEP methods have never been discussed. The objectives of this research were 1) to estimate different soil pretreatments through 10 and 100 mesh filters on K speciation,

and 2) to compare K speciation results obtained from TSL and SEP methods.

#### 4. Materials and methods

#### 4.1 Soil sampling and pretreatment

Five soil samples (soil without K fertilizer, soil with long term K fertilizer, red soil, alkaline soil, and forest soil) were collected at 0-30 cm soil depth. All soil samples were air dried, ground, mixed, and passed through 10 mesh (particle sizes < 2 mm) or 100 mesh (particle sizes < 0.149 mm) stainless steel sieves.

#### 4.2 Potassium speciation by SEP and TSL methods

Four SEP schemes were followed: Tesseir et al., (1979), Shuman (1983), Ure et al (1993) and Krishhnamurti et al., (1995). While, TSL followed Helmke and Sparks (1996).

#### 5. Results and discussion

Soil pretreatment influenced the amount of total K, and K speciation. Although soil which had been sieved using a 10 mesh sieve was widely utilized in routine physicochemical analysis, results indicated that soil which had been sieved using a 100 mesh sieve showed greater suitability, as the K partitioning estimation and identification of K species were enhanced over the case for soil sieved using only a 10 mesh sieve. For the various SEP schemes, K speciation was found to be greatest in the residual fraction, with only 3% observed in the carbonate, exchangeable, metal organic complex, or amorphous hydroxides of Fe or Mn. After following the first two steps of the SEP schemes, the available K was similar to that of the TSL method. A combination analysis using both TSL and SEP methods proved beneficial to understand K partitioning and the environmental influence correlated to K bioavailability. This research suggested that the SEP method can be regarded as acceptable for K speciation estimation.

#### 6. References

- Helmke, P. A., and D.L. Sparks. 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium and Cesium. p. 551-573. *In* A.L. Page. (ed.) Method of Soil Analysis. Part 1. Madison, WI.
- Krishnamurti, G.S.R. 1995. A new soil test method for the determination of plant-available cadmium in soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 26:2857-2868.
- Shuman, L.M. 1983. Sodium hypochlorite method for extracting microelement associated with soil organic matter. Soil Sci. Soc. Am. J. 47: 656-660.
- Tessier, A., P.G.C. Campbell and M. Bisson. 1979. Sequential extraction procedure for the form of particulate trace metals. Analytical chemistry 51: 844-850.

# 紅壤中添加雞糞生物炭對小白菜(Brassica Chinensis L.)生長的影響 Effects of Poultry Litter Biochar on the Growth of Cabbage (Brassica Chinensis L.) in Red Soils

蔡呈奇\*、張瑀芳 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系 \*E-mail: cctsai@niu.edu.tw

#### 摘要

本研究選擇 10 種廣泛分布的洪積母質紅壤土系,以種植小白菜之盆栽試驗,初步探討土壤中添加不同比例的雞糞生物炭後作物生長與植體養分含量的變動,作為雞糞生物炭是否能改善紅壤的土壤品質與增進作物生長與產量之參考。研究結果指出:在強酸性土壤中,即使添加 1%雞糞生物炭,土壤溶液之 pH 值、銨態氮、硝酸態氮與磷等含量仍然偏低,但是在增進作物生長與產量上已有顯著的效益。在輕度鹼性的土壤中,添加 0.5%雞糞生物炭已能明顯提高土壤溶液之 pH 值、EC 值、硝酸態氮、磷、鉀、鈣、鎂與銅等含量,對作物生長與產量已產生負面的效應。添加雞糞生物炭不會造成土壤中銅溶出的風險,但溶液中鋅含量有提高的趨勢,特別是在強酸性土壤中,應該特別注意。在已添加 0.5%堆肥作為作物養分的情況下,高添加量(1%)的雞糞生物炭對土壤溶液的 EC 值有明顯的提高,此可能影響作物生長與產量。未來在利用雞糞生物炭改良紅壤之土壤特性以利增進作物產量與品質時,應先考慮土壤的特性(例如 pH、EC、OC、有效性養分、土壤質地等),再決定施用量。

關鍵詞:紅壤、雞糞生物炭、洪積母質、添加量、盆栽試驗

#### 前言

目前大多數生物炭的研究是以木材做為原料,與其他有機質肥料相比,植物質原料生物炭的養分含量經常是低的。由於動性廢棄物比植物性廢棄物普遍有較高的養分含量,利用動物性來源產製的生物炭應該有較高的養分含量,但是這些動物性生物炭作為土壤改良劑的農業上的價值,仍少有相關的研究。將雞糞墊料製成生物炭,是一種將雞糞墊料轉換成有附加價值土壤改良劑的方法,因為雞糞生物炭較輕,將其從糞肥養分過剩的區域運送出來也比較便宜,但是雞糞生物炭對土壤性質的影響還有許多是未知的。本研究從洪積性母質紅壤 69 種土系中,挑選出 10 種代表性農地土壤土系,以種植小白菜之盆栽試驗,初步探討土壤中添加同一種雞糞生物炭後作物(小白菜)生長與植體養分含量的變動,作為雞糞生物炭是否能改善紅壤的土壤品質與增進紅壤中作物的生長與產量之參考。

#### 材料與方法

- 一、試驗土壤:本研究選擇 10 種洪積母質紅壤,包括平鎮系(Pc)、陳厝寮系(Ce)、 大埔美系(Tf)、龍中系(Lt)、坡堵系(Pu)、湖口系(Hk)、吳厝系(TWt)、銅鑼圈 系(Tc)、後湖系(Hh)、與大竹圍系(Tw),採集表土(0-20cm)做為試驗土壤。
- 二、供試生物炭:本研究選取在 300℃炭化之的肉雞糞(含墊料)(造粒後炭化)生物炭[慢速(30 min),產率(wt%)-固體 83.04%/液體 14.85%/氣體 2.11%]。生物炭基

本性質包括: C 39.1%、N 3.19%、S 1.08%、H 5.11%、O 39.1%、H/C molar ratio 1.57、[(O+N)/C] molar ratio 0.73%、pH 6.86、EC 8.97 dS/m。

- **三、豬糞堆肥**:購自市售有農委會核發許可證之品牌堆肥。

#### 結果與討論

植體的葉長與每株鮮重有隨生物炭添加量增加而增長與提高的顯著趨勢,特別是在較酸的土壤中(pH <5.0),但在輕度鹼性土壤中則沒有顯著增加,甚至有明顯的減少;只添加 0.5%的雞糞生物炭對小白菜生長即有明顯至顯著的提升,添加 1%與添加 0.5%之間的差異不顯著,但是每株鮮重以添加 1%生物炭的正面效有較優於添加 0.5%生物炭。在強酸性土系中,添加 1%生物炭分別可以增加 1.5~3 倍的植體鮮重。在較酸性的土壤中(pH 小於 5.0),植體總磷、鉀、鈣與鎂的含量大多會隨雞糞生物炭添加量增加而有顯著提高的趨勢,但總銅與總鋅含量反而是顯著降低的趨勢,對 pH 較高的土壤來說(pH 大於 5.0),添加量的影響變化較大。

在土壤溶液監測中,添加生物炭對於強酸性(pH 4.5 以下)與輕度鹼性(pH> 7.0) 紅壤的 pH 影響雖然不明顯,但影響時間較持續,對於其他(pH 介於 4.5~7 之間) 紅壤,添加雞糞生物炭有明顯提高土壤溶液的 pH 值,但是持續影響的時間較短; EC 值皆有隨添加量增加而明顯提高的變化,隨監測時間而遞減,且添加高量雞糞 生物炭可能產生鹽害。監測期間土壤 pH 值與 EC 值的改變明顯影響微生物的活性, 進而反映在銨態氮與硝酸態氮含量的變化上。要提高土壤溶液中的磷含量,在各 土系中要添加 1%雞糞生物炭才有明顯效果,且含量很快便降低,且對強酸性的土 壤而言添加1%仍然沒有明顯的效果;隨著添加量增加,各土系之土壤溶液中的鉀 含量有明顯的提高,並隨時間遞減;土壤溶液中鈣與鎂含量的趨勢變化相類似, 隨生物炭添加量的增加鈣與鎂含量也有明顯的提高,且隨時間持續增加的趨勢; 添加生物炭並沒有明顯提高溶液中的銅含量,但是隨時間變化是先提高後減少的 趨勢;鋅含量隨生物炭添加量增加反而有略微降低的趨勢,隨時間有明顯提高的 變化,然後遞減。強酸性至酸性的紅壤中,添加生物炭不會明顯提高土壤可溶性 銅的含量,但是酸性土壤的鋅含量相對較高與變化較明顯,輕度鹼性 Tw 土系則明 顯偏低。發育自洪積母質的紅壤,因為受到人為長期耕作施業的影響,表土性質 有不同程度的變化,建議未來在利用雞糞生物炭改良紅壤之土壤特性以利增進作 物產量與品質時,應考慮土壤的特性(例如 pH、EC、OC、有效性養分、土壤質地 等),再決定施用量。



#### Study on the Growth Pattern of Lettuce in Central Taiwan

<u>Chu-Chung Chen<sup>1</sup></u>, Kuang-Hsiang Chen<sup>1</sup>, Tsan-Sen Liu<sup>1</sup> <sup>1</sup>Taiwan Agricultural Research Institute.

\*E-mail: ccchen@tari.gov.tw

#### **Abstract**

The aim of this study was to establish a strategies on the harvest period and yield prediction in crisphead lettuce in Taiwan. Field survey was conducted in February to March 2017 to collect the growth pattern of lettuce. The results indicated that the harvest period could be predicted by growth degree days. The yield was predicted by DNDC model and the empirical relation in each part of lettuce. The trends of predicted and measured yields were similar, but the former was lower than the later. This restuls indicated the potential of yield prediction in lettuce but further studies should be conducted in the future to validate the results and elevate the accuracy.

Key words: lettuce, crop model, yield, harvest period

#### Introduction

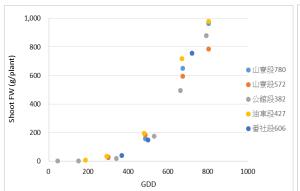
The crisphead lettuce (*Lactuca sativa*) have become one of the most important exported agricultural product in Taiwan in recent year. The cultivation of lettuce for export were mainly located in central Taiwan. Due to the traceable records were asked by the foreign customers. The management of cultivation was conducted in forms of enterprise. The prediction of harvest period and yield was important for the manager for cultivation enterprise to plant the transplanting to meet the demand of specific time in market. The study was aim to establish a method on harvest time and yield prediction by studying the growth pattern of lettuce and applying mechanical crop models.

#### **Material and Methods**

In February to March 2017, five farmland in Lunbei Township and Mailiao Township in Yunlin County were selected as study sites, which were the cultivation land of lettuce for export. The whole plant was harvest about every 10 to 14 days from transplant to harvest. The pheno-stage of the lettuce was described according to Jenni and Bourgeois (2008). The samples were manually divided into outer leaves, crisphead, stem and root, and then determined in fresh weight and dry weight individually. The growth degree days (GDD) were calculated as  $GDD_i = (T_{max} + T_{min})/2 - Tb$ . Predicted shoot dry weight was acquired from DNDC model and calculated into head fresh weight by the empirical relation.

#### **Results and Discussion**

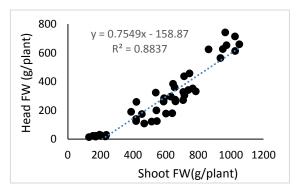
The polynomial relation between shoot fresh weight and GDD which was same trend as the results in green house (Both et al., 2014). The based temperature was set in 4°C. The harvest period could be predicted in 780 GDD approximately. The BBCH scale before head forming was defined in the numbers of unfold leaves. There are linear relation of BBCH scales before head forming (10-40) and GDD indicating that the leaf appearing was in specific rate (phyllochron). Linear relation between the head fresh weight and shoot fresh weight, which reveal the same growth trends in this two parts. It started to form the head when the shoot weight reach 200 g per plant approximately. The predicted yield from DNDC models were lower than the measured one but in the same trends. Further study should be conducted in the future for calibrated the parameters in model to increase the possibility on yield prediction of lettuce in Taiwan.



60 50 40 80 20 10 0 200 400 600 800 GDD

Fig. 1 The relation of GDD and shoot FW

Fig.2 The relation between GDD and phenostage



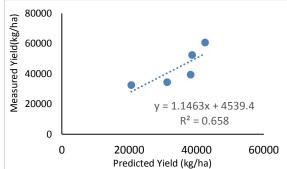


Fig. 3 The relation of shoot fresh weight Fig.4 The predicted and measured yields and head fresh weight

#### Reference

Jenni S., and G. Bourgeois. 2008. Quatifying phenology and Maturity in Crisphead Lettuce. Horitechnology 18: 553-558.

# 筏子溪與烏溪流域中的砷物種分布與轉變 Distribution and Transformation of Arsenic Species in the Fazih and Wu River

Yun-Chia Hsu (許允嘉) and Yu-Ting Liu (劉雨庭)\* 國立中興大學土壤環境科學系 \*yliu@nchu.edu.tw

砷被大量地使用在半導體產業、玻璃製程與木材處理上,這些砷化合物直接 或間接的流入河川中,且因砷在生態系統中是可累積的,由這些產業所釋放至環 境中的量可能會導致顯著的生物放大效應,對生態系統造成重大風險。且砷的毒 性與移動性取決於砷的化學物種型態,我們的目的即是針對筏子溪與烏溪上下游 以及流域內的台中工業區、醫院與台中科學園區的廢水放流口河水及底泥進行砷 的調查。所採集的水體樣品中的總砷含量結果在各點均未超過監測標準值 0.5 mg  $L^{-1}$  (ROCEPA, 1987), 而部分採樣點底泥的砷含量有接近品質指標下限值 11 mg kg<sup>-1</sup> (ROCEPA, 2012)的潛在危害,若水中生物長期攝取累積在體內將有生物放大效應 之影響危害生態。根據主成分分析(principal component analysis, PCA)之結果,發現 水體樣品與底泥樣品中的砷受無定型鐵、鋁及氧化還原電位的影響。而以 X 光吸 收進邊緣結構(X-ray absorption near-edge structure, XANSE)的分析結果顯示,筏子 溪與鳥溪的底泥中較具毒性的三價砷型態比起五價砷的組成比例越往下游有增加 的趨勢。砷對於水中生物會以食物鏈方式產生超累積效應,對於水中生物造成毒 害或者生態上的破壞,因此建議針對筏子溪與鳥溪流域在未來繼續進行底泥與水 體進行中長期的調查,持續監測其濃度變化,評估放流水中砷與重金屬排放造成 的潛在風險。

關鍵字: 砷、物種分布、環境因子、X 光吸收光譜、主成分分析

#### 寡營養細菌之分離及特性研究

#### Isolation and characterization of oligotrophic bacteria

高薏盈、沈佛亭<sup>\*</sup>、<u>周孟彬</u> 國立中興大學土壤環境科學系 \*E-mail: ftshen@dragon.nchu.edu.tw

#### 摘要

土壤中養分的分布與含量存在著相當大的變異,此一高度異質性的微域環境 孕育許多對養分需求不高、且可適應高度變化的寡營養細菌。過去在土壤微生物 的研究中,主要依賴富含養分的人工培養基或針對特定功能設計之篩選培養基, 進行目標微生物的分離,對於土壤中的寡營養微生物了解甚為缺乏。本研究旨在 探討土壤中寡營養細菌之基因型、生理生化及植物生長促進特性,以開發可應用 於農業生產之新穎微生物製劑。研究中利用自行製備之土壤抽出液培養基,分離 台灣不同地區採集土樣中的寡營養細菌共 76 株。利用 16S rDNA 序列分析得知寡 營養細菌在菌種上之基因型多樣性,其中自較乾燥土樣中分離出 5 菌屬 19 菌種, 自較新鮮土樣中分離出 17 菌屬 33 菌種,其中主要存在樣品中的寡營養細菌包括 Actinobacteria 細菌門的 Arthrobacter 菌屬及 Microbacterium 菌屬、Firmicutes 細菌 門的 Bacillus 菌屬及 Proteobacteria 細菌門的 Burkholderia 菌屬、Cupriavidus 菌屬、 Ensifer 菌屬、Rhizobium 菌屬,其中有數株菌之 16S rDNA 序列與最接近菌種序列 之相似度介於 97%至 98%之間,可能為本土新穎菌種。本研究針對寡營養細菌之 可利用碳源進行分析,顯示碳源利用數與碳源利用率最高的菌屬為 Arthrobacter 及 Microbacterium。具有最多酵素活性的菌屬為 Arthrobacter、Bacillus 及 Rhizobium。 在 30 種試驗的抗生素中,試驗菌株對 13 至 29 種抗生素具抗藥性。此外許多測試 之寡營養細菌具有多種與植物生長促進相關之特性,如 Arthrobacter sp. OT03J 與 Bacillus sp. OT03M 均同時具有固氮、溶磷、生成 ACC deaminase 及 IAA 之能力。 利用富含養分及寡養分之培養基進行培養試驗,顯示本研究之分離株屬於兼性寡 營養細菌,其中較適合生長於寡養分培養基中的 Arthrobacter sp. OT03G,可利用 57 種碳源及具有 9 種酵素活性,明顯高於較適合生長於富含養分培養基中的 Acinetobacter sp. OTSL2 之 27 種碳源及 6 種酵素活性。本研究針對寡營養細菌進 行分離,並探討其基因型、生理生化及植物生長促進特性,未來將進一步了解寡 營養細菌在不同養分條件下之適應機制。

關鍵詞:寡營養細菌、基因型、生理生化、植物生長促進

#### 改變土壤有效磷濃度對蕹菜中鎘的化學型態及累積濃度之影響

Effects of changing the content of soil available phosphorous on the chemical form and accumulation of cadmium in the water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk.)

林俊銘<sup>1</sup>、賴鴻裕<sup>2\*</sup>
<sup>1</sup>明道大學精緻農業學系
<sup>2</sup>國立中興大學土壤環境與科學系

\*E-mail: soil.lai@nchu.edu.tw

#### 摘要

本研究以萬合、二林、太康及員林土系進行盆栽試驗,先以人工添加之方式配製成編污染土壤,再添加磷讓土壤中的有效磷濃度至足夠等級後種植蕹菜,以評估改變土壤有效磷濃度對蕹菜中編的化學型態之影響。試驗結果顯示,添加磷會促進種植在萬合及二林兩土系蕹菜之生長,而添加磷也能讓蕹菜中的編貯存於毒害較低的化學型態中。

**關鍵字**: 鎘、化學型態、磷、蕹菜

#### 前言

部分植物對於鎘的累積能力較高,儘管種植在低編濃度的土壤中仍可能產出 累積高濃度鎘的植物。通過添加磷到土壤中可以讓磷酸氫根或磷酸二氫根等帶負 電荷的物種增加,這些物種會和鎘產生吸附、錯合或是沉澱,或是讓鎘在植物的 細胞壁及液泡中形成磷酸鎘、磷酸氫鎘等化合物,進而降低鎘的移動性及對於植 物之毒害。因此本試驗擬透過提升土壤中的有效磷濃度,進而改變植物體中鎘存 在的化學型態,期能降低鎘在可食用部位的累積濃度。

#### 材料與方法

以人工方式添加硝酸鍋的方式將萬合(Wanho, Wa)、二林(Erhlin, Eh)、太康(Taikang, Tk)及員林(Yuanlin, Yu)四種土系的鍋全量濃度提升至 2.5 mg kg<sup>-1</sup>,磷的處理包含不添加磷之對照組,另一處理則添加磷酸鉀將土壤的有效磷濃度(Bray No.1)增加至 10 mg kg<sup>-1</sup>。每盆裝入 3.0 kg 土壤及播入 8 顆蕹菜種子,每盆栽亦埋入兩根根圈土壤水分採樣器採集土壤溶液,蕹菜於種植 28 天後進行採收。

採收時進行各項生長表現的量測,如發芽數、葉綠素含量、根長、株高、鮮重及乾重。將新鮮植物體分為根及地上部進行化學型態的分析,將鎘在蕹菜中的化學型態分成:(i)無機型態(F<sub>E</sub>),(ii)水溶型態(F<sub>W</sub>),(iii)果膠酸及蛋白質隔離型態

 $(F_{NaCl})$ ,(iv)不可溶磷酸鹽錯合型態 $(F_{HAc})$ ,(v)草酸錯合型態 $(F_{HCl})$ 及(vi)殘餘型態 $(F_R)$ , 其餘植體則經烘乾後進行鎘全量濃度分析。

#### 結果與討論

添加磷到不同土系中會讓蕹菜的部分生長表現產生變化,在 Eh 土系中添加磷會增加蕹菜的發芽數及乾重,而在 Tk 土系中添加磷則會有相反之結果,其他兩個土系則都沒有顯著的改變。添加磷會顯著降低種植在 Wa 及 Tk 兩土系蕹菜根部累積的錦濃度(降低約 20~27%),其餘兩土系則無顯著之變化,但添加磷處理均提升種植在四種土系中蕹菜地上部累積的錦濃度(增加 1.1~2.2 倍)。

蕹菜地上部及根部累積編的主要存在化學型態都是以移動性較高的  $F_E$ 或  $F_W$ 為主,添加磷後地上部  $F_{HAc}$  所佔的百分比上升  $7{\sim}16\%$ ,添加磷後四土系  $F_{HAc}$ 、 $F_{HCI}$  與  $F_R$  百分比總和比未添加磷增加  $11{\sim}37\%$ ,顯示土壤添加磷能夠讓蕹菜地上部貯存的鍋轉成移動性較低的化學型態(圖 1)。本試驗之結果與 Yin et al. (2016)相同,在對鍋累積能力高的菠菜品種,地上部及根部都會累積較高的鍋濃度,而在對鍋累積能力低的品種,其  $F_{HAc}$ 、 $F_{HCI}$  及  $F_R$  的百分比皆比高累積能力品種高。

#### 參考文獻

Yin A., Z. Yang, S. Ebbs, J.G. Yuan, J.B. Wang, and J.Z. Yang. 2016. Effects of phosphorus on chemical forms of Cd in plants of four spinach (*Spinaciaoleracea* L.) cultivars differing in Cd accumulation. Environ. Sci. Pollut. R. 6:5753-5762.

#### 致謝

感謝行政院國家科學委員會經費補助(計畫編號: MOST 105-2313-B-005-044),讓 本研究順利完成。

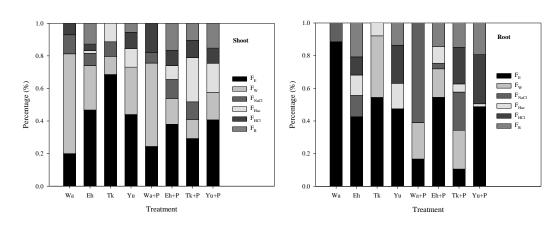


圖 1、磷處理對種植於四種土系蕹菜地上部及根部累積鎘的化學型態之影響

#### 不同台灣水稻品種對編吸收和累積的變異性研究

陳乙萱<sup>1\*</sup>,陳品名<sup>1</sup>,陳翠晶<sup>1</sup>,許健輝<sup>2</sup>,莊愷瑋<sup>1</sup> 國立嘉義大學農藝學系 <sup>2</sup>行政院農委會農業試驗所農業化學組

#### 摘要

水稻(Oryza sativa L.)在東亞和東南亞中是穩定的糧食來源,在FAO/WHO的 國際食品法典委員會中(Codex Alimentarius Commission)糙米的錦金屬濃度標準為 0.4 mg kg-1,選擇低鎘累積濃度的水稻品種是有望減少穀粒鎘汙染的方法。本研究 的目的在於調查不同基因型的穀粒中鎘的累積濃度而篩選出台灣較為安全的水稻 品種,因此進行了田間試驗,用來檢驗十種不同的台灣水稻品種穀粒鎘的累積能 力,其中包括 5 種種稻品種:臺種 9 號(TK9)、臺種 16 號(TK16)、桃園 3 號(TY3)、 臺南 11 號(TN11)和高雄 145 號(KH145); 5 種秈稻品種:臺中秈 10 號(TCS10)、臺 中和 17 號(TCS17)、臺農和 14 號(TNGS14)、臺農和 22 號(TNGS22)和高雄和 7 號 (KHS7)。試驗場址位於彰化縣約 0.28 公頃,表土(0-15 cm)的 pH 約為 6.8,土壤鎘 濃度範圍  $0.16-0.51 \text{ mg kg}^{-1}$ 。結果顯示,10 個水稻品種的鎘濃度介於 0.33-0.65 mg $kg^{-1}$ , 和稻品種穀粒平均鎘濃度為  $0.58 \text{ mg kg}^{-1}$ , 稉稻品種平均鎘濃度則為 0.42 mg $kg^{-1}$ 。此外,除了 KHS7(0.39 mg  $kg^{-1}$ ),其他私稻品種的穀粒累積鎘濃度明顯高於 種稻。且這十個水稻品種在低鍋汙染的土壤當中仍然有高的吸收鍋的能力。除了 KS7 和 KH145 外,在土壤錦濃度 0.16 mg  $kg^{-1}$  的條件下,其他的水稻品種穀粒中 鎘的累積超過了 $0.4 \text{ mg kg}^{-1}$ 。表示種植KHS7和KH145較為其他品種安全,在人 類在消耗稻米的過程中而進入人體內鎘的量。結果指出,不同基因型的水稻穀粒 累積鎘的量,進一步作為選擇較安全台灣水稻品種。

關鍵字:水稻、重金屬,栽培種,根圈

# Characterization of geochemical elements in serpentine soils by portable X-ray fluorescence

#### 以手持式X射線螢光光譜儀測定蛇紋岩土壤中的特徵元素

<u>Chih-Ching Chen</u> \ Zeng-Yei Hseu\*

Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University

\*E-mail: <a href="mailto:zyhseu@ntu.edu.tw">zyhseu@ntu.edu.tw</a>

#### Abstract

Serpentine soils are characterized with higher concentrations of Ca, Mg, Cr, and Ni than the soils from other parent materials. The balance between Ca and Mg is crucial to soil fertility. Additionally, excessive of Cr and Ni in soils may contribute to the potential risk for human health. Therefore, rapid quantification of these elements in serpentine soils are important in the field for soil and environmental quality. Portable X-ray fluorescence (pXRF) has the potential to provide rapid, cost-effective, non-destructive alternatives to traditional expensive and time-consuming wet chemistry analysis, which has been recommended to field screening of elements in soils. Accordingly, this study used pXRF with matrix matched calibration performed for the soil samples collected from surface with 10-cm intervals triplicate from a soil profile at a serpentine site in eastern Taiwan. Eight samples were measured in this study totally. Each soil sample was further divided into three parts of subsamples. They were moist (without air-dried and ground), sieved less than 10 mesh and sieved less than 100 mesh ones for quantifying Mg, Ca, Cr and Ni. The experimental results indicated that concentrations of all elements from the 10 mesh samples were highest and those from the moist ones were lowest. These differences illustrated that the methodology of pXRF was dependent on water content and particle size. Moreover, the variation of vertical distribution of Cr was clearer than Ni due to the difference of elements sources in the soils. Cr was mainly from chromite which was always locally distributed in the serpentine soils, but the other elements were from homogeneous silicates. The ratio of Ca/Mg ranged from 0.09 to 0.32 and decreased along with the increase of soil depth. The finding demonstrated that the serpentine soils in the study area can be verified as soils by pXRF.

**Key words**: Ca/Mg ratio, pXRF, chromite, chromium, nickel.

#### Introduction

Serpentine soils contain high concentrations of Cr and Ni which may contribute to ecological and environmental risk (Hseu, 2006). Portable X-ray fluorescence spectrometry (pXRF) has the potential to provide rapid, cost-effective, non-destructive analysis in environmental screening (Argyraki et al., 1997). The objectives of this study were: (1) to evaluate the analytical capabilities of pXRF for the measurement of different pretreatments of serpentine soils; (2) to understand the vertical distribution of Cr, Ni and Ca/Mg ratio.

#### Materials and methods

An Olympus Delta Premium 2000 XRF Analyzer was used in this study. A matrix matched calibration was developed in Geochem mode for the measurement of serpentine soils. A soil profile was collected from a serpentine area in eastern Taiwan. The soil samples with 10-cm interval in depth were further divided into three parts of subsamples. They were fresh, sieved less than 10 mesh and sieved less than 100 mesh ones for quantifying Mg, Ca, Cr and Ni.

#### **Results and discussion**

The vertical distribution of concentration of elements, showing that all elements from the 10 mesh samples were highest and those from the fresh ones were lowest. These differences illustrated that the methodology of pXRF was dependent on water content and particle size. The vertical distribution of Cr was different from that of Ni in different pretreatments. The variation of Cr was clearer than that of Ni due to the difference in the mineral sources between Cr and Ni in the soils. Cr was mainly from chromite which was always locally distributed in the serpentine soils, but the other elements were from homogeneous silicates. Regarding Cr, there were poor correlations among pretreatments. In addition to water content of and particle size, chromite caused the heterogeneous distribution in the profile.

The value of Ca/Mg ratio ranged from 0.09-0.32 and decreased with the increase of soil depth. Besides, a positive correlation ( $R^2$  = 0.89 and 0.84) for Ca/Mg ratio value obtained from different pretreatments, demonstrating that the study soil can be verified as serpentine soils by pXRF.

#### References

Argyraki, A., Ramsey, M. H., & Potts, P. J. 1997. Evaluation of portable X-ray fluorescence instrumentation for in situ measurements of lead on contaminated land. Analyst. 122(8):743-749.

Hseu, Z. Y. 2006. Concentration and distribution of chromium and nickel fractions along a serpentinitic toposequence. Soil Science. 171(4):341-353.

# 叢枝菌根菌接種對降低柑橘乾旱傷害之效益研究 Study on the Effect of Arbuscular Mycorrhizal Inoculation for Reducing the Drought Damage of Citrus

<u>林素禎</u><sup>1,\*</sup>、顏淑菁<sup>1</sup> <sup>1</sup>行政院農業委員會農業試驗所 \*通訊作者:linmay@tari.gov.tw

#### 摘要

乾旱會影響柑橘生長、產量及果實品質,而台灣坡地柑橘果園常有水源不足之問題。本文擬篩選可降低柑橘乾旱災害與促進生長之叢枝菌根菌,藉由叢枝菌根菌接種來降低乾旱對柑橘生長之影響。本試驗於農業試驗所溫室內進行,試驗中所使用的柑橘砧木為廣東檸檬,叢枝菌根菌菌種為 Funneliformis mosseae, Claroideoglomus etunicatum, Rhizophagus intraradices, R. clarum, Acaulospora morrowiae 與Sclerocystis sinuosa,接種濃度為每株柑橘砧木苗接種 100 個孢子。試驗處理共 14 組,為 6 種叢枝菌根菌接菌組及不接菌之對照組,在上述 7 種處理中,每一處理再分為兩處理,一為正常給水處理組 (-0.09 MPa),二為乾旱處理組 (-0.40 MPa)。試驗結果顯示:柑橘砧木 (廣東檸檬) 在播種 241 天後進行乾旱處理 40 天,接種 散菌根菌 Sclerocystis sinuosa 處理可顯著 (P<5%) 增加總乾重 32%,根乾重比對照組增加 26%。叢枝菌根菌接種對降低柑橘乾旱災害深具潛力。

關鍵詞:柑橘 (Citrus)、乾旱 (Drought)、叢枝菌根菌(Arbuscular mycorrhizal fungi) 前言

台灣坡地柑橘果園由於水源不足,抗旱能力低落,在柑橘果實發育期與肥大期,若逢乾旱可能引起落花、落果與小型果比率高,嚴重影響柑橘之果實產量與品質。乾旱會影響光合作用(Medrano et al., 2002)、土壤養分有效性(Borken and Matzner, 2009)與作物根系的吸收能力(Cohen et al., 1983)。接種叢枝菌根菌可促進柑橘生長(林等人, 2000),使柑橘植株葉部水勢能與相對水含量較高,調節柑橘植株之滲透壓,減輕乾旱對柑橘生長之影響 (Wu and Xia, 2006)。

#### 材料與方法

試驗作物:柑橘栽培大多採用根砧,本試驗柑橘砧木為廣東檸檬,種子由農業試驗所關西工作站提供。

溫室栽培與管理:廣東檸檬種子洗淨後先種在蛭石中,待發芽後 (種子種植28天) 移植至穴植管 (容積125 mL) 中,栽培介質為泥炭土與珍珠石之混合物,混合比率為體積比 3:1,叢枝菌根菌菌土與栽培介質混拌均匀,接種濃度為100 spores/plant。廣東檸檬苗在穴植管生長72天後,移植至長方形塑膠盆(容積2500 mL)中,栽培介質為寶山農場土壤與石英砂之混合物,混合比率為重量比1:1,每盆栽培介質3kg。每週以營養液(Modified Hoagland's solution)澆灌,以蘇力菌、礦物油、黃色黏板與藍色黏板等防治病蟲害。

試驗處理與試驗設計:試驗處理共 14 組,如本文中摘要所述,每一處理各 6 重複,每重複各種 1 株。試驗設計採逢機完全區集設計 (RCBD)。廣東檸檬在接種 叢枝菌根菌 92 天 (播種 120 天)後進行生育調查,在播種 241 天後進行乾旱處理 40 天,乾旱處理後進行採收。

生長調查:廣東檸檬在接種叢枝菌根菌 92 天 (播種 120 天) 後調查株高與葉數,在乾旱處理後調查株高、葉數、地上部與根部鮮重,植株在 80℃下烘乾後調查地上部與根部乾重。

資料統計與分析:廣東檸檬生長資料利用 SAS 套裝統計分析軟體先進行變方分析,若處理效應顯著 (P<0.05),則再利用最小顯著性差異測驗以比較各處理平均值間之差異性。

#### 結果與討論

- 1. 廣東檸檬在接種叢枝菌根菌 92 天 (播種 120 天)後,以接種叢枝菌根菌 Rhizophagus intraradices 之處理生長勢最好,其次為 Funneliformis mosseae 處理,其他接菌處理之廣東檸檬生長勢與對照組無顯著差異 (P>5%)。
- 2. 廣東檸檬在播種 241 天後進行乾旱處理 40 天,接種叢枝菌根菌 Sclerocystis sinuosa 處理可顯著 (P<5%) 增加總乾重 32% (表 1),根乾重比對照組增加 26%。

#### 参考文獻

- 1. 林素禎、黃山內、洪崑煌、吳繼光。 2000。 微生物接種對苦柚及文旦柚種苗生長之效應。中華農業研究 49(1):63-75。
- 2. Wu, Q. S. and R. X. Xia. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. J. Plant Physiol. 163: 417 425.

Table 6. 廣東檸檬在乾旱處理 40 天後之生長情形 2

Treatment	Plant height (cm)	Leaf number (no.)	Total fresh weight (g)	Total dry weight (g)	Relative growth rate
Control y	$79 \pm 13$	130 ± 41	$103 \pm 16$	$50 \pm 6  A^x$	100
SSNS	$88 \pm 8$	$139 \pm 48$	$136 \pm 20$	$65 \pm 5 \text{ B}$	132
AMRW	$86 \pm 8$	$100 \pm 31$	$138 \pm 23$	$60 \pm 7 \text{ AB}$	122
LCLM	$112 \pm 4$	$102\pm20$	$136 \pm 24$	$60 \pm 9  AB$	121
LITR	$89 \pm 10$	$118\pm38$	$133 \pm 28$	$59 \pm 9  AB$	119
LETC	$93 \pm 5$	$120\pm13$	$136 \pm 14$	$57 \pm 2 AB$	115
LMOS	$73 \pm 6$	$183 \pm 48$	$118\pm12$	$55 \pm 3 \text{ AB}$	111

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>廣東檸檬在種子播種 241 天後進行乾旱處理。

V Control:不接種;SSNS:接種叢枝菌根菌Sclerocystis sinuosa;AMRW:接種叢枝菌根菌Acaulospora morrowiae;LCLM:接種叢枝菌根菌Rhizophagus clarum;LITR:接種叢枝菌根菌R. intraradices;LETC:接種叢枝菌根菌Claroideoglomus etunicatum;LMOS:接種叢枝菌根菌Funneliformis mosseae。接種濃度為每株苗接種100個孢子。

<sup>&</sup>lt;sup>x</sup> Means within each column in the same sampling site followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

#### |改質聚甲基丙烯酸甲酯於金黃葡萄球菌之抗菌性研究

## The Modified Antibacterial Polymethyl Methacrylate against S. aureus using Photodisinfection Technology

Anh Quoc Le<sup>1\*</sup>, Li-Ting Yen<sup>1</sup>, Yao-Tung Lin<sup>1</sup>Department of Soil and Environmental Sciences \*E-mail: yaotung@nchu.edu.tw

#### **Abstract**

Polymethyl methacrylate (PMMA) was coated with nitrogen doped titanium dioxide (N-TiO<sub>2</sub>) via a sol-gel dip-coating method. The inactivation of N-TiO<sub>2</sub>-coated PMMA was assessed against *Staphylococcus aureus*. The morphology structure of the films were evaluated via scanning electron microscopy (SEM) to indicate that the material could effectively reduce the microbial activities of the pathogen. The results demonstrated that N-TiO<sub>2</sub>-coated PMMA exposed to low energy visible light illumination efficiently decreased the populations of the pathogen. The reduction efficiency was 99.999% at the N-TiO<sub>2</sub> concentration 0.5%.

Key words: N-TiO<sub>2</sub>, antimicrobial, Staphylococcus aureus, PMMA

#### 1. Introduction

TiO<sub>2</sub> is one of the most widely used photocatalysts in applications involving organic material degradation [1]. There are have many types of TiO<sub>2</sub>-coated PMMA via sol-gel dip-coating, such as N-TiO<sub>2</sub>, C-TiO<sub>2</sub>, C-Pd-TiO<sub>2</sub>, N-tourmaline-TiO<sub>2</sub>, in which N-TiO<sub>2</sub>-coated PMMA is the most composite to apply in disinfection pathogen frequency. Moreover, N-TiO<sub>2</sub> films can be readily synthesized via comparatively inexpensive methods, with relatively good adherence to substrates with intricate geometry [1]. Present-day problems of infection by Staphylococcus aureus are described against a brief historical account of the evolution of the multiple antibiotic resistant 'hospital staph', which caused such immense problems of hospital cross-infection in the 1950's and 1960's. These problems have lessened considerably since that time, but staphylococcal infection still remains as a cause of morbidity and mortality [2]. In this study, the antimicrobial activity of N-TiO<sub>2</sub>-coated PMMA was assessed against *S. aureus*.

#### 2. Materials and Methods

#### 2.1. Sol-gel preparation and dip-coating

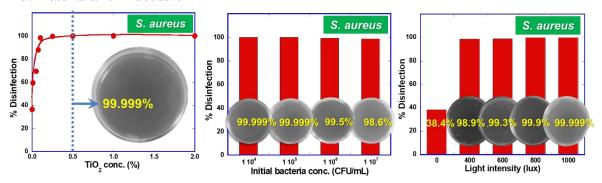
The Polymethyl methacrylate was manufactured by Tzy Feng Technology Co., Ltd in Taiwan. N-TiO<sub>2</sub>-coated PMMA was conducted by using a sol-gel dip-coating method. In this method, the N-TiO<sub>2</sub> solution was immersed in isobutyl alcohol and ultrasonic in 15 minutes. RDC 15 was using as machine to dip-coating. The solution was stirred continuously during dip-coating. The PMMA was dipped into the solution for 10 seconds and pulled up vertically at 0.15-0.8 mm.s<sup>-1</sup>, then dried for 60 seconds at 80°C in the oven.

#### 2.2. Microorganisms antibacterial test

S. aureus was cultured in Nutrient Agar and washed in deionized water at  $35 \pm 1^{\circ}$ C for  $18 \pm 2^{\circ}$ C in incubator. The initial microbial concentration was adjusted by dilution with deionized water at  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$  and  $10^7$  CFU/ml. The N-TiO<sub>2</sub> concentration were prepared to examination at 0% (non-treatment), 0.5%, 1%, 1.5% and 2%. To determine

the initial microbial counts, the microbial solutions were serially diluted and transferred to the Nutrient Agar media containing 0.1 ml initial microbial concentration and illuminated with light intensity at 0 (control), 400, 600, 800, 1000 lux, respectively.

#### 3. Results and Discussion



**Fig 1:** Antibacterial test against *S. aureus* using various N-TiO<sub>2</sub> concentration.

Fig 2: Survival of various bacteria concentration treated by N-TiO<sub>2</sub> 0.5 %.

Fig 3: Survival of bacteria during various light intensity. Respectively.

Based on these figures above, the results shown that, the N-TiO<sub>2</sub> concentration at 0.5 % was completely inhibited *S. aureus* activity at concentration  $10^5$  CFU/ml for 24 hours at light intensity 1000 lux and  $28 \pm 1^{\circ}$ C temperature. The reductions in the microbial counts were evaluated in terms of residual colony forming units per milliliters after the treatment.

#### S. aureus

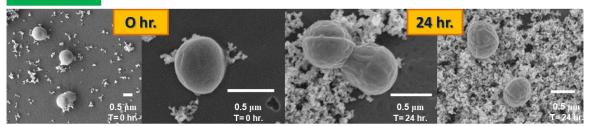


Fig 4. SEM micrographs of antibacterial test against *S. aureus*: non-treatment and treatment.

According to figure 4, *S. aureus* attached to the N-TiO<sub>2</sub>-coated PMMA at 0 hour and 24 hour, respectively. The number of the cells is reduced and the cells were break down, membranes were damaged after 24 hour as seen in Fig 4, which significant with the results of the antibacterial activity tests. These findings indicate that N-TiO<sub>2</sub>-coated PMMA can effectively reduce the microbial activities of *S. aureus*.

The reduction efficiency was 99.999%. This demonstrated that the potential of N-TiO<sub>2</sub>-coated PMMA for prevention of *S. aureus* during treatments.

#### 4. References

1. Li, M., Z.T.T. Yao, T. Chen, Z.H.H. Lou and M.S. Xia. 2014. The antibacterial activity and mechanism of mussel shell waste derived material. Powder Technol. 264: 577-582. doi:10.1016/j.powtec.2014.05.067.

#### 雞糞生物炭對土壤性質與楓香苗木生長的影響

# Influence of Poultry Litter Biochars on the Growth of Formosan Sweet Gum (*Liquidambar formosana*) Seedlings

李駿毅、蔡呈奇\*

國立宜蘭大學森林暨自然資源學系。26047 宜蘭縣宜蘭市神農路一段1號。 \*通訊作者 (E-mail: cctsai@niu.edu.tw)

#### 摘要

楓香苗木盆栽試驗,將兩種溫度(350°C 及 550°C 製備)之雞糞生物炭以 8 種生物炭添加量(0.2%、0.5%、1%、2.5%、5%、10%、20%、50%)添加在延文實驗林場苗圃地之土壤中;另外增添化肥處理組(Chemical fertilization, CF),每個處理組 8 重複(50%添加處理組為 5 重複),包括對照組(Control, C),試驗處理共 138盆。苗木種植試驗於每週(2016/4-2017/1)及每二週(2017/2-2017/10)定期量測苗高(H)與苗徑(D),計算纖弱指數(健壯商數,Sturdiness Quotient, SQ),並且監測土壤之pH 值與電導度值(EC),以了解生物炭添加後土壤 pH 與 EC 的動態變化。若有盆栽苗木死亡,將只探討該盆土壤的 pH 與 EC 變動。種植試驗期間為 2016 年 4 月~2017年 10 月,實驗還在進行中,2016 年 8 月時收穫的初步資料指出,從各處理組楓香苗木的纖弱指數變化可知,土壤添加 0.5%~2.5%之低溫生物炭之植體生長勢顯著優於對照組及化肥處理組,且不論低溫或高溫生物炭,添加 10%以上則植體無法存活。

關鍵詞:雞糞生物炭、酸性森林土壤、苗木栽培、纖弱指數(健壯商數)

#### 前言

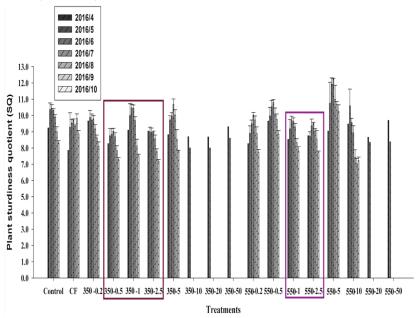
本研究的目的為評估雞糞生物炭(Poultry Litter Biochar, PLB)是否適合作為苗木栽培的介質,降低化學肥料的施行。禽畜糞便堆肥在傳統上常常直接施以生雞糞,而雞糞生物炭不只利於儲藏運輸,惱人的味道及被吸引而來的蒼蠅也大大降低。生物炭可以改善土壤的物理化學特性,提升土壤的生產力,生物炭的穩定結構能長期將有機物儲存在土壤中,達到增加土壤固碳的效果,生物炭目前已被視為可有效改善土壤品質之土壤改良劑。

#### 材料及方法

本研究以盆栽試驗,將雞糞生物炭(以350°C及550°C製備(PLB350 & PLB550), 磨碎過篩2 mm)添加在國立宜蘭大學延文實驗林場苗圃地之土壤中,依重量比例 分別添加0.2%、0.5%、1%、2.5%、5%、10%、20%、50%,共8種生物炭添加量 處理;另外依照林務局的造林樹種作業規範,增加添加化肥的處理組(Chemical fertilization, CF),添加量為氮肥 80 kg/ha、磷肥 50 kg/ha 與鉀肥 50 kg/ha,分兩次添加。每個處理組 8 重複(50%添加處理組為 5 重複),包括無添加的對照組(Control, C),試驗處理共 138 盆。苗木種植試驗於每週(2016/4-2017/1)及每二週(2017/2-2017/10)定期量測苗高(H)與苗徑(地際直徑)(D),計算纖弱指數(健壯商數,Sturdiness Quotient, SQ),並且監測土壤之 pH 值與電導度值(EC),以了解生物炭添加後土壤 pH 與 EC 的動態變化。若有盆栽苗木死亡,將只探討該盆土壤的 pH 與 EC 變動。種植試驗期間為 2016 年 4 月~2017 年 10 月,實驗還在進行中,在 2016 年 8 月時,先收穫各個處理組 3 盆苗木與土壤(50%添加處理組為收穫兩盆),進入實驗室分析土壤及苗木的性質與根莖葉等部位的化學成分。之後在 2017 年 8 月時,收穫了各個處理組 2 盆苗木與土壤(沒有收穫 50%添加處理組),進入實驗室分析土壤及苗木的性質與根莖葉等部位的化學成分。至 2017 年 10 月底時剩餘盆栽皆收穫,進入實驗室分析土壤及苗木性質與化學成分。

#### 簡要結論

2016 年 8 月時收穫的初步資料顯示出,從各處理組楓香苗木的纖弱指數(健 壯商數,SQ)變化可知,土壤添加 0.5%~2.5%之低溫生物炭(PLB350)與添加 1% 及 2.5%之高溫生物炭(PLB550)之植體生長勢顯著優於對照組及化肥處理組(圖一), 且不論低溫或高溫生物炭,添加 10%以上則植體無法存活。添加雞糞生物炭(PLB) 會造成土壤 pH 值與 EC 值有顯著的升高。PLB 的高 EC 值是使用的主要限制因素。 在苗圃中,種植幼苗之前,將土壤和 PLB 完全混合後 2-3 週的孵育,經淋洗後可 以降低 PLB 中高 EC 的風險。低溫生物碳(PLB350)的添加量高於 0.5%以及高溫生 物炭(PLB550)添加量高於 0.2%以上即會造成植體養分顯著提高。



圖一、楓香苗木的纖弱指數的動態變化

### 養殖環境及飼料中類固醇類雌激素之多重殘留分析方法建立 Method for Multiresidue Analysis of Steroid Estrogens in Aquaculture Environment and Feed

陳慧珊、曾昭銘、徐慈鴻\*

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 \*E-mail: ths@tactri.gov.tw

#### 摘要

本研究應用液相層析質譜儀,建立檢測養殖環境及飼料中雌激素之檢驗技術;樣品以QuEChERS 方法萃取淨化後,所得檢液以LC-MS/MS 進行定性與定量分析。於養殖環境中底泥及水體中分別添加  $0.01~\mu g/g$  及  $0.05\mu g/g$  濃度,於飼料樣品中分別添加  $0.02~\mu g/g$  及  $0.1\mu g/g$  濃度進行三重複回收率試驗,結果顯示於包括  $17\alpha$ -雌二醇( $17\alpha$ -Estradiol,  $17\alpha$ -E2)、 $17\alpha$ -乙炔基雌二醇( $17\alpha$ -Ethynylestradiol, EE2)、 $17\beta$ -雌二醇( $17\beta$ -Estradiol,  $17\beta$ -E2)、雌素酮(Estrone, E1)、雌三醇(Estriol, E3)、己烯雌酚(Diethylstilbestrol, DES)、苯甲酸雌二醇(Estradiol benzoate, EB)及黃體素(Progesterone, P4)等8種雌激素之回收率,於養殖環境中底泥及水體為61%-98%,於飼料樣品為 73%-107%,回收率的偏差係數< 20%,本方法的定量極限介於 0.002- $0.01~\mu g/g$ 。

(關鍵詞:雌激素、液相層析質譜儀、QuEChERS、養殖環境、飼料)

#### 前言

存在於環境中的內生性類固醇雌激素 (steroid estrogens),如雌二醇 (E2)、雌素酮 (E1)、雌三醇 (E3),與相關的人工合成化合物,如 17α-乙炔基雌二醇 (EE2)等,其具內分泌干擾特性,稱為內分泌干擾物質 (Endocrine disrupter substance,EDS),即為環境荷爾蒙,是指會干擾生物體內分泌系統的化學物質,影響荷爾蒙的合成、分泌、傳輸及作用等,主要經由動物及人類其代謝產物進入環境,其毒性足以使生態環境失衡。

有鑑於近期社會關注之烏魚雌激素殘留等議題,建立非例行監測藥劑檢驗技術,同時以開發之方法進行檢驗,主動了解實際殘留情形,以釐清雌激素之風險,避免媒體片面報導衝擊民眾對水產品安全之信心。

#### 材料與方法

本研究參考歐盟檢驗方法 QuEChERS 及衛生福利部食品藥物管理署於 106 年

8月31日衛授食字第 1061901690 號公告修正「食品中殘留農藥檢驗方法—多重殘留分析方法(五)」, Method of Test for Pesticide Residues in Foods—Method for Multiresidue Analysis (5)分析方法,開發 8 項雌激素之多重殘留分析方法,使用儀器為液相層析串聯質譜儀(Liquid Chromatograph/Tandem Mass Spectrometer,LC-MS/MS)包括(1)LC: Agilent/1200; MS/MS: Applied Biosystems/4000 QTRAP;(2)LC: Agilent/1290; MS/MS: Agilent/6470。

#### 結果與討論

方法定量極限(Limit of Quantitation, LOQ)依照本研究的萃取及淨化方式,於空白基質加入適當濃度,並配製為三個樣品,經液相層析串聯質譜儀(LC-MS/MS)檢測,其三次分析強度之訊噪比(S/N)大於 10 以上,為該雌激素品項之定量極限,8 種雌激素之定量極限介於 0.002-0.01  $\mu\text{g/g}$ 。

方法確效則分別進行(1)養殖環境中底泥;(2)養殖環境中水體;(3)飼料中進行二種濃度三重複之回收試驗,加以定量求出其回收率(Recovery,R%)及計算三重複試驗之變異係數(coefficient of variation,CV),添加低濃度雌激素( $0.01 \mu g/g - 0.02 \mu g/g$ )於不同樣品種類的空白樣品中,其樣品中的平均回收率為 61%-103%,重複性試驗之變異係數(CV)在 1%-18%間,而添加高濃度雌激素( $0.05 \mu g/g - 0.1 \mu g/g$ ) 回收試驗的平均回收率為 74%-107%,重複性試驗之變異係數(CV)在 1%-16%間。利用建立的方法,進行養殖環境中底泥及水體雌激素殘留的調查,在 10 件底泥及水體樣品中,皆未檢出雌激素殘留。

#### 参考文獻

衛生福利部食品藥物管理署。2017。106 年 8 月 31 日部授食字第1061901690號 函修正食品中殘留農藥檢驗方法-多重殘留分析方法(五),Method of Test for Pesticide Residues in Foods—Method for Multiresidue Analysis(5)。

European Committee for Standardization. 2017. Food of plant origin—determination of pesticide residues using GC-MS and/or LC-MS/MS following acetonitrile extraction/partitioning and clean-up by dispersive SPE—QuEChERS-method. DIN EN 15662:2017 (English version).

#### 新興汙染物鉈在土壤中的吸附反應及型態分布

#### Adsorption reaction and speciation of Thallium(l) in soil

<u>郭聆亦</u><sup>\*</sup>、王尚禮 國立臺灣大學農業化學系 \*E-mail: r05623003@ntu.edu.tw

#### 摘要

新興污染物-鉈在地殼的含量雖然不多,然而由於被廣泛的使用於半導體和光 電產業製程中,導致鉈於工業區附近的農田土壤中逐漸累積。因為鉈具有高毒性, 若被作物吸收,可能會對人類健康產生威脅,但是對於鉈在土壤中的反應與過程 目前仍所知甚少。基於吸附反應在決定金屬離子的移動性和生物有效性的重要性, 本研究將探討在不同土壤對一價鉈 [Tl(I)]的吸附反應,以了解決定鉈吸附的主要 土壤組成和因子。此實驗結果顯示了鐵氧化物及 Clay 含量較高的追分土壤對鉈的 吸附量最高,而造成此結果的因素許多,其中本實驗結果顯示了質地、陽離子交 換容量及鐵氧化物含量皆會造成正相關的影響。質地 Clay 含量越高的土壤,其對 鉈的吸附量亦越多;陽離子交換容量越小代表其所吸持的鉈越容易被淋洗下來; 而在土壤中鐵氧化物的含量與連續萃取中型態三:鐵錳氧化物態中所吸持的鉈濃 度呈現正相關,故此實驗認為土壤對鉈的吸持主要受到了質地中 Clay 含量、陽離 子交換容量及土壤之鐵氧化物之濃度所影響,且推測其影響能力:鐵氧化物>陽離 子交換容量>Clay 含量。實驗結果確實也顯示了土壤對鉈的吸持受於土壤之鐵氧化 物含量、陽離子交換容量及 Clay 含量之影響,故若非土壤中鐵氧化物含量高或者 Clay 含量高的話,鉈從土壤被淋洗出的機率相當高,這表示了鉈在土壤環境中具 有高移動性及高生物有效性,可進一步推論了高毒性的鉈具有環境生態的風險。 關鍵字: 鉈、土壤污染、吸附、連續萃取

#### 前言

隨高科技產業的快速發展,工業排放之新興污染物的種類及含量亦隨之增加。新興污染物隨著廢污水排放至河川後,可能會進入地下水或是農田灌溉水,造成農田和農作物的污染,進一步被人體攝入而影響健康。行政院環境保護署調查桃園、新竹、臺中和臺南的四個工業區附近下游的農田土壤的新興金屬污染物,結果顯示部分稀有金屬的濃度遠高於臺灣一般農田之平均背景值,顯示這些金屬經過長期於工業使用和排放後,已逐漸累積於工業區附近的環境中(土壤與地下水污染整治網)。在新興金屬污染物中,「鉈」的化學毒性與砷相當,人類的最小致死劑量為8.8~15 mg kg-1(Cheam, 2001),更高於汞、鍋、鉛、銅和鋅,因此其排放到環境中所帶來的副作用相當令人擔憂。但是,由於過去罕見鉈污染,因此目前對於鉈進入到土壤環境後,其物種型態分布,以及影響其移動性和生物有效性的主要

土壤組成、反應和因子都所知仍甚少。因此,欲評估重金屬在土壤中的移動性和生物有效性,必須先瞭解重金屬在土壤中的吸附反應和化學轉化過程的反應機制和影響因子之作用。因此本研究探討不同土壤對一價鉈[Tl(I)]離子的吸附反應,以及土壤之吸附反應如何決定鉈的移動性和生物有效性。此外,鉈的物種型態轉變亦屬未知的範疇而必須要釐清,以進一步了解鉈在農田土壤環境中的移動性和生物可利用性的相關反應機制。

#### 材料與方法

自桃園、新竹、臺中及臺南科學園區附近溪流下游之農田採集土壤樣品各一個,其 pH 值將涵蓋酸性到中鹼性。土壤基本分析:其中包含質地、元素組成、陽離子交換容量、鐵鋁氧化物測定等。吸附試驗:在土壤樣品中加入鉈溶液,置於反應槽以 150rpm 震盪後,離心取上清液以 0.45  $\mu$  m 之醋酸纖維濾膜過濾並收集濾液,再以火焰式原子吸收光譜儀(FAAS)分析溶液的鉈濃度。繪製 TI(I)之 C/C。與反應時間之關係圖。連續萃取:主要是參考 Tessier et al. (1979) 建議之方法,在土壤樣品先後加入不同的溶液以萃取不同型態之重金屬,將土壤中重金屬型態分為(1)可交換態(2)碳酸鹽鍵結型態(3)鐵-錳氧化物鍵結型態(4)有機物鍵結型態(5)殘留態。所得萃取劑以 FAAS 分析金屬濃度。

#### 結果與討論

霄裡、追分、客雅、大洲四種土樣其 pH 涵蓋了弱酸性到中偏鹼性,從 pH 6.17~7.14,而陽離子交換容量之能力由高到低為:客雅>實裡>追分>大洲,四種土 樣之鐵皆有極高的含量,無論是游離態還是非結晶性態的鐵含量,皆屬於極高含 量。四種土壤樣品之吸附曲線圖,其吸附量為:追分>實裡>客雅>大洲,而 Clay 含量:追分>大洲>霄裡>客雅,由實驗結果可推測大洲土壤因為 CEC 值較小,故 吸附在其上之陽離子[Tl(I)]容易淋洗下來,而不易被土壤所吸持。連續萃取的部分, 鉈主要為第一型態:可交換態殘留於土壤中,而追分土壤在連續萃取型態三:鐵錳 氧化物態有個明顯的殘留階段,且追分的鐵氧化物含量亦是最高的,故推測鉈與 鐵錳氧化物有特定鍵結。研究結果亦顯示,游離態鐵含量與殘留於連續萃取型態 三:鐵-錳氧化物鍵結之鉈含量呈現正相關。本研究之成果有助於了解決定農田土 壤環境中鉈的移動性和生物可利用性的關鍵反應機制。而研究獲得的主要成果有 二:(1)不同土壤對 Tl(I)的吸附現象,了解決定土壤鉈吸附的主要因子(2)探討鉈在 土壤中的物種型態。本試驗利用了吸附及連續萃取之試驗可以初步的了解鉈在環 境中的型態與行為再進一步的加以探討進而推測其移動性,了解更多研究尚未完 整的新興汙染物之特性,並嚴格規定禁止過高濃度的污染排放,減少對環境的傷 害。

#### 參考文獻

Cheam, V. 2001. Thallium contamination of water in Canada. Water Qual. Res. J. Can. 36:851-877.

Tessier, A., P. G. C. Campbell and M. Bisson. 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. Anal. Chem. 51: 844-851.

#### 高風險農地低鎘吸收作物篩選之研究

## Study on crops for screening varieties with low Cd accumulation abilities at high risky farmlands

毛壬杰 <sup>12</sup> 黄裕銘 <sup>2</sup> 黄瑞彰 <sup>1</sup> 台南區農業改良場 <sup>2</sup>中興大學土壤與環境科學系

\*Email: jcmao@mail.tndais.gov.tw

#### 摘要

本研究選擇位於受鎘污染高風險的農地進行蔬菜栽培,並於蔬菜收穫時同時採取蔬菜樣品及其根圈旁土壤樣品,分析蔬菜可食用部位鎘濃度、土壤鎘濃度、pH值及陽離子交換能量(cation exchange capacity, CEC)。由供試蔬菜的生物濃縮因子(bioconcentration factor, BCF)可知,蔬菜食用部位鎘累積能力以小葉菜類最高,其他如豆菜類、果菜類、蕓苔屬及結球葉菜類及玉米類則較低,同一品種蔬菜不同栽培種蔬菜鎘累積能力仍有極大的差別,因此慎選合適的蔬菜品種及栽培種,或施用石灰資材適當提高土壤 pH值,將有助於提高蔬菜的安全性。

關鍵字:鎘、低鎘吸收、生物濃縮因子、安全性。

#### 前言

為了確保農產品安全,行政院衛生福利部(前衛生署)針對國人日常生活飲食最大宗的食米及蔬果類作物,訂有重金屬限量標準以規範食米及蔬果類作物的鎘、鉛含量。而台灣地區因為地質條件的不同,氣候條件的多樣性,以致土壤性質相當複雜及多變,為了提高上述高風險農業生產區所生產作物安全性,於土壤鎘濃度未達土壤污染管制標準,但農民所種植水稻等食用作物之鍋、鉛含量卻超過限量標準之高污染風險農地,進行不同品種蔬菜栽培試驗,以篩選高污染風險農地適合栽種之低鍋吸收之品種,提供高污染風險農地選擇安全性較高作物品項之參考。篩選鍋污染潛在風險農地,採取土壤與作物食用部位分析其土壤及植體鍋濃度,了解鍋污染潛在風險農田稻米與蔬菜之安全性。

#### 材料與方法

- 一、本研究採田間試驗方式進行。試驗地點:高風險農地試驗田。
- 二、試驗蔬菜種類及品種:本場於 103 年及 104 年度於高風險農地試驗田,種植作物種類有油菜、菠菜、蕹菜、皺葉白菜、小松菜、不結球白菜(三鳳二號)、不結球白菜(鳳珍)、青蔥(南蔥)、葉用甘藷、芥藍等 10 種葉菜類、苦瓜(月美)、夏南瓜、大胡瓜(萬綠)、苦瓜(月珍)、絲瓜(東光 3 號)、絲瓜(農友 132)等 6 種果菜類、豇豆(農友 101)、敏豆、豇豆(農友 131)、矮性豇豆等 4 種豆菜類、結球萵苣(合歡 6 號)、結球甘藍(大頭菜)、青花菜(綠寶)、甘藍(初秋)等 4 種蕓苔屬蔬菜、玉米(華珍)、玉米(玉美珍)、玉米(台南 23 號)、玉米(玉美珍)、玉米(明豐 3 號)、玉米(農興 688 號)、玉米(黑美珍)、玉米(台南 26 號)、玉米 (台農 1 號)、玉米 (台南 24 號)等 10 玉米品種作物進行低編吸收作物篩選試驗。

四、數據計算及分析:生物濃縮因子(bioconcentration facter,簡稱 BCF)。BCF=蔬菜 食用部位鍋濃度÷土壤鍋濃度,其中蔬菜食用部位濃度以鮮重(濕基)計算,土壤鍋 濃度為王水消化鍋濃度(風乾狀態)。

#### 結果與討論

一、土壤性質及鎘濃度:本研究田間試驗之主要土壤性質,其中土壤 pH 值分布範圍為 5.98-8.10,CEC 分布範圍為 3.79-9.80 cmol kg<sup>-1</sup>,土壤鎘濃度分布範圍為 0.23-3.14 mg kg<sup>-1</sup>,植體鎘濃度分布範圍為 0-0.82 mg kg<sup>-1</sup>,數據顯示田間土壤 pH 值、CEC、土壤鎘濃度及植體鎘濃度分布相當廣泛。

二、不同蔬菜種類及品種之食用部位對編累積的能力:以蔬菜種類來區分,以小葉菜類蔬菜食用部位編累積能力最高,豆菜類、果菜類、蕓苔屬等結球葉菜類和玉米類則較低,由圖 1 結果亦可以看出,同一類別中不同蔬菜種類的編累積能力也有極大的差異性,例如,小葉菜類大多數普遍都具有較高的編累積能力,但是,其中的葉用甘藷的編累積能力則明顯比其他小葉菜類來的低。由本研究可知蔬菜重金屬累積能力,隨著蔬菜種類及品種不同而有差異。而不同蔬菜對於編累積的吸收能力亦不同,即使同一類別之不同蔬菜其重金屬吸收亦存在不小的差異,未來可以累積更多試驗數據印證不同蔬菜種類之編累積能力的特性,以提供高污染風險農地選擇安全性較高作物品項之參考,因此,由本研究結果顯示可建議在編污染的高風險農地應避免種植對編累積能力較高的小葉菜類蔬菜。

#### 參考文獻

1. 毛壬杰、黄瑞彰。2017. 高風險農地低鍋吸收作物篩選之研究. 台南區農業改良場研究彙報。第69期。P58-68。

2. Yu-Wen Lin, Tsang-Sen Liu, Horng-Yuh Guo, Chih-Min Chiang, Hsueh-Jung Tang, Hong-Tang Chen & Jen-Hshuan Chen 2015. Relationships between Cd concentrations in different vegetables and those in arable soils, and food safety evaluation of vegetables in Taiwan. Soil Science and Plant Nutrition (2015), 61, 983–998

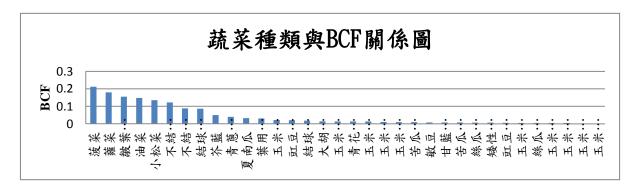


圖 1:各種蔬菜種 BCF 值 Figure 1: The BCF value of vegetables surveyed

### 微奈米乳化植物保護製劑防治胡瓜露菌病之可行性研究 Potential of Micro/Nano-emulsion to Control Cucumber Downy Mildew

<u>涂凱芬</u><sup>1</sup>、林耀東<sup>1</sup>\* <sup>1</sup>國立中興大學 土壤環境科學系 \*E-mail: yaotung@nchu.edu.tw

#### 摘要

農民多施用化學農藥及生物農藥改善病蟲害,然化學農藥易影響農民健康,生物農藥防治效果受限於品種等因素。考量現今病蟲害防治侷限,本研究以環境友善且不具毒性之微奈米乳化植物保護製劑取代傳統農藥。微奈米乳化植物保護製劑以油和水構成,本研究探討乳化液製程對粒徑之影響,並探究不同粒徑及油品對露菌病抑制效果。結果顯示粒徑 500 nm 大豆油乳化液效果最佳,顯微鏡佐證孢囊內有孢子未分化,證實乳化液可防治胡瓜露菌病,取代傳統農藥,降低傳統農藥危害。

#### 關鍵字:乳化液、胡瓜露菌病、植物保護製劑 一、前言

1. 農民為降低病蟲害影響,大量噴灑化學農藥及生物農藥,然化學農藥對環境及農民健康有負面影響,生物農藥防治效果受品種、產地及採收季節等因素干擾,防治效果不穩。故本研究研發新型植物保護製劑-微奈米乳化植物保護製劑,作為防治病蟲害的方法,此製劑原料為油和水並不具毒性,且成本低、對環境友善,能被微生物降解,故必能成為農友防治病蟲害之助力。

本研究中胡瓜常作為生菜沙拉食用,卻因露菌病 (Downy mildew) 危害葉部使光合作用受阻,導致植株生長受限甚至死亡,故本研究以微奈米乳化植物保護製劑防治胡瓜露菌病,作為防治各種植物病蟲害的第一步 (邱柏皓 and 黄振文, 2014)。

#### 二、材料與方法

#### 1. 微奈米乳化植物保護製劑製備

油品採市售食用油,以 span 80 及 tween 80 為乳化劑,去離子水則為水相,測試油、乳化劑比例 (oil:emulsifiers = 5:1-1:5),油、乳化劑之含量 (1%-9%),乳化劑用量 (1%-9%) 及攪拌速度 (3,000-16,000 rpm) 等參數,探討對微胞大小之影響。隨後將 500µl 乳化液稀釋至 4ml 後放入動態光散射粒徑分析儀中測量其粒徑。

#### 2. 菌株來源及培養

菌株來源:胡瓜露菌病病株為農試所黃晉興博士提供 Pseudoperonospora cubensis PC-001 菌株。菌株培養:從農友種苗公司購買胡瓜種子 (Cucumis sativus L.) 秀燕品種,並於溫室中培養四週,摘取植株由下往上第二片真葉,經清洗後葉背朝上接種露菌後放入 20°C 光照 12 小時生長箱培養。

#### 3. 病原菌接種方式-點滴接種法

將胡瓜露菌菌株以無菌水洗下並稀釋至適當濃度後吸取 10 μL 孢囊懸浮液, 滴於切離葉背,置於 20°C 光照 12 小時之生長箱培養。

#### 4. 不同粒徑/油品乳化液抑制胡瓜露菌病之效果

将稀釋 500 倍各粒徑 (100-500 nm) 及油品 (大豆油、葵花油、菜籽油、芥花油及玉米油) 乳化液滴於胡瓜切離葉上,隨後以點滴接種法接種 P. cubensis PC-001 20 sporangia/ $10\mu$ l之孢囊懸浮液於,放入每天照光 12 小時之 20 °C 生長箱,7天後觀察病斑並計算罹病率,每種處理進行三重複,每片切離葉為一重複。

#### 三、結果與討論

#### 1. 不同粒徑乳化液之製備

乳化液微胞大小受油及乳化劑比例影響(Lin, 2011),此處探討油、乳化劑比例分別為 5:1、3:1、1:1、1:3 及 1:5 時對微胞粒徑之影響,當比例越大時,單位乳化劑所需包裹的油越多,粒徑隨之上升 (錯誤! 找不到參照來源。 (a))。本研究固定比例為 1:1,並提高其含量。乳化液的水含量會影響微胞分散性(Lin, 2011),當提高含量後,會使乳化液水含量減少,導致微胞分散空間減少,彼此互相碰撞、凝聚,粒徑隨之變大(錯誤! 找不到參照來源。 (b))。測試乳化劑含量探究其臨界微胞濃度(critical micelle concentration),當乳化劑濃度為 1%時,因乳化劑含量過低無法將油包住,粒徑較大,當乳化劑濃度 3%以上時,粒徑皆約為 200 nm,可知乳化劑含量達 3%時達臨界微胞濃度(錯誤! 找不到參照來源。 (c))。測試各參數對粒徑之影響後,則依比例調整轉速。當轉速越高時,系統提供的能量越大,相對容易將油滴打散,進而使粒徑變小,因此轉速越大,粒徑越小(錯誤! 找不到參照來源。 (d))。於本研究中,藉改變以上幾種參數製備不同粒徑乳化液後,運用於防治胡瓜露菌病上,測試不同粒徑乳化液對胡瓜露菌之影響。

#### 2. 不同粒徑/油品乳化液抑制胡瓜露菌病之效果

以不同粒徑大豆油乳化液進行測試,於控制組上看到露菌黑色孢囊,罹病率達 100%; 100 及 200 nm 乳化液並不具有抗菌效果,300 nm 之罹病率略為下降至 70%,而 400nm 及 500nm 乳化液罹病率為 23%,推測原因為該粒徑可有效進入孢囊,影響孢子之形成,故孢子無法釋出感染胡瓜葉片,罹病率最低(錯誤!找不到參照來源。 (a))。

以 500nm 不同油品之乳化液進行測試,苦茶油乳化液及葵花油乳化液皆無抑制效果,芥花油乳化液罹病率雖為 90%,但其病斑較不嚴重,可見其能延緩露菌發病之徵兆,玉米油乳化液罹病率為 80%,雖能局部預防露菌生長,但預防效果較差,大豆油乳化液僅 16.67%,葉片大致完好如初,防治效果最佳 (錯誤! 找不到參照來源。 (b))。

#### 4. 乳化液對 P. cubensis PC-001 孢囊釋放游走孢子之影響

將稀釋 500 倍之乳化液及 P. cubensis 孢囊懸浮液混匀,後以 20 ℃ 生長箱中避光培養兩小時。經反應後未經處理者可正常釋出游走孢子 (錯誤! 找不到參照來源。(a)),然經大豆油乳化液處理者其孢囊被油滴堵住而無法正常分化及釋出遊走孢子 (錯誤! 找不到參照來源。(b))。

#### 四、參考文獻

2. 邱柏皓 and 黃振文. 2014. 乳化植物油防治胡瓜露菌病之效果. 植物病理學 會刊 23: 277-283.

#### 家庭處理方法對移除殘留於不結球白菜

(Brassica rapa chinensis)上陶斯松的影響

### Effect of the household processing on chlorpyrifos

#### removal from Brassica rapa chinensis

蔡青翰、鄒裕民\*、<u>張凱</u> 國立中興大學土壤環境科學系 \*E-mail: ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

#### 摘要

本研究擬利用家庭處理常用的方法來移除蔬菜上陶斯松(Chlorpyrifos)的殘留,以降低陶斯松對人體的危害。

結果顯示,在純水系統中,陶斯松的濃度變化受到溫度的影響非常大,溫度 越高陶斯松降解越快。添加不同比例葵花油於純水系統之後發現,在低比例的葵 花油之添加下,溫度仍為影響水中陶斯松濃度主要原因,但是在高比例添加的情 況下,影響水中陶斯松濃度主因為葵花油的影響。

關鍵字:陶斯松、家庭處理、不結球白菜

#### 前言

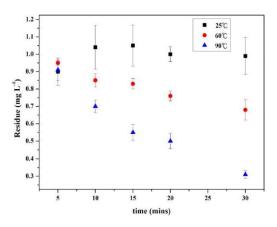
因環境及栽培條件易受病、蟲害與雜草及外來生物危害等因素影響,因此, 廣泛使用農藥以保持農作物品質與產量為現階段便宜且有效的主要方法。

隨著消費者意識的抬頭,與農藥殘留有關的食品安全問題越來越被重視,如果在清洗過程中,利用一些日常中常見的材料加入水中來清洗蔬果,把蔬果上的農藥殘留去除或降低濃度,就可以降低農藥對人體的傷害。

### 材料與方法

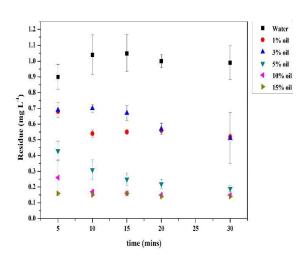


#### 結果與討論



圖一、在不同溫度下,初始濃度為 1 mg L⁻¹ 陶斯松在純水系統中 30 分鐘內的濃度變化

由圖中的結果可知,在25 ℃的處理下, $1 \, \text{mg L}^{-1}$  的陶斯松幾乎不會發生水解等化學反應而降解,儘管經過30 分鐘,其在水中的濃度僅下降了 $0.01 \, \text{mg}$   $L^{-1}$ ,但隨著溫度的升高,在60 ℃的條件下,其反應30 分鐘後之濃度降至 $0.68 \, \text{mg L}^{-1}$ ,若在溫度達90 ℃的情况下,則降至 $0.3 \, \text{mg L}^{-1}$ 。由此結果得知,陶斯松在水溶液中的濃度變化,隨著溫度的增加而增加。



圖二、25 ℃下,初始濃度為1 mg  $L^{-1}$  陶斯松在 50%以上 純水系統中添加不同比例葵花油的濃度變化

於純水系統中將不同比例的葵花油加入含陶斯松水溶液中,以了解30分鐘內,葵花油對水溶液中陶斯松濃度變化的影響。由圖二可知,在25 °C處理下,隨葵花油添加的比例增加,陶斯松在水中的濃度也逐漸下降,在1 與3%葵花油的添加情况下,反應五分鐘後水中分別有0.68 與0.69 mg L 1 的陶斯松,但是在添加5%、10%與15%的情况下,反應五分鐘後,水中陶斯松濃度下降之比例達50%以上

#### 結論

於純水系統中,在不同溫度處理下陶斯松在水中濃度的變化發現,陶斯松的降解受到溫度的影響非常的大,溫度越高陶斯松的反應速率越快。而添加不同比例的葵花油於純水系統中,發現在低比例(1%)的葵花油添加之下,溫度為影響陶斯松濃度下降的主要原因,但是在高比例(10%)的葵花油添加下,葵花油為影響陶斯松於水中濃度下降的主要原因

### 參考文獻

Abou-Arab, A.A.K. 1999. Behavior of pesticides in tomatoes during commercial and home preparation. Food Chemistry. 65(2):509-514.

#### 連續施用雞糞生物炭對於溫室栽培土壤及葉萵苣生長之影響

Effect of long-term application of poultry-litter biochar on soil and growth of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in the green house

林俊銘<sup>1</sup>、游淳卉<sup>2</sup>、王尚禮<sup>2</sup>、蔡呈奇<sup>3</sup>、程梅萍<sup>4</sup>、賴鴻裕<sup>5\*</sup>
<sup>1</sup>明道大學精緻農業學系
<sup>2</sup>國立臺灣大學農業化學系
<sup>3</sup>國立宜蘭大學森林暨自然資源學系
<sup>4</sup>行政院農業委員會畜產試驗所
<sup>5</sup>國立中興大學土壤環境與科學系

\*E-mail: soil.lai@nchu.edu.tw

#### 摘要

本研究在桃園某溫室中進行試驗,添加不同雞糞生物炭並連續種植三期的葉萵苣,以評估其對於土壤性質及葉萵苣生長之影響。試驗結果顯示,施用雞糞堆肥及同時添加 350 °C 雞糞生物炭與尿素的處理下,溫室土壤的電導度及交換性鈣會顯著上升,0.5%的施用量及同時添加尿素與 350 °C 雞糞生物炭可以改善土壤有效氮降低之問題,雞糞生物炭及其他資材會影響萵苣的生物量,降低萵苣地上部的交換性鈣及交換性鎂濃度,而地上部的鉀濃度則會上升。

關鍵字:雞糞生物炭、葉萵苣、溫室土壤

#### 前言

雞糞含有豐富的磷可以供應植物生長的營養,但若使用未妥善處理或充分發酵的生雞糞,則會造成臭味、污染及重金屬等其它環境問題。將雞糞經過熱裂解製成的生物炭(biochar)施入土壤中,不但可以解決農業廢棄物的問題,且可改善土壤物理性質、提高土壤肥力及增加作物產量。本試驗雞糞生物炭之添加量以磷肥推薦施肥量作為基準,部分處理則額外添加尿素以補充不足之氮,通過長期施用不同溫度及施用量的生物炭,以瞭解施用雞糞生物炭對於溫室種植土壤及葉萵苣生長表現之影響。

#### 材料方法

桃園試驗區為簡易溫室栽培系統,以做畦之方式連續種植葉萵苣,並以灑水之方式提供生長所需之水分。每試驗區塊之面積為 4 m²,雞糞生物炭施用量是以磷的推薦施肥量為基準(50~90 kg/ha),試驗之處理包括不施用及不種植(NP)、不施用種植(CK)、化學肥料(CF)、雞糞堆肥(CC)、生雞糞(磷肥推薦施肥量 1 倍、尿素,

RPL)、350 °C 及 600 °C (磷肥推薦施肥量 0.5 倍、1 倍、2 倍、0.5%、1%、尿素) 共 18 種試驗,每處理 4 重複。上述處理中,除 0.5%及 1%的處理為不重複施用資材外,其餘處理於每期作開始皆會依照規劃量重新添加資材。

三期作葉萵苣之生長期皆介於 37~41 天之間,不同處理之資材施用後先採集土壤樣品,作物採收時再進行土壤採集及葉萵苣的採收。採集之土壤樣品經風乾、磨碎及過篩後進行下述性質之分析,包含:pH、電導度、有效性的銨態氮及硝酸態氮濃度、有效性磷濃度、可交換性陽離子(鈣、鎂、鉀)濃度、銅及鋅全量濃度。所採集之植物體先量測株高、葉長、葉數及鮮重等生長表現,經自來水及去離子水清洗後,以65°C 烘乾72 小時後再秤其乾重。植物體經磨碎及分解後,分析其氮、磷、鉀、鈣、鎂、銅及鋅濃度。

#### 結果與討論

經過三期作葉萵苣之種植後及與種植前比較,施用雞糞生物炭不會影響溫室土壤及葉萵苣中的銅及鋅全量濃度,大量施用雞糞生物炭會提升土壤交換性鉀濃度,葉萵苣的鮮乾重及地上部累積的鉀濃度也會上升,但土壤有效性氮及萵苣地上部的鈣及鎂濃度卻會降低,部分的處理會提升或降低土壤的電導度(圖 1)。不同雞糞生物炭及資材的處理下對溫室土壤及葉萵苣的影響都不同,整體而言,施用0.5%的350°C雞糞炭不會影響土壤電導度同時又能提升萵苣的乾重(圖 1),就農業廢棄物的去化而言似乎為較佳之處理條件。

#### 致謝

感謝行政院農業委員會經費補助(計畫編號:106 農科-2.4.3-牧-U1),讓本研究順利完成。

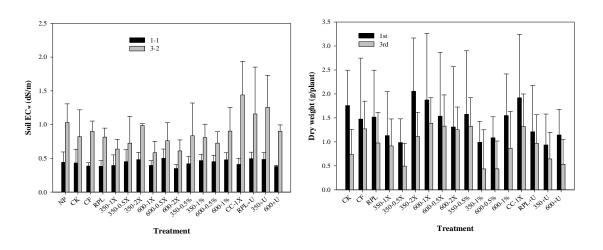


圖 1、不同處理對溫室土壤電導度(左圖)及葉萵苣乾重(右圖)之影響

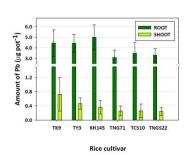
#### 根圈氧化鐵對水稻植株吸收土壤鉛之影響

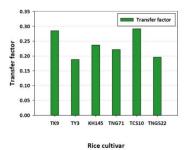
杜沛蓉\*、陳品名、賴昱呈、莊愷瑋 國立嘉義大學農藝學系

水稻(Oryza sativa L.)為亞洲地區主要糧食之一,隨著工業發展與不當廢棄物處 理,導致鄰近水田受到重金屬汙染,影響水稻的生產與食用安全。水稻根系的輻 射狀釋氧(radial oxygen loss)會促使根圈土壤(rhizosphere)趨向氧化境況,可將 Fe<sup>2+</sup> 氧化形成氧化鐵(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)沉澱於土壤和根系表面,可能對鉛產生吸附或共沉澱的固 定化作用,進而降低水稻根圈土壤鉛的植物有效性,以減少水稻對鉛的吸收;因 此本研究選擇不同輻射狀釋氧能力的水稻品種,包括:四種種稻(TK9、TY3、TNG71、 KH145)和兩種秈稻(TCS10、TNGS22),植入根圈袋裝置試驗盆中種植69天後採收, 調查水稻根表與根圈氧化鐵生成量與鉛截留量,進一步探討水稻根表與根圈氧化 鐵沉澱與鉛分布差異對水稻鉛吸收之影響。結果顯示,水稻根部鉛累積濃度皆顯 著高於地上部,推測水稻根系為鉛轉移至地上部的重要屏障,可降低地上部與稻 穀中鉛的累積,在所有水稻品種中,以秈稻品種 TCS10 轉運能力最佳,而稉稻品 種 TY3 轉運能力最差,表示大部分的鉛會儲存於根部。另一方面,根圈氧化鐵生 成量稉稻皆高於秈稻,而水稻植株鉛累積量與氧化鐵的鉛截留量呈負相關,表示 氧化鐵的鉛截留量越多水稻鉛吸收量越低,其中根圈氧化鐵截留鉛能力較根表氧 化鐵佳。綜合上述結果可得知,根圈氧化鐵所截留的鉛為影響水稻鉛吸收的重要 關鍵,在鉛汙染潛勢風險的土壤中種植水稻時,可藉由提高根圈氧化鐵生成量降 低水稻鉛吸收以確保稻米的食用安全。

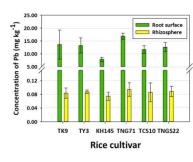
關鍵字:水稻、鐵膜、重金屬、根圈袋試驗、土壤溶液

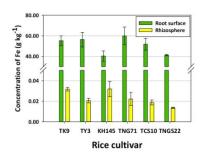
На	soil	Sand	Silt	Clay	OM	$Fe_{Total}$	Fe <sub>DCB</sub>	Fox	Fe <sub>available</sub>	$Pb_{Total}$	$Pb_{DCB}$	Pbox	Pb <sub>available</sub>
рп	texture	%			g kg <sup>-1</sup>			mg kg <sup>-1</sup>					
6.14	Loam	47.5	42.5	10	1.99	22.03	6.71	3.53	0.83	508.56	334.63	167.93	332.24





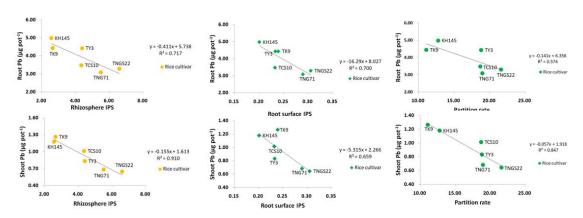
圖一、各水稻品種植株根部、地上部鉛含量和轉移係數





圖二、水稻品種植株根表與根圈氧化鐵與鉛濃度 表二、各水稻品種根表與根圈氧化鐵中鐵截留之鉛濃度(IPS)

Rice	genotypes	IPS			
Type	Cultivar	Rhizosphere	Root surface		
		mg Pb mg <sup>-1</sup> Fe			
japonica	TK9	2.65	0.24		
	TY3	4.39	0.23		
	KH145	2.57	0.20		
	TNG71	5.50	0.29		
indica	TCS10	4.35	0.23		
	TNGS22	6.60	0.31		



圖三、水稻植株鉛含量與 IPS、Partition rate 之相關性

## Optimization of Coagulation Reaction of Organic Compounds in Wastewater by Manganese Catalysis

#### 藉由錳催化來移除廢水中有機化合物與其混凝反應最佳化條件之研究

<u>侯宜均</u>、林子安、劉雨庭\* 國立中興大學 土壤環境科學系 \*yliu@dragon.nchu.edu.tw

#### 摘要

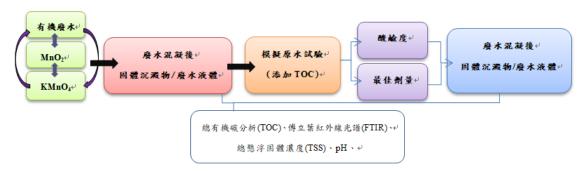
目前廢水處理廠在處理各類型產業廢水時,多以傳統之混凝劑進行混凝處理,。 目前已有許多研究嘗試將錳作為氧化劑與與混凝劑,同時也證明了其在應用於廢水中有很高的潛力,此外錳還具有催化聚合有機物的能力,因為希望能透過本研究來探討是否可以應用於處理有機化合物之廢水。實驗結果顯示加入過錳酸鉀後形成的錳氧化物可以提升水中總懸浮固體濃度(TSS),同時降低總有機碳濃度(TOC),增加固體的析出。在紅外線光譜的測定中,可看出得到的固體物中有錳氧化物的存在,當過錳酸鉀濃度提高時,波峰有增強的趨勢,顯示出固體物內的錳氧化物,當是有上升的趨勢。表示廢水在處理中加入錳氧化物可以有效的移除水中固體和有機碳,希望未來錳對於處理廢水這方面能有更進一步的研究。

關鍵字: 過錳酸鉀、廢水、有機碳、懸浮固體

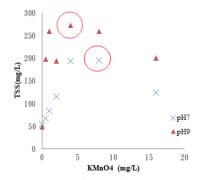
#### 一、前言:

廢水處理廠在處理科學園區及傳統工業區等產業廢水時大部分以傳統混凝劑進 行混凝處理,但處理完成後,這些混凝劑在固體廢棄物中所佔的比例非常高,因 此若能找到新的方法來有效去除水中的有機化合物,但同時又可降低混凝劑在固 體廢棄物中的比例將會是一個很重要的廢棄物減量工作。

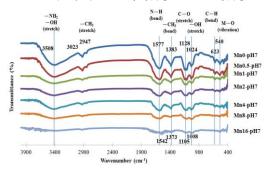
#### 二、材料與方法:



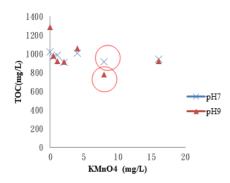
四、結果與討論:



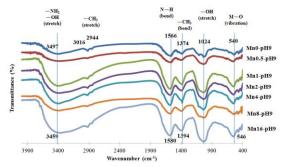
圖一、模擬水樣分別在 pH 7 及 pH 9 下 不同過錳酸鉀濃度之 TSS 濃度



圖三、模擬水樣之固體物在 pH 7 下 不同過錳酸鉀濃度的 FTIR 圖譜



圖二、模擬水樣分別在 pH 7 及 pH 9 下不同過錳酸鉀濃度之 TOC 濃度



圖四、模擬水樣之固體物在pH9下 不同過錳酸鉀濃度的FTIR 圖譜

在模擬水樣試驗中發現不同濃度之過錳酸鉀溶液,其廢水中的 TSS 濃度皆有提高的現象。而 pH 值升高時,TSS 濃度有顯著的提升,表示在鹼性環境下,更容易產生沉澱物。在 pH7 與 pH9 下 TOC 濃度皆有下降,但所降低的 TOC 含量在比例上並沒有太大的差異。在紅外線光譜分析中則顯示在 pH7 下可能有水和氧化金屬的存在,而錳可能以吸附的方式存在於水和氧化金屬上,但在 pH9 下,錳則較傾向以錳氧化物存在。因此,在廢水處理中加入過猛錳酸鉀,其形成的猛氧化物可以有效的增加固體移和有機碳的移除,希望未來能有更深入的研究來探討發展廢水處理的相關技術,藉此減少污水處理中的有機碳及懸浮固體濃度。參考文獻:

- [1] Zhang, C.W., G.P. Zhang and C.C. Chang. 2014. Disintegration of excess activated sludgewith potassium permanganate: feasibility, mechanisms and parameter optimization. Chem. Eng. J. 240:420–425.
  - [2] Zhang, L., J. Ma, X. Li and S. Wang. 2009. Enhanced removal of organics by permanganate preoxidation using tannic acid as a model compound Role of in situ formed manganese dioxide. J. Environ. Sci. China 21:872-876.
  - [3] Liu, R.P., H.J. Liu., X. Zhao, J.H. Qu and R. Zhang. 2010. Treatment of dye wastewater with permanganate oxidation and in situ formed manganese dioxides adsorption: Cation blue as model pollutant. J. Hazard. Mater. 176:926-931.

蛋雞糞生物炭對酸性森林土壤性質與楓香苗木生長的影響
Influence of Layer Chicken Manure Biochars on the Acidic Forest Soil
Characteristics and the Growth of Formosan Sweet Gum (Liquidambar
formosana)

張瑀芳<sup>1</sup>、丁韋豪<sup>1</sup>、李駿毅<sup>1</sup>、賴鴻裕<sup>2</sup>、王尚禮<sup>3</sup>、蔡呈奇<sup>1,\*</sup>

1國立宜蘭大學森林暨自然資源學系

2國立中興大學土壤環境科學系

3國立臺灣大學農業化學

\*E-mail: cctsai@niu.edu.tw

#### 摘要

本研究的目的為評估蛋雞糞(無墊料)生物炭是否適合做為苗木(楓香)栽培的介質。研究結果指出:土壤中添加 1.0%蛋雞糞生物炭之植體生長勢顯著優於對照組與化肥處理組;添加生物炭造成現地土壤 pH 及 EC 值有明顯的升高,添加 0.5%以上即會持續顯著影響現地土壤的 EC 值,但是對苗木生長的影響不大。楓香苗木植體根部的元素(N、P、K、Ca、Mg、Cu、Zn)含量有明顯的隨生物炭添加量增加而提高,1%處理組之 P 及 K 含量有顯著增加,莖部及葉部沒有顯著的提高。添加生物炭並沒有顯著降低土壤總體密度(Bd);大體上添加 0.5%就有顯著提高 pH、EC、OC、Av.P、0.1N HCl-Zn 的含量,並以 2%添加處理組顯著最高,且有效磷含量比對照組高出 16 倍,比 CF 組高出 4 倍; 0.1N HCl-Zn 含量比對照組及 CF 組高出約 4-5 倍,雖然含量相當仍低,未來應特別注意。

關鍵詞:蛋雞糞生物炭、酸性森林土壤、楓香、纖弱指數(健壯商數)、土壤性質

#### 前言

臺灣每年生產之禽畜糞產量高達 230 萬公噸,一般常以直接施用或透過堆肥化腐熟後再施於土壤中,藉以增加土壤中有機質含量,提高土壤肥力來增加作物產量。然而,生雞糞直接施用於土壤導致臭味及病媒蚊孳生等環保問題,於浸水環境中將產生厭氧發酵作用而傷害作物。大量的雞糞無法去化,使得此資源變成廢棄物處理的問題。將農業廢棄物製成生物炭,可做為解決農業廢棄物處理問題的方法之一。本研究探討雞糞生物炭化後運用為土壤改良劑的可行性,並著重在不同來源的雞糞經由不同溫度炭化後所能釋出的磷和氮及其它重金屬的含量,及應用在苗圃土壤水分狀態進行試驗。以宜蘭大學大礁溪林場之林木栽培區,以不同比例的雞糞生物炭混入表土中,進行苗木種植試驗,在各種添加量下觀察所種植之植物生長態勢,以評估生物炭對作物生長和土壤性質的影響,並釐清大量產製雞糞生物炭與現地實際應用可能遭遇之問題。

#### 材料與方法

將蛋雞糞生物炭(350℃製備) (蛋雞雞糞,無墊料,燒製後磨碎過篩(2mm))添加在苗圃酸性森林的土壤中,依重量比例分別添加0、0.2、0.5、1及2.5%,共4種生物炭添加量處理;另外依照林務局的造林樹種育苗作業規範,另外增加添加化肥的處理(Chemical fertilization, CF),添加量為氮肥80 kg/ha,磷肥50 kg/ha與鉀肥

50 kg/ha,分兩次添加。每個處理 8 重複(對照組及 CF 組為 6 重複),包括對照組 (Control, C),試驗處理共 44 盆。每個盆栽中添加 5 公斤的試驗土壤與不同比例的生物炭。在土壤與生物炭充分混合後,添加 2.5 公升的水分使其能完全濕潤混合土壤,置於溫室中孵育 1 周,每日自動灑水保持濕潤,讓土壤與生物炭充分反應。一周後,選取健康的楓香苗木(1 年生),以裸根方式種於盆栽中,再置於溫室中每日自動灑水保持濕潤,使其穩定生長 1~2 周,期間有生長勢不良者則馬上淘汰與種植新苗木。苗木穩定生長後,則全部移至戶外的苗圃試驗地,8 重複的區集的排列為 1-3-5-7-8-6-4-2。戶外試驗地有自動灑水系統,每天一次,每次 1~2 分鐘,若天氣太熱與乾燥,則增加自動灑水一次。作物種植試驗於每周定期量測苗木株高(H)與苗徑(地際直徑)(D),計算纖弱指數(健壯商數,Sturdiness Quotient, SQ)(判釋苗木高度與直徑是否平衡,及苗高/苗徑(H/D)的比值,比值愈大,表示愈纖弱)。另外,土壤將同時監測 pH 值與電導度植(EC),以了解生物炭添加後土壤 pH 與 EC 的動態變化。種植試驗期間為 2016/7~2017/7,共 42 次土壤監測值與 42 次苗木生長監測值。2017 年 8 月初收穫苗木與土壤,並進行分析。

#### 結果與討論

現地監測中,依各處理組楓香苗木纖弱指數(健壯商數)(SQ)(判釋苗木高度與 直徑是否平衡,及苗高/苗徑(H/D)的比值,比值愈大,表示愈纖弱)的變化可知, 一年期試驗下來,土壤中添加 1.0%蛋雞糞生物炭之植體生長勢顯著優於對照組與 化肥處理組,其他處理則互有消長,大體上添加 0.2%處理組之植體 SQ 值較高(植 體較纖弱),添加 0.5%在生長三個月之後即有生長優勢出現,添加 2.5%要經過 5-6 個月植體才慢慢健壯。添加生物炭造成現地土壤 pH 及 EC 值有明顯的升高(但不一 定有顯著差異),一年期試驗後2.5%添加量處理組之pH 可維持在pH 6左右(提高 0.5 pH 單位),其他添加處理則多會逐漸降低,回到接近原來的 pH 值或僅提高 0.1~0.2 pH 單位; CF 組的 pH 值明顯偏低。添加 0.5%以上即會持續影響現地土壤 的 EC 值, 並表現出顯著差異, 亦即隨添加量增加, 土壤 EC 值顯著提高; 本研究 即使添加 2.5% 生物炭, 現地土壤 EC 值仍小於 1 dS m-1, 對苗木生長的影響應該不 大,且施用後3個月,土壤 EC 值即降到小於 0.2 dS m<sup>-1</sup>;生物炭高 EC 值的特性在 利用上是一項限制,依本研究上述的結果,先將生物炭施入土中充分混合,經過 2-3 周的現地孵育後,經自然淋洗將多餘的鹽分洗出而使其 EC 值下降,再開始種 植作物,在田間應該能增加生物炭的使用量(2.5%以上),而不會對作物造成傷害(鹽 害),似乎是一項可以考慮的作法。楓香苗木植體的分析結果,苗木 T/R(地上部乾 重/地下部乾重)值皆小於 2.0,處理間無顯著差異,表示各處理之植體無吸水不平 衡的問題,0.5%處理組之比值相對最低。另外,楓香苗木植體根部的元素(N、P、 K、Ca、Mg、Cu、Zn)含量有明顯的隨生物炭添加量增加而提高,1%處理組之 P 及 K 含量有顯著增加,莖部及葉部雖然沒有顯著的提高,但是仍然有隨著生物炭 添加量增加而提高的趨勢。楓香苗木收穫後土壤性質的分析結果,添加生物炭並 沒有顯著降低土壤總體密度(Bd),各處理間沒有統計上得差異;包括 pH、EC、OC、 Av.P、0.1N HCl-Zn 的含量以 2%添加處理組顯著最高,大體上添加 0.5%就有顯著 提高的變化,特別是有效磷含量,比對照組高出 16 倍,比 CF 組高出 4 倍。0.1N HCI-Cu 含量的提高並不顯著,但是 Zn 含量比對照組及 CF 組高出約 4-5 倍,雖然 含量相當低(<20 mg kg-1),但是未來在長期施用是應特別注意。

### 台灣中南部地區土壤沖蝕潛勢評估 Evolution of Soil Erosion Potential in central and southern Taiwan

王筌、邵昀霆、<u>簡士濠\*</u> 國立屏東科技大學水土保持系 \*E-mail: shjien@mail.npust.edu.tw

#### 摘要

因應近年劇烈氣候變遷與土地利用改變,本研究於臺中市、彰化縣、南投縣、雲林縣及嘉義縣山坡地(海拔 $\geq$ 100 m 或坡度 $\geq$ 9%)各選定 25 個基標土系(benchmark soil series)作為調查對象,重新調查更具代表性之臺灣土壤沖蝕指數。並利用地理統計軟體(ArcGIS)製作通用土壤流失公式中降雨沖蝕指數(R)、土壤沖蝕性指數(K)、坡長因子(L)、坡度因子(S)、作物管理因子(C)及水土保持處理因子(P)之分布圖及土壤沖蝕潛勢圖。依據聯合國(FAO)土壤沖蝕分級,預測分布,可能是受土壤抗沖蝕性及降雨影響所致(>100 噸/公頃/年)。

關鍵字:土壤沖蝕性指數、土壤沖蝕潛勢、基標土系

#### 前言

台灣地形陡峭,坡短流急,再加上人為的不當開發,土壤沖蝕問題日益增加, 又近來氣候變遷所造成之降雨特性、土地利用及管理方式的改變,皆已顯著促使 降雨特性與土壤性質產生明顯的變化。因此,重新調查土壤沖蝕性指數(K值)與降 雨沖蝕指數(R值)乃勢在必行。為了解台灣山坡地土壤沖蝕的嚴重程度,須進行土 壤沖蝕量之估算,作為後續因應對策之參考。

#### 材料與方法

本研究利用通用土壤流失公式(Universal Soil Loss Equation,USLE)計算臺灣中南部縣市(臺中市、彰化縣、南投縣、雲林縣及嘉義縣)山坡地(海拔 100-1000 公尺)土壤流失量。通用土壤流失公式為目前台灣最常使用的土壤沖蝕量估算公式,其公式如下: $A=K\times R\times L\times S\times C\times P$ ,其中 A 為每公頃之平均土壤流失量(ton/ha-year);K 為土壤沖蝕性指數(ton-ha-hr-year/MJ-mm-ha-year);R 為降雨沖蝕指數(MJ-mm/ha-hr-year);L 為坡長因子;S 為坡度因子;C 為作物管理因子;P 為水土保持處理因子。

本研究之USLE各因子,Rm係由歷年(2002年-2015年)各雨量站之降雨特性(包括降雨量、降雨強度及降雨延時等)分析,得年平均降雨沖蝕指數,並以地理統計之克利金法繪製空間分佈圖;Km則以於各基標土系所採集的樣本進行土壤性質分析,代入Wischmeier公式進行推算,並以地理統計之克利金法繪製空間分佈圖;LS則採用數值地形模型(DEM)之坡度,代入坡度坡長因子公式計算;C則以LANDSAT衛星航照圖之常態化差值植生指標(NDVI)計算取得;當NDVI小於O時,表示地表為非植生情況下之土地利用,如裸露地、水體以及建屋用地等;P採用1進行計算。估算之土壤沖蝕量,依據FAO(1986)所發佈的土壤侵蝕強度分級標準(如表1)進行分級。

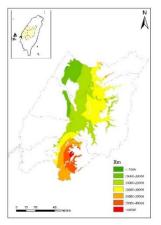
#### 結果與討論

USLE 各因子之圖層,經由 ArcGIS 軟體處理後,製作各因子分佈圖及土壤沖

蝕潛勢圖,如圖 1-圖 5 所示。由圖 2 可知,雲林、嘉義地區之土壤抗沖蝕性效果較差,K 值範圍為 0.045-0.055 以上。平均之降雨沖蝕指數,由北至南有遞增趨勢,並由平原地區向山區逐漸增加,嘉義地區最高;地形因子除台中市區及部分區域較為平緩,沖蝕潛勢較低,其餘部分皆為陡坡地形,沖蝕潛勢較高;作物管理因子,大部分區域植生覆蓋良好,少部分區域因崩塌造成之裸露地,其沖蝕潛勢較高。由圖 5 可得知,中南部地區之土壤沖蝕潛勢,以嘉義地區最為嚴重,可能是受土壤抗沖蝕性及降雨影響所致。

表1 土壤侵蝕強度分級標準

	· ·			
Severity class	Soil loss (t ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> )			
Low	0–5			
Moderate	5–20			
High	20–50			
Very high	50-100			
Severe	100-150			
Extreme	150–716			



15. (A. L.)
10. Catalon Catalo

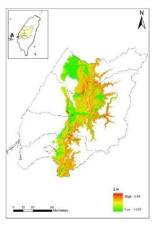
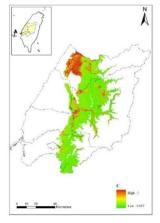


圖 1 降雨沖蝕指數(R)

圖 2 土壤沖蝕指數(Km)

圖 3 地形因子(LS)



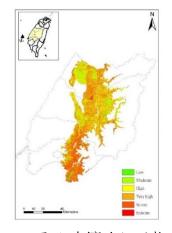


圖 4 作物管理因子(C)

圖 5 土壤沖蝕潛勢

#### 参考文獻

陳樹群、吳俊毅、吳岳霖、王士豪。2009。GIS 圖層及修正因子建置台灣通用土壤流失公式(TUSLE) - 以石門水庫集水區為例。中華水土保持學報 40(2): 185-197。

# 添加有機質改良水庫淤泥作為水稻秧苗育苗土之替代介質 Using Reservoir Sediment Amended with Organic Matter as Alternative Substrate for Rice Seedlings

<u>高培慈</u>\* 王尚禮 國立臺灣大學農業化學系

\*E-mail: r05623004@ntu.edu.tw

#### 摘要

本研究嘗試利用添加有機質的方式改良石門水庫淤泥,作為現行水稻育秧用土之替代介質,以解決山土資源消耗的問題。在苗盤試驗中,可知添加有機質能改善土壤之透水性與保水性、降低黏質淤泥因水分滲透不易所導致的裂盤現象,並且也能減輕苗盤重量,便利育秧的作業。然而,隨有機質之添加,秧苗生長勢有下降的趨勢,故另以盆栽試驗進行有機質種類、添加量與介質養分利用率的探討,初步結果顯示,添加 5%稻殼與稻殼生物炭皆能提升秧苗生長勢,但隨添加量上升,秧苗生長勢卻下降,後續將繼續探討造成此現象的原因。總體而言,水庫淤泥為一可行之育秧替代介質,透過添加有機質改良,將可同時達成解決育秧用土、水庫清淤問題以及農業廢棄物再利用三方面的成效。

#### 前言

藉由水稻一貫化育苗配合插秧作業能提升秧苗生長勢以及秧苗於田間生長整齊度進而增加水稻植株生長勢合產量,此方法在台灣已行之有年。然而,水稻育秧所需之育苗用土,多採集自山區土壤,以每年秧盤產量估算,每一年消耗之山區土量高達50萬頓,無疑對於山區的水土保持將構成一大威脅。雖自民國76年起,農業改良場陸續研發以稻殼、稻稈、紙漿等低成本廢棄物作為替代育苗介質,然而這些替代介質卻有保水、保肥力低等缺點,因此本研究嘗試取用因河流侵蝕並沈積於水庫底層的淤泥作為替代介質,考慮此介質因較接近一般土壤礦物組成,應可作為具潛力的替代介質。然而,因水庫淤泥缺乏土壤結構,導致其通氣性、導水度較差的緣故,本研究嘗試添加稻殼與稻殼炭作為土壤改良劑,預期能提高淤泥之物理性質以作為水稻秧苗之合適替代介質。

#### 材料與方法

利用採自桃園石門水庫上游(阿姆坪地區)與下游(壩前),分別代表砂質與黏質的淤泥。(一)兩淤泥與對照土(桃園紅土)之土壤基本性質分析(二)苗盤試驗:添加 0%、7.6%、10%的稻殼並將經前處理的台南 11 號水稻種子,以200g/盤的密度播於介質中,生長至三葉齡並觀察作物生長狀況。(三)盆栽試驗:添加 0%、5%、10%、20%的稻殼或稻殼炭(500 ℃)與一倍的 NPK 推薦施用化學肥料量,並以相同密度種植水稻秧苗 15 天,期間每隔 5 日量測土壤 pH、EC、Eh 與土壤溶液中 DOC、N、P 濃度變化並觀測植株生長勢。

#### 結果與討論

- 1. 水庫淤泥基本性質分析 相較於對照土(黏土),上游淤泥的質地屬於砂質壤土,下游質地屬於黏土。而 EC、pH 與土壤 NPK 含量皆是淤泥較高,CEC 則是上游淤泥最低。(表一)
- 2. 苗盤試驗 由苗盤結果顯示,秧苗於各處理組均可順利生長,然而,若無添加有機質,因 黏質淤泥缺乏土壤結構導致水分入滲困難而造成之裂盤現象,將對秧苗品質造 成嚴重影響。由苗盤之秧苗生長勢觀察,可知添加稻殼能減輕苗盤重、提高水 分滲透率與保水性。(表二)然而,添加有機質雖有上述優點,卻可能造成其因

礦化作用與秧苗競爭養分等現象,因此於盆栽試驗中,添加有炭化與無炭化之稻殼作為土壤改良劑,並觀測秧苗生長期間,介質之化學性質變化。(圖一)

#### 3. 盆栽試驗

由盆栽試驗結果可知,添加 5%~10% 之 500 ℃ 稻殼生物炭,能顯著增加秧苗生長勢,雖在添加少量有機質於淤泥的狀況下,能提升水稻秧苗生長勢,然而,隨添加量增加至 20%,秧苗生長勢卻出現抑制現象,顯示有未知因子造成抑制秧苗的生長。由文獻得知,水稻秧苗生長勢主要受到 N 肥的影響,又添加有機質會影響到介質碳氮比並影響到氮素之植物可利用性,因此目前推測,造成此生長勢得差異主要受到有效氮素的差異影響,後續將持續對介質之氮素分佈與循環進行進一步的研究。(圖二)(圖三)

#### 參考文獻

賴文龍、郭雅紋. 2015 台中區農業技術專刊: 水稻栽培管理技術手冊. 行政院農業委員會 臺中區農業改良場.

Allison, Franklin Elmer. 1973. Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production. Vol. 3: Elsevier.

Nguyen, D. H., et al. 2016. Rice Husk Biochar and Crop Residue Amendment in Subtropical Cropping Soils: Effect on Biomass Production, Nitrogen Use Efficiency and Greenhouse Gas Emissions. Biology and Fertility of Soils. 52.2: 261-70.

表一、 淤泥與對照土之土壤基本性質分析

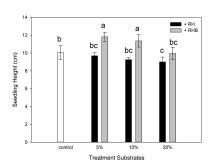
Properties	Fine	Coarse	Compared soil	
Troperties	sediment	sediment	(red soil)	
T	CI	Sandy	CI	
Texture	Clay	loam	Clay	
Sand (%)	0	73	15.5	
Silt (%)	37.5	16	25.5	
Clay (%)	62.5	11	59.0	
pН	7.9	7.7	5.3	
EC (dS m <sup>-1</sup> )	1.40	0.98	0.098	
CEC (cmol kg <sup>-1</sup> )	7.46	5.36	7.86	
OM (%)	1.1	0.6	0.4	
Total elements				
N (%)	0.23	0.19	0.08	
$P (mg kg^{-1})$	607	533	410	
$K \text{ (mg kg}^{-1})$	25380	23903	12534	
Available elements				
$P (mg kg^{-1})$	3.14	0.87	0.69	
$K \text{ (mg kg}^{-1})$	25	13	14	

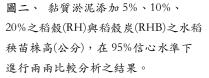


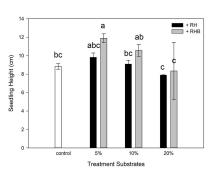
圖一、左圖為無添加有機質之下游黏質淤泥,右圖為添加 10%稻殼之黏質淤泥,在經表面灑水過後,苗盤之物理結構變化。

表二、 苗盤試驗物理性質結果

Treatment combi	nations	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Total weight of tray with seedlings (kg)	Available water holding capacity (%)
The compared soil	+0% RH	1.41± 0.02	7.3	$14.1 \pm 6.3$
	+0% RH	$1.41 \pm 0.00$	7.9	$14.6 \pm 3.3$
The fine sediment	+7.6% RH	$0.90\pm0.03$	6.7	$22.6\pm0.8$
	+10% RH	$0.86\pm0.06$	5.9	$21.7\pm0.2$
	+0% RH	$1.77 \pm 0.00$	8.8	$1.5 \pm 2.4$
The coarse sediment	+7.6% RH	$1.42\pm0.02$	7.3	$12.8 \pm 0.1$
	+10% RH	$1.49 \pm 0.01$	7.6	$12.2 \pm 0.5$







圖三、砂質淤泥添加 5%、10%、20%之 稻殼(RH)與稻殼炭(RHB)之水稻秧苗株 高(公分),在 95%信心水準下進行兩兩 比較分析之結果。

### 農地重金屬傳輸機制與預防技術開發

## Transport Mechanism and Prevention Technology of Heavy Metal in Contamination Paddy Site

#### 葉哲見 Charrkit Poonpakdee 林耀東\*

國立中興大學土壤環境科學系 E-mail: yaotung@nchu.edu.tw

#### 摘要

台灣近年政策發展以經濟為主,工業聚落觸及農業區域,導致國土規劃紊亂 且灌排不分離。工廠排放含重金屬廢水到灌渠,造成農地區域污染 (Rao et al., 2008)。本研究調查土壤、底泥及灌渠水重金屬全量及物種分布,評估重金屬之傳 輸與轉換機制。並開發農地重金屬污染防治設備,期望在尚未能及時排除污染源 之現況,藉此污染防治設備,減緩重金屬濃度污染農地速率。

#### 一、前言

台灣近年政策發展以經濟為主,工業聚落觸及農業區域,導致國土規劃紊亂且灌排不分離。工廠排放含重金屬廢水到灌渠,使重金屬累積於底泥,造成灌渠水體、底泥及農地土壤污染 (Rao et al., 2008)。許多文獻指出重金屬全量濃度於評估生物可利用性及移動性之效果相當有限,除掌握全量濃度,應分析重金屬物種分布助瞭解重金屬在環境傳輸及轉化過程。本研究藉調查農地環境土壤、底泥及灌渠水樣重金屬全量及物種分布,評估重金屬在農地環境之傳輸與轉換機制。並開發農地重金屬污染防治設備,期望在尚未能及時排除污染源之現況,藉此污染防治設備,減緩重金屬濃度污染農地速率。

#### 二、實驗材料與方法

#### 1、土壤特性分析

土壤及底泥測定性質如 pH (McLean, 1982)、土壤質地(Gee and Bauder, 1986)、 有機質含量(Nelson and Sommers, 1996)及陽離子交換容量(CEC)(Rhoades, 1982)。

#### 2、重金屬總量分析及物種分析

重金屬總量分析參考環保署「土壤中重金屬檢測方法—王水消化法」(NIEA S321.63B)。重金屬物種分析參考 Tessier 之連續萃取法。

#### 3、灌渠水重金屬截流設備測試

利用重金屬截流設備進行農地現場試驗,測定農地入水口流量及總懸浮濃度, 濾材放入前後測量乾重並計算農地重金屬截流設備之效率。

#### 三、結果與討論

#### 1、土壤特性

#### (1)農地土壤/底泥特性

土壤 pH 為 4.83-6.69。質地為砂質壤土。有機質含量為 0.69-3.58%。表層土壤 因作物殘體分解使含量較深層土壤多。底泥 pH 為 5.00-7.20,質地為砂質壤土,有機質含量處於厭氧環境,不易分解,較土壤有機質含量高。

#### 2、農地/底泥/灌溉水質重金屬濃度空間分布

土壤鉻表層大於深層濃度,TPS02 表層土壤超過土壤監測標準。鎮大多數點位超過土壤監測標準;CPS02、CPS03、TPS02 表層土壤超過土壤管制標準,其餘點位表層濃度大於深層濃度。銅點位皆低於土壤監測標準,表層濃度部分高於深層。鋅除 CPS02、CPS03 及 TPS02 外,皆低於土壤監測標準,多數表層濃度大於深層。

底泥鎮、鉻、銅及鋅之全量濃度分別為 38.72-235.57、28.27-288.82、7.42-94.61 及 30.13-243.03 mg/kg。主要渠道中鉻共 2 點位超過底泥上限值(1-6、2-3)。鎳主要渠道底泥皆超過底泥上限值, S7 及 S8 點位超過底泥上限值。銅全部點位皆低於底泥上限值。學由內 13 個點位,4 種重金屬在鄰近入水口處重金屬濃度皆較高。

灌渠水樣 4 種重金屬測值皆低於偵測極限,可能原因為其重金屬吸附於懸浮 微粒,而渠道懸浮微粒透過灌溉進入農地土壤,累積重金屬於土壤中。

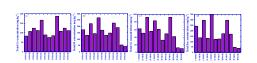


Figure 1. 土壤重金屬全量濃度

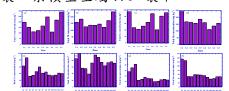


Figure 2. 底泥重金屬全量濃度

## 3、農地/底泥重金屬物種傳輸

鉻物種以鐵錳氧化物態為主,深層鐵錳氧化物態比例比表層土壤高。鎳物種 以鐵錳氧化物態為主;鎳可交換性、碳酸鹽態及有機物態比例太低不易觀察變化。 銅物種以有機物態為主;表層有機物態較深層土壤高。鋅物種以鐵錳氧化物態為 主,碳酸鹽態較其他重金屬高。

鉻、鎳及鋅主要渠道以鐵錳氧化物態比例最高,旱田內以殘留態為比例最高。 鎳旱田以鐵錳氧化物態為主。銅主要渠道以有機物態比例最高,旱田以有機物態 為主。鋅旱田以鐵錳氧化物態為主。鋅主要渠道碳酸鹽態較其他重金屬高。

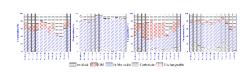


Figure 3. 土壤重金屬萃取態

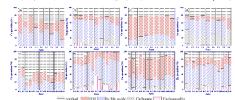


Figure 4. 底泥重金屬萃取態

### 4、灌渠水重金屬截留設備效率

本研究重金屬截流設備 1 天可攔截 860.09 g 底泥。鉻、鎳、銅及鋅在底泥中平均濃度分別為 146.10、157.74、66.45 及 165.00 mg/kg。一天進入農地懸浮微粒高達 3.6 kg,重金屬截流設備攔截底泥效率約為 24%。預期截流設備每年攔截進入到農地之四種重金屬輸入量分別為 45.87、49.52、20.86 及 51.80 g。

#### 四、參考文獻

1. Kaplan, O., & Yaman, M. (2009). Selective and sequential extraction of lead in soil samples and plant parts taken from a serpentine and copper mining area. *Atomic Spectroscopy*, 30(1), 1-9.

含產螢光假單胞菌 FP5 有機液肥對胡瓜生長與防治苗立枯病之效益 Benefit of liquid organic fertilizer containing fluorescent *Pseudomonas* sp. FP5 on promoting the growth of cucumber seedling and controlling *Rhizoctonia solani* disease

簡宣裕<sup>1\*</sup>、張明暉<sup>1</sup> <sup>1</sup>農業委員會農業試驗所 E-mail: sychien@tari.gov.tw

#### 摘要

產螢光假單胞菌 FP5 與苗立枯菌 (R. solani) 進行對峙試驗,於第 7 天時苗立枯菌之生長完全被抑制。 FP5 菌醱酵豆粕粉水溶液所產出的有效性氮與磷濃度分別是未經 FP5 菌醱酵者的 2.7 倍與 1.3 倍。灌澆含 FP5 菌之有機液肥者顯著增進胡瓜苗生長,且可以使胡瓜苗定植於含苗立枯病菌之介質土者有 40% 存活,而對照者全部凋萎。

關鍵詞:產螢光假單胞菌、有機液肥、苗立枯病菌。

#### 前言

施用有機液肥能快速的解決作物養分缺乏的問題,但作物的病蟲害防治,需要 另以生物防治方法來處理,頗為費工與費時。若能開發出含高族群數有益微生物 的有機液肥,應用於作物有機栽培管理,不但能滿足作物養分的需求,又可以防 治土傳播性作物病害 (Abdel 等人, 2007 與 Haas 等人,2005)。本研究即開發 含產螢光假單胞菌 FP5 之有機液肥,擬應用於胡瓜有機栽培,以增進生胡瓜長並 防治苗立枯病。

#### 材料與方法

一、產螢光假單胞菌與胡瓜苗立枯菌之對峙試驗:

產螢光假單胞菌於  $30^{\circ}$ C 培養 1 天,取 50  $\mu 1$  菌液於含 1/2 PDB 與 1/2 King 之平板固體培養基上,於距離苗立枯病菌絲塊 1 cm 處,劃一長條線,置於  $25^{\circ}$ C 生長箱,定期量苗立枯病菌落面積,選取最能抑制苗立枯病菌生長之菌株做 為試驗用。

二、含螢光假單胞菌 FP5 之有機液肥的製備:

將選定的 FP5 菌接種於豆粕粉水溶液 (1:100, v:v) 中,於  $30^{\circ}$ C 繞轉,進行 醱酵 2 星期,以產出有機液肥。

三、含苗立枯病原菌介質土(150 g/杯)之製備:

取出 1/10 體積的介質土,加入等量體積的苗立枯菌病原,然後攪拌均勻。

四、評估灌澆含 FP5 菌之有機液肥防治胡瓜苗立枯病之效果:

於含苗立枯病原菌之杯介質土定植胡瓜苗,將含 FP5 菌之有機液肥稀釋 (1:100),每杯介質土灌澆 40 ml (以灌澆不含 FP5 菌之有機液肥者為對照),每隔 2 天再灌澆 20 ml,每日觀察苗感病情形。

五、評估灌澆含 FP5 菌之有機液肥對胡瓜苗生長之效益:

苗定植於杯介質土,灌澆 60 ml 經稀釋 (1:50) 之含 FP5 菌的有機液肥,每隔 4 天再灌澆 1 次,經 7 星期後採收地上部植株,測定植株鮮重與乾重及氮、磷與鉀之吸收量。。

#### 結果與討論

一、可以抑制苗立枯菌生長之試驗用產螢光假單胞菌的選定:

對峙試驗進行第 3 天時,沒有產螢光假單胞菌對峙者的苗立枯病菌落面積為 30.9 cm2 ,是有 FP5 菌對峙者(10.2 cm2)的 3.0 倍;對峙試驗進行第 7 天時,沒有產螢光假單胞菌對峙的苗立枯病菌絲長滿了整個固體培養基,菌落面積增加 25.4 cm2 ,而有 FP5 菌對峙的苗立枯病菌落面積只增加 4.7cm<sup>2</sup>。

二、產螢光假單胞菌 FP5 於豆粕粉水溶液中之繁衍與增加有效性養分濃度:

FP5 菌接種於豆粕粉水溶液中,進行醱酵 2 星期後,醱酵液中的 FP5 菌族群數可以達到 1010 cfu/ml ,有效氮濃度與磷濃度為 1.01 + 0.25 mg/ml 與 0.22 + 0.01 mg/ml,分別顯著高於對照處理者,顯示 FP5 菌可以於豆粕粉水溶液中繁衍族群,及有效分解豆粕粉,增加水溶性有效氮與磷濃度。

三、灌澆含 FP5 菌之有機液肥防治胡瓜苗立枯病的效果:

胡瓜苗定植於含苗立枯病原菌之介質土,每株苗灌澆 40ml 經稀釋 (1:100) 之含 FP5 菌的有機液肥者,在定植第 2 天後仍有 40% 存活,而對照處理 (灌 澆水)者則全部凋萎。

四、灌澆含 FP5 菌之有機液肥對胡瓜苗生長的效益:

將胡瓜苗定植於介質土,灌澆含 FP5 菌之有機液肥者的鮮株重與、乾重為 37.9 g 與 4.8 g 比對照處理者增加 27% 與 20% ,植株氮與鉀的吸收量為 103 mg/株 與 114 mg/株 是對照處理者的 1.4 倍與 1.1 倍。顯示灌澆含 FP5 菌之有機液肥者具增進胡瓜生長防治苗立枯病之潛在效益。

#### 參考文獻

Abdel-Salam, M.S., Abd-El-Halim, M.M., and El-Hamshary, O. I. M. 2007. Improvement of Pseudomonas antagonism against Fusarium oxysporium through protoplast Fusion: I-Fusant induction. Research J. of Cell and Molecular Biology 1(1): 37-41.

Haas, D. and De fago, G. 2005. Biological control of soil borne pathogens by fluorescent Pseudomonads. Nat Rev Microbiol 3:307–319.

高二氧化碳下接種Azotobacter spp.及氮肥施用量對水稻生長之影響

Effects of elevated  $CO_2$ , nitrogen fertilization, and inoculated *Azotobacter* spp. on rice growth

陳宣如<sup>\*</sup>、黃政華、徐妤瑄 中興大學土壤環境科學系 \*E-mail:oper9312@hotmail.com

#### 摘要

水稻是全球主要的糧食作物之一,但氣候變遷對水稻之衝擊可能影響糧食安全。 本研究探討不同二氧化碳濃度下,水稻種植於兩種不同土壤、接種游離固氮菌 Azotobacter菌株和施用不同氮肥施用量對水稻生長之影響。本研究顯示,因應未來 氣候變水稻之生產管理,依土壤條件施用適當的Azotobacter菌株和適合的氮肥施用 量,並配合土壤肥培管理應可確保氣候變遷下水稻之產量,以維護糧食安全。 關鍵字:氣候變遷、游離固氮菌、水稻

#### 前言

由於水稻生長、發育及穀粒發展需大量養分,其中又以氮肥需求量較高,然而脫氮作用、氨揮失及淋洗作用皆會減少土壤有效性氮,無法供應水稻正常生長所需之養分。大氣中之氮可經由生物固氮轉化為植物可利用的形式,微生物使用固氮酵素將氮變化氨,此些微生物稱為固氮菌,其中游離固氮如Azotobacter屬不具有專一性,可使用於各種作物,且具有多重效果的優點,多年來游離固氮菌被廣泛的認為是一種促進植物生長之根圈微生物。

#### 材料與方法

1.供試Azotobacter菌株來源與篩選

有機和慣行農法水稻田逢機取樣5個水稻根圈土壤,以修正過之土壤穀粒法進行 Azotobacter菌種之分離,並以微生物生理活性分析結果最佳的三株菌株,進行以下 盆栽試驗。

2.供試土壤

台中大里,慣行土壤,座標24088839,120659267。

3.環境條件

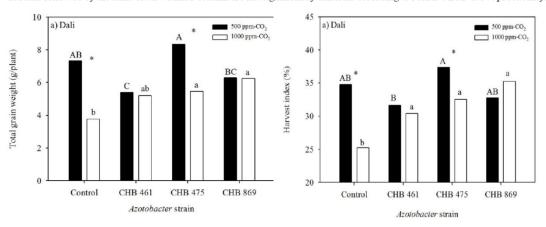
本研究利用 $CO_2$ 濃度監控暨溫度控制系統,調節 $CO_2$ 濃度為500和1000 ppm,設定為日夜溫30/25°C,並施用四種不同氮肥用量 (0、60×120及180 kg ha-1) 進行為期120天的盆栽試驗。

#### 結果與討論

表一、二氧化碳濃度和氮肥施用量對種植於大里土壤的水稻之產量影響

[CO <sub>2</sub> ] <sub>v</sub>	Nitrogen fertilization (kg/ha)	Panicle weight	Thousand grain weight (g)	Total grain weight	Harvest index (%)
	O+	9.72 <u>az</u>	19.4 <u>ab</u> .	8.40 a₄	38.3 a₄
	60₽	8.12 a₊	20.3 a	7.01 <u>ab</u> -	<sup>2</sup> 35.6 <u>ab</u> √
500 ppm.	120	7.2 b-d	17.7 b	6.15 bc	31.9 <u>bc</u> .
	180	6.73 b-d	18.4 <u>ab</u>	5.79 <u>bc</u>	30.8 bc
	Nat	tional Chung	Hsing Univer	sity	
	<b>0</b> ↔	7.71 bc	17.1 bc	6.20 bc	34.8 <u>ab</u> -
1000 ppm	60₊	5.73 d∉	15.0 cd	.4.55 d.	31.9 bc
	120~	6.19 <u>cd</u>	15.1 cd	4.90 <u>cd</u> √	29.2 c₊
	180	6.60 b-d	13.0 d	5.01 cd	27.4 c₀

 ${\bf z} Means followed by the same letter within a column are not significantly different according to Fisher's LSD at 5\% probability. The same letter within a column are not significantly different according to Fisher's LSD at 5\% probability. The same letter within a column are not significantly different according to Fisher's LSD at 5\% probability. The same letter within a column are not significantly different according to Fisher's LSD at 5\% probability. The same letter within a column are not significantly different according to Fisher's LSD at 5\% probability. The same letter within a column are not significantly different according to Fisher's LSD at 5\% probability. The same letter within a column are not significantly different according to Fisher's LSD at 5\% probability. The same letter within a column are not significantly different according to Fisher's LSD at 5\% probability. The same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column are not significantly different according to the same letter within a column according to the same letter within a$ 



圖一、二氧化碳濃度和游離固氮菌Azotobacter對水稻穀重和收穫係數的影響

大里土壤在不論何種二氧化碳濃度條件,水稻收獲指數皆隨氮肥施用量增加而減少,在1000 ppm CO2環境下,增加氮肥施用量減少千粒重和收穫指數約。此結果顯示,推測大里土壤為慣行土壤,因此可能有氮肥過量的問題,而導致在高二氧化碳處理下仍無法表現出氮肥增加對產量的正面效益。

大里土壤接種Azotobacter菌株,在500 ppm  $CO_2$ 處理時菌株並無法明顯增加水稻的收穫指數,但在1000 ppm  $CO_2$ 處理中接種Azotobacter菌株皆顯著增加收穫指數,其中以接種CHB869增加收穫指數為最高。

#### 結論

二氧化碳濃度及Azotobacter菌株接種對水稻產量有顯著交感作用,高二氧化碳 (1000 ppm)接種A. chroococcum strain CHB869菌株可顯著增加穀重、收穫指數,表示該菌株可促進植株於高二氧化碳濃度的生長和減緩逆境之衝擊。

#### 參考文獻

陳宣如,2017;高二氧化碳下接種Azotobacter spp.及氮肥施用量對水稻生長之影響,國立中興大學土壤環境科學系碩士論文。

#### Preliminary soil fertility survey in Saint Vincent and the Grenadines

Chun-Chun, Huang. <sup>1\*</sup> Chu-Chung, <sup>2</sup> Chen. Chien-Hui, Syu. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>International Cooperation and Development Fund

<sup>2</sup>Taiwan Agriculture Research Institute

\* ky2083@gmail.com

#### **Abstract**

This study focuses on establishing soil fertility database to be the fundamental of environmental management in Saint Vincent and the Grenadines (SVG) which is our diplomatic relations country. Therefore, this project is devoted to a holistic analysis of the results of SVG's soil analysis and hopes to establish a preliminary "SVG Soil Database" as the cornerstone of its future development. The results show that the pH values of soil samples are optimal for most kinds of crops and contents of organic matters are also high. Some samples were featured in high phosphorus and potassium content which might be resulted from high amount of fertilizer application rate. However, we still need some more effort and results to interpret some specific causes significantly.

Keywords: soil fertility, environmental management, Saint Vincent and the Grenadines

#### Introduction

This survey is located at SVG which is a developing country in East Caribbean Sea. It comprises the main island (Saint Vincent, 346 km²) and islands (the Grenadines, 43 km²). The feature of climate is tropical marine and the annual temperature is 25-31°C approximately. Rainy and dry seasons start from June to November and December to May. Precipitation is 2500 mm/yr and the difference between dry and rainy season is 600 mm/yr approximately. Taiwan has conducted a cooperation project called "Strengthening Farmers' Organization and Improving Fruit and Vegetable Production Technology" with SVG. We have been working on building the technology of soil analysis to enhance the agriculture support system for their farmers in SVG based on this project since 2015. This study reveals the basic characteristics of soil fertilities and indicates some fertilizer recommendations for framers to improve their productivity, quality and environment management.

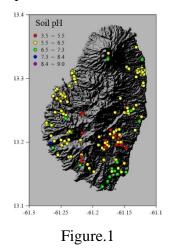
#### **Material and Methods**

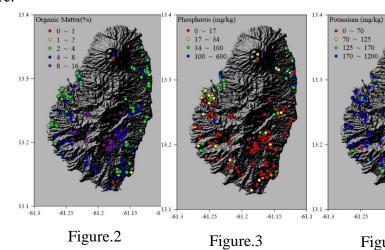
We have taken 340 samples fall over SVG by zig-zap or randomly methods (0- 15 cm) since April 2016. All collected soil samples were air-dried then grinned to pass 2 mm sieve and stored in plastic bags in room temperature until the soil samples were ready to

be analyzed. We tested pH and electric conductivity (EC<sub>1:5</sub>) with Oakton pH/CON 510 benchtop meter and analyzed organic matter (OM) by loss-of-ignition method (LOI). Soil texture was determined by settlement methods and mineral N was determined by diffusion of 2 M KCl extraction solution. Soil available phosphorus (P) was determined by bray no. 1. Potassium(K) and calcium(Ca) were tested by Sherwood Model 410 flame photometer with 1M NH<sub>4</sub>OAc extracting method.

#### **Results and Discussion**

The soil pH dominates the availability of nutrients depends on the acidity or alkalinity (Pennsylvania State University et al., 1963). Different crops have their specific optimal pH ranges for growing so it's an important factor to realize (Carrie and John, 2001). Figure.1 is a topographic map indicating the soil sampling sites and the soil pH properties. Most samples distribute between neutral and moderate acid range which is suitable for most crops. Organic matter contents are rich (Figure.2) that would be helpful for water and fertility retention. The results show that most of samples are low in available phosphorus and it could be caused by the soil evolutionary process. But there are few sites where Taiwan Technical Mission (TTM) were farming for decades (Northeastern, Orange Hill), which featured in higher phosphorus (Figure.3). This kinds of situation might results in TTM's fertilization application since past. The contents of potassium are very high in most soil samples (Figure.4) that the application of potassium fertilizer can be reduced in the future.





#### Reference

Carrie A.M. Laboski and John B. Peters. 2012. Nutrient application guidelines for field, vegetable, and fruit crops in Wisconsin. University of Wisconsin Extension.

Pennsylvania State University, College of Agriculture; Pennsylvania Department of Environmental Protection; and Pennsylvania Department of Agriculture. 1963. Soil Survey of York County, Pennsylvania. United States Department of Agriculture.

炭化土壤之添加對鎘污染土壤生物有效性的影響

Effects of carbonized soils as an amendment on Cd bioavailability in a contaminated soil.

<u>吳柏延</u> 鄒裕民\* 中興大學土壤環境科學系 ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

#### 摘要

表面燃燒所產生的熱能會直接或間接地傳遞至表土中,而塑造出炭化的環境 進而改變土壤的組成,如無機礦物與有機質的結構,當這些土壤組成受熱改變後, 會影響進入土壤中的污染物之遷移及宿命。由於編為台灣地區常見的重金屬污染 物,且容易被植物所吸收利用,並透過食物鏈傳輸至人體中,對人體造成危害。 關鍵字:炭化、編、等溫吸附

#### 前言

農業活動是人類發展過程中相當重要的一個里程碑,人們依賴所生產的農作物延續著生命,然而農業生產所衍生的農業廢棄物的處理為現今環境問題之一。露天現地燃燒,則是經常被用來處理農業廢棄物的方式,雖然此種方式被證實會對環境造成危害,除了可能會導致空氣污染以外,人體健康也會有所影響,且其燃燒溫度所產生的熱能,亦可能會誘導土壤有機質的結構及土壤物化特性的改變。

#### 材料方法

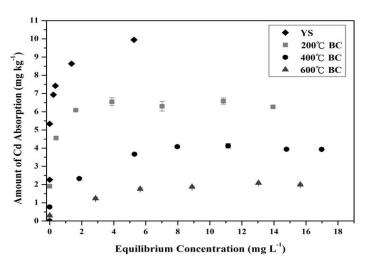
等溫吸附實驗,秤取 1g 由不同炭化溫度所製成之炭化土壤,並添加不同濃度的 鍋溶液至 50 mL 的離心管中,其背景液為 0.01 M 之硝酸鉀溶液,固液比為 20 mg  $L^{-1}$ , pH 固定在 pH 5.0 ( $\pm 0.5$ ),反應進行 48 h 達平衡後取樣,以 0.45  $\mu$ m 醋酸纖維濾膜 過濾後,濾液以 AA 分析炭化土壤對鍋的吸附量。

#### 結果與討論

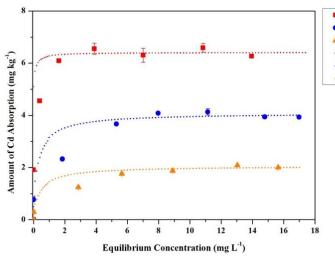
由吸附試驗結果得知,未經炭化的陽明山土壤對於鎘的吸附能力最佳,並隨著炭化溫度的增加對鎘的吸附而有下降的趨勢,是由於陽明山土壤中富含鐵鋁氧化物,隨著炭化溫度的上升,會逐漸轉變成無定型鐵鋁氧化物或無機礦物,而使得其對於鎘的吸附能力降低。由於陽明山土壤中含有大量的鐵鋁氧化物,而當炭化溫度增加時,其會逐漸轉變為無定型鐵鋁氧化物或無機礦物,而降低其對於鎘的吸附

#### 参考文獻

柯詠紋。2017。炭化土壤之添加對鎘污染土壤生物有效性的影響



不同炭化溫度處理(200, 400, 600°C)之陽明山土壤在室溫下(25°C)和 pH5. 0條件下對編的等溫吸附



不同炭化溫度之炭化土壤利 用 Langmuir 吸附方程式所繪 之吸附曲線

200°C BC 400°C BC 600°C BC 200°C BC -F

400°C BC -F 600°C BC -F

Physiological and molecular responses of *Arabidopsis thaliana* exposed to technology-critical elements Ga, In and Tl

Hsin-Fang Chang<sup>1,2</sup>, Shan-Li Wang<sup>2</sup> and Kuo-Chen Yeh<sup>1</sup>

Gallium (Ga), indium (In) and thallium (Tl) are the Group IIIB elements of the periodic table. Due to their unique prosperities, these elements are widely used in semiconductors. Thus, they are referred to "technology-critical elements (TCEs)". TCE contamination of the environment has been found in semiconductor-producing countries. Here, the physiological and molecular impacts of Ga, In and Tl in the model plant Arabidopsis thaliana were investigated. The primary symptom of Ga and In toxicity is inhibition of root growth. However, Tl not only affects root growth but also extremely inhibits shoot growth. The increased production of malondialdehyde (MDA) suggests that Ga, In and Tl stress could cause oxidative damage in plants. A glutathione (GSH)-deficient mutant, cad2-1, and a phytochelatin (PC)-deficient mutant, cad1-3, were tested under Ga, In and Tl-treatments. Compare to wild type, both of the two mutants were not more sensitive to Ga and In than wild type. But under Tl treatment, cad2-1 showed higher growth inhibition phenotype than wild type suggesting that GSH plays a role to tolerate Tl-stress. Roots were the main accumulating site of Ga and In, while shoots for Tl. The distinctive Ga granules were deposited within the intercellular space in roots. The granules were identified as Ga(OH)<sub>3</sub> precipitation, which indicates immobilization or limited translocation of Ga in A. thaliana. Ga stress induces root secretion of citrate and malate. The expression of the transporters AtALMT and AtMATE, responsible for citrate and malate secretion, respectively, were elevated under Ga stress. it implies that the secretion plays a role in the resistance. Indeed, supplying exogenous citrate significantly enhanced Ga tolerance. The overall response to Ga exposure in A. thaliana is highly similar to that to aluminum stress. Our findings provide information for the risk assessment in TCE-contaminated soil.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Agricultural Biotechnology Research Center, Academia Sinica, Taipei 11529, Taiwan

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan

#### UAV 航拍影像於農業災害之應用—水稻倒伏災損判釋

## Application of UAV images on agricultural disasters – a case study of detecting area of rice lodging

周巧盈<sup>1\*</sup>、巫思揚<sup>1</sup>、陳琦玲<sup>2</sup>、<u>林旻頡<sup>1</sup></u> <sup>1</sup>農業試驗所農業化學組計畫助理 <sup>2</sup>農業試驗所農業化學組研究員 \*E-mail:uav@tari.gov.tw

#### 摘要

農作物受颱風等天然災害侵襲造成嚴重損害,不僅農民財產損失,政府更須投入許多人力進行勘災與補償,相當耗費人力、時間與金錢。本研究目的應用無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)進行臺中市霧峰區農業試驗所之水稻田受災後即時之拍攝,獲取高解析度、可見光光譜之水稻受災影像與 3D 點雲(3-Dimensional Point Cloud),以發展災損影像與數值地表模型 (Digital Surface Model, DSM)判識技術,協助並加速勘災、補償作業。本研究首先應用低空航拍影像(飛航高度 60m,地面解析度 3cm)的半自動影像判釋技術,透過可見光光譜分析與影像監督式分類(Supervised Classification),快速掌握水稻田災後作物災損面積。另外,使用 Pix4D Mapper 航測影像處理軟體產生之 3D 點雲模擬 DSM,以判釋水稻倒伏的嚴重程度。結果顯示透過可見光光譜分析,水稻災損判識準確率可達 89%以上;透過 3D 點雲模擬出的 DSM,水稻倒伏判識準確率可達 90%以上。未來,將進一步套疊 UAV 災損判釋成果與農田坵塊、地籍圖套疊,建置 GIS 作物災損判定輔助系統,以提高農政單位於災害監測及定損功能上的實際功效。

關鍵詞: UAV、水稻、氣象災害

#### 前言

近年來,UAV 拍攝技術發展漸趨成熟,應用此項技術可快速紀錄並突破空間障礙,應可加速農作災損勘災,以減少所耗費的時間與人力,並可提供農業保險相關政策之擬定。同時,依據『農產業天然災害救助辦法』中提出『農產業災情實地勘查認定,以攝影、照相或數位化工具先行影像存證,另得以科技工具輔助勘察』。因此,現場災損情形可透過 UAV 航拍影像分析後所產生的 GIS (Geographic Information System) 災損判釋成果,提供農損查報所需之空間輔助圖資,協助地方人員進行勘災作業並加速災後復耕。因此,本研究將應用 UAV 於農作物災後勘災之航拍技術,產生農損面積估算之空間圖資,並探討不同的判釋技術所產生的水稻倒伏判釋正確率,以提出實際有效的 UAV 航拍技術於農作物災損判釋之應用機制。

#### 材料與方法

本研究區域為臺中市霧峰區農業試驗所農場區域,航拍範圍約31公頃,拍攝時間105年6月8日,於連續大豪雨之梅雨季後。UAV於現地進行航拍前,須規劃行拍路線與地面相關資料蒐集。本次使用Swallo-P定翼型UAV並搭配SonyA5100(2430萬畫數)相機,進行60m低空系統性穩定飛行,以獲取重疊度的相片。航拍影像先進行影像輻射校正、影像鑲嵌與幾何校正等影像前處理後,進行影像光譜分析、影像監督分類與DSM數值高程模型,以判釋水稻倒伏情形。本研究使用Pix4D Mapper 航測影像處理軟體進行影像前處理,並產生之3D點雲,以進而模擬DSM。另外透過ArcGIS地理資訊系統套裝軟體,進行空間光譜影像分析與災損判釋研究。

#### 結果與討論

首先透過可見光光譜分析,以專業人工進行坵塊倒伏區域判釋,依據水稻倒伏判釋鍵 (Discrimination Key)進行倒伏與非倒伏區域數化,後計算坵塊倒伏面積。此結果為其他災損判釋之比較依據。接著,使用影像監督分類之最大概似法(Maximum Likelihood Method)進行半自動影像分類,以人工目視圈選訓練樣區,依此進行影像分類後,進行坵塊倒伏面積之計算,針對水稻災損判釋準確率可達89%以上。透過近紅外光與紅光計算而得的NDVI(Normalized Difference Vegetation Index),對於健康的作物與受病害、損害的作物以及不具葉綠素的物件,具有良好的區分能力。在本研究中,NDVI對於水稻倒伏之判釋能力較為不足。另外,使用Pix4D系統,依據3D點雲進行DSM之計算。初步獲得的DSM在研究範圍內的絕對數值具有系統上的誤差,因此,本研究使用取樣坵塊內的相對DSM進行後續的災損判釋分析,針對水稻倒伏判釋準確率可達90%以上。其中,部份坵塊因倒伏面積面積較小(僅約20%),造成影像判釋與人工判釋結果不同(如圖一)。

未來,將蒐集各種易受氣象災損作物的UAV航拍影像(多時期、多光譜、高解析度),應用本研究所研發之災損判識技術。進一步,將UAV災損判釋成果與農田坵塊、地籍圖套疊,建置GIS作物災損判定輔助系統,以提高農政單位於災害監測及定損功能上的實際功效。

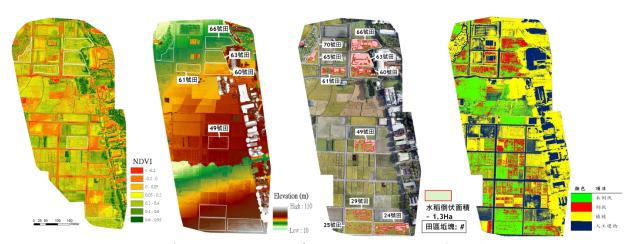
#### 参考文獻

王鈺嫻、李瑞陽、徐家徽、陳玉茹。2002。利用高解析度影像於農作物判釋-以雲林縣四湖鄉為 例。中華地理資訊學會年會暨學術研討會論文集。

朱子豪、李瑞陽、陳致元、張智傑。2002。水稻田遙測調查暨監測先驅研究。中華地理資訊學 會年會暨學術研討會論文集。

Ezequiel, C.A.F., M. Cua, N. C. Libatique, G. L. Tangonan, R. Alampay, R. T. Labuguen, C. M. Favila, J.L.E. Honrado, V. Canos, C. Devancy, A.B. Loreto, J.Bacusmo, B. Palma. 2014. UAV aerial imaging applications for post-disaster assessment, environmental management and infrastructure development. 2014 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), Orlando, FL, 2014, pp. 274-283.

Huang, Y., S. J. Thomson, W. C. Hoffmann, Y. Lan amd B. K. Fritz. 2013. Development and prospect of unmanned aerial vehicle technologies for agricultural production management. International Journal of Agricultural and Biological Engineering 6:1-10.



圖一、以4種不同判別方式判釋水稻倒伏之情形。由左至右分別為光譜 NDVI, DSM, 人工判釋數化及影響監督分類。

#### 連續施用雞糞生物炭對蕹菜生長及土壤性質及影響

## Effects of applying poultry-litter biochar on soil properties and growth of *Ipomoea aquatic* Forsk

<u>邱偉傑</u><sup>1</sup>、游淳卉<sup>2</sup>、王尚禮<sup>2</sup>、蔡呈奇<sup>3</sup>、程梅萍<sup>4</sup>、賴鴻裕<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>明道大學精緻農業學系

<sup>2</sup>國立臺灣大學農業化學系

<sup>3</sup>國立宜蘭大學森林暨自然資源學系

<sup>4</sup>行政院農業委員會畜產試驗所

<sup>5</sup>國立中興大學土壤環境與科學系

\*E-mail: soil.lai@nchu.edu.tw

#### 摘要

本研究之目的為評估長期施用經 350°C 及 600°C 熱裂解後之雞糞生物炭,對於土壤性質及蕹菜生長之影響。經過四期作蕹菜的種植後,施用不同溫度的雞糞生物炭皆會提升土壤的 pH 值、電導度、交換性鎂、交換性鉀及有效性氮的濃度,而施用 350°C 雞糞生物炭對於增加土壤交換性鉀、有效性氮及蕹菜生長表現的效果優於 600°C 雞糞生物炭。土壤種植四期後,土壤電導度除第一期劇烈上升外,後期則回復至正常範圍,而交換性鉀、交換性鈣也有相同趨勢。就蕹菜生長表現而言,較佳的處理為化學肥料、施用 1%的 350°C 雞糞生物炭和施用雞糞堆肥。

關鍵詞:熱裂解、雞糞生物炭、蕹菜

#### 前言

現今人口不斷增加,對於農畜類的需求也不斷提高,而飼養農畜類所產生的廢棄物也隨之增加,若不能妥善處理則會對環境造成污染。臺灣氣候高溫多雨, 土壤肥力容易流失加上持續耕作導致土壤貧瘠。禽畜糞所含的氮、磷含量較一般 農業廢棄物來的高,因此適合用來當作增加土壤肥力的材料,但施用亦可能讓銅 及鋅累積於土壤中,因此需要進一步評估施用雞糞生物炭對於土壤性質之影響。

#### 材料及方法

本研究在彰化農地進行田間試驗,每處理之試驗面積為  $4 \text{ m}^2$ ,每種處理進行四重複,蔬菜之施肥推薦量為  $N-P_2O_5-K_2O=120-60-120 \text{ kg/ha}$ 。各項處理及代號說明如下,(i)不添加資材、不種植(NP),(ii)不添加資材、種植(CK),(iii)生雞糞:磷肥推薦量 1.0 倍(RPL),(iv)雞糞堆肥:磷肥推薦量 1.0 倍(CC-1X),(v)化學肥料:依照推薦施肥料以尿素及磷酸二氫鉀施用(CF),(vi) 350  $^{\circ}$ C 雞糞生物炭:磷肥推薦

量 0.5 倍、1.0 倍及 2.0 倍(350-0.5X、350-1X 及 350-2X), (vi) 600 °C 雞糞生物炭: 磷肥推薦量 0.5 倍、1.0 倍及 2.0 倍(600-0.5X、600-1X 及 600-2X), (vii) 350 °C 雞 糞生物炭:0.5%及 1.0% (350-0.5%及 350-1%), (viii) 600 °C 雞糞生物炭:0.5%及 1.0% (600-0.5%及 600-1%)。試驗共種植四期作的蕹菜,每期作試驗前後採集土壤 樣品,種植約 35 天後採收。土壤樣品經風乾、磨碎及過篩後進行下述之基本性質 分析:pH、電導度、有效性銨態氮及硝酸態氮濃度、有效性磷濃度、可交換性陽 離子(鈣、鎂、鉀、鈉)濃度、銅及鋅全量濃度。植體樣品測量株高、鮮重等生長表 現,用去離子水清洗、烘乾後測量乾重,再經磨碎及分解後進行分析。

#### 結果與討論

土壤 pH 在第一期施用 RPL 的處理較其他處理低,後期沒有顯著差異,可能因種植期間颱風淹水導致其他處理之鹼性離子平均分散試驗田間中,整體 pH 有上升趨勢。土壤電導度在 350-1%及 600-1%施用後有增高之趨勢,但經過四期作蕹菜種植後則降低至正常範圍(圖 1)。交換性鉀離子濃度的變化趨勢與電導度相似,因此推測試驗初期電導度的上升可能與交換性鉀離子的增加有關(圖 1)。與試驗前比較,土壤中的交換性鈣離子在種植四期作後有降低的趨勢,而有效性氮濃度及交換性鎂離子濃度則有上升的趨勢。CF、350-1%及 CC-1X 處理下有較佳之葉長,前兩期作在 CF、350-1%、350-2%及 CC-1X 的處理下有較佳之株高。不同處理下及期作間,蕹菜累積的銅及鋅濃度並無顯著之差異。

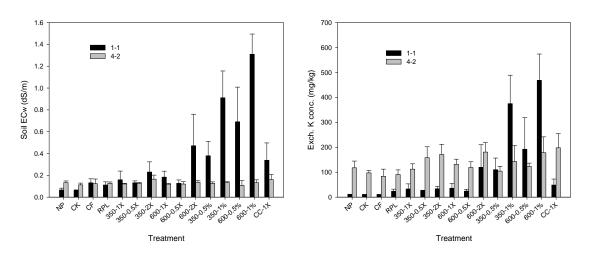


圖 1、不同處理對試驗區土壤電導度(左圖)及交換性鉀濃度(右圖)之影響

#### 致謝

感謝行政院農業委員會經費補助(計畫編號:106 農科-2.4.3-牧-U1),讓本研究順利完成。

#### 探討浸水土壤中水稻根系對鐵和鎘分佈的影響

## The Spatial Distribution of Iron and Cadmium in a Submerged soil under the Influence of Rice Roots

張傑誠\*、林子傑、王尚禮 國立臺灣大學農業化學系

\*Email: r02623014@ntu.edu.tw

#### 摘要

浸水土壤的空氣受阻之下, 土壤逐漸以厭氧呼吸的微生物為主, 導致一系列 的還原反應發生。水田土壤因水稻根系的逕向泌氧與根分泌物等,導致根圈與本 體土壤間氧化還原的空間變異。本研究希冀探討根圈與本體土壤間氧化還原條件 的空間變異, 是否會驅使鐵與鎘移動至不同位置而累積, 進而影響水稻根的吸收。 透過土壤浸水孵育實驗, 觀察浸水土壤的鐵、錦隨時間的釋出變化; 利用水稻根 盤與根圈箱試驗觀察根表不同距離之土壤溶液中鐵與鍋的濃度變化、探討根圈與 本體土壤間鐵與鎘的移動及累積情形。 研究結果顯示, 土壤隨著浸水時間的增加, 鐵會大量的溶解釋出, 而鎘在浸水後期則逐漸降低, 表示鐵與鎘在土壤中的有效 性受到氧化還原程度的影響。根圈箱試驗的結果中, 根圈與本體土壤間鐵皆產生 一濃度梯度, 顯示根圈與本體土壤氧化還原電位的差異下, 造成鐵的移動並累積 於根圈。將土壤 XANES 圖譜以線性擬合之結果顯示土壤與水稻根盤接觸後, 根 圈處纖鐵礦(lepodocrodite)的組成增加(45.7 至 63.1%)。過去研究顯示此類鐵氫氧 化物對鎘有很好的蓄積能力,因此就土壤溶液中鎘的濃度變化,推測鎘在根屬被 吸附聚集而降低。此外,根圈處有明顯的硫酸根的釋出,因此判斷在還原環境所 生成之硫化物物種(CdS)在根圈處受根系氧化再生成易溶解之硫酸鹽物種(CdSO4) 導致水稻根對於鎘的吸收量增加。

關鍵字: 鎘、鐵、氧化還原、水稻根圈。

#### 前言

水稻種植於厭氧的浸水土壤,得藉由通氣組織將氧氣從地上部運輸至地下部,維持水稻根系的生長與代謝。當水稻根系將氧氣從根表移至根外,即為徑向泌氧,會使水稻根圈土壤與本體浸水土壤發生截然不同的氧化還原反應。過去研究指出鐵會在根圈土壤周圍被氧化生成鐵氧化物,稱作鐵膜,這些鐵氧化物的吸附能力以及氧化沈澱的過程中多伴有其他元素的物種變化,並導致根圈土壤出現特定元素的累積或移動(Murase et al., 1997)。在此空間變異之下根圈土壤的鐵氧化物對於水稻根的供給和吸收機制上的影響目前仍未清楚。此外,根圈鐵氧化物會如何影響其他元素如重金屬鎬在水田中的傳輸與植物有效性,仍未有完整的研究。爲了釐清根圈土壤與本體土壤的空間變異如何改變鐵在水田土壤中的分佈,進而影

響到重金屬鎘在土壤中的移動及有效性,本研究將探討土壤在浸水環境下鐵和鎘的釋出程度,以及浸水土壤環境下水稻根系對土壤中鐵和鎘分佈的影響。

#### 材料與方法

本研究採未受鍋污染的茶改場土,經風乾磨碎過篩網,加入氯化鍋(aq)使土壤鍋濃度達 5mg/kg 後,再次風乾磨碎,並以TCLP 旋轉機充分混合。經鍋處理之後進行下述實驗,(1)土壤基本性質分析:包含酸鹼值、電導度、質地組成、有機碳和有機質含量,以及土壤總鐵、鋁、錳、鍋含量。(2)土壤浸水孵育實驗:以 10g 鍋處理土加入 0.05g 葡萄糖與 25mL 超純水,充分震盪混合後,静置於 25□恆溫進行孵育,孵育天數為 0,0.5,1,3,5,7,10,15,20,25,30 天,皆進行三重複。量測土壤 pH 與 Eh 後離心,過濾上清液後,測定硫酸根、二價鐵、總鐵以及鍋含量。(3)水稻根盤與根圈箱實驗:水稻根盤是利用高篩數的尼龍網限制水稻根的生長,使其根系長成一平面的盤狀。根圈箱設計用來撷取土壤橫剖面的方形盆栽,橫向之間以尼龍網分開,將生長 30 天的水稻根盤,置於橫向分層的根圈箱中間,並觀察隨著距離水稻根盤的土壤 pH 值、氧化還原電位、土壤溶液鐵、鍋和硫酸根濃度。(4)水稻根表分析:以 DCB 萃取新鮮根的鐵膜,測定鐵、鍋含量。(5)植體分析:水稻以 70□烘乾 3 天,磨碎混勻。以微波消化法分解後,測定水稻地上部、地下部鐵和鍋的濃度。

#### 結果與討論

研究結果顯示,土壤浸水後因微生物的厭氧呼吸,發生序列性電子收受的氧化還原反應,土壤中的鐵因為其易收受電子的特性,在浸水初期(5天)即有鐵還原溶出且以移動性較高的 Fe(II)為主,硫酸根則隨著浸水還原沈澱;鍋隨浸水時間的增加濃度降低,與硫酸根的濃度變化類似,顯示鍋在土壤中的的有效性與硫酸根有關。根圈箱試驗結果顯示水稻根系的氧化造成根圈與本體土壤間氧化還原程度的差異,此空間上的差異使鐵在根盤與本體土壤間濃度產生一梯度的變化;此外,根圈之物種分析利用 K-edge XANES 線性擬合的結果顯示鐵被還原後,藉由溶液向移動至根圈受根系再氧化的物種以纖鐵礦(64%)為主。土壤溶液中鍋於根圈處亦明顯的下降,其原因由土壤溶液與植體累積量的分析結果推測有兩個:(1)根圈處鐵氧化物的累積由過去文獻得知其對鍋有很大的親和力,推測會使鍋吸附於其上(2)根圈處硫酸根的釋出累積,判斷在還原環境生成之硫化物種(e.g., CdS)在根圈處受根系再氧化生成易溶解之硫酸鹽物種(CdSO4)導致水稻根對於鍋的吸收量增加。

#### 參考文獻

Murase, J., Kimura, M. 1997. Anaerobic reoxidation of Mn<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, S<sup>-</sup>, and S<sup>2-</sup> in submerged paddy soils. Biology and Fertility of Soils, 25, 302-306.