

新竹地區高污染風險農地低鎘吸收作物篩選研究

作物環境課 助理研究員 李宗翰 分機333

前言

隨著食安觀念的興起，農產品安全逐漸受到消費者的重視，而農產品除農藥殘留外，重金屬汙染亦是消費者所重視的問題。行政院衛福部為確保農產品安全，針對國人日常生活飲食常見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含量(表1)。

然而，作物吸收重金屬的能力受到土壤、氣候、植物特性及栽培管理等因素影響，而臺灣地區因地質條件及氣候多樣，致使土壤性質複雜，因此，雖然農田之重金屬濃度符合土壤污染管制標準，但每年仍有部分農地產出之食米及蔬果超過作物重金屬限量標準，導致農民受損，而此類農地即稱為高汙染風險農地。

因此，為提高上述高風險農業生產區所生產作物之安全性，行政院農業委員會農糧署自103年開始委託農業試驗所及桃園、臺中、臺南區農業改良場辦理高汙染風險農地低鎘吸收作物篩選試驗，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鎘含量卻超過食品安全衛生管理法所訂食米或蔬果植物類鎘限量標準之高汙染風險農地，進行蔬菜種類品種栽培試驗，以篩選高汙染風險農地適合栽種之低鎘吸收蔬菜種類及品種，提供高汙染風險農地選擇安全性較高作物品項參考。

實施方法

於新竹市香山區高汙染風險農地，進行蔬菜種類及品種對土壤鎘吸收研究，篩選出低鎘累積之蔬菜種類及品種，以推薦鎘高汙染風險地區之農地優先種植。

1. 試驗前土壤採樣及分析：以網格方式進行採樣，原則上每個採樣點間距離不超過10公尺，採樣深度0-20公分表土。分析土壤pH、王水消化鎘濃度、0.1M鹽酸萃取鎘濃度，並將鎘濃度資料匯入地理資訊系統軟體，繪製各田區鎘濃度分布圖。
2. 供試作物栽培與管理：為取得不同鎘濃度下蔬菜食用部位所吸收的鎘濃度數據，蔬菜畦的走向均沿著鎘濃度梯度方向種植。在栽培管理上是採慣行栽培方式，並依作物特性、作物施肥手冊及植物保護手冊之建議進行肥料及病蟲害管理。
3. 試驗後植體與土壤採樣：各蔬菜的採樣時間是以其可食部位達可販售之成熟度時進行採收。採收時每一蔬菜種類及品種分別採取不同土壤鎘濃度下之植體樣品30個，且每個樣品至少以1公斤食用部位混合而成。為配合各作物採樣時進行一對一土壤採樣，於採取作物的同時採取其根旁表土，並依植體混樣方式將相對應之土壤進

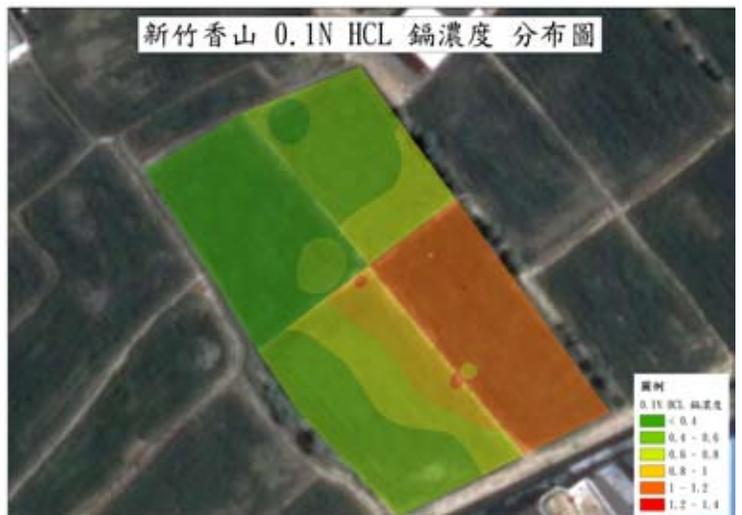


圖1.試驗圖區土壤鎘濃度分布。

表1. 蔬果植物類重金屬鎘限量標準

種類別	鎘	適用範圍
葉菜類(Leafy vegetables)	0.2 ppm以下	本標準亦適用於蕓薹屬中之葉菜類。
蕓薹屬類(Brassica vegetables)	0.05 ppm以下	結球甘藍(head cabbages)、球莖甘藍(kohlrabi)、花椰菜(cauliflower)、青花菜(broccoli)、抱子甘藍(brussels sprouts)子球部位。 蕓薹屬中之葉菜類不適用本標準。
根菜及塊莖類 (Root and tuber vegetables)	0.1 ppm以下	去除頂部及土壤後之完整商品，馬鈴薯需去皮後適用。本標準不適用於根芹菜(celeriac)及荷蘭防風草(parsnips)。
根芹菜及荷蘭防風草 (Celeriac and parsnips)	0.2 ppm以下	
莖菜類 (Stalk and stem vegetables)	0.1 ppm以下	大黃(rhubarb)僅適用於葉柄(leaf stems)、朝鮮薊(globe artichoke)僅適用於花苞(flower head)、芹菜(celery)及蘆筍(asparagus)須清除黏附的土壤後適用。
鱗莖類(Bulb vegetables)	0.05 ppm以下	洋蔥(dry onions)、蒜頭(garlic)、去除根部、土壤和易脫落之外皮。
果菜類(Fruiting vegetables)	0.05 ppm以下	去除莖後之果菜類。 甜玉米(sweet corn)和新鮮玉米(fresh corn)之外皮部分不包括。
豆菜類(Legume vegetables)	0.1 ppm以下	包括可供食用之豆莢。
豆類(Pulses)	0.1 ppm以下	包括以乾燥型態採收之乾豆類。不適用於黃豆。
黃豆(Soy beans)	0.2 ppm以下	
花生(Peanuts)	0.2 ppm以下	
其他未列之蔬菜及水果類 (Other vegetables and fruits)	0.05 ppm以下	
香辛植物及其他草本植物類 (Herbs and Spices, fresh)	0.2 ppm以下	

行混樣。

- 試驗後植體與土壤分析：植體以強酸消化後分析鎘濃度，土壤則分析王水消化鎘濃度與0.1M鹽酸萃取鎘濃度。
- 資料分析：分析各個供試作物鎘之生物濃縮因子(Bioconcentration factor, 簡稱BCF)，並比較不同種類間的差異，篩選出低鎘吸收作物種類。

生物濃縮因子(BCF)=蔬菜食用部位鎘濃度÷土壤鎘濃度

其中蔬菜食用部位濃度以濕基計算，土壤鎘濃度則為乾基。

結果說明

一、葉菜類作物食用部位鎘累積能力

本次試驗葉菜類作物包括萵苣(福山、羅曼、鹿角)、葉菜甘藷(桃園2號)及芥藍(永春)等5種蔬菜及品種。由表2可知不同蔬菜種類

其食用部位鎘累積能力差異極大，葉菜類作物食用部位鎘累積能力，最高為萵苣類蔬菜(鹿角萵苣>羅曼萵苣>福山萵苣)，其次是葉用甘藷，而芥藍BCF最低；其中萵苣類蔬菜均超過葉菜類重金屬鎘限量標準0.2ppm(表1)，而葉菜甘藷及芥藍則符合葉菜類重金屬鎘限量標準。前人研究指出小葉菜類雖普遍具有較高鎘累積能力，但葉菜甘藷累積能力明顯低於其他供試蔬菜，其結果與本試驗結果相符，顯示當土壤鎘濃度低於2毫克/公斤以下時，建議可種植葉菜甘藷及白花芥藍。

二、蕓苔屬作物食用部位鎘累積能力

在蕓苔屬作物試驗部分包括甘藍(高峰)及青花菜(清華)等2種蔬菜，自表2可知青花菜累積鎘能力大於甘藍，且青花菜植體樣品均超過重金屬鎘限量標準，顯示當土壤鎘濃度超過1毫克/公斤以上，即有可能造成青花菜重金屬鎘含量超標，而甘藍在土壤鎘濃度2毫克/公

斤以下仍可種植。

三、果菜類作物食用部位鎘累積能力

本次試驗果菜類作物包括玉米(夏蜜、雪珍、台南20號)及南瓜(農友阿呆、農友阿成、農友阿雄)等6種蔬菜種類及品種。自表2可看出玉米(雪珍)及南瓜(農友阿雄)累積鎘能力明顯大於其他品種，導致這兩個品種樣品均超過果菜類重金屬鎘限量標準，顯示同種作物不同品種間累積鎘能力仍有差異存在。另外，建議在土壤鎘濃度2毫克/公斤以下可種植玉米(夏蜜及台南20號)及南瓜(農友阿成及農友阿呆)。

四、根菜及塊莖類作物食用部位鎘累積能力

本次試驗根菜及塊莖類作物包括食用甘藷(桃園1號、桃園3號、台農57號、台農66號)及白蘿蔔(梅花、永祥、中生圓葉、紅金

交、白金交)等9種作物種類及品種。在土壤鎘濃度2毫克/公斤以下，所有白蘿蔔品種均符合根菜及塊莖類作物重金屬鎘限量標準，而食用甘藷部分則是桃園1號、桃園3號及台農66號符合標準，惟有台農57號有超標情況。因此，建議在高汙染風險農地上盡量避免種植食用甘藷台農57號品種。

結論

由本次試驗結果可知，不同作物其累積重金屬鎘能力差異極大，甚至品種間亦會有差異存在。而在土壤鎘濃度2毫克/公斤以下，可種植葉菜甘藷(桃園2號)、芥藍(永春)、甘藍(高峰)、玉米(夏蜜及台南20號)、南瓜(農友阿成及農友阿呆)、食用甘藷(桃園1號、桃園3號及台農66號)及白蘿蔔(梅花、永祥、中生圓葉、紅金交、白金交)。

表2.蔬菜種類及品種食用部位鎘濃度及採樣田區土壤鎘濃度分布範圍

種類及品種	土壤鎘含量 毫克/公斤(乾重)	植體鎘含量 毫克/公斤(鮮種)	生物濃縮因子(BCF)	生物濃縮因子等級
葉菜類				
萵苣(鹿角)	0.73-1.89	0.261-0.725	0.397±0.114	1
萵苣(羅曼)	0.61-2.07	0.223-0.473	0.235±0.071	2
萵苣(福山)	0.79-2.07	0.013-0.276	0.145±0.037	3
葉菜甘藷(桃園2號)	1.09-1.90	0.037-0.079	0.042±0.016	4
白花芥藍(永春)	1.79-2.17	0.059-0.139	0.035±0.012	5
蕓苔屬				
甘藍(高峰)	1.03-1.98	0.018-0.088	0.025±0.010	2
青花菜(清華)	0.90-2.05	0.042-0.072	0.064±0.014	1
果菜類				
玉米(夏蜜)	1.10-1.97	0.016-0.055	0.023±0.005	5
玉米(雪珍)	0.88-1.88	0.105-0.150	0.093±0.035	2
玉米(台南20號)	1.40-1.82	0.023-0.048	0.021±0.005	6
南瓜(農友阿呆)	0.93-1.68	0.019-0.077	0.028±0.013	3
南瓜(農友阿成)	1.09-1.86	0.024-0.041	0.025±0.009	4
南瓜(農友阿雄)	1.17-1.66	0.105-0.161	0.098±0.020	1
根菜及塊莖類				
食用甘藷(桃園1號)	1.26-1.71	0.032-0.065	0.030±0.005	5
食用甘藷(桃園3號)	1.18-1.66	0.022-0.051	0.025±0.005	8
食用甘藷(台農57號)	1.09-1.86	0.068-0.159	0.076±0.019	1
食用甘藷(台農66號)	1.19-1.93	0.014-0.046	0.018±0.006	9
白蘿蔔(梅花)	0.97-1.80	0.048-0.083	0.044±0.008	3
白蘿蔔(永祥)	1.57-1.75	0.041-0.072	0.035±0.006	4
白蘿蔔(中生圓葉)	0.72-1.64	0.044-0.125	0.056±0.020	2
白蘿蔔(紅金交)	1.16-1.81	0.030-0.063	0.029±0.004	6
白蘿蔔(白金交)	1.22-1.79	0.033-0.048	0.026±0.004	7