

蕎麥及食用玉米有機生產管理模式之建立

曾一航

行政院農業委員會種苗改良繁殖場

摘 要

為建構雜糧作物種子友善環境生產體系，本研究分別以蕎麥及食用玉米為材料，嘗試開發建立其有機栽培生產模式，並同時評估碳化稻殼在此模式中之應用潛力，其試驗結果如下：(1) 蕎麥參試品種生育期短且無明顯病蟲害發生，加上具備益蟲棲地營造之生態功能性，為適合投入有機栽培生產之作物種類。(2) 在以有機質肥料為作物養分來源，並搭配苦楝油及蘇力菌進行病蟲害防治之栽培管理方式下，食用玉米參試品種確實具備有機生產可行性。(3) 炭化稻殼施用並未出現增進參試作物表現之效果，惟其背後原因仍有待後續探討釐清。

關鍵詞：玉米、蕎麥、有機、友善環境耕作。

前 言

基於食安及自然生態維護考量，政府近年將擴大國內有機栽培面積作為重要農業施政方針之一。根據農糧署 107 年 11 月份統計資料顯示，國內有機栽培及友善環境耕作面積合計已達 11,113.6867 ha，其中前者計有 8,662.3867 ha，後者則為 2,451.3 ha。為促進國內農業持續朝永續方向發展，除「有機農業促進法」及「有機農產品及有機農產加工品驗證管理辦法」已於今年陸續完成修訂公告外，農委會亦同步公告實施「友善環境耕作推廣團體審認要點」及「有機及友善環境耕作補助要點」等相關法規，以降低基本門檻設定方式來提高農友投入意願。而所謂有機栽培與友善環境耕作間，其主要差別係在驗證稽核管理模式上之不同，前者需經第三方驗證並獲得有機驗證標章；後者則由生產者所隸屬的友善環境耕作推廣團體進行稽核管理。但在實際生產管理層面上，二者均須遵守自然資源循環永續利用，不依賴合成化學物質，並運用水土資源保育與生態平衡管理，以生產自然安全農產品。換言之，二者

均須仰賴非慣行農業生產模式之建立，以支持其田間實務操作運行所需。

生物炭 (Biochar) 係指有機物於不完全燃燒或缺氧環境下，經高溫熱裂解 (Pyrolysis) 後之固體產物 (倪等人, 2016)。近年因其具有增進碳封存 (carbon sequestration) 及土壤肥力等特性而漸受重視，目前則多以農業副產物 (如：稻殼、玉米穗軸、果樹修整枝條) 作為其製作原料來源 (Zhu *et al.*, 2014; 倪等人, 2016)。在農業應用上，其常作為改善土壤性質及提高作物產量等用途使用。以炭化稻殼為例，其係以農業廢棄物稻殼高溫加熱製作所得，因具備多孔性、通透性、保肥及保水等特性，故可用於改善土壤物理性質使用。另該項資材屬鹼性 (pH 值約 7.78) 且矽含量高 (約 20~30%)，其中前者有助於改善酸性土壤，而後者則與降低作物病害發生相關 (廖, 2014; 劉, 1998)，故具備有機栽培生產潛在應用價值。

食用玉米及蕎麥為國內栽培生產雜糧作物之一，根據農糧署 106 年統計資料顯示，其國內栽培面積分別為 15215.12 ha 及 132.09

ha，近 5 年呈現穩定增長趨勢。而就中部地區 (包括苗栗縣、臺中市、南投縣、彰化縣) 部分，食用玉米種植面積為 1666.56 ha，約佔全國 10.95%；蕎麥種植面積則計 99.73 ha，約佔國內 75.5%。二者均為大糧倉計畫中推動稻田轉作之雜糧作物選項，其中後者亦屬中部地區特色雜糧作物，具備地區產業發展潛力。故在前述背景下，本研究將嘗試建構中部地區適用之蕎麥及食用玉米有機生產管理模式，並擬針對碳化稻殼於該模式中之應用性進行探討。

材料與方法

為建立蕎麥及食用玉米之有機生產管理模式，本研究以目前市場流通蕎麥及食用玉米品種為材料，採友善環境耕作方式進行田間栽培生育觀察，並建立其相應栽培管理模式及技術，以降低農民栽種技術門檻，其試驗材料及方法如下：

(一) 試驗材料：

食用玉米部分：美珍、美粒甜、上品。

蕎麥部分：台中 1 號。

(二) 試驗方法：

1. 種植方式：

於秋作時將食用玉米及蕎麥參試品種分別播植於種苗改良繁殖場試驗田區 (台中市新社區)，其中甜玉米種植行株距為 80*20 cm，蕎麥則採撒播方式；栽培管理操作均比照友善環境耕作方式辦理。

另同時觀察比較不同生物炭施用量 (對照組：不施用、處理 1：600 kg/0.1 ha、處理 2：1,200 kg/0.1 ha) 對參試作物生育情形之影響。試驗設計部分則採完全隨機設計 (CRD)，3 重複。

2. 調查及建立項目：

(1) 調查參試作物生育性狀資料，蕎麥部分包括：(a) 初花期、(b) 採收期、(c)

單位面積產量；食用玉米部分包括：(a) 吐絲期、(b) 開花期、(c) 採收期、(d) 穗重。

(2) 調查作物栽培環境資料，包括：(a) 氣象【溫度、相對濕度、降水量】、(b) 土壤【pH 值、電導度】、(c) 灌溉水源【pH 值、電導度】。

結果與討論

食用玉米之有機生產管理模式建立

(一) 食用玉米有機栽培管理模式

有機栽培模式能否推廣應用至田間實際生產，有效控制作物生育期間之病蟲害發生規模為其重要關鍵之一，故依栽培地區當地特性建立其病蟲害種類及發生規模等資料，為奠定有機栽培管理之必要基礎工作。根據過去研究 (余，2012) 指出，食用甜玉米生育期間易發生病害種類包括葉斑病、銹病及煤紋病等，其中又以銹病為目前玉米主要葉部病害之一；蟲害部分則為玉米螟、蚜蟲等。就試驗期間調查結果，玉米植株主要發生病害計有銹病、煤紋病及病毒病【推測可能為甘蔗嵌紋病毒 (sugarcane mosaic virus, SCMV) 或複數病毒感染所造成】；出現昆蟲種類計有玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*)、臺灣大蝗 (*Chondracris rosea*)、紅后負蝗 (*Atractomorpha sinensis*)、白點花金龜 (*Protaetia orientalis*)、小白紋毒蛾 (*Orgyia postica*)、六條瓢蟲 (*Cheilomenes sexmaculata*)、螳螂、大蚊、蚜蟲、飛蟲、蜜蜂等。就病害發生類型而言，田間實際發病情形大致與過去研究 (余，2012) 結果相符，惟本試驗另有部分植株疑遭甘蔗嵌紋病毒感染，病株比例約為 7.3%，其主要特徵包括植株呈矮縮狀、葉部出現淡黃色條斑等，部分病株則有莖桿上部朝側邊歪斜、雌雄穗未形成或異常等表現。經查相關文獻資料，

此類病害之媒介昆蟲為蚜蟲及飛蟲，而試驗期間確曾於玉米植株上觀察到前述昆蟲活動情形。故採行有機方式生產食用玉米時，應注意此類媒介昆蟲之初期防治工作，以降低病毒病害傳播擴散機率。而在蟲害部分，除前述可能因蚜蟲及飛蟲危害所致之病害外，尚無明顯蟲害問題發生。

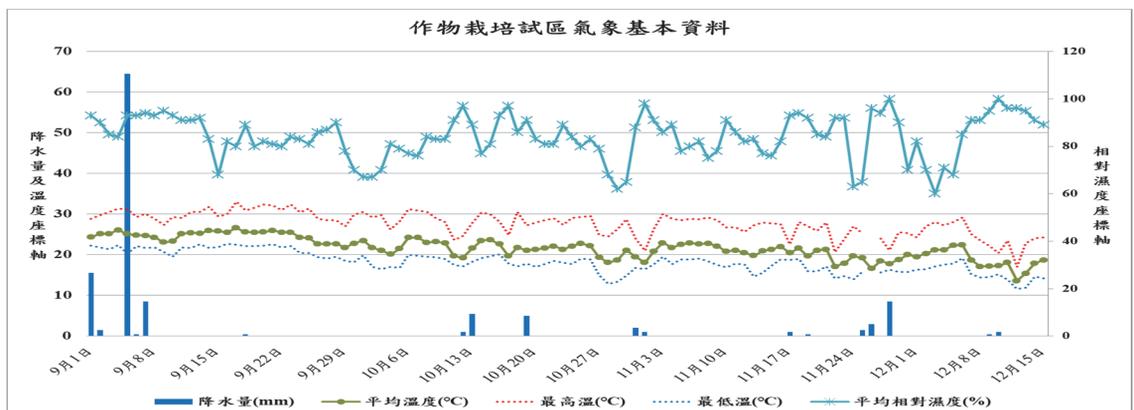
就食用玉米而言，抽穗期、開花期及果穗充實期為其需水關鍵時期，對於最終產量影響甚鉅。以甜玉米為例，此期間即使僅出現 3~4 天之缺水逆境，仍可能造成產量損失達 60%。又玉米開花時期如遭逢乾旱，將會導致吐絲期延後而使「開花-吐絲間隔日數 (Anthesis-Silking Interval; ASI)」增加。因此，建立目標品種於特定栽培環境條件 (如：期

作、地區等)下之抽穗與開花表現資料，將可作為田間灌溉作業排程管理之參考依據。由表 1 可知，本試驗所用食用玉米參試品種之抽穗期 (以 50%植株已抽穗為判斷基準) 為：美珍 (61 ± 0.0 天)、美粒甜 (66.5 ± 0.7)、上品 (65.5 ± 0.7)；吐絲期(以 50%植株已吐絲為判斷基準)則為：美珍 (64 ± 1.4 天)、美粒甜 (72.0 ± 0.0)、上品 (72.5 ± 0.7)。另根據本次調查資料(未顯示資料)，開始抽穗日至抽穗期之平均日數為 4.25 天，分布範圍在 2~6 天不等；開始吐絲日至吐絲期之平均日數為 3.86 天，分布範圍亦在 2~6 天不等。基於上述試驗結果，在秋作栽培環境條件 (表 2~4)下，建議可參考本次食用玉米參試品種 (美珍、美粒甜、上品) 開花期基準，於開花

表 1. 不同處理組合 (品種-炭化稻殼施用量) 下之食用玉米性狀表現

作物種類	品種名稱	炭化稻殼施用量 (kg/0.1 ha)	株高 (cm)	穗位高 (cm)	抽穗期 (day)	吐絲期 (day)
食用玉米 (糯玉米)	美珍	0	164.9 ± 37.4	57.8 ± 8.1	61.0 ± 0.0	64.0 ± 1.4
		600	174.0 ± 21.8	57.5 ± 10.0	61.5 ± 0.7	63.0 ± 1.4
		1,200	175.6 ± 24.5	62.4 ± 11.7	61.5 ± 0.7	64.0 ± 0.0
食用玉米 (甜玉米)	美粒甜	0	199.6 ± 12.5	81.3 ± 6.8	66.5 ± 0.7	72.0 ± 0.0
		600	177.6 ± 52.4	81.6 ± 11.3	67.0 ± 0.0	72.0 ± 0.0
		1,200	190.4 ± 26.4	81.3 ± 8.9	67.0 ± 0.0	72.0 ± 1.4
食用玉米 (超甜玉米)	上品	0	194.7 ± 23.5	75.0 ± 9.3	65.5 ± 0.7	72.5 ± 0.7
		600	179.2 ± 29.3	72.0 ± 10.2	66.5 ± 0.7	72.5 ± 0.7
		1,200	189.2 ± 26.4	73.3 ± 9.7	66.0 ± 1.4	71.0 ± 1.4

表 2. 作物栽培試區氣象基本資料



期前 14 日左右配合土壤含水狀況進行必要之灌溉作業。另考量田區相關資訊及管理操作如能以數據圖像化方式呈現，將有助於生產管理模式建立後之快速推廣及調整修正需

求，故本年度利用秋作食用玉米有機栽培試驗執行過程，系統性記錄其田間管理操作相關重要資訊並彙整呈現如圖 1 所示。

表 3. 作物栽培試區之土壤基本資料

檢驗項目	試區	分析結果	單位
pH 值	蕎麥試區	5.06	
	食用玉米試區	5.51	
電導度	蕎麥試區	0.0482	mS/cm
	食用玉米試區	0.0548	mS/cm

表 4. 作物栽培試區之灌溉水基本資料

檢驗項目	分析結果	單位	檢驗項目	分析結果	單位
pH 值	7.32		鉻	ND	mg/L
電導度	0.023	mS/cm	鎳	ND	mg/L
銅	0.004	mg/L	鉛	ND	mg/L
鋅	0.011	mg/L	砷	ND	mg/L
鎘	ND	mg/L	汞	ND	mg/L



圖 1. 食用玉米有機栽培生產執行紀錄

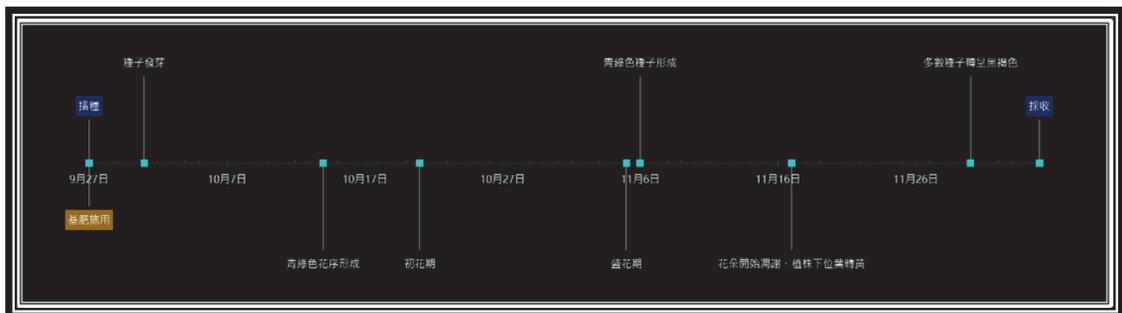
(二) 蕎麥之有機栽培管理模式建立

相關文獻資料 (陳等人, 2015) 指出, 蕎麥需肥性低、生長覆蓋速率快速, 除須稍加注意切根蟲及白粉病外, 並無明顯病蟲害發生。另其同時為優良蜜源植物, 可供有機農業益蟲棲地營造及陪伴作物等用途使用。依據本年度秋作蕎麥有機栽培試驗結果 (表 5) 顯示, 其單位面積產量約在每分地 283.6 kg 左右。栽培管理上除進行種子撒播及基肥施用外, 其餘生育期間僅需配合土壤含水狀態, 採不定期灌溉方式直至採收。另栽培過程中並無明顯病蟲害發生, 僅有少數葉面觀

察到零星蟲孔出現; 開花期間並有明顯蜜蜂群集採蜜現象。在作物生長階段方面 (圖 2), 播種 4 日後種子即開始萌芽; 17 日後, 可觀察到青綠色花序形成; 39 日後, 進入盛花期並有青綠色種子形成; 51 日後, 花朵開始凋謝並出現下位葉轉黃現象; 64 日後, 多數種子成熟且轉呈黑褐色。綜合上述資料可知, 蕎麥生育期短又無明顯病蟲害發生, 加上具備益蟲棲地營造之生態功能性, 為適合投入有機栽培生產且技術門檻較低之作物種類。

表 5. 不同生物炭(炭化稻殼)施用量下之蕎麥單位面積產量

作物種類	品種名稱	炭化稻殼施用量 (kg/0.1 ha)	單位面積產量 (kg/0.1 ha)
蕎麥	台中 1 號	0	283.6 ± 51.1
		600	399.2 ± 119.3
		1,200	299.3 ± 66.2



日期	播種後天數	工作項目	工作備註
2018年9月27日	0	播種	撒播; 品種: 蕎麥台中1號
2018年9月27日	0	基肥施用	生技1號(1,280g/小區=3,200公斤/公頃)
2018年10月1日	4	種子發芽	
2018年10月14日	17	青綠色花序形成	
2018年10月21日	24	初花期	
2018年11月5日	39	盛花期	
2018年11月6日	40	青綠色種子形成	
2018年11月17日	51	花朵開始凋謝、植株下位葉轉黃	
2018年11月30日	64	多數種子轉呈黑褐色	
2018年12月5日	69	採收	

圖 2. 蕎麥有機栽培生產執行紀錄

(三) 炭化稻殼於食用玉米及蕎麥有機栽培應用上之評估

根據本次調查結果 (表 5·6), 在「0 kg/0.1 ha」、「600 kg/0.1 ha」、「1,200 kg/0.1 ha」等不同炭化稻殼施用量處理下, 蕎麥每分地平均產量依序為: 283.6 kg、399.2 kg 及 299.3 kg, 然其間並未達顯著差異水準。在食用玉

米部分, 針對不同處理組合(品種-炭化稻殼施用量)下之食用玉米病株率進行調查得知 (表 7), 其煤紋病、銹病及病毒病之平均病株率分別為 40.0~90.0%、25.0~82.5% 及 0~21.4%不等, 然不同炭化殼施用量在參試品種對上述病害抵禦能力提升而言, 其間並無顯著差異存在 (表 8~10)。由表 1 可知,

表 6. 蕎麥單位面積產量變方分析結果

變因(SOV)	自由度(DF)	平方和(SS)	均方(MS)	F 檢定值	P 值
生物炭施用量	2	1474	734	1.668	0.266
機差(Error)	6	2652	442		
總和(Total)	8	4126			

表 7. 不同處理組合 (品種-炭化稻殼施用量) 下之食用玉米病株率調查

作物種類	品種名稱	炭化稻殼施用量 (kg/0.1 ha)	煤紋病 平均病株率 (%)	銹病 平均病株率 (%)	病毒病 平均病株率 (%)
食用玉米 (糯玉米)	美珍	0	40.0	42.5	15
		600	45.0	82.5	0
		1,200	57.5	72.5	2.5
食用玉米 (甜玉米)	美粒甜	0	90.0	55.0	10
		600	70.6	40.0	21.4
		1,200	80.0	65.0	2.5
食用玉米 (超甜玉米)	上品	0	80.0	65.0	2.5
		600	55.0	25.0	12.5
		1,200	87.5	57.2	0

表 8. 食用玉米煤紋病平均病株率變方分析結果

變因 (SOV)	自由度 (DF)	平方和 (SS)	均方 (MS)	F 檢定值	P 值
生物炭施用量	2	0.1054	0.05272	1.113	0.3691
品種	2	0.3631	0.18157	3.842	0.0622
生物炭施用量 × 品種	4	0.0807	0.02018	0.427	0.7860
機差(Error)	9	0.4253	0.04726		
總和(Total)	17	0.9745			

表 9. 食用玉米銹病平均病株率變方分析結果

變因 (SOV)	自由度 (DF)	平方和 (SS)	均方 (MS)	F 檢定值	P 值
生物炭施用量	2	0.0776	0.03881	0.670	0.536
品種	2	0.0911	0.04553	0.786	0.485
生物炭施用量 × 品種	4	0.3390	0.08474	1.463	0.291
機差 (Error)	9	0.5214	0.05793		
總和 (Total)	17	1.0291			

不同炭化稻殼施用量對於參試品種抽穗期與吐絲期並無明顯影響；另如分就不同參試品種而言，其株高及穗位高表現 (表 10~11) 並未在不同炭化稻殼施用量處理間存有顯著差異。而在土壤 pH 值及電導度變化 (表 12) 上，不論在蕎麥或食用玉米試區，其收穫後相關數值並未因炭化稻殼施用量產生明顯差

異。綜上可知，在本次炭化稻殼施用程度下 (即「600 kg/0.1 ha」、「1,200 kg/0.1 ha」)，其對於蕎麥產量並未顯現增產效果，而在食用玉米生育表現 (包括抽穗期、吐絲期、株高、穗位高) 及病害抵禦能力 (包括煤紋病、銹病、病毒病) 等方面，同樣未能觀察到其正面促進效益存在。

表 10. 食用玉米病毒性病害平均病株率變方分析結果

變因 (SOV)	自由度 (DF)	平方和 (SS)	均方 (MS)	F 檢定值	P 值
生物炭施用量	2	0.03070	0.015352	2.027	0.188
品種	2	0.01404	0.007018	0.927	0.431
生物炭施用量 × 品種	4	0.04881	0.012203	1.611	0.253
機差 (Error)	9	0.06816	0.007574		
總和 (Total)	17	0.16171			

表 10. 食用玉米株高變方分析結果

變因 (SOV)	自由度 (DF)	平方和 (SS)	均方 (MS)	F 檢定值	P 值
生物炭施用量	2	5683	2842	3.127	0.0452
品種	2	20804	10402	11.446	1.59e-05
生物炭施用量 × 品種	4	9993	2498	2.749	0.0284
機差 (Error)	315	286250	909		
總和 (Total)	323	322730			

表 11. 食用玉米穗位高變方分析結果

變因 (SOV)	自由度 (DF)	平方和 (SS)	均方 (MS)	F 檢定值	P 值
生物炭施用量	2	162	81	0.871	0.420
品種	2	21146	10573	113.640	<2e-16
生物炭施用量 × 品種	4	395	99	1.062	0.376
機差 (Error)	243	22608	93		
總和 (Total)	251	44311			

表 12. 不同生物炭(炭化稻殼)施用量試區之土壤 pH 值及電導度變化比較

種植作物	生物炭施用量 (kg/0.1 ha)	炭化稻殼 pH 值	種植前 pH 值	收穫後 pH 值	炭化稻殼電導度 (mS/cm)	種植前電導度 (mS/cm)	收穫後電導度 (mS/cm)
蕎麥	0			5.43			0.0423
	600	7.78	5.06	5.41	2.85	0.0482	0.0472
	1,200			5.22			0.0492
食用玉米	0			5.51			0.0486
	600	7.78	5.51	5.73	2.85	0.0548	0.0335
	1,200			5.68			0.0356

引用文獻

- 107 年 11 月有機栽培農戶數及種植面積概況 (2018 年版)【資料檔】。南投市：農糧署。
- 107 年 11 月底國內友善環境耕作團體面積概況 (2018 年版)【資料檔】。南投市：農糧署。
- 江汶錦。2018。土壤添加生物炭對葉菜類生產初探。臺南區農業專訊 104：17-19。
- 余德發、陳任芳。2012。花蓮地區食用甜玉米有機栽培介紹。花蓮區農業專訊 81：15-18。
- 吳耿東。2013。木質材料焙燒與炭化應用於農業資材之開發(3)。行政院農業委員會林務局 101 年度科技計畫期末報告，臺北。
- 倪禮豐、范美玲、黃鵬。2016。農業與節能減碳。豐年 6616：17-21。
- 張超、戰斌慧、周雪平。2017。我國玉米病毒病分布及危害。植物保護 43(1)：1-8。
- 陳裕星、廖宜倫、林雲康。2015。蕎麥的栽培與應用。臺中區農業專訊 91：4-10。
- 廖勁穎、張繼中、黃文益。2014。炭化稻殼在水稻有機栽培上的應用。臺東區農業專訊 87：8-10。
- 蔡佳儒、吳耿東。2016。臺灣農業廢棄物製備生物炭之未來與展望。農業生技產業季刊 46：24-28。
- 劉興隆。1998。可溶性矽在雙子葉植物病害防治上的應用。臺中區農業專訊 25：19-23。
- Zhu Qiao-Hong, Peng Xin-Hua, Huang Tai-Qing, Xie Zu-Bin, and N. M. Holden. 2014. Effect of biochar addition on maize growth and nitrogen use efficiency in acidic red soils. *Pedosphere* 24(6): 699-708.
- Wang Min, Gao Limin, Dong Suyue, Sun Yuming, Shen Qirong, and Guo Shiwei. 2017. Role of silicon on plant-pathogen interactions. *Frontiers in plant science* 8:701.

Establishment of Environmentally Friendly Seed Production System for Grain Crops

Yi-Hang Tseng

Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, COA

Abstract

For the purpose of the establishment of the environmentally friendly seed production system for grain crops, the buckwheat and sweet corn are utilized to try to establish the organic production systems in this study. Meanwhile, the potential of the application of carbonized rice husk for the system is also evaluated. The results are as follows: (1) The buckwheat variety tested has a short life cycle, and there are no diseases or pests occurred seriously in its life cycle. In addition, it has the ecological function of creating beneficial insect habitats. Therefore, the buckwheat is a kind of crop that is suitable for organic farming. (2) By the cultivation method that organic fertilizers are used as nutrient sources and neem oils and *Bacillus thuringiensis* (B.t.) are utilized to control the diseases and pests, the organic production of the sweet corn varieties tested is indeed feasible. (3) There are no positive effects occurred on the crops tested after the application of carbonized rice husk in this study, but the underlying reasons still need to be explored and clarified.

Key words: Maize, Buckwheat, Organic, Environmentally Friendly Farming.