



BULLETIN OF TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION STATION

No. 128

SEPTEMBER 2015

行政院農業委員會臺中區農業改良場



行政院農業委員會臺中區農業改良場

研究彙報

第128期

中華民國104年9月

ISSN 0255-5905

CONTENTS

- Variation Studies on Agronomic Characters and Yield of Soybean (*Glycine max*)
in the Ratoon Rice Field of Taichung.....Hwan-Bin Chen, Hsun-Shih Lin and Chien-Chih Kuo... 1
- Investigation of Whitefly Management on Tomatoes in UV-Blocking Greenhouse
.....Da-Yuan Lin, Fei-Chan Wang, Chia-Hung Chao and Kuei-Fang Pai... 9
- Studies on the Planting Space and Fertilization Amounts on Yields of Castor Bean
.....Yun-Kang Lin, Yin-Nan Liao, Hwan-Bin Chen and Yi-Lun Liao... 19
- Studies on the Production of Rice Hull- Chicken Manure Compost by Utilizing
Beneficial Microorganisms and Bag Stacking.....Yi-Fong Tsai and Chein-Wei Chen... 29
- The Differences of Morphology and DNA Barcode in Two *Echinacea* Species
.....Yuhsin Chen, Hui-Chuan Hung, Jeng-Shu Wang and Chyan-Fung Mao... 39
- Effect of Plug Size and Seedling Age on the Seedling Growth of Organic Head
Lettuce.....Chen-Yang Tai and Yi-Fong Tsai... 53

研究彙報第一二八期

目次

- 臺中沿海地區再生稻地區栽培大豆產量與農藝性狀變異之研究.....陳鏗斌、林訓仕、郭建志... 1
- 阻隔紫外光應用於溫室番茄粉蝨類管理之探討.....林大淵、王妃蟬、趙佳鴻、白桂芳... 9
- 栽培密度及肥料量對蓖麻產量之影響...林雲康、廖英男、陳鏗斌、廖宜倫... 19
- 利用有益微生物及袋式堆積法製作稻殼雞糞堆肥之研究...蔡宜峰、陳俊位... 29
- 兩種紫錐花基原植物之形態比較與DNA條碼建立.....陳裕星、洪惠娟、王正樞、毛乾豐... 39
- 不同穴格與苗齡對有機結球萵苣生育之影響.....戴振洋、蔡宜峰... 53

TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL RESEARCH AND
EXTENSION STATION
Tatsuen Hsiang, Changhua, Taiwan, Republic of China

ISSN : 0255-5905



GPN : 2006500018
定價:新臺幣100元

行政院農業委員會臺中區農業改良場編印

行政院農業委員會臺中區農業改良場 編印
彰化縣 大村鄉

臺中沿海地區再生稻地區栽培大豆產量 與農藝性狀變異之研究¹

陳銀斌^{2*}、林訓仕³、郭建志²

摘 要

本研究以大豆高雄選10號為試驗材料，探討栽種於臺中市區域之大甲(Dajia)、大安(Daan)、清水(Cingshuei)、梧棲(Wuci)、龍井(Longjing)與大肚(Dadu)等六地區之產量試驗及相關性分析。試驗結果顯示，高雄選10號在六地區之生育期約在102~112天之間，而其農藝性狀也有顯著性差異，其中試作區每公頃平均產量分布於1,974~3,977公斤。在進行大豆產量與其構成要素之農藝性狀相關性分析時顯示，產量與植株高度、始莢高度、單株節數有呈顯著正相關，與單株分枝、單株莢數、單株粒重及百粒重未呈顯著相關。此外，植株高度與始莢高度亦呈顯著正相關。進一步以單位面積估計之產量及其構成要素進行分析，可發現在相同播種量下產量與株數、莢數、粒數等單位面積構成要素為正相關。

關鍵詞：大豆、性狀、產量、相關性

前 言

大豆為臺灣重要雜糧作物之一，其子實含有豐富之蛋白質與油分，營養成分佳。臺灣每年進口大豆約200多萬公噸，以商品大豆(Commodity soybean)為主，占八至九成左右，主要供為豆粉及大豆油使用，其餘為食用級大豆(Food-grade soybean、Specialty soybean)約20~40萬公噸作為食品加工利用⁽²⁾。國產大豆自給率不及0.01%，主要進口國為美國和巴西⁽³⁾。為因應加入世界貿易組織(WTO)開放稻米進口，及國人稻米消費量持續減少，自86年起施行「水旱田利用調整計畫」及相關計畫，引導稻農轉作進口替代作物或是外銷潛力及地區特色作物。

全國102年再生稻面積約為1萬五千公頃，其中臺中市鄰海地區就有5,731公頃，佔全國38%左右，為全國最大再生稻生產區位，其主要分布大甲區1,429公頃、清水區1,327公頃、龍井區990公頃、大安區843公頃、大肚區500公頃及梧棲區433公頃，其餘分佈於外埔區及沙鹿區面積為210公頃，約占該市再生稻面積2%左右。由於再生稻生產之稻米品質稍差，為提升國產稻米品質，政府自103年第2期作起執行公糧不收購以再生或落粒方式生產之稻穀之政策。因此該再生稻栽培地區有需要尋找轉作物之必要。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0869 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員，*通訊作者。

³ 行政院農業委員會臺中區農業改良場技佐。

該地區耕作制度長期採雙期作之稻作耕作模式為主，因為其農地長期水田連作，病蟲害防治較不易且二期水稻生育後期易受東北季風影響，無法確保稻穀品質與產量，未來配合糧食政策改變，擬將於該區試作生育期短且具固氮能力之大豆，容易配合一期水稻輪作栽培，增加土壤中有機質含量，具改良土壤之理化性及生物性，使土壤永續保持良好生產力⁽⁷⁾。本報告調查大豆高雄選10號栽培於臺中市再生稻地區產量差異及產量構成要素之農藝性狀，作為轉作栽培技術之參考。

材料與方法

一、田間試驗及調查方法

選用具耐濕性且市場流通性佳之大豆品種‘高雄選10號’為材料，其重要性狀特性如表一，於103年第二期作栽培於大甲(Dajia)、大安(Daan)、清水(Cingshuei)、梧棲(Wuci)、龍井(Longjing)與大肚(Dadu)等6地區，試作面積分別為0.75 ha、1.01 ha、0.47 ha、1.29 ha、0.39 ha及0.9 ha。本次試作種植採用曳引機附掛真空播種機於8月中旬進行作畦栽培，播種量60 kg/ha，每公頃化學肥料(N-P₂O₅-K₂O)施用量為60-60-60 kg。植株成熟時每試作點採用完全逢機三重複，取樣單位長度1 m之2行植，畦面及寬度0.95 m (含畦溝)之面積0.95 m²，取樣單位內植株逐株進行農藝性狀調查，調查項目包含如下：

1. 出土期(Day to emergence)：自播種後50%之幼苗出土之日數。
2. 始花期(Day to first flowering)：自播種後至50%的植株最少開一朵花之日數。
3. 成熟期(Day to harvest)：自播種後至植株100%成熟莢色由黃色轉棕色之日數。
4. 倒伏性(Lodging)：為生育期中植株倒伏傾斜程度，其程度分無(0)、輕(3)、中(5)、嚴重(7)及嚴重(9)級。
5. 株植高度(Plant height, PH)：大豆植株成熟時之株高。
6. 最低莢高(Lowest pod site, LPS)：自植株基部至主莖最低莢著位置的高度，以公分(cm)表示。
7. 分枝數(Branch numbers, BN)：自主莖部之分枝數目，以枝表示。
8. 主莖節數(Node number on main stem, NN)：自基部至主莖頂葉之節數，以節表示。
9. 單株莢數(Pod numbers per plant, PN)：收穫時每株成熟的果莢數，以莢表示。
10. 單株粒重(Seed weight per plant, SW)：收穫時每株成熟的乾籽粒重(含水率13%以下)，以公克(g)表示。
11. 百粒重(100-grain weight, HGW)：自調查成熟植株10株中逢機取樣乾籽實100粒稱之重量(含水率13%以下)，以公克(g)表示。
12. 產量(Grain yield, GY)：逢機調查小區面積0.95 m² (0.95 m×1 m)成熟植株之乾籽粒重(含水率13%以下)並換算每公頃產量，以公斤/公頃(kg/ha)表示。
13. 單位面積莢數(Pod numbers per unit area, PNA)：逢機調查取樣面積下成熟植株果莢數，以莢表示。

14. 單位面積粒重(Grain weight per unit area, GWA)：逢機調查取樣面積下成熟植株粒重(含水率13%以下)，以公克(g)表示。
15. 單位面積粒數(Grain numbers per unit area, GNA)：逢機調查取樣面積下成熟植株果莢中子粒數，以粒數表示。
16. 單位面積小區株數：(Total numbers of plants per unit area, TNPA)：逢機調查取樣面積下成熟植株數量，以株數表示。

表一、大豆高雄選 10 號品種重要特性

Table 1. Important characters of soybean variety 'Kaohsiung Select No. 10' (KSS10)

Leaf type	Flower color	Seed coat color	Hilum color	Promotion year
Lanceolate	Purple	Yellow	Dark brown	1985

二、統計分析

將6個地區調查所得數據利用SAS (statistical analysis system)軟體統計分析，計算收穫時所調查植株性狀之平均值、標準偏差。分析ANOVA (analysis of variance)如有顯著差異再進行最小顯著性測驗(least significant difference; LSD)。產量構成要素之農藝性狀相關係數之顯著性測驗是利用SAS (statistical analysis system)之CORR Procedure進行分析。

結 果

一、地區間植株生育期特性變異

參試試驗區於生育期間進行調查植株生育特性(表二)，大豆出土日數皆為5天左右，播種後之始花期約30天且生育期間植株皆無倒伏現象發生。六試作區生育期約在播種後102~112天之間，以清水地區成熟期102天為最短，而龍井及梧棲成熟期為較長，其成熟期介於111~112天，六地區之生育期與目前該區雙期水稻之耕作模式類似，且不影響翌年一期作水稻種植時期。

表二、臺中市西部沿海鄉鎮種植‘高雄選 10 號’大豆之生育特性

Table 2. The growth Characters of 'KSS10' cultivated in coastal towns of Taichung City in 2014

Town	Date of sowing	Day to Emergence (days)	First flowering (days)	Day to harvest (days)	Lodging degree (%)
Dajia	August 22	5	30	108	0*
Daan	August 22	5	30	108	0
Cingshuei	August 27	5	30	102	0
Wuci	August 22	5	30	111	0
Longjing	August 21	5	30	112	0
Dadu	August 21	5	30	104	0

*Represented value was no lodging during growth of 'KSS10' in the ratoon rice field of Taichung in 2014.

二、地區間大豆‘高雄選10號’農藝性狀差異

由六個試區大豆‘高雄選10號’之農藝性狀及產量表現如表三所示。各試驗區之農藝性狀及產量皆呈現顯著性差異，在株高表現上，以龍井及大肚等區為最高，分別80.1 cm、81.8 cm，其次為大安區(73 cm)，而大甲區株高最低僅為40.4 cm。始莢高度分佈9.1~18.3 cm間，僅大甲區不及10 cm，其餘地區則分佈於10.9~18.3 cm，以龍井區最高18.3 cm。在分枝數雖達顯著性差異，但其分佈落於2.8~4.3之間，以清水區表現最高4.3，而分枝數最少2.8為大肚區。單株節數表現達顯著性差異，以大安、龍井及大肚等區達20節左右，清水及梧棲區為次而大甲區最少(16節)。其中單株莢數以清水區(50個)、大安區(43.2個)、梧棲區(40.6個)、大肚區(40.1個)為最高，龍井區及大甲區單株莢數最少且低於40以下。單株粒重以大肚區17.7 g最高，其後依序清水區16.6 g、大安區15.6 g、梧棲區14.9 g、龍井區13.8 g，最少為大甲區12.8 g。百粒重大於17 g以上，有龍井區(18.3 g)、大肚區(17.6 g)等二區，最輕為大甲區(15.1 g)。每公頃產量分佈於1,974~3,977 kg，以龍井(3,457 kg)及大肚區(3,978 kg)表現最高，大甲區最低(1,975 kg)。

表三、臺中市西部沿海鄉鎮種植‘高雄選10號’大豆之農藝性狀及產量

Table 3. The agronomic characters and yield of ‘KSS10’ cultivated in coastal towns of Taichung City in 2014

Township/City	PH ¹ (cm)	LPS (cm)	BN (no)	NN (no)	PN (no)	SW (g)	HGW (g)	GY (kg/ha)
Dajia	40.4	9.1	3.6	16.0	39.2	12.8	15.1	1,975
Daan	73.0	13.7	3.9	20.8	43.2	15.6	15.2	3,033
Cingshuei	64.9	10.9	4.3	18.5	50.0	16.6	16.6	3,263
Wuci	62.9	11.5	3.9	18.8	40.6	14.9	16.6	2,978
Longjing	80.1	18.3	3.0	20.8	33.5	13.8	18.3	3,457
Dadu	81.8	15.3	2.8	20.8	40.1	17.7	17.6	3,978
LSD 5%	9.8	3.0	1.1	1.6	11.8	5.0	1.5	634

¹PH: Plant height, LPS: Lowest pod site, BN: Branch numbers, PN: Pod number per plant, SW: Seed weight per plant, NN: Node number on main stem, HGW: 100-grain weight, GY: Grain yield.

三、地區間大豆‘高雄選10號’農藝性狀相關分析

進行農藝性狀相關分析結果得如表四。由表四可看出顯示株高與始莢高度、單株節數及籽實產量呈顯著正相關；始莢高度與單株節數、籽實產量有顯著正相關，而與單株莢數及單株粒重有顯著負相關。單株分枝與單株莢數、單株粒有顯著正相關。單株節數與單株粒重、籽實產量呈顯著正相關。單株莢數與百粒重、籽實產量未達顯著相關，但其與單株粒重有極顯著正相關。單株粒重、百粒重與子實產量之間皆未達顯著相關。

表四、臺中市西部沿海鄉鎮種植‘高雄選 10 號’大豆之農藝性狀與產量之相關分析

Table 4. Correlation coefficients among agronomic characters and yield of ‘KSS10’ cultivated in western coastal towns of Taichung City in 2014

Characters ²	LPS	BN	NN	PN	SW	HGW	GY
PH	0.75**	-0.08	0.80**	-0.05	0.08	0.10	0.76**
LPS		-0.15	0.49**	-0.44**	-0.30*	0.13	0.51**
BN			0.07	0.47**	0.43**	-0.03	-0.04
NN				0.21	0.36*	0.15	0.70**
PN					0.92**	-0.12	0.11
SW						0.19	0.28
HGW							0.20

¹*, **: Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

² PH: Plant height, LPS: Lowest pod site, BN: Branch numbers, PN: Pod number per plant, SW: Seed weight per plant, NN: Node number on main stem, HGW: 100-grain weight, GY: Grain yield.

進一步利用各試驗區以單位面積為單位，估算粒重、粒數及株數之相關性分析結果如表五，顯示單位面積莢數與單位面積粒重、單位面積粒數、產量及單位面積株數呈顯著正相關。單位面積粒重與單位面積粒數及單位株數有顯著正相關。小區粒數與產量及單位面積株數有顯著正相關。單位面積株數與產量達顯著正相關。基於上述分析結果可知就大豆‘高雄選10號’栽培管理而言為確保產量仍須維持適度栽培密度且適當植株高度，較能發揮單株節數、單位面積莢數、單位面積粒數等產量因子之潛能。

表五、臺中市西部沿海鄉鎮種植‘高雄選 10 號’大豆小區內農藝性狀與產量之相關分析

Table 5. Correlation coefficients among agronomic characters and yield of ‘KSS10’ cultivated in plot in western coastal towns of Taichung City in 2014

Characters ²	GWP	GNP	GY	TNPA
PNP	0.84**	0.95**	0.84**	0.49**
GWP		0.90**	1.00**	0.43*
GNP			0.90**	0.45*
GY				0.43*

¹*, **: Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

² GY: Grain yield

PNP: Pod numbers per plot

GWP: Grain weight per plot

GNP: Grain numbers per plot

TNPA : Total numbers of plants per plot

討 論

臺中再生稻地區耕作一般採用雙期作水稻栽培模式，其可能原因為農業從業人口老化、鄉村都會化及水稻代耕制度完備使水稻栽培過程可以仰賴機械生產省工模式，同時也是此地

區農民選擇種植水稻之最大理由。一般認為要在水稻地區推廣種植大豆，必須強化機械作畦栽培模式以克服二期轉作時播種至發芽期間若遭遇大雨、土壤過濕，造成種子傷害，而導致田間出土率降低之缺點⁽⁵⁾。本試驗於103年2期作於臺中市再生稻地區進行機械作畦及播種一貫作業，至植株自然乾枯時利用雜糧聯合收穫機採收之高度機械化生產模式，進行試作大豆。

高雄選10號大豆在不同地區之產量、株高、單株分枝數、單株節數、單株莢數、單株粒重及百粒重等農藝性狀表現上皆達有顯著性差異。以產量而言大肚及大甲地區差異最劇，其差異高達2,003 kg/ha，而其單株構成要素中節數(NN)、百粒重(HGW)及粒重(SW)達顯著性差異，其餘產量構成要素未達顯著性差異如分株數(BN)、莢數(PN)，此外單株植株高度亦達顯著差異，兩地區間相差達41.4 cm，經相關研究指出其易受溫度、光照、雜草、土壤及病蟲害影響，顯示大豆可能屬於環境敏感型作物^(5,6)。此外，部分田區第二次整地時土壤含水量較高或僅進行一次整地，且各試驗田區每公頃播種量60 kg，播種二週後試驗田間調查每公頃植株密度介於97,683~273,684株(未列表)較相關研究推薦每公頃330,000株低⁽¹⁾，推測可能與播種時田區土塊較粗大、灌溉水分管理或幼苗病蟲害等因素易導致大豆出土率低之現象^(4,5)。

大豆之產量構成要素為單株節數、單株分枝數、單株莢數、單株粒重、百粒重等，這些要素除受遺傳基因管控外，本次試驗採用高雄選10號進行產量試驗，探討大豆產量與各種農藝性狀特性之相互關係中，產量僅與單株節數有正相關，另與單株分枝、單株莢數、單株粒重及百粒重未呈顯著相關，進一步與單位面積產量構成要素之相關分析，可發現在相同播種量(60 kg/ha)下產量與株數、莢數、粒數等單位面積構成要素有正相關，另產量與植株高度呈現極顯著正相關。因此，再生稻地區轉作大豆時，應提高農民管理技術，尤其關鍵時機之病蟲害防治技術，維持植株成活率，較可穩定大豆產量，維持農民收益。

總之，該區長年水田的耕犁方式，先浸水再整地碎土，導致土壤高水分狀態、土壤總體密度增加、底土壓實性增強、水分滲透率降低與磷肥有效性降低⁽¹⁰⁾，限制後作大豆根系健全的發展，因此，推廣再生稻轉作大豆，必須以稻田乾犁法降低表土及犁底層之總體密度⁽⁹⁾，以作畦栽培模式，可避免大豆在播種至發芽間土壤過濕，造成種子傷害，而導致田間萌芽率降低，影響大豆生產⁽⁵⁾，或因畦深過淺且採用漫灌或下豪雨而造成植株根系損害⁽¹⁴⁾。另經試驗顯示，春夏作高溫多濕作畦栽培有利田間灌溉排水，可增加2.2~6.4%產量⁽⁷⁾。因此，該區轉作大豆栽培技術建議採用整地作畦栽培之特性，可以確保根系健全、植株間通氣性增加及田間灌排水較容易之優點。

致 謝

本研究承行政院農業委員會103農科-6.2.3-南-N2計畫補助，臺中區農業改良場特作雜糧研究室林炫如與黃美紅小姐協助試驗，俾使本研究能順利完成，特申謝忱。

參考文獻

1. 吳昭慧、鄭安秀、陳昇寬、林明瑩 2013 大豆栽培管理技術 臺南區農業改良場技術專刊 155: 2-39。
2. 吳昭慧、王仕賢、黃涵靈 2014 國產大豆競爭力提升策略之探討 臺南區農業改良場研究彙報 63: 31-39。
3. 吳昭慧、黃涵靈 2014 大豆新品種臺南10號之育成 臺南區農業改良場研究彙報 64: 1-9。
4. 李新傳、陳株惜 1988 大豆受豆潛蠅為害損失之評估 高雄區農業改良場研究彙報 1: 77-80。
5. 侯福分、曾富生 1995 大豆種子耐水性之研究 p.267-282 雜糧作物生產技術改進研討會專刊。
6. 陳庚鳳 1993 不同地區與季節對大豆產量及品質之影響 高雄區農業改良場研究彙報 5: 16-23。
7. 陳武德、連大進 1993 大豆栽培與機械化作業 p.52-57 臺南區農業技術專刊集本。
8. 黃賢喜、呂貽成 1989 缺株對豆類栽培生產效益之研究 高雄區農業改良場研究彙報 2: 15-24。
9. 楊策群、朱德民、陳世雄 1986 稻田轉作玉米土壤物理性改良與肥力管理研究 p.215-234 農林廳土壤肥料試驗示範報告。
10. 蔡永暉 1989 第二期作水田耕犁與施肥法對週年水旱輪作系統生產力及土壤性質之影響 高雄區農業改良場研究彙報 2: 77-80。
11. 盧英權 1954 大豆品種在臺灣對栽培季節適應性之研究(第二報告) 農林學報 3: 19-42。
12. Magalí, N., D. J. Miralles and J. D. Kantolic. 2015. Post-flowering photoperiod and radiation interaction in soybean yield determination: Direct and indirect photoperiodic effects. Field Crops Research. 176: 45-55.
13. Mourtzinis, S., J. M. Gaska, P. Pedersen and S. P. Conley. 2015. Effect of seed mass and emergence delay on soybean yield and quality. Agronomy Journal. 107: 181-186.
14. Pejic, B., L. Maksimovic, S. Cimpeanu, D. Bucur, S. Milic and B. Cupina. 2011. Response of soybean to water stress at specific growth stages. Journal of Food, Agriculture and Environment. 9: 280-284.

Variation Studies on Agronomic Characters and Yield of Soybean (*Glycine max*) in the Ratoon Rice Field of Taichung¹

Hwan-Bin Chen^{2*}, Hsun-Shih Lin³ and Chien-Chih Kuo²

ABSTRACT

The purpose of this experiment is to evaluate growth characters and their correlation with yield of soybean variety 'KSS10' in the ratoon rice field of Taichung in 2014. Experiment plots included Dajia, Daan, Cingshuei, Wuci, Longjing and Dadu. The results showed that the growth period of 'KSS10' was about 102 to 112 days. The agronomic characters of yield components of 'KSS10' were significant different and the average yield were 1,974 - 3,977 kg/ha in experiment plots.

Further, on the correlation analysis of yield and plant agronomic traits showed that yield was significantly correlated with node number on main stem (NN) but not significant with branch numbers (BN), pod number per plant (PNP), seed weight per plant (SW) and 100-grain weight (HGW). Correlation analysis of yield per unit area and agronomic traits showed that total numbers of plants per unit area, pod numbers per plot and grain numbers per plot were significantly correlated. In addition, plant height (PH) and lowest pod site (LPS) were significantly positively correlated.

Key words: soybean, characters, yield, correlation

¹ Contribution No. 0869 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher of Taichung DARES, COA. *Corresponding author.

³ Assistant Specialist of Taichung DARES, COA.

阻隔紫外光應用於溫室番茄粉蝨類管理之探討¹

林大淵、王妃蟬、趙佳鴻、白桂芳²

摘 要

本試驗以3種不同材質產生之光環境，調查粉蝨入侵發生及病毒病害發生之進程。調查結果顯示，粉蝨在番茄定植後即開始入侵，經2-3週密度大幅增加，同時快速傳播病毒病害。在阻隔UV的環境下，粉蝨發生數量及罹病率明顯減少，病毒病害發生的時程往後延長。秋冬季調查結束之發病率分別為一般PE膜54.3%、高折射率PE膜61.7%、阻隔紫外光資材25%，春夏季之發病率則分別為88.6%、98.1%、43.3%，顯示阻隔紫外光環境不利粉蝨傳播病害。三處理下番茄的開花日數、結果率、單果重都無顯著差異，始熟日數則較2種農用膜約晚1週。在未採行防治措施下，總花序數尚可符合農友生產需求。以上結果顯示阻隔紫外光環境有利於管理番茄粉蝨類及其傳播之病毒病害。

關鍵詞：阻隔紫外光資材、蟲害管理、粉蝨、簡易溫室、番茄捲葉病毒病

前 言

溫室栽培為現今農業對抗氣候變動、穩定產能的有效策略，番茄則是其中重要的作物之一，據估全臺有4,000公頃以上的收穫面積，而雲嘉南地區就有2,000公頃以上^(1,2)。露天栽培的番茄易遭受許多病蟲害襲擾，因此許多農友開始轉向專業溫室栽培。溫室可保持穩定的栽培環境及產能，也相對有較高的投入成本與新衍生的病蟲害相。相對於溫帶國家所發展的溫室栽培技術，溫室在臺灣的應用有部分聚焦在病蟲害管理上。為保持溫室內病蟲害低發生率，所使用的阻隔資材反而形成通風不良、高溫或高濕的環境，有利病蟲害孳生。通常仰賴耗能的通風設施，或是加強病蟲害管理力度來解決，但並未實際解決高設施成本與病蟲害管理問題。

現今溫室番茄栽培最嚴重的問題莫過粉蝨類及其傳播之病毒病害^(5,7,12,15,18)，農友慣用之網室資材通常無法遏止粉蝨入侵，適溫穩定的環境也有利粉蝨快速繁衍。寬廣的寄主頻譜(host spectrum)及高傳毒率使得番茄栽培於溫室與露天幾乎無異，且帶毒粉蝨一旦入侵溫室後，即能在穩定的溫室環境大量繁衍與傳病，更添蟲害管理風險。若以病蟲害管理的面向思考，溫室本身不應僅具備阻絕粉蝨類入侵的功能，若能因應粉蝨類生物特性設計，使粉蝨不主動入侵，則可能同時解決粉蝨、病毒病害、溫室通風及管理成本等問題。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0814 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、助理研究員、副研究員、研究員兼課長。

粉蝨類極度仰賴視覺系統來搜尋及定位寄主^(4,7)，對於黃、綠色葉片反射之藍光及紫外光波長具有相當強烈之偏好性⁽⁷⁾，到達寄主後才以有限的味覺系統感知並決定取食位置。因此已有許多研究利用阻隔或吸收紫外光材質來進行溫室試驗，以避免粉蝨主動入侵，在部份地區的試驗中有良好的效果^(3,5,6,10,12,14,15)。部分研究發現薊馬類與葉蟬類也受影響而無法快速散播或分布於侷限區域^(16,17)。天敵的活動並未受太大改變^(8,11)，甚至白僵菌在阻隔紫外光環境下可保持較高活性及田間壽命⁽⁹⁾。

熱帶與亞熱帶地區之害蟲相較溫帶地區多樣且交互作用複雜，因此不能僅單獨考量粉蝨防治，也應注意次要害蟲發生⁽¹³⁾，才能因應本地蟲害管理之需求。因此本試驗進行前先執行前期觀察試驗，初步觀察蟲害發生差異與變動，再設計試驗進行田間調查。試驗設計之溫室為小型簡易溫室，覆蓋資材用以維持溫室內光環境，並保持最大通風，因此溫室側面及下緣留有開口不作遮蔽，以簡化設施搭設，且有利其他蟲相進出以觀察不同光環境下之蟲相變化。本試驗之目的希望以最簡易的溫室搭設降低成本，減少粉蝨及病毒病害傳播，改善現有設施番茄病蟲害管理之困境。

材料與方法

試驗共分為3種處理，分別以一般PE膜、高折射率之隔熱PE膜、阻隔紫外光材質等3種資材搭設簡易溫室。一般溫室覆蓋材料均為抗紫外線材質，以延長使用壽命，但也阻隔許多紫外線波長。試驗使用之2種PE塑膠膜在UVA及UVB波段有少量通透量；阻隔紫外光材質為可撓性透光板，380 nm以下之波段完全濾除。每處理分設3小區，每小區為長寬高8×4×2.5 m之南北向簡易溫室，南、北面以32目防蟲網，東、西面各有1×1 m開口，溫室四周下緣留有約10 cm縫隙不做遮蔽。每小區種植12株全紅番茄(農友-鐵娘)，株距1 m採單幹整枝。試驗期間不施用任何防治策略，整枝、灌溉與施肥操作各小區皆同時施行。

一、前期觀察試驗

於2010年9月搭設簡易溫室後即入苗進行觀察試驗，分別評估白、綠、藍、黃等4色黏紙之誘捕效力及有效面積大小與誘捕效力之關係，初步結果顯示黃色黏紙的誘捕效果較高，而有效面積7.5×7.5 cm之黏紙(約為原大小的1/4)，回推之誘捕效果與整張黏紙之結果無顯著差異，因此採用每株懸掛小張黏紙調查銀葉粉蝨(*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring)成蟲之密度變化，且能節省回收及調查時間。黏紙懸掛高度與誘捕數量無顯著差異，因此番茄成株之黏紙高度設定在1 m，以利後續操作。

前期觀察試驗發現阻隔紫外光下之銀葉粉蝨密度有顯著降低，但夜蛾類的密度略有增加，主要為番茄夜蛾(*Helicoverpa armigera* Hubner)危害果實及鑽食頂、側芽。另2種處理下主要發生斜紋夜蛾(*Spodoptera litura* Fabricius)，危害葉片影響番茄生長。試驗期間陸續有細蟬及粉介殼蟲類零星發生，天敵觀察有草蛉與寄生蜂。

二、粉蝨密度及番茄捲葉病毒病調查

試驗調查分別於2011年9月(秋冬季)與2012年3月(春夏季)番茄苗定植後2週開始進行，每株番茄以黃色黏紙(有效面積 7.5×7.5 cm)調查粉蝨成蟲，黏紙懸掛高度設定於番茄苗期頂芽上方，植株高度超過1公尺後即懸掛於距地面1 m處，每週逐株更新黏紙、調整懸掛高度並回收黏紙調查，12張黏紙計得之平均粉蝨數量為該小區粉蝨密度，各處理之粉蝨平均密度以3小區之平均量表示。

番茄捲葉病毒病發生率於每週調查蟲害時同時記錄，以目視方式判定發病與否，由於番茄捲葉病毒病可能由番茄捲葉病毒(Tomato leaf curl virus, TLCV)及番茄黃化捲葉病毒(Tomato yellow leaf curl virus, TYLCV)所引起⁽¹⁾，兩者可能同時發生且不易區分，因此本試驗同時記入為番茄捲葉病毒病之發病株，以進行發病率調查與分析。

三、冬季番茄性狀測定

番茄性狀測定及定義參照楊等⁽²⁾2007年之試驗方法，由於調查試驗期間均不進行防治措施，春、夏季病蟲害發生嚴重時期，僅有部分植株能完成第5花序開花與結果，一般農膜及隔熱膜處理區已完全無法進行調查，故進行冬季番茄性狀測定，作為適作栽培之參考。調查項目包括結果率、開花日數、始熟日數、單果重、花序總數。

平均結果率：調查各處理三小區內全部植株第2至第5花序之開花數及結果數計算。

開花日數：各處理小區定植後至50%植株第一花序開花所需日數。

始熟日數：各處理小區定植後至50%植株第一花序果實成熟所需日數。

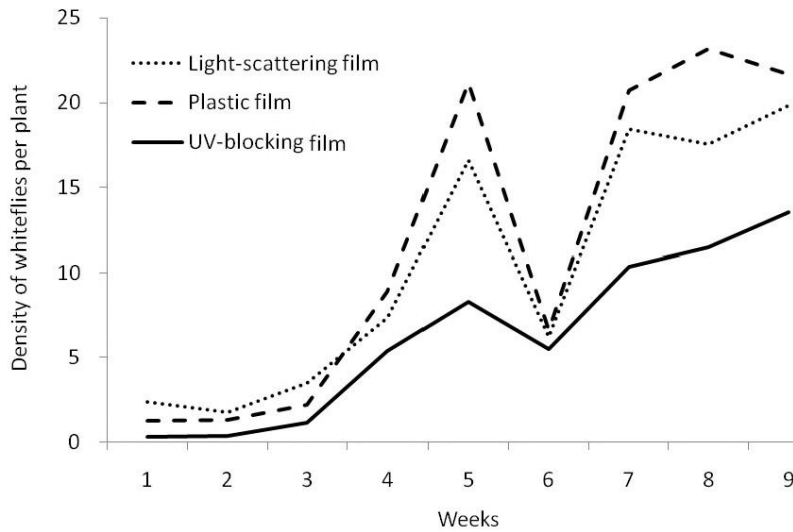
平均總花序數：以調查期間番茄植株所形成之花序數量計算。

結果與討論

經秋冬季與春夏季兩期的調查結果顯示，阻隔紫外光環境下的粉蝨發生密度明顯較其他2種處理低(圖一、圖三)。PE塑膠膜通透部分紫外光的環境無法減緩粉蝨發生，需完全阻隔紫外光才能明顯降低粉蝨密度。秋冬季的粉蝨密度波動較大，番茄定植2週後之調查即有粉蝨發生。春夏季粉蝨密度在第4週調查時才有明顯增加。此結果與部分溫帶地區之研究差異頗大^(6,10,12)，這些研究應用之覆蓋資材可通透部份紫外光，因此粉蝨對紫外光的最大反應波長及是否有種類差異可能需再探討。但可肯定完全阻隔紫外光之環境有利減少粉蝨發生^(3,5,14)。番茄病毒病害的發生率在隔離紫外光的環境亦明顯降低(圖二、圖四)，兩期試驗結果顯示病毒病害的發生進程亦較緩慢。秋冬季調查結束之發病率分別為54.3%、61.7%、25%，春夏季之發病率分別為88.6%、98.1%、43.3%，顯示阻隔紫外光環境不利粉蝨傳播病害。

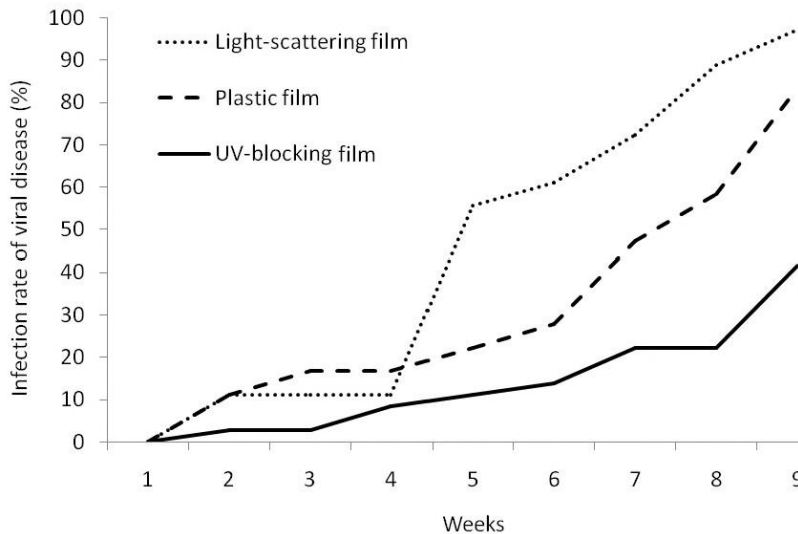
由臺南區農業改良場2006年之粉蝨傳毒試驗⁽¹⁾顯示，單株番茄接種5隻帶毒銀葉粉蝨之傳毒率在70%以下，接種10隻以上才能有90%以上傳毒率。本試驗春夏季之粉蝨密度在調查第3~4週間開始增加，第3週之粉蝨密度分別為10.6、17.2、2.5隻/張，高折射率PE膜下之發病率於調查第4週後也有增長，調查第5週後PE膜之2種處理發病率開始快速增加，各處理粉蝨密

度分別為21.2、16.6、8.3隻/張(圖一)；發病率分別為55.2、22.1、10.1% (圖二)，由黏紙上之粉蝨密度推測2種PE膜處理在調查第3週之單株番茄粉蝨數量已遠超過10隻，造成後續病毒病害快速傳播與發生，而阻隔紫外光處理下，可能因粉蝨維持低密度族群而降低其傳毒效率，減緩病毒病害發生進程。



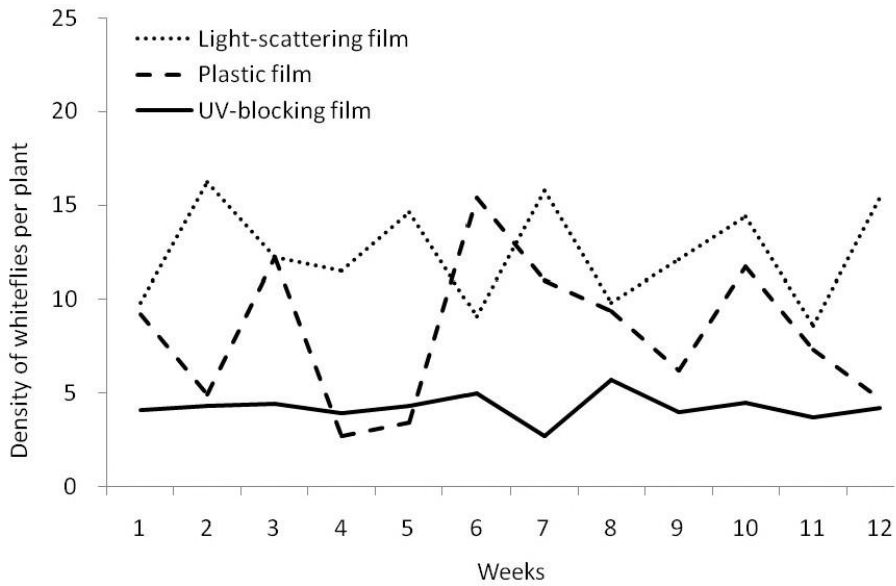
圖一、各處理春夏季粉蝨平均密度變化

Fig. 1. The dynamic trend of whitefly population in each treatment during spring and summer



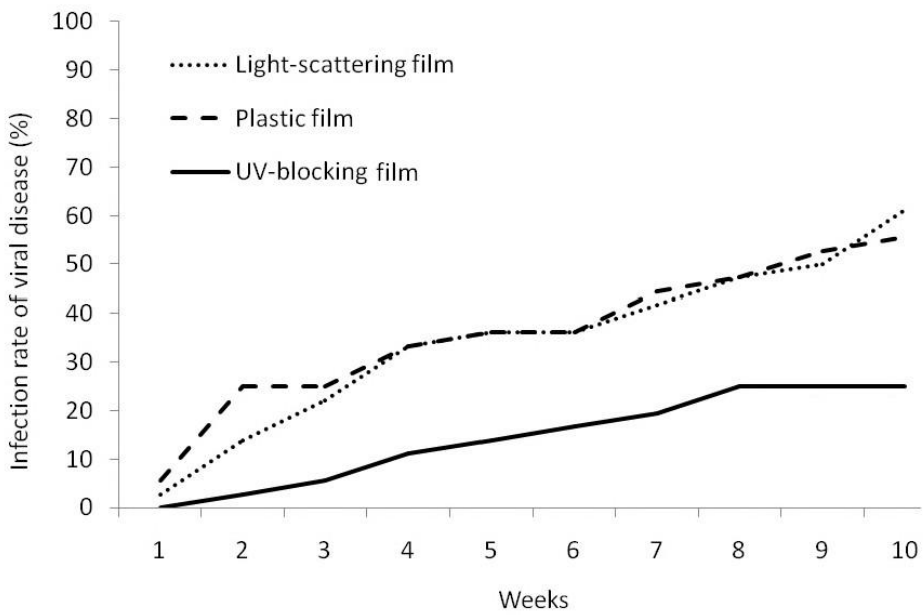
圖二、各處理春夏季番茄捲葉病毒病平均發生率

Fig. 2. The infection rate of tomato leaf curl in each treatment during spring and summer



圖三、各處理秋冬季粉蝨平均密度變化

Fig. 3. The dynamic trend of whitefly population in each treatment during fall and winter



圖四、各處理秋冬季番茄捲葉病毒病平均發生率

Fig. 4. The infection rate of tomato leaf curl in each treatment during fall and winter

以上結果顯示，小型簡易溫室在番茄定植2週後即有粉蝨入侵，春夏季防治適期可能在定植後4週內，秋冬季由於定植時間多為9月，一般田間粉蝨密度可能還未減少，故需在定植後2週內採行防治措施。因粉蝨傳毒至番茄植株發病通常需1~3週，阻隔紫外光環境下之病害發展進程較緩和，有利農友陸續發現並移除病株，即時採行防治措施以減低損失。阻隔紫外光覆蓋資材較一般農用膜價格高昂，以本次試驗溫室為例，費用為一般農用膜的4.8倍，一般農用膜之平均年限約為2.5年，阻隔紫外光材質之平均年限約在10年以上，耐用年限約是一般農用膜4倍，故以10年以上長期投入成本而言差異不大，但可降低粉蝨防治成本與可能損失、兼有通風良好及簡易搭設之優點，應適合農友慣行栽培操作模式。

本試驗亦調查番茄於各處理間之外觀性狀有無差異(表一)，結果顯示阻隔紫外光環境下除始熟日數較一般農用膜晚約1週，開花日數、結果率、單果重均無顯著差異，但本試驗未採行任何防治措施，因此2種PE膜處理之總花序數量明顯低於阻隔紫外光區。秋冬季病害進展較緩慢，阻隔紫外光區即使不採任何防治措施，也有75%植株未發病且達到一般農友7~8串果的生產需求，後續觀察試驗發現單株番茄最多可留14串果實，若配合防治措施，有潛力再將生產期及產量往後推延至夏季末，可節省更多育苗及前期管理的成本與時間，提高單位面積產量。

表一、冬季3種溫室覆蓋下番茄性狀調查比較

Table 1. The differences of growth characters of winter tomato under three types of greenhouse cover

Types of cover	Fruit setting (%)	Days to flowering	Days to maturation	Average fruit weight (g)	Average truss numbers after 9 weeks
Light-scattering film	38.2±10.1	28	76	113.2±13.4	4.9
Plastic film	37.4±9.8	30	79	109.6±15.2	5.3
UV-blocking material	40.3±11.3	30	85	107.3±16.8	8.1

現階段試驗結果支持阻隔紫外光環境有利設施番茄栽培，前期觀察試驗結果顯示溫室內蟲害相可能轉以危害果實及頂、側芽的夜蛾類為主。目前已有研究顯示此環境下有利白僵菌的田間活性及壽命⁽⁹⁾，現今防治夜蛾類最主要的生物製劑為蘇力菌，大多需要抗紫外線添加劑才能延長田間壽命⁽⁵⁾，若能在此環境下施用，應可更有效防治夜蛾類，且沒有農藥殘留疑慮。利用阻隔紫外光的簡易溫室栽培番茄，將是未來栽培溫室作物及病蟲害防治可參考與推廣的模式。

參考文獻

1. 彭瑞菊、陳昇寬 2006 番茄黃化捲葉病毒田間監測及銀葉粉蝨傳毒試驗 臺南區農業改良場研究彙報 48: 9-15。
2. 楊素絲、陳正次、全中和 2007 番茄新品種‘花蓮亞蔬18號’之育成 花蓮區農業改良場研究彙報 25: 23-36。

3. Antignus, Y., M. Lapidot, D. Hadar, Y. Messika and S. Cohen. 1998. Ultraviolet -absorbing screens serve as optical barriers to protect crops from virus and insect pests. *J. Econ. Entomol.* 91: 1401-1405.
4. Antignus, Y., D. Nestel, S. Cohen and M. Lapidot. 2001. Ultraviolet-deficient greenhouse environment affects whitefly attraction and flight-behavior. *Environ. Entomol.* 30: 394-399.
5. Beatriz, M. D. and F. Alberto. 2007. Ultraviolet-blocking materials as a physical barrier to control insect pests and plant pathogens in protected crops. *Pest Tech.* 1: 85-95.
6. Bell, M. L. and J. R. Baker. 2000. Comparison of greenhouse screening materials for excluding whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and thrips (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 93: 800-804.
7. Bleeker, P. M., P. J. Diergaarde, K. Ament, J. Guerra, M. Weidner, S. Schütz, M. T. J. de Both, M. A. Haring and R. C. Schuurink. 2009. The role of specific tomato volatiles in tomato-whitefly interaction. *Plant Physiol.* 151: 925-935.
8. Chiel, E., Y. Messika, S. Steinberg and Y. Antignus. 2006. The effect of UV-absorbing plastic sheet on the attraction and host location ability of three parasitoids: *Aphidius colemani*, *Diglyphus isaea* and *Eretmocerus mundus*. *Biocontrol* 51: 65-78.
9. Costa, H. S., K. L. Robb and C. A. Wilen. 2001. Increased persistence of *Beauveria bassiana* spore viability under high ultraviolet-blocking greenhouse plastic. *HortScience* 36: 1082-1084.
10. Costa, H. S., K. L. Robb and C. A. Wilen. 2002. Field trials measuring the effects of ultraviolet-absorbing greenhouse plastic films on insect populations. *J. Econ. Entomol.* 95: 113-120.
11. Doukas, D. and C. C. Payne. 2007a. Effects of UV-blocking films on the dispersal behaviour of *Encarsia Formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). *J. Econ. Entomol.* 100: 110-116.
12. Doukas, D. and C. C. Payne. 2007b. Greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) dispersal under different UV-light environments. *J. Econ. Entomol.* 100: 389-397.
13. Kumar, P. and H. M. Poehling. 2006. UV-blocking plastic films and nets influence vectors and virus transmission on greenhouse tomatoes in the humid tropics. *Environ. Entomol.* 35: 1069-1082.
14. Morris, L. 2004. Ultraviolet blocking greenhouse polythene covers for insect pest control on organic crops. <http://www.organic.aber.ac.uk/library/UVBlockingpolytunnels.pdf>. Organic Centre Wales, Institute of Rural Sciences, University of Wales Aberystwyth, Ceredigion.
15. Mutwiwa, U. N., C. Borgemeister, B. von Elsner and H. J. Tantau. 2005. Effects of UV-absorbing plastic films on greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 98: 1221-1228.
16. Nguyen, T. H. N., C. Borgemeister, J. Max and H.-M. Poehling. 2009. Manipulation of ultraviolet light affects immigration behavior of *Ceratothripoides claratris* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 102: 1559-1566.

17. Ohtsuka, K. and (MH.) Osakabe. 2009. Deleterious effects of UV-B radiation on herbivorous spider mites: they can avoid it by remaining on lower leaf surfaces. *Environ. Entomol.* 38: 920-929.
18. Raviv, M. and Y. Antignus. 2004. UV radiation effects on pathogens and insect pests of greenhouse-grown crops. *Photochemistry and Photobiology* 79: 219-226.

Investigation of Whitefly Management on Tomatoes in UV-Blocking Greenhouse¹

Da-Yuan Lin, Fei-Chan Wang, Chia-Hung Chao and Kuei-Fang Pai²

ABSTRACT

This study conducted three kinds of light environment to investigate progress of whitefly invasion and viral disease occurrence. Results revealed that whitefly invasion would begin soon after tomato transplanted. Its density could increase rapidly after 2-3 weeks and then transmit viral disease simultaneously. Under UV-blocking environment, average number of whiteflies trapped on yellow-sticky traps was lower significantly. Viral diseases also proceed at slower pace. Virus infection-rate during fall and winter periods was 54.3% in polythene films, 61.7% in light scattering polythene films, and 25% in UV-blocking material. Results during spring and summer periods were 88.6%, 98.1%, and 43.3% respectively. These results indicated UV-blocking environment was unfavorable to whiteflies and viral disease it transmits. Characters such as percentage of fruit setting, days to flowering, average fruit weight of tomatoes in each treatment were not significantly different. Days to maturation of tomatoes were 1 week later under UV-blocking environment compared to the other treatments. Average truss number also could reach production requirements of farmers without any pest control strategy. Our results suggest that UV-blocking environment would be suitable for management of tomato whiteflies and viral disease it transmitted.

Key words: UV-blocking materials, pest management, whiteflies, walk-in tunnel, tomato leaf curl

¹ Contribution No. 0814 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher, Assistant Researcher, Associate Researcher, Researcher and Chief of Crop Environment Section of Taichung DARES, COA.

栽培密度及肥料量對蓖麻產量之影響¹

林雲康、廖英男、陳銀斌、廖宜倫²

摘 要

為建立蓖麻高產栽培技術，本試驗使用亞洲大學育成之矮株高產品系LCR13，於彰化縣大村鄉及芳苑鄉進行區域試驗，探討栽培地區、栽培密度與肥料用量對蓖麻生長與種子產量之影響，建立該育成系之田間性狀表現與栽培技術資料。在彰化縣大村鄉及芳苑鄉兩地試驗結果顯示，LCR13因單株蒴果數較多，單位面積產量較亞洲綠能公司商業品種為高，彰化縣大村鄉春作的單位面積產量達2,296 kg/ha，且植株較低矮，不易裂莢，適合機械收穫。在氮、磷、鉀三要素肥料不同的施用量級下，除穗軸長度外，對蓖麻品種LCR13之株高、單株蒴果數、百粒重及單位面積產量有顯著影響。肥料施用量以氮肥120~180 kg/ha，磷肥60~90 kg/ha，鉀肥90 kg/ha較適宜。而在不同栽培密度比較試驗中，春作以行株距110 × 80 cm 的處理產量最高，秋作則以行株距110 × 80 cm及110 × 100 cm兩處理有較高的單位面積產量。

關鍵詞：蓖麻、肥料、栽培密度

前 言

蓖麻(*Ricinus communis* L.)別名紅麻、草麻、八麻子、牛蓖等，為大戟科(Euphorbiaceae)、蓖麻屬(*Ricinus*)一年生或多年生木質草本植物。蓖麻屬於雌雄同株異花之異交作物，雌花在穗軸上方、雄花在下方，且開花期不一致，需藉由風媒或蟲媒協助其授粉。蓖麻原產非洲東部，後傳播到巴西、泰國、阿根廷、美國與中國等地。目前全世界蓖麻栽培面積每年約300萬公頃，主要栽培國家有印度、中國、巴西，三國總產量占世界總量的80%^(1,20)。由於蓖麻種子所提煉之蓖麻油屬不乾性油，理化性質穩定，在-18℃仍可保持流動，-40℃不會固結硬化，500~600℃的高溫下不變質、不燃燒，且化學衍生物繁多。因此除作為機械、航空潤滑油外，也是人造合成纖維、塗料、橡膠工業的原料⁽¹⁷⁾。在美國、歐洲等工業技術發達國家，蓖麻油之化學衍生物已達3,000多種⁽⁷⁾，為全球重要的油料作物。蓖麻因為栽培適應性廣，利用休、廢耕地種植蓖麻之發展潛力頗高，不與糧食作物競爭良田。此外，除不適耕作之貧瘠土壤外，在受重金屬污染之農地，蓖麻也可作植生復育栽培用^(11,15)。蓖麻種子可榨油外，全株根、莖、葉都可利用。蓖麻葉可用於養殖蓖麻蠶，其蠶絲可與家蠶絲混用，作絹紡原料⁽⁹⁾；

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0866 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、研究助理、助理研究員、助理研究員。

莖桿富含纖維質，是造紙和人造棉的原料；蓖麻籽榨油後殘餘之蓖麻粕富含氮、磷、鉀等元素，可作為肥料；蓖麻根含有毒蛋白，可作為生物性防蟲劑等⁽²⁾。因此蓖麻是經濟價值頗高的作物，目前國內尚未針對蓖麻栽培方法進行研究，本試驗旨在探討栽培地區、不同栽培密度及施肥量對於蓖麻產量之影響，建立蓖麻合適的栽培管理模式。

材料與方法

材料準備

以亞洲大學所提供蓖麻品系LCR13與亞洲綠能公司之商業品種(亞綠)作為區域試驗參試材料，亞綠為大粒種，在粒長、粒寬及百粒重都明顯高於LCR13 (表一) (圖一)，肥料及密度試驗則僅以LCR13為材料。蓖麻種子在種植前先以1%次氯酸鈉浸泡消毒1小時，洗淨後保持濕潤1天，使種殼軟化易於發芽，提高發芽整齊度。除密度試驗各處理間株距不同外，區域試驗及肥料試驗均採行距110 cm、株距100 cm的栽培密度進行試驗(每公頃9,091株)，每穴種植三粒種子，待成苗後間拔留一株，待種子發芽後30日進行中耕時，施用肥料於植株莖基部旁10 cm處。

區域試驗

選擇彰化縣大村鄉及芳苑鄉兩地，作為區域試驗地點。採逢機完全區集設計，三重複，小區面積為 5.5 m^2 ($1.1 \text{ m} \times 5 \text{ m}$)，於中耕時施用台肥43號複合肥料每株50公克。

栽培密度試驗

試驗於彰化縣大村鄉進行，採逢機完全區集設計，三重複，小區面積為 44.0 m^2 ($1.1 \text{ m} \times 40.0 \text{ m}$)。各栽培密度處理行距皆為110 cm，株距則分為120、100、80及60 cm，換算每公頃株數為7,576、9,091、11,364及15,152株，於中耕時施用台肥43號複合肥料每株50公克。

肥料試驗

試驗於彰化縣大村鄉進行，肥料採用硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀。試驗每公頃氮肥分60、120及180公斤三等級，磷肥分30、60及90公斤三個等級，鉀肥分30、60及90公斤三個等級，共8種肥料處理，不完全組合。田區試驗採逢機完全區集設計，四重複，計32小區，小區面積 5.5 m^2 ($1.1 \text{ m} \times 5 \text{ m}$)，肥料於中耕時施用。

農藝性狀調查方法

- (1) 株高：蓖麻植株基部至最高處之距離，以公分(cm)表示。
- (2) 最低穗位高：蓖麻植株基部至最低穗位基部之距離，以公分(cm)表示。
- (3) 穗軸長度：自莖桿與穗軸連接處始測量穗軸長度，以公分(cm)表示。
- (4) 單株蒴果數：計算蓖麻植株上所有蒴果數目(個)。
- (5) 百粒重：蓖麻蒴果乾燥脫殼後，逢機選取100粒秤重，並計算平均值，以克(g)表示。
- (6) 單位面積產量：依小區收穫種子重量，計算每公頃蓖麻種子產量，以kg/ha表示。

統計分析

調查各處理間植株株高、最低穗位高、穗軸長度、單株蒴果數、百粒重、單位面積產量之農藝性狀，並利用SAS統計分析系統進行變方分析。以最小顯著性差異法(Least Significant Difference test, LSD)比較各處理組平均值之差異顯著性(SAS, 2002)

表一、參試蓖麻品系種子性狀比較

Table 1. The appearance differences of castor bean varieties

Line	Seed length (cm)	Seed width (cm)	Shape	Ground color	Veins color	100-seed weight (g)
Asia Green	1.7-2.0	1.0-1.3	Elliptic	Brown, Black, Tan	Gray	63.4
LCR13	1.2-1.5	0.7-0.9	Ovoid	Gray	Brown, Black, Tan	24.2



圖一、參試蓖麻品系種子外觀比較[A:亞洲綠能公司之商業品種(亞綠)B:蓖麻品系 LCR13]

Fig. 1. The appearance of castor bean in A. variety from Be Rich Green Energy Biotech Co., LTD. and B variety, LCR13

結果與討論

蓖麻品種特性比較

區域試驗結果(表二)顯示LCR13及亞洲綠能公司商業種(亞綠)兩品種在株高、穗軸長度、單株蒴果數、百粒重及產量上都有顯著差異。亞綠除株高及最低穗位高較LCR13高外，百粒重也較重，但LCR13在穗軸長度、單株蒴果數及單位面積產量的表現上高於亞綠。株高以亞

綠在彰化縣芳苑鄉春作的表現最高(303.7 cm)，而兩品種在彰化縣芳苑鄉秋作株高較低矮，LCR13的平均株高僅124.3 cm。LCR13的穗軸長度、單株蒴果數及單位面積產量都以彰化縣大村鄉的春作表現較好，穗軸長度為46.5 cm，單株蒴果數為243顆，單位面積產量達2,272 kg/ha。

蓖麻單位面積產量決定於單位面積株數、單株蒴果數與百粒重。張等⁽⁸⁾指出，要提高蓖麻產量，首先考慮的性狀為主穗及一、二次分枝的穗長、單株蒴果數、單株有效穗數及百粒重。穗長影響蒴果數，而單株有效穗數與品種生育期長短及主穗與一、二次分枝穗的整齊度有關。因此未來對於高產蓖麻選育可以這些性狀進行選拔。此外，目前全球蓖麻育種的方向還包括早熟性、機械收穫適性及病蟲害的抗性。其適當的種子成熟日數應在150日內，植株株高低於150 cm，方適合機械化作業⁽¹⁶⁾。參試品種LCR13在春作約120日可採收種子，秋作則延遲至150日採收，株高春作約180 cm，秋作約170 cm，且主穗及其一、二次分枝穗可一併收穫，又不易裂果的特性，適合發展機械收穫。對照組亞綠品種雖為大粒種，但生育期長，且單株蒴果數少、易裂莢造成產量損失，夏季株高可達3 m(彰化縣芳苑鄉春作)，單位面積產量不高。相較之下，LCR13較適合作為大規模機械化的蓖麻籽實生產使用。

表二、蓖麻區域試驗之產量與農藝性狀(2013年)

Table 2. The yield and agronomic characters of the castor bean varieties in regional trials of spring and autumn crops, 2013

Crop Season	Location	Line	Plant height (cm)	Lowest ear height (cm)	Ear length (cm)	Number of capsules per plant	100-seed weight (g)	Grain yield (kg/ha)
Spring	Dacun	LCR13	180.7	73.9	46.5	243.0	34.7	2,296
		Asia Green	188.1	96.5	24.0	31.0	67.9	582
		T test	* ¹	*	*	*	*	*
Spring	FangYuan	LCR13	190.3	134.9	41.0	224.0	30.7	1,901
		Asia Green	303.7	187.9	37.2	81.0	45.3	959
		T test	*	*	*	*	*	ns
Autumn	Dacun	LCR13	170.0	117.0	40.7	104.7	38.3	1,092
		Asia Green	179.7	119.7	23.0	22.7	71.7	443
		T test	*	ns	*	*	*	*
Autumn	FangYuan	LCR13	124.3	58.0	37.3	85.7	35.0	820
		Asia Green	181.7	97.7	31.7	37.7	53.7	552
		T test	*	*	*	*	*	*

¹ ns and *: nonsignificant and significant at P = 5% level, respectively.

密度試驗

在密度試驗中，蓖麻株高在春作(表三)以株距100 cm時最高(188.1 cm)，株距60 cm時最矮(160.2 cm)，秋作(表四)以株距120 cm最高(184.3 cm)，其他處理間無顯著差異。穗軸長度在春作以株距60 cm時最短(25.9 cm)，株距100 cm (41.7 cm)及120 cm (40.6 cm)時最長，兩者間

無顯著差異，而秋作則各處理間無顯著差異。單株蒴果數在春作以株距 60 cm 最少，其餘各處理間無顯著差異，秋作同樣以株距 60 cm 時最少，80 cm 次之，100 cm 再次之，120 cm 時最多。百粒重於春作時在各處理間無顯著差異，而秋作除株距 60 cm 時最少外，其餘處理間無顯著差異。在單位面積產量表現上，株距 60 cm 的處理雖有最高的栽培密度，但因單株蒴果數少，影響產量的表現，在兩期作產量表現最少。試驗結果顯示，產量在行株距 110×80 cm (11,364 株/公頃) 及 110×100 cm (9,091 株/公頃) 時的表現較好。春作時以行株距 110×80 cm 處理之產量最高 (1,545 kg/ha)，秋作時 110×80 cm (1,235 kg/ha) 及 110×100 cm (1,250 kg/ha) 兩處理之表現明顯高於其他處理。

表三、2013 年春作不同栽培密度下蓖麻農藝性狀表現

Table 3. Effects of plant spacing on the agronomic and yield characters of castor bean in spring crop, 2013

Spacing (cm)	Plant height (cm)	Lowest ear height (cm)	Ear length (cm)	Number of capsules per plant	100-seed weight (g)	Grain yield (kg/ha)
60	160.2 c ¹	108.5	25.9 c	70 b	29.5	940 d
80	183.3 a	107.8	36.8 b	153 a	29.8	1,545 a
100	188.1 a	108.3	41.7 a	163 a	32.1	1,424 b
120	175.3 b	97.7	40.6 a	157 a	34.4	1,237 c
LSD 5%	5.3	ns	1.2	12.4	ns	117.2

¹ Means separation within columns by LSD test at $p \leq 0.05$.

表四、2013 年秋作不同栽培密度下蓖麻農藝性狀表現

Table 4. Effects of plant spacing on the agronomic and yield characters of castor bean in autumn crop, 2013

Spacing (cm)	Plant height (cm)	Lowest ear height (cm)	Ear length (cm)	Number of capsules per plant	100-seed weight (g)	Grain yield (kg/ha)
60	173.3 b ¹	110	41.0	62.0 d	32.7 b	934 c
80	175.0 b	110	40.0	93.7 c	38.7 a	1,235 a
100	174.0 b	101.7	40.3	117.3 b	39.0 a	1,250 a
120	184.3 a	112.3	44.7	125.0 a	39.7 a	1,134 b
LSD 5%	2.5	ns	ns	7.3	1.1	96.9

¹ Means separation within columns by LSD test at $p \leq 0.05$.

依據 Lopes 等⁽¹⁴⁾在巴西進行的蓖麻栽培密度試驗顯示，在夏季水分供應充足的情況下，栽培密度越高，因植株彼此間競爭，使植株更高，而在冬季缺乏水分供應時，株高不僅較夏季栽培時低矮，且栽培密度越高，植株所能分配的水分供應更少，使植株更低矮。每株穗數在夏季及冬季都隨著栽培密度增加而減少，而每穗蒴果數在夏季時亦隨著栽培密度增加而減少，使單位面積產量受到影響。其他研究也顯示，株距增加(栽培密度下降)，蓖麻單株穗數、單株蒴果數亦隨之增加，而株距減少(栽培密度增加)，將導致大量養份聚集在主穗或一次分枝上，影響其餘各級穗發育及每株籽實粒數^(6,10)。因此提高栽培密度，並避免過度密植導致

單株穗數及單株蒴果數的減少，可提高產量。本試驗結果顯示蓖麻品種LCR13在行株距110×60 cm時，其株高、單株蒴果數較其他栽培密度處理少，因而影響單位面積產量，其合適的栽培密度應在每公頃9,091至11,364株之間。

肥料試驗

春作試驗結果顯示(表五)，不同氮肥用量間(60、120、180 kg/ha)，180-60-60對120-60-60及60-60-60兩處理在株高、粒重、單位面積產量均達顯著差異，氮肥用量180及120 kg/ha對60 kg/ha之單株蒴果數亦達顯著差異，顯示氮肥180 kg/ha處理對蓖麻株高、粒重、蒴果數及單位面積產量的提昇有幫助。不同磷肥用量間(30、60、90 kg/ha)，120-90-60對120-60-60及120-30-60兩處理在粒重表現達顯著差異，磷肥用量90及60 kg/ha對30 kg/ha之單位面積產量表現達顯著差異，但磷肥各用量間在株高表現上無明顯差異。而不同鉀肥用量間(30、60、90 kg/ha)，120-60-90對120-60-60及120-60-30兩處理在單株蒴果數、粒重、單位面積產量均達顯著差異，而株高表現在120-60-90及120-60-60兩用量間無顯著差異。

表五、2013年春作不同肥料施用量級下蓖麻農藝性狀的表現情形

Table 5. Effects of fertilization treatments on the agronomic and yield characters of castor bean (spring crop, 2013)

Fertilizer treatments N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Plant height (cm)	Lowest ear height (cm)	Ear length (cm)	Number of capsules per plant	100-seed weight (g)	Grain yield (kg/ha)
0-0-0	144.7 f1	62.7 d	35	169.7 c	33.7 c	1,546 d
60-60-60	169.3 d	78.7 bc	37	165.3 c	35.7 b	1,611 d
120-60-60	171.0 bcd	77.0 c	39	195.3 b	35.3 b	1,880 c
180-60-60	175.3 a	79.3 bc	39	199.3 ab	39.3 a	2,134 b
120-30-60	173.7 abc	81.7 b	40	159.3 c	36.3 b	1,578 d
120-60-30	166.0 e	77.0 c	35	160.3 c	36.7 b	1,597 d
120-90-60	174.7 ab	80.3 bc	42	176.3 c	39.7 a	1,922 c
120-60-90	172.0 bcd	88.0 a	41	213.7 a	40.0 a	2,330 a
LSD 5 %	3.1	3.8	ns	17.1	1.4	171.2

¹ Means separation within columns by LSD test at $p \leq 0.05$.

在秋作試驗結果(表六)中，不同氮肥用量間(60、120、180 kg/ha)，180-60-60對120-60-60及60-60-60兩處理在株高達顯著差異，氮肥用量180及120 kg/ha對60 kg/ha在單株蒴果數、粒重及產量達顯著差異，氮肥120及180 kg/ha處理對蓖麻蒴果數、粒重及單位面積產量的提昇有幫助。不同磷肥用量間(30、60、90 kg/ha)，兩處理120-90-60及120-60-60對120-30-60在株高、蒴果數、粒重及產量達顯著差異。而不同鉀肥用量間(30、60、90 kg/ha)，180-60-90及180-60-60兩處理對180-60-30在株高、蒴果數及產量均達顯著差異，而粒重的表現在鉀肥各用量間不顯著。

表六、2013 年秋作不同肥料施用量級下蓖麻農藝性狀的表現情形

Table 6. Effects of fertilization treatments on the agronomic and yield characters of castor bean (autumn crop, 2013)

Fertilizer treatments N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Plant height (cm)	Lowest ear height (cm)	Ear length (cm)	Number of capsules per plant	100-seed weight (g)	Grain yield (kg/ha)
0-0-0	151.0 f ¹	76.7 e	44	60.7 f	32.0 c	530 e
60-60-60	166.0 c	78.3 d	43	117.0 c	33.3 b	1,061 c
120-60-60	168.0 bc	81.0 bc	45	128.7 a	35.0 a	1,223 b
180-60-60	172.0 a	86.0 a	43	130.3 a	35.3 a	1,261 a
120-30-60	160.0 e	78.7 cde	43	75.7 e	33.7 b	690 d
120-60-30	163.0 d	78.0 de	44	113.0 d	34.3 ab	1,055 c
120-90-60	170.7 ab	83.0 b	45	124.7 b	35.3 a	1,197 b
120-60-90	168.7 bc	80.3 c	43	129.0 a	34.7 a	1,219 b
LSD 5 %	2.7	2.5	ns	3.4	1	36.1

¹ Means separation within columns by LSD test at $p \leq 0.05$.

綜合兩期作結果顯示蓖麻株高春作及秋作以 180-60-60 處理的表現最好。而氮磷鉀三要素的施用對蓖麻蒴果數、粒重及產量的表現有提昇的效果。蓖麻春作的單株蒴果數、百粒重及產量較秋作高。各處理間的單株蒴果數、粒重及產量的表現春作以 120-60-90 的表現最好，而秋作除 60-60-60、120-30-60、120-60-30 等氮磷鉀施用量較少的處理外，其他各處理在產量的表現上無顯著差異。周等⁽⁵⁾研究顯示蓖麻在磷肥施用量為 46~92 kg/ha 時，可提高葉綠素含量、葉面積等光合反應速率相關性狀表現，促進乾物質的累積，在此施用量範圍內上述性狀表現與施用量呈正比。本試驗結果磷肥施用量同樣在 60 及 90 kg/ha 處理下有較好的產量表現。

根據 Reddy 及 Matcha 進行蓖麻對氮肥需求量的研究顯示^(18,19)，氮肥主要影響蓖麻的地上部根葉比，減少氮肥供應會提高根葉比。除根部乾重外，株高、莖節數、葉面積、葉乾重、莖乾重及蒴果重皆受氮肥供應減少的影響而降低。周等⁽⁴⁾研究氮肥施用對蓖麻籽實乾物質累積的影響，當每公頃施氮量為 150 kg 時，蓖麻在開花期及籽實充實期乾物質累積速率為最快，有利於養分向花序等產量性狀轉運，促進果穗形成和籽實充實，進而提高產量。亦有其他研究結果顯示氮肥的施用對蓖麻籽實產量有顯著效果^(6,12)。本試驗結果亦顯示氮肥的施用除提高蓖麻株高的表現外，對蓖麻單株蒴果數、百粒重及產量的表現有提昇的效果。

蓖麻自播種到收穫種子，主穗及第二、第三分枝穗先後陸續進行分化發育，其生育期間同時進行營養生長及生殖生長。不同的生育期，對養分需求的種類及數量上應有所差異。江等進行蓖麻各生育期吸收氮、磷、鉀轉化為乾物質的規律性研究⁽³⁾，蓖麻根、莖、葉、花等器官在各生育時期對氮、磷、鉀呈現不同的吸收速率及需求，其生育期的生長速率呈現慢、快、慢、快、慢的規律。又蓖麻籽實充實期間，氮、磷、鉀及其餘礦物質由蒴果轉運至籽實的量不多，故整個生育期需要穩定地提供養分以獲得高產⁽¹³⁾。未來除了肥料施用種類的用量外，可進一步針對施用次數及施用時期的效果進行研究，以提高肥料的利用效率及產量，確立完整的蓖麻肥培技術。

誌 謝

本試驗承科技部計畫補助經費(NSC-101-3113-P-468-001)，亞洲大學提供試驗材料，及雜糧特作研究室同仁配合，方得順利完成，謹誌謝忱。

參考文獻

1. 朱倩、郭志強、王宏偉、曹越、張宏斌 2009 中國蓖麻產業現狀與發展建議 現代農業科技 16: 15-19。
2. 李心文 2010 蓖麻 p.92~162 胡麻 紅花 蓖麻栽培技術問答 中國農業出版社 北京。
3. 江惠琮、李文昌、郭順堂、蘇德純 2006 雲南紅壤上蓖麻乾物質積累和N、P、K吸收規律研究 中國油料作物學報 28(3): 324-329。
4. 周桂生、萬樹文、董偉偉、李軍、封超年、陸建飛、欽佩 2009 施氮量對蓖麻花後乾物質積累、產量和產量構成的影響 中國油料作物學報 31(1): 39-43。
5. 周麗娟、牟金明、鄭永照、王春龍、謝志明、王曉磊 2010 磷肥對蓖麻不同生育期光合特性的影響 中國油料作物學報 32(3): 408-412。
6. 周桂生、李軍、童晨、董偉偉、夏玉榮、陸建飛、封超年 2011 密度和施氮量對沿海中度鹽鹼地蓖麻磷素吸收的影響 中國油料作物學報 33(5): 482-486。
7. 陳家平 2002 蓖麻油市場需求量急劇上升 湖南農業 6: 33。
8. 張錫順、楊建國、楊若菡、徐甯生、劉旭雲、杜剛 2006 蓖麻數量性狀遺傳距離與雜種優勢關係的研究 中國農業科學 39: 633-640。
9. 季景元、周學淳 1950 蓖麻摘葉對於植株生長及種子產量之影響 台灣農業研究 1(3): 1-12。
10. 蔣小軍 2007 不同種植密度對蓖麻生長性狀與產量的影響 現代農業科技 11: 8-13。
11. Ananthi, T. A. S., R. S. Meerabai and R. Krishnasamy. 2012. Potential of *Ricinus Communis* L. and *Brassica Juncea* L. Czern. under natural and induced Pb phytoextraction. Univers. J. Environ. Res. Technol. 2(5): 429-438.
12. Hikwa, D. and M. Mugwirai. 1997. Response of castor cultivar "Hale" to rate and method of nitrogen application in different environments of Zimbabwe. Afr. Crop Sci. J. 5: 175-188.
13. Hocking, P. J. 1982. Accumulation and distribution of nutrients in fruits of castor bean (*Ricinus communis* L.). Ann. Bot. 49: 51-62.
14. Lopes, G. E. M., H. D. Vieira and F. L. Partelli. 2013. Response of castor bean plants to different row spacings and planting seasons. Am. J. Plant Sci. 4: 10-15.
15. Malarkodi, M., R. Krishnasamy and T. Chitdeshwari. 2008. Phytoextraction of nickel contaminated soil using castor phytoextractor. J. Plant Nutr. 31: 219-229.

16. Milani, M. and M. B. M. Nóbrega. 2013. Castor Breeding. pp. 239-254. *In*: Andersen, S. B. (eds.) Plant Breeding from Laboratories to Fields. Intech. Croatia.
17. Ogunniyi, D. S. 2006. Castor oil: a vital industrial raw material. *Bioresource Technol.* 97: 1086-1091.
18. Reddy K. R. and S. K. Matcha. 2010. Remote sensing algorithms for castor bean nitrogen and pigment assessment for fertility management. *Ind. Crop Prod.* 32: 411-419.
19. Reddy K. R. and S. K. Matcha. 2010. Quantifying nitrogen effects on castor bean (*Ricinus communis* L.) development, growth, and photosynthesis. *Ind. Crop Prod.* 32: 185-191.
20. Scarpa, A. and A. Guerri. 1982. Various uses of the castor oil plant (*Ricinus communis* L.) a review. *J. Ethnopharmacol.* 5: 117-137.

Studies on the Planting Space and Fertilization Amounts on Yields of Castor Bean¹

Yun-Kang Lin², Yin-Nan Liao², Hwan-Bin Chen² and Yi-Lun Liao²

ABSTRACT

Castor bean (*Ricinus communis*) is an important feedstock of chemical and bioenergy industry. In order to determine the optimum planting space, fertilization amounts as to reach on higher yield and better agronomic characteristics of castor bean, experiments were conducted both at Dacun and FangYuan in 2013. The new castor variety (LCR13) breed by Asia University and Asia Green as control were used. The results showed that the number of capsules per plant and yield of LCR13 was higher than the control variety, Asia Green, and plant height of LCR13 and was shorter and without problem of seed shattering, which is helpful to mechanical harvesting. The yield of LCR13 at Dacun in Spring 2013 was 2,272 kg/ha. Plant height, number of capsules per plant, 100-seed weight, and yield in different level of N, P, K fertilizer was significantly different between the 2 varieties except ear length. The optimum nitrogen fertilization rate was in 120 to 180 kg/ha, where phosphate and potassium oxide was 60-95 kg/ha and 90 kg/ha, respectively. LCR13 had higher yield when the row spacing is 110 × 80 cm in Spring 2013, and it had better yield performance when the row spacing is 110×80 cm and 110×100 cm in Autumn 2013.

Key words: castor bean, fertilization, planting space

¹ Contribution No. 0866from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher, Research Assistant, Assistant Researcher and Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

利用有益微生物及袋式堆積法 製作稻殼雞糞堆肥之研究¹

蔡宜峰²、陳俊位³

摘 要

本研究探討利用有益微生物及袋式堆積法製作稻殼雞糞堆肥之相關技術，以作為日後相關農業副產物再生資源化的支援技術。試驗包括(A)不加菌、無覆蓋；(B)不加菌、覆蓋不織布；(C)接種木黴菌(*Trichoderma* sp.)分離菌株(TCT111)及芽孢桿菌(*Bacillus* sp.)分離菌株(TCB10007)、無覆蓋；(D)接種木黴菌(*Trichoderma* sp.)分離菌株(TCT111)及枯草桿菌(*Bacillus* sp.)分離菌株(TCB10007)、覆蓋不織布等四種處理，堆肥材料為稻殼雞糞，每一試驗處理約1,150 kg。由試驗結果顯示，有接種TCT111及TCB10007等處理C及D的堆肥溫度可以在堆積第2日達到60℃，且在堆積第2~12日期間堆肥溫度均可維持60℃以上，處理A及B的堆肥溫度則在堆積第5~10日期間堆肥溫度維持在60℃以上，在堆積第21日各處理堆肥溫度均降低至50℃以下。堆積第30日稻殼雞糞堆肥之pH值、EC值、有機質、氮、磷、鉀、鈣、鎂、銅及鋅等含量在不同處理間差異不顯著，其中EC值、有機質及氮含量較堆積前呈現減少，pH值、磷、鉀、鈣、鎂、銅及鋅等含量則呈現增加。此時A、B、C、D各處理堆肥的碳氮比分別為16.0、15.8、14.5及15.1。經利用堆肥水萃取液(堆肥與水體積比1：10)進行分析，各試驗處理之萵苣及小白菜種子發芽率分別約為83.3~95.0%及81.7~100%。顯然經堆積第30日，上述處理之稻殼雞糞堆肥的分解醱酵已達到穩定階段。

關鍵詞：稻殼雞糞、木黴菌、枯草桿菌、堆肥化

前 言

所謂堆肥化作用即利用廣泛分佈於自然界之微生物，在控制的條件下，將廢棄物中不穩定的有機組成分加以分解，轉換為安定的腐植質成分，即腐熟的堆肥^(12,14)。有機材料在適當的條件下堆積醱酵，可以縮短有機物分解的時間，而生產出物理性狀均一，化學成分穩定的高品質堆肥^(5,9)。堆肥化前有機物基質中應含有適當的營養要素成分，並需將堆肥化前有機物基質中各種營養要素成分調整至較適宜比例範圍內，以利於微生物進行堆肥化作用^(13,15)。不同的堆積材料如能接種適當的微生物菌種，將可以加速堆肥分解醱酵^(6,7)。其次在堆肥化過程

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0865 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場埔里分場研究員兼分場長。

³ 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員。

的堆積材料環境中，維持微生物最適宜之生長條件，使微生物充分的活動與繁殖，將能夠加強堆肥材料的醱酵腐熟⁽²⁰⁾。

施用未經腐熟的有機物，容易造成土壤過度還原性及釋出毒性物質等問題。如能經過適當的堆肥化處理，製成高品質有機質肥料，如此不僅可以提升農田地力，且減少有機廢棄物對環境之衝擊^(3,5,11)。微生物在堆肥化過程中，擔任有機物分解與堆肥穩定化之重要角色⁽²⁰⁾。人工接種腐熟菌群(含芽孢桿菌、放線菌、酵母菌等)增加了牛糞堆肥中微生物總體數量，豐富了微生物種群多樣性，促進了堆肥菌群演替，堆肥腐熟時間縮短，同時能夠減少堆肥過程中氮素損失⁽⁴⁾。雞糞堆肥經過接種微生物菌劑，可以明顯提高堆肥初期的醱酵溫度，加快堆肥物料的水分揮發，改變雞糞中的微生物數量，縮短堆肥醱酵週期，促進堆肥快速腐熟⁽²⁾。有鑑於目前臺灣地區多數農友仍然習慣性施用未經腐熟的禽畜糞等，易造成農田土壤特性與環境不良等困擾。因此，有必要研發建立一套成本低廉、操作方法簡易且快速的堆積腐熟技術，讓農友能夠輕易在農田周邊製作禽畜糞堆肥，並廣為接受與應用。本研究擬探討利用有益微生物及袋式堆積法加速禽畜糞堆肥腐熟之效益，研發建立簡易之標準製程方法，以供相關堆肥業者及農友應用之參考。

材料與方法

一、試驗項目與方法

本試驗於臺中區農業改良場埔里分場之露天式堆肥場進行，堆肥試驗之主要材料為稻殼雞糞(約30~35 kg/包)，包裝袋為一般肥料及飼料慣用編織袋，並利用本場微生物實驗室由中部地區有機農場土壤及自製堆肥中篩選及純化獲得之有益微生物，包括木黴菌分離菌株TCT111 (*Trichoderma* sp.)及芽孢桿菌分離菌株TCB10007 (*Bacillus* sp.)等，組合成四個處理(表一)。其中處理A不加菌、無覆蓋，於稻殼雞糞加水至約50%水分含量(重量比)；處理B不加菌、覆蓋不織布(黑色聚酯纖維、厚度1.0 mm)，於稻殼雞糞加水至約50%水分含量(重量比)；處理C為稻殼雞糞加有益菌懸液及水至約50%水分含量(重量比)、無覆蓋；處理D為稻殼雞糞加有益菌懸液及水至約50%水分含量(重量比)、覆蓋不織布。上述每一處理堆疊成6包×6層=36包稻殼雞糞(約1,150 kg)，堆積體約長265 cm×寬95 cm×高150 cm，試驗期間適逢下雨時另於堆積體上方表層加覆蓋防雨塑膠布。處理C及D先取適量有益微生物菌種(10^9 cfu/g)，加水稀釋200倍成有益菌懸液，再於每包材料中添加10公升有益菌懸液，再加水調整每包材料水分含量至50%。處理A及B於每包材料中灌注與處理C及D等量水並調整水分含量至50%，隨後立即進行堆積製作。試驗期間堆肥溫度測量及採樣位置，以堆積體長方形分成東南西北四方位，每一方位再分成高、中、低三點，計12點，分別以不鏽鋼製溫度計量測溫度(12重覆)，以及利用不鏽鋼採土器採取堆肥樣品，採樣及測量點於堆肥表面深入約20~50 cm之間。在堆肥製作期間，除了定期測量溫度，並分別於製作堆積前及堆積第30日採取堆肥材料樣品(東南西北方位4重覆)，進行pH值、EC值、有機質、氮、磷、鉀、鈣、鎂、銅及鋅等主要化學特性分析。

另以堆肥：水為1：10 (體積比)攪拌混合後，於室溫下浸置24小時，取上澄液進行萵苣(*Lactuca sativa* L.)及小白菜(*Brassica chinensis* L.)種子發芽率分析⁽¹⁾。

表一、堆肥試驗處理與材料配方(乾重)

Table 1. Treatments and raw materials in composting experiment (dry weight basis)

Treatment	Treated material		
	Rice hull- chicken manure	TCT111 (<i>Trichoderma</i> sp.) + TCB10007 (<i>Bacillus</i> sp.) ¹	Covered with nonwoven fabric ²
A	1,150 kg	0	No
B	1,150 kg	0	Yes
C	1,150 kg	360 L	No
D	1,150 kg	360 L	Yes

¹ 1 kg microorganism (>10⁹ CFU/g) diluted with 200 liters water.

² Polyester, thickness 1.0 mm.

二、化學分析項目及方法

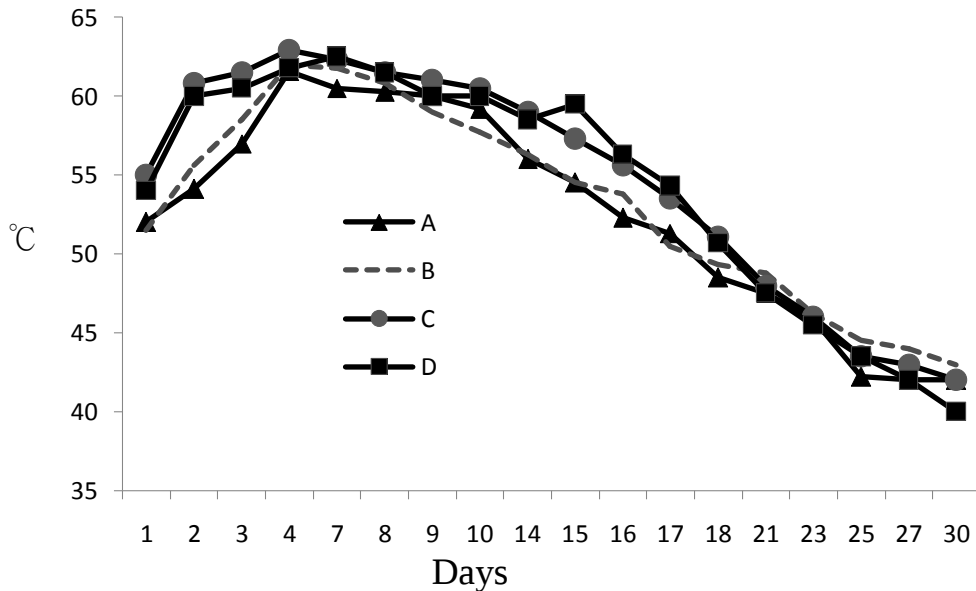
有機材料與堆肥樣品採樣後，經70℃烘乾及磨粉，再以濕灰法(硫酸)分解後測定氮、磷、鉀、鈣、鎂、銅及鋅含量，其中以微量擴散法測定全氮量⁽¹⁰⁾，利用鉬黃法呈色及分光光度計(於420 nm下)比色法測定全磷量⁽¹⁹⁾，利用燄光分析儀測定全鉀量⁽¹⁶⁾，利用原子吸收分析儀測定鈣、鎂、鋅及銅含量⁽¹⁷⁾。有機質含量採用Walkley-Black法測定⁽¹⁸⁾，pH、EC值以水：有機材料(堆肥)= 10:1 (v/v)萃取後，利用酸鹼度計及導電度計測定。

結果與討論

溫度是反應堆積材料中某一層次之微生物活動情形，當堆肥化過程進行正常時，初期溫度逐漸升高達60℃以上，然後逐漸下降至周圍溫度⁽²⁰⁾。溫度之升與降，反映出不同有機物之分解階段，爾後隨堆肥逐漸腐熟，溫度呈現下降乃至恆溫^(7, 14)。由堆積試驗期間堆肥溫度調查結果顯示(圖一)，有接種TCT111及TCB10007等處理C及D的堆肥最高溫度可以在堆積第2日達到60℃，且在堆積第2-12日期間，堆肥溫度均可維持60℃以上，在堆積第21日堆肥溫度可以降低至50℃以下。處理A及B的堆肥最高溫度則在堆積第5日達到60℃，在堆積第5~10日期間堆肥溫度維持在60℃以上。在堆積第21日各處理堆肥溫度可以降低至50℃以下，而趨近於穩定階段。

綜合圖一結果顯示，未接菌之A及B處理的堆肥最高溫度在堆積第5日以上才能達到60℃以上，而相對於使用相同材料配方且有接種分離菌株TCT111及TCB10007等複合菌株之C及D處理的堆肥最高溫度在堆積第2日內已達到60℃以上。且由本試驗製作堆積第1~20日期間，接種複合菌株之C及D處理堆肥最高溫度高於未接菌之A及B處理。顯然接種分離菌株TCT111及TCB10007等複合菌株處理對稻殼雞糞堆肥製作堆積初期具有快速增溫，且最高溫維持在60℃以上期間較長，有利於稻殼雞糞的分解醱酵。而有無覆蓋不織布處理間，包括處理A及B；或

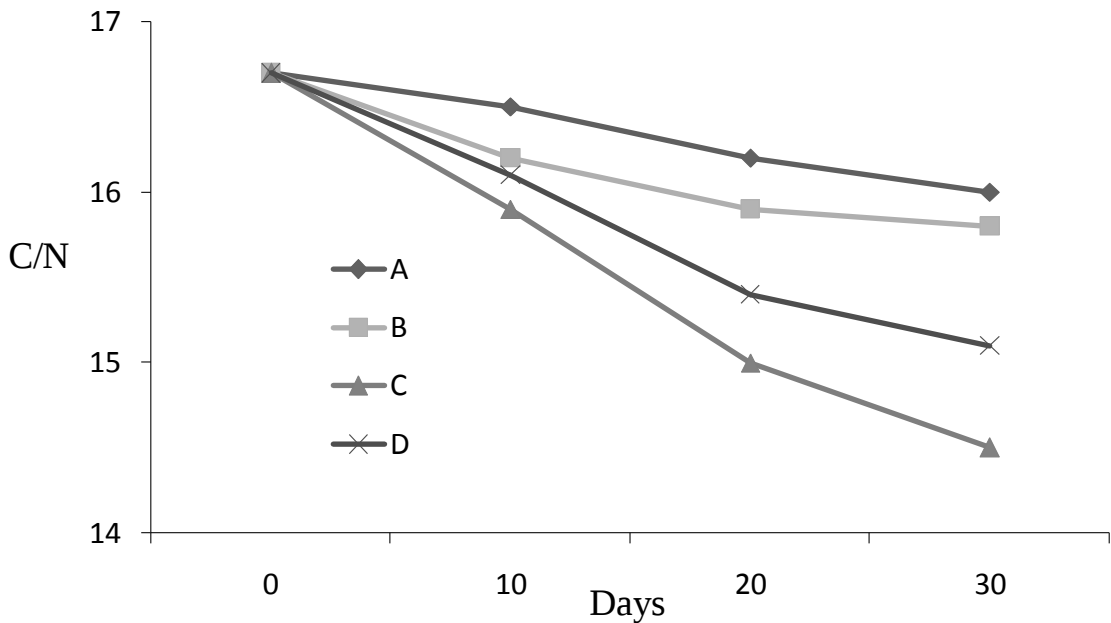
處理C及D，相對比較則無明顯的差異。由於本研究目的是開發建立一套成本低廉、操作方法簡易且快速的堆積方法，以期取代目前多數農友仍慣用生鮮未發酵禽畜糞的習性，由上述結果初步顯示，利用袋式堆積法及接種分離菌株TCT111及TCB10007處理，在堆積第2~12日期間，堆肥最高溫度可維持60℃以上，顯然已經達到促進稻殼雞糞分解醱酵的目標。



圖一、稻殼雞糞堆肥製作期間之溫度變化

Fig. 1. The temperature variation of rice hull- chicken manure composts during composting process

堆肥製作堆積過程中，主要是利用微生物將有機材料加以分解醱酵，當微生物進行分解作用時，需要碳當作生活能源，同時也需氮維持生命及建造體細胞^(12,20)。基本上，堆肥腐熟度尚無法由單一指標予以判斷，經由檢測堆肥化過程中堆肥材料碳氮比(C/N)的變化與穩定趨勢，可視為判斷堆肥腐熟指標之一^(7,14)。由本研究稻殼雞糞堆肥在製作堆積過程中堆肥材料C/N之變化結果顯示(圖二)，有接種分離菌株TCT111及TCB10007等複合菌株處理C及D的堆肥材料C/N在製作堆積第30日內分別為14.5及15.1，未接菌處理A及B的堆肥材料C/N在製作堆積第30日分別約為16.0及15.8，顯然有接種分離菌株TCT111及TCB10007等處理的堆肥C/N較低於未接菌處理者，顯示有接菌的C及D處理具有較快的分解效率，使堆肥C/N可以較快降低而趨近於穩定階段。另無論有無接菌處理，比較有無覆蓋不織布處理(A及B或C及D)間堆肥材料C/N則無一致效應且差異不大，顯然有無覆蓋不織布處理對堆肥材料C/N幾無影響。本研究稻殼雞糞C/N由堆積試驗前16.8逐漸降至堆積第30日之14.5~16.0，且處理堆肥C/N之變化已有趨緩情形，顯示本研究各處理稻殼雞糞堆肥的分解醱酵在堆積第20~30日已漸趨近穩定階段。研究指出當堆肥材料在堆積過程經由微生物進行醱酵分解時，有機材料中之碳氮比會逐漸降低至穩定，此時堆肥也接近腐熟階段⁽¹²⁾。



圖二、稻殼雞糞堆肥製作期間之堆肥 C/N 變化

Fig. 2. The C/N ratio variation of rice hull- chicken manure composts during composting process

當堆肥材料在堆積分解過程進行時，有機材料的碳水化合物、纖維素及部份木質素等有機組成分，會被微生物逐漸分解生成二氧化碳及水，致使堆肥材料的有機碳量及乾物量減少^(12, 15)，另外堆肥體部分區域會呈現還原態及pH值升高，前者易使硝酸態氮還原產生脫氮作用，後者易造成銨態氮轉化成氨氣而揮失⁽¹⁴⁾。亦有研究指出，碳氮比較高的有機材料，可在堆肥製作前添加適量的尿素或磷酸等化學肥料資材，在堆肥化過程中，亦會經由微生物作用且轉化成有機型態，而增加腐熟堆肥的肥料成分含量⁽⁸⁾。由本研究製作堆積第0及30日稻殼雞糞堆肥之主要化學特性分析結果顯示(表二)，在堆積第30日4種處理稻殼雞糞堆肥pH值、EC值、有機質、氮、磷、鉀、鈣、鎂、銅及鋅等成分含量在不同處理間差異不顯著。由表二亦顯示，稻殼雞糞之主要化學特性經過堆積30日後，其中EC值、有機質及氮含量呈現減少，pH值、磷、鉀、鈣、鎂、銅及鋅等含量呈現增加。一般堆肥化過程中，堆肥材料中碳及氮將因分解生成二氧化碳及氮而揮失，磷、鉀、鈣及鎂等成分在理論上僅有型態之轉化而不易損失，少數可能損失的途徑是經由肥水流失⁽⁸⁾。本研究採用袋式堆積法，堆積體上方表層逢下雨時另加覆蓋防雨塑膠布，顯然有減少肥料成分流失情形之功能。

利用檢測蔬菜種子發芽率，亦可做為判斷堆肥腐熟指標之一⁽¹⁾。由本研究製作堆積第30日稻殼雞糞堆肥之水萃取液(堆肥與水體積比1:10)進行萵苣及小白菜種子發芽率分析結果顯示(表三)，播種後第9日萵苣幼苗存活率在不同處理間差異不顯著，各處理均可達到90%以上。播種後第9日小白菜幼苗存活率在不同處理間互有差異，其中以C處理較高，在播種後第9日

之小白菜幼苗存活率均可達到95%以上；其次分別為D處理約93.3~96.7%及B處理約90.0~93.3%；以A處理約81.7~86.7%較低，顯示有接種分離菌株TCT111及TCB10007等複合菌株處理C及D的小白菜幼苗存活率較高於未接菌的A及B處理。

表二、試驗堆積第0及30日稻殼雞糞堆肥之主要化學特性分析

Table 2. The main chemical characteristics of rice hull-chicken manure composts at day 0 and 30 after piling

Treatment ¹	pH (1:10)	EC (1:10)	OM	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn
		(dS/m)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Day 0	7.04	4.49	706	24.6	12.9	19.9	22.8	4.04	53.7	269
Day 30										
A	7.38a ²	4.29a	644a	23.2a	13.5a	20.4a	28.7a	4.80a	57.1a	302a
B	7.28a	4.21a	647a	23.8a	13.7a	19.0a	27.3a	4.32a	54.6a	300a
C	7.29a	4.33a	636a	25.6a	14.4a	20.8a	29.0a	4.71a	56.6a	318a
D	7.30a	4.20a	632a	24.7a	13.8a	19.2a	26.2a	4.18a	55.9a	304a

¹ See Table 1.

² Values followed by the same letter within a column are not significantly different at $p < 0.05$ level based on Duncan's Multiple Range Test.

表三、試驗堆積第30日稻殼雞糞堆肥水萃取液(堆肥與水體積比1:10)進行萵苣及小白菜種子發芽率分析

Table 3. The germination test of *Lactuca sativa* L. and *Brassica chinensis* L. by using the water extracted solution from rice hull- chicken manure at day 0 and 30 after piling (compost /water with 1/10 by volume ratio)

Treatment ¹	<i>Lactuca sativa</i> L.		<i>Brassica chinensis</i> L.	
	Germination ² (%)	Index (%)	Germination ² (%)	Index (%)
Day 0	46.6	-	10.8	-
Day 30				
A	91.7a ³	100.0	86.7b	100.0
B	95.0a	103.6	93.3ab	107.6
C	93.3a	101.7	100.0a	115.3
D	93.3a	101.7	93.3ab	107.6

¹ See Table 1.

² Day 9 after seeded.

³ Values followed by the same letter within a column are not significantly different at $p < 0.05$ level based on Duncan's Multiple Range Test.

綜合本研究結果，A、B、C、D各處理在製作堆積第30日之萵苣及小白菜種子發芽率均可達到80%以上；且由圖一及圖二結果顯示本研究A、B、C、D各處理在堆積第30日，稻殼雞

糞堆肥溫度已降低至50℃以下，堆肥材料的碳氮比已降至14.5~16.0，顯然各處理之稻殼雞糞堆肥的分解醱酵已經達到穩定階段。另有接種分離菌株TCT111及TCB10007等處理C及D的堆肥最高溫度可以在堆積第2日達到60℃，堆肥材料C/N在製作堆積第30日內分別降為14.5及15.1，而未接菌處理A及B的堆肥材料C/N在製作堆積第30日分別約為16.0及15.8，處理C及D的小白菜幼苗存活率較高於未接菌的A及B處理，顯示接種分離菌株TCT111及TCB10007處理具有增進稻殼雞糞分解醱酵的功效。因此，利用袋式堆積法及接種分離菌株TCT111及TCB10007處理，將可推廣供農友自行堆積製作稻殼雞糞堆肥之應用參考，以期取代目前施用生鮮未醱酵禽畜糞之慣行法。

參考文獻

1. 今野一男、平井義孝、東田修司 1988 パーク堆肥の腐熟度指標煙地への施用法 日本土壤肥料學雜誌 59: 621-625。
2. 周可、謝鳳行、李亞玲、張峰峰 2009 不同微生物菌劑處理對雞糞堆肥發酵的影響 天津農業科學 15(3):10-13。
3. 莊作權、張宇旭、陳鴻基 1993 有機質肥料養分供應能力之評估 中華生質能源學會會誌 3-4:132-146。
4. 徐大勇、黃為一 2007 人工接種堆肥和自然堆肥微生物區系變化的比較 安徽農業科學 35(23): 7219-7220。
5. 黃山內 1991 豬糞堆肥在作物生產之利用 p.1-18 豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯 臺灣省畜產試驗所編印。
6. 蔡宜峰、陳俊位 2012 農業廢棄物資源化微生物之研究 農業生技產業季刊 32: 52-59。
7. 蔡宜峰、陳俊位、陳榮五 2009 落葉廢棄物製作堆肥技術之研究 臺中區農業改良場研究彙報 103: 53-62。
8. 蔡宜峰、莊作權、黃裕銘 1994 堆肥化因子對堆肥營養要素成分含量之影響 p.131-148 堆肥技術及其利用研討會論文集 中華生質能源學會編印。
9. 嚴式清 1989 畜牧廢棄物在有機農業之利用 p.245-249 有機農業研討會專集 臺中區農業改良場特刊16號。
10. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Academic Press, Inc., New York.
11. Carpenter B. L., A. C. Kennedy and J. P. Reganold. 2000. Organic and biodynamic management: Effects on soil biology. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 1651-1659.
12. Harada, Y. 1990. Composting and application of animal wastes. ASPAC/FFTC Extension Bulletin No.311: 19-31.

13. Hendrix, P. F., D. C. Coleman and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. *Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy* 2: 63-82.
14. Inoko, A. 1982. The composting of organic materials and associated maturity problems. *ASPAC/FFTC Technical Bulletin No.71*: 1-20.
15. Irshad, M., A. E. Eneji, Z. Hussain and M. Ashraf. 2013. Chemical characterization of fresh and composted livestock manures. *J. Soil Sci. and Plant Nutri.* 13(1): 115-121.
16. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
17. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. p.247-262. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
18. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
19. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
20. Singh, Y. P. and C. P. Singh. 1986. Effect of different carbonaceous compound on the transformation of soil nutrients. I .Immobilization and mineralization of applied nitrogen. *Biol. Agric. Horti.* 4: 19-26.

Studies on the Production of Rice Hull- Chicken Manure Compost by Utilizing Beneficial Microorganisms and Bag Stacking¹

Yi-Fong Tsai² and Chein-Wei Chen³

ABSTRACT

The objective of this study was to develop an efficient method in the livestock manure compost production. Experiment was conducted with A) no inoculation and no cover, B) no inoculation and covered with nonwoven fabric, C) inoculated isolates TCT111 (*Trichoderma* sp.), TCB10007 (*Bacillus* sp.) and no cover, D) inoculated isolates TCT111, TCB10007 and covered with nonwoven fabric. The main raw material is rice hull-chicken manure and the weight is 1,150 kg in each treatment. The results indicated that the temperature of composts which received C and D treatment could rise to 60°C at day 2-12 after composting, A and B treatment could rise to 60°C at day 5-10. And then, the temperature of all treatment would lower to 50°C at day 21. There was no significant difference in pH, EC, the contents of OM, N, P, K, Ca, Mg, Cu and Zn of rice hull-chicken manure composts given different treatments at day 30 after composting. Among them, the EC, contents of OM and N were decreasing and the pH, contents of P, K, Ca, Mg, Cu and Zn were increasing during composting. At the same time, the C/N ratios of those rice hull- chicken manure composts with A, B, C and D treatment with 16.0, 15.8, 14.5 and 15.1, respectively. The seed germination percentages of the *Lactuca sativa* L. and *Brassica chinensis* L. were 83.3-95.0% and 81.7-100%, respectively, by using water solution extracted from those rice hull- chicken manure composts (compost /water with 1:10 by volume ratio). The results showed that those rice hull- chicken manure composts were closed to stable at day 30 in the composting process.

Key words: rice hull- chicken manure, *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp., composting

¹ Contribution No. 0865 from Taichung DARES, COA.

² Researcher (Branch Chief), Puli Branch, Taichung DARES, COA.

³ Assistant Researcher and Associate Researcher of Taichung DARES, COA.

兩種紫錐花基原植物之形態比較與DNA條碼建立¹

陳裕星²、洪惠娟³、王正樞⁴、毛乾豐⁵

摘 要

本研究比較紫花紫錐菊(*Echinacea purpurea* (L.) Moench)及狹葉紫錐菊(*E. pallida* Nutt. var. *angustifolia*)此2種常用基原植物之形態，並以聚合酶連鎖反應探討2個紫錐花種原葉綠體基因擴增片段的差異，復以6個可產生清楚條帶的引子對擴增*ycf3* Intron1, *trnV* Intron, *psbB* Exon, *petD-rpoA*, *ndhB* Exon2, *trnV-rrn16*等6個基因片段，作為基因條碼辨識區，本6基因分別位於葉綠體基因的LSC (Large Single Copy)區域和IR (Invert Repeat)區域，發現2種基原植物的LSC區域變異較大，可作為基因條碼識別區，利用NCBI的核苷酸比對功能(nucleotide blast)比對NCBI核苷酸資料庫，發現最接近者為野生向日葵(*Helianthus maximiliani*) (GenBank: KF746383.1)，以此為藍圖可列出本研究所擴增序列在葉綠體基因組中的相對位置。本研究共定序4020 bp，佔葉綠體基因之2.66%，2物種位於LSC基因的條碼差別在1-3鹼基對之間，包括Indel差異。如果以位於IR區域的*ndhB* Exon2和*trnV-rrn16*基因，則兩種基原植物無法區別，此二段基因在此2個物種中為完全相同，不具鑑別力，所定序之結果即可視為此2種紫錐花的基因條碼。

關鍵詞：紫花紫錐菊、狹葉紫錐菊、葉綠體基因、基原鑑定

前 言

紫錐花又稱松果菊，是歐美暢銷數十年的保健植物，全球紫錐花相關產品年銷售額估計超過10億美元，是歐盟第二大保健植物，僅次於銀杏⁽⁸⁾。在德國，紫錐花的萃取物被政府認可適用於多種症狀，包括感冒、上呼吸道感染、尿道感染、促進傷口癒合等^(1,8,18)。紫錐花在美國則是產值第六大的保健植物，僅次於蔓越莓、黃豆、大蒜、鋸棕櫚與銀杏⁽⁶⁾。因為紫錐花的活性成分、功效已經相當明確，同時具有極高的安全性，在歐美藥物主管機關歸類為“認為安全之產品”(Generally Recognized As Safe, GRAS)⁽⁹⁾。紫錐花的機能性成分豐富，包括酚類、多醣體、烷醯胺、醣蛋白、精油等，並呈現不同的功效，包括免疫調節、抗病毒、抗發炎、促進傷口癒合等，可以開發多種用途產品^(1,5,6,18)。但是不同基原植物的機能性成分不同，效果也有差異。因此，本研究針對衛福部核可作為可供食用原料的2種紫錐花基原植物，包括紫花紫錐菊和狹葉紫錐菊，比較植株形態以及建立這兩種基原植物的基因條碼，作為紫錐花基原鑑定的依據。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0868 號。

^{2,3} 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員、助理研究員。

^{4,5} 臺灣德瑞特生物科技股份有限公司研發長、副總經理。

前人研究

紫錐菊屬植物之分類

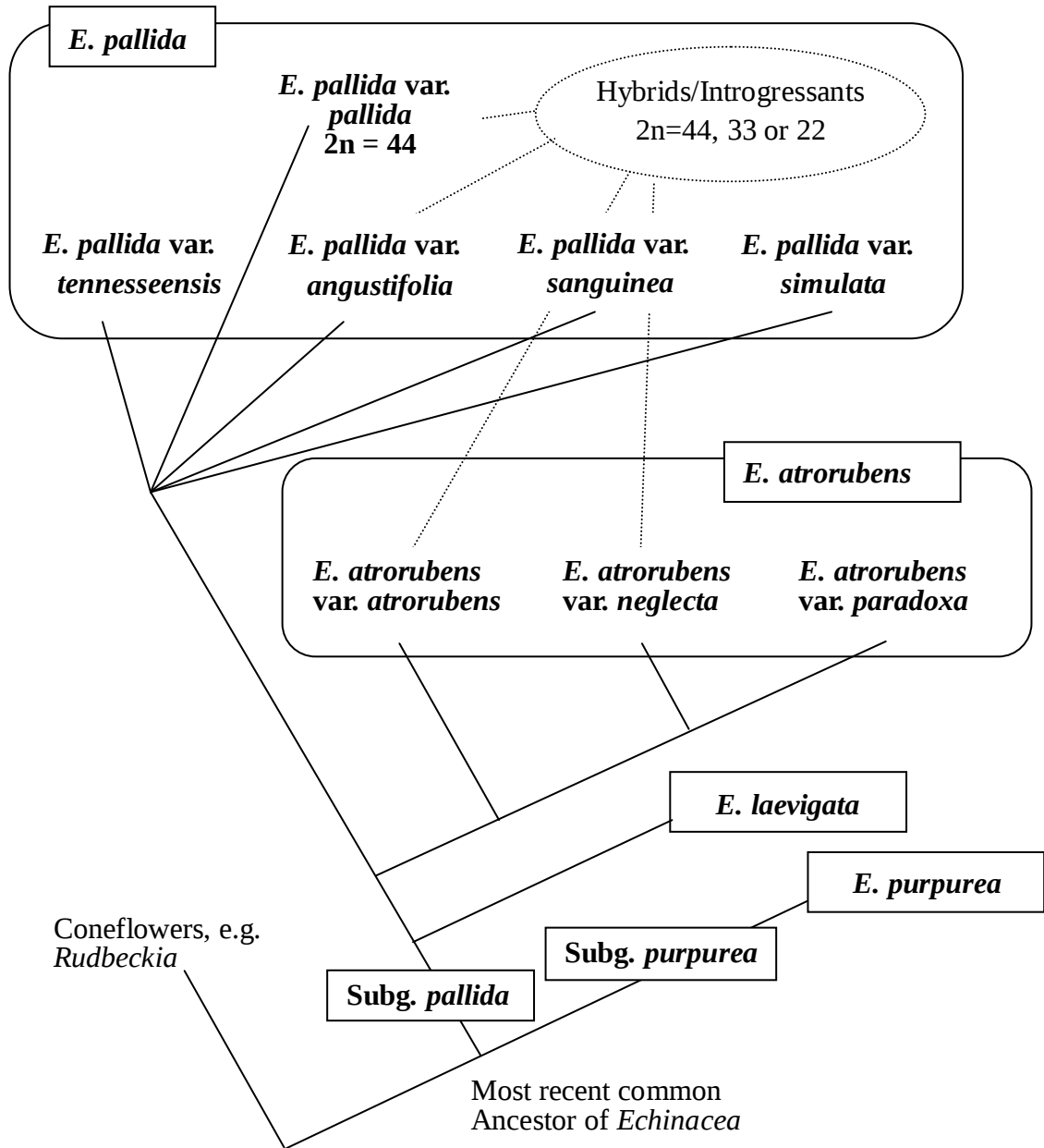
紫錐花原生於北美洲，屬於菊科紫錐菊屬(*Echinacea* spp.)，本屬植物紫花紫錐菊最早於1753年林奈氏曾以*Rudbeckia purpurea* L.命名，1794年Moench重新以*Echinacea purpurea* (L.) Moench命名，是紫錐菊屬(*Echinacea*)植物早期的分類紀錄⁽³⁾。

本屬植物的分布北從加拿大蒙大拿及薩克其萬(Saskatchewan)，西部沿著洛磯山脈，東至阿帕拉契山脈，南至墨西哥灣沿岸各州，而在美國大平原區的阿肯色、奧克拉荷馬、堪薩斯及密蘇里州，是其種原歧異度中心⁽³⁾。本屬植物因為廣泛的雜交，加上在物種內形態即有相當豐富的變化，使得本屬植物的分類相當困難，往往因為採集區域與分類標誌基準的不同，而產生不同的結果。一直到McGregor採集多個紫錐花野生族群，並進行田間栽培觀察試驗，以形態及染色體數目為基礎在經過15年長時間的調查後，於1968年提出了紫錐菊屬9個種(species)，4個品種(variety)分類方式⁽¹⁶⁾，是目前廣為接受的分類方式。

然而因為當時的分類工具較為有限，對於分類「種」的概念較為主觀，在同一族群內也存在著可觀的形態變異，因此仍有許多種或栽培品種間的差異難以解決，例如在德國廣泛栽培銷售的狹葉紫錐菊(*E. pallida* Nutt. var. *angustifolia*)，以化學成分分類後認為是淡紫花紫錐菊(*E. pallida* Nutt. var. *pallida*)^(2,3)。有鑑於此，Binns氏等⁽³⁾也重新檢視了McGregor存放在加拿大農部安大略標本館(Ontario Herbarium, Ottawa, Canada)的標本，以81個性狀包括二元、量性、半量性、質性性狀(binary, quantitative, semi-quantitative, qualitative)進行群叢分類分析，形態分析的結果支持2個亞屬分類群和4個種(species)的分類方式(圖一)，除此之外，在*E. atrorubens* 和*E. pallida*中有8個分類群的方案也獲得統計顯著支持此分群法。因此Binns氏等⁽³⁾將紫錐花屬植物分為2個亞屬，4個種，8個品種(圖一)。其一為紫花紫錐菊亞屬(subgenus *purpurea*)，包含了唯一的一種紫花紫錐菊(*Echinacea purpurea* (L.) Moench.)，其餘各個種或品種屬於淡紫花紫錐菊亞屬(subgenus *pallida*)，包括3個種為*E. laevigata*、*E. atrorubens* (包括3個品種 var. *atrорubens*, var. *neglecta*, var. *paradoxa*)，以及*E. pallida* (包括5個品種 var. *angustifolia*, var. *pallida*, var. *sanguinea*, var. *simulata*, var. *tennesseensis*)，此處所提「品種(variety)」為分類上之品種，類似亞種之涵義，與園藝品種不同。在其中又有許多自然雜交漸進演化種，其染色體組數目 $2n=44, 33$ 或 22 等，難以分類^(3,16)。

紫錐菊屬植物間的親緣關係、演化和種化的過程也是學者有興趣的研究主題，Flagel 氏等⁽¹¹⁾以美國農部所收藏的38個紫錐花品系為材料，以基因序列作為比較分析的依據。Flagel 氏等使用3個細胞核基因座分別為酒精脫氫酶(alcohol dehydrogenase, *Adh*)、纖維素合成酶(cellulose synthase, *CesA*)、和甘油醛-3-磷酸乙醯轉移酶(glyceraldehyde 3-phosphate acetyl transferase, *GPAT*)，另使用2個葉綠體基因座為

形態標誌卻可以獲得相當好的分類結果。Flagel氏等推論紫錐花表現型的窄化歧異發展，使不同的物種可以用形態標誌區分，但是分子標誌可能變異不均，因此無法作為演化與分類分析的依據⁽¹¹⁾。



圖一、紫錐菊屬植物假設之親緣關係圖(重繪自 Binns *et al.*, 2004)⁽³⁾

Fig. 1. A hypothesized phylogeny of taxa within the genus *Echinacea* (Redraw from Binns *et al.*, 2004)⁽³⁾

植物DNA條碼與基原鑑定

植物基原鑑定的方法包括形態鑑定、組織切片鑑定、化學指紋圖譜分析等，在分子生物學技術日趨成熟後，分子標誌或基因序列的使用也越趨成熟普遍。在2009年，加拿大的科學家發起生命條碼協定“Consortium for the Barcode of Life (CBOL)”，希望為地球上的每個生物都建立其獨有的基因條碼，作為物種辨識的基礎⁽⁷⁾。此DNA條碼技術可應用於許多面向，包括在(1)無明顯的形態標誌如花、果實可供鑑定的情況；(2)鑑定商業產品如木材、種子、藥材時；(3)發現新物種；(4)評估生物多樣性時⁽¹³⁾。

DNA條碼的概念為針對數個較短的標準化DNA區域，進行DNA選殖與定序，作為鑑定物種的依據⁽¹³⁾。作為DNA條碼理想的基因座必須具有保守的兩端序列以利PCR選殖擴增，但是又必須要包含足夠的內部變異性來區分親緣關係接近的物種。如要快速方便擴增，基因條碼不能太長以利DNA選殖定序。部分基因座如微衛星體序列因為基因解析度低，序列對齊(alignment)時可能造成模擬兩可的結果，因此不適宜作為條碼之用⁽¹²⁾。

在動物、藻類與真菌，粒線體的cytochrome oxidase I (COI)基因已被認為是相當有效且統一的基因條碼區域，但是COI基因區域在物種間(interspecies)有較高的歧異度，在物種內(intraspecies)則否⁽²¹⁾。在物種間與物種內變異的幅度稱為條碼差距“barcode gap”，可以作為清楚明確的鑑定。然而粒線體基因並不適於作為陸地植物鑑定的依據，因為陸地植物粒線體基因突變率低，並且經常產生結構變化^(12,14)。在部分研究中，核糖體基因內轉錄間隔區(nr ITS)也被用於作為基因條碼之用，nr ITS具有較佳的物種鑑別力，但是該基因也被質疑為多套基因⁽¹⁰⁾。

相對的，葉綠體基因作為基因條碼使用便具有多個優點，包括葉綠體基因突變率高於粒線體基因；許多葉綠體基因及片段為單套基因，因為很少發生基因組重組情形因此具有保守的兩端序列；以及葉綠體基因較容易複製，因為細胞中含有相當多數量的葉綠體^(7,12-14)。因此CBOL該協定之植物工作小組首先建議以rbcL和matK作為植物核心條碼“core barcode”。除此之外，另兩個建議的基因條碼區域為葉綠體的trnH-psbA區域和核糖體基因內轉錄間隔區(the internal transcribed spacer (ITS) of nuclear ribosomal DNA)⁽¹²⁾。

上述每個基因座都有其優缺點，例如rbcL基因很容易從各種植物材料中選殖擴增出來，但是本基因較為保守，在物種之間的鑑別力較差。近來，許多陸地植物的單一基因座被報導用於作為物種的鑑定之用，例如trnH-psbA, rbcL, trnL intron以及rpoC1⁽¹²⁻¹⁴⁾，但是這些基因座的鑑別力和準確度仍然不足，可能是因為目前所研究的這些基因座沒有明顯的條碼差距(barcode gap)，為了加強陸地植物鑑定的有效性，或許應該採取多基因座的策略共同進行鑑定⁽²⁰⁾。但是如果研究族群遺傳，則需要更多的多形性標誌，在物種的混合族群研究中，葉綠體基因的小型倒置、微衛星體和插入/刪除insertion/deletion (Indel)序列皆曾被報導，可用於族群遺傳研究⁽²⁰⁾。

兩種紫錐花機能性成分的差異

紫錐菊屬植物因為含有多重的機能性成分，是北美及歐盟相當受到矚目的保健作物，紫錐花主要的機能性成分包括酚酸、多醣體和烷醯胺等，具有不同的功能⁽¹⁾。紫錐花的酚酸成分以菊苣酸(cichoric acid)和紫錐菊苷(echinacoside)為主要指標成分，其他的成分包括咖啡它酸(Caftaric acid)、綠綠酸(Chlorogenic acid)、洋薊酸(cynarin)等，是類型相近的咖啡酸衍生物^(1,2,9)，其中洋薊酸貢獻了紫錐花典型的刺麻感。紫花紫錐菊的主要酚酸為菊苣酸，可佔總酚酸的2%以上，狹葉紫錐菊的菊苣酸含量則很低，推測是因為菊苣酸分解酵素的活性強，其主要指標成分為紫錐菊苷⁽¹⁹⁾。

烷醯胺(alkylamides, alkamides)是紫錐花另外一大類型之功效成分，目前已經發現紫錐菊中有超過20種烷醯胺類物質。紫花紫錐菊的烷醯胺主成分為Dodeca-2E,4E,8Z,10E/10Z-tetraenoic acid isobutylamide (Bauer alkamide 8/9)，在人體藥物動力學試驗研究顯示，以此成分為指標時，在人體中20~30分鐘即達到最大吸收，約1小時即代謝完畢⁽¹⁵⁾。另外在體外試驗研究顯示，結構為「2, 4- diene」此類型的烷醯胺被肝臟microsome代謝較為迅速，如果加入其他類型之烷醯胺如狹葉紫錐菊才有的種類，整體烷醯胺活性成分在體內被代謝分解速度較慢，可以維持較長的效期，服用後100~130分鐘才達到體內濃度極大值⁽²²⁾，可達成長效型產品的功效。由於狹葉紫錐菊需較長的栽培時間，故單價較高，為了避免混用情形發生，有必要建立此兩種常用種原基原鑑定方式，以確保原料不致混用，同時可管控產品品質。

雖然紫錐花成分非常多元，但是國際間針對藥材的成分有一定的建議，對於紫花紫錐菊通常是菊苣酸含量須達到2%，總酚酸含量須達到4%以上，狹葉紫錐菊藥材的建議規格標準為紫錐菊苷含量1%以上⁽¹⁷⁾。

目前紫花紫錐菊(*E. purpurea* (Li.) Moench)，狹葉紫錐菊(*E. pallida* Nutt. var. *angustifolia*)及淡紫花紫錐菊(*E. pallida* Nutt. var. *pallida*)等三個種類的藥用成份活性被研究的較為透徹，是常用的基原植物，但本國衛福部目前僅允許紫花紫錐菊全株及狹葉紫錐菊的根作為可供食用原料。為了瞭解紫花紫錐菊和狹葉紫錐菊這兩種基原如何區別，本研究因此嘗試篩選不同的葉綠體基因進行定序，期能建立此2種物種的基因條碼，由於已發表登錄於NCBI核酸資料庫之2種紫錐花的核醣體ITS序列完全相同不具鑑別力，本研究因此採用 Scarcelli 氏等所發表的100組葉綠體基因引子序列為基礎⁽¹⁶⁾，從中挑選平均分散於LSC及IR區域的6個基因座(表一)進行序列擴增與定序，其中4組位於LSC區，2組位於IR區(表二)。

材料與方法

植物材料

本場於1999年透過臺加農業合作計畫，引進2種紫錐花種原，包括紫花紫錐菊*Echinacea purpurea*和狹葉紫錐菊*E. pallida* var. *angustifolia*。於2013~2014年，2種種原分別栽培於本場埔里分場至開花，於植株開花成熟時，參考Binns氏等所使用之形態標誌⁽³⁾，記錄形態特徵列表比較。

表一、本研究用於建立紫錐花基因條碼之葉綠體基因及使用之引子

Table 1. Amplification conditions and primers for chloroplast genes used in DNA barcoding of *Echinacea*

Locus	Gene portion sequenced ¹	Forward non-specific sequence	Reverse non-specific sequence	Tm
<i>ycf3</i> Intron1	Intron + Exon	TGACAGATCACGGCCATATT	TTAYAGAGATGGTGCGATTT	58
<i>trnV</i> Intron	Intron	GAACCGTAGACCTTCTCGGTAA	GTTTACACGYGCGCCAAT	62
<i>psbB</i> Exon	Exon	GGGTTTRCCTTGGTATCGTG	TCTGGATCAATACCRGCAAA	60
<i>petD-rpoA</i>	IGS	AAATTCCAAAATCCMTTCGTC	AATGGAAGTTTAACYCCTAA	56
<i>ndhB</i> Exon2	Exon	TCCTGAGCAATTGCAAGAAT	AAAGTCTCATGCACGGTTTTG	58
<i>trnV-rm16</i>	IGS	ACCTTGACGTGGTGGAAGTC	TGAGCCAGGATCGAACTCTC	64

¹ Full-length sequences from *Echinacea* were not obtained; exon/intron position was estimated from orthologous full-length genes in closely related species *Helianthus maximiliani*.

表二、紫花紫錐菊及狹葉紫錐菊的形態特性

Table 2. Morphological characteristics of *E. purpurea* (Li.) Moench and *E. pallida* Nutt. var. *angustifolia*

Species	Characteristics
<i>E. purpurea</i> (Li.) Moench	Leaves: Basal leaves usually 50-100 mm wide (rarely to 150 mm), 200-400 mm long; cauline leaf 45-90 mm wide; leaf veins branched. (葉片：基部葉片寬度 50~100 mm，長度 200~400 mm，由莖生長之葉片寬度 45~90 mm，葉脈有分枝。) Roots: fibrous roots from a caudex. (根：為鬚根系由莖基盤長出。) Bracts: Involucral bracts in four series. (苞片：總苞苞片為 4 輪。)
<i>E. pallida</i> Nutt. var. <i>angustifolia</i>	Leaves: Basal leaves usually 10-50 mm wide, cauline leaves 5-45 mm wide; leaf veins almost parallel from a common origin at the base; margins of leaves entire; stalked trichomes present on adaxial leaf blade and stem. (葉片：基部葉片寬度 10~50 mm、長度約 8~12 cm；由莖生長之葉片寬度約 5~45 mm，長度約 7~10 cm，葉片為披針型，葉脈 3 條由葉片基部單一起源發展成平行狀，葉緣全緣；葉片、葉柄、葉緣及莖都披覆毛茸。) Roots: Taproot branching or fusiform. (根：為主根系，有分枝或紡錘型。) Bracts: Involucral bracts in 1-3 series. (苞片：總苞為 1~3 輪。)

DNA萃取

紫錐花 2 種種原由 4 株單株各取一片成熟葉片烘乾，以利葉綠體基因之選殖與序列分析。葉片總 DNA 之萃取方式為將乾燥葉片粉碎後，秤取 100 mg 乾燥葉片粉末，以 Tanbead DNeasy 試劑組(臺灣圓點奈米公司)，配合該公司之 Smart LabAssist-16 全自動磁珠操作平臺進行萃取。

聚合酶連鎖反應(Polymerase Chain Reaction, PCR)

反應總體積為25 μ l，內含10 mM Tris-HCl (pH 8.3)、50 mM KCl、1.5 mM MgCl₂、0.2 mM dNTP、10 mM primer pair、1.2 unit Tag polymerase (GENEMARK Technology, Taiwan)以及2種紫錐花的DNA模版。聚合酶連鎖反應係於GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystem, USA)進行，反應溫度條件設定依標準流程進行之，先以94°C反應10分鐘，接著以94°C反應1分鐘、50~55°C反應1分鐘(此溫度依據所設計引子之不同而調整)以及72°C反應1分鐘，包含上述三步驟重覆35循環，最後以72°C反應10分鐘。經聚合酶連鎖反應所增幅之產物，以2%的agarose在TBE buffer中進行DNA電泳，並以UV光檢視、照相及貯存影像於電泳影像分析系統(IS 2000 Digital Imaging System, Alpha Innotech Corporation)，確認為高品質單一條帶產物，則冷藏送件委託定序。每個基原植物各取4個獨立DNA樣品擴增所選定的基因座並雙向定序PCR產物，以確保序列的可信賴度。

結果與討論

紫花紫錐菊與狹葉紫錐菊之基原形態比較

紫錐菊(*Echinacea* spp.)本屬植物中紫花紫錐菊(*E. purpurea* (Li.) Moench)，狹葉紫錐菊(*E. pallida* Nutt. var. *angustifolia*)及淡紫花紫錐菊(*E. pallida* Nutt. var. *pallida*)等三個種類的藥用成分活性被研究的較為透徹，是常用的基原植物，但衛服部目前僅允許紫花紫錐菊全株及狹葉紫錐菊的根作為可供食用原料，這兩種紫錐花在形態上有相當大的差別，如果原料未經乾燥粉碎，不致於有基原誤用的情形，從外觀可供檢索鑑別的性狀如下。

紫花紫錐花的葉片呈楔型，基部寬漸尖，紙質、光滑，表面覆毛茸但不明顯，葉緣全緣或是有大波浪鋸齒(圖二左)。狹葉紫錐花的葉片顧名思義較為狹長、披針型全緣，表面密附毛茸，革質，有三條明顯的葉脈(圖二右)。在幼苗階段，植株的生長成簇生型，從基部短縮莖輪生長出葉片，類似非洲菊的生長模式。由於紫錐花在幼苗階段生長十分緩慢，因此如果太早定植到田間，容易被雜草淹沒，建議還是以盆钵育苗方式，等到植株發育完整後再定植。

紫花紫錐菊和狹葉紫錐菊都是原生於溫帶的植物，紫花紫錐菊有較寬廣的氣候適應性，在臺灣第一年栽培就可以開花，經過輪生葉的階段之後會抽出花序，在管理良好的情形下，每株可以抽出20朵以上的花，非常具有觀賞價值(圖二，左)。狹葉紫錐菊對低溫需求較為嚴苛，本場在臺灣中部地區試種的結果，第一年的植株都無法開花，經過冬季低溫後第二年才能抽花，花朵數少，花瓣較為狹長，較不具觀賞價值(圖二、右)。紫花紫錐菊的根系為鬚根系，狹葉紫錐菊則為軸根系。

紫花紫錐菊與狹葉紫錐菊之基因條碼建立

在建立紫錐花之基因條碼前，本研究先以聚合酶連鎖反應探討2個紫錐花種原擴增片段的差異，之後以6個可產生清楚條帶的引子對進行擴增(如表一)，並將PCR產物送交定序，定序之後的序列比對資訊列於表三，本研究所採用的擴增序列分別位於葉綠體基因的LSC區域



圖二、兩種紫錐花的形態，其中紫花紫錐菊適應性廣，在臺灣第 1 年就可以開花(左)，狹葉紫錐菊生長較慢，栽培第 2 年後才開花(右)

Fig. 2. The morphology of 2 species of *Echinacea*, in which *E. purpurea* shows wide adaptability and can bloom in the first year (left), in contrast *E. angustifolia* grows slowly and bloom in the second year (right)

和IR區域，各個獨立樣品4重複皆進行雙向定序，因此同一物種的基因共定序8次以確保可信度。所有序列以DNA分析軟體GeneDoc進行對正(alignment)。對正之後的序列利用NCBI的核苷酸比對功能(nucleotide blast)比對NCBI核苷酸資料庫，發現最接近者為野生向日葵(*Helianthus maximiliani*)，由於該植物的葉綠體基因組已完全定序，因此以其基因庫序列(GenBank: KF746383.1)為藍圖進行比對，並列出本研究所擴增序列在該序列中的相對位置(表三)。本研究所定序之結果即可視為此2種紫錐花的基因條碼，定序後詳細的基因序列資訊列於表三，兩物種在不同基因的差別在1-3鹼基對之間，如果以位於IR區域的*ndhB* Exon2和*trnV-rrn16*基因，則兩種基原植物完全相同。

表三、本研究建立 2 種紫錐花之基因條碼，其中所完整列出者為紫花紫錐菊之基因序列，狹葉紫錐菊僅標示出有差異之核苷酸，如為插入/刪除核苷酸，則以「-」符號標示

Table 3. The DNA barcode of *Echinacea purpurea* (L.) Moench and *E. pallida* Nutt. var. *angustifolia*. For the species *E. purpurea*, sequences of each gene locus are fully listed, for *E. pallida* Nutt. var. *angustifolia*, only the different bases are shown. Indel mutation is indicated by 「-」

Species	DNA barcode of the 2 species
	Gene <i>ycf3</i> intron1, 856 bp
<i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench	GGGTTTCGTTTCGAGCGCTCGAAAATAATATTCCAAAGCTTTCGTGTGTCTCCGTTACTTGTGTGGATAAGTCCTATGTTATAGAGTATATAACTTCGGTCATAGGGATCAATTCTAGTCGCATAGCTTCATAATAATTCTGTAAAGCTTCGCATAATTCCTTCGGATTGAGCTGACATCCGTTACGGTCGTCATTCAATTCAAAGAATCTCCGTTACAGAACCGTACATGAGATTTTCATCTCATACGGCTCCTCCCTTATGTGCATAATGATAAAATGATAAAGAAGATGAAAATCTTCTCATTATGAACTGAGTAGGGCTAGTGTTTTACAAGAAATCTCTAGCCAACCTTAC

Species	DNA barcode of the 2 species
	TGCAAGAGATCTTTTCTTAACATCAAACGTATTGGTACTAGAGAGAAATGATAACTCCAA CAATTTCTTTGTTCTCAACGCTTCCCAATTCCAGAAATTAGTCACTTCAACAGCCTTCG ATGGTTATACGGGTATCCAAAATACAAACGAGATGGATGTTTGTGTCCCAACCATTCTT TTAGTCCCAAGCCTGCTAAAGAAAGGGATAATTTATAACAAAGTTTGTAGTGTGTTGATT CCTAGGTGTAGTGCTTCTCCCTCTGCTGCCTATTGGTATTTCGTGTACTAGGATTGACC TGTAATATCGAACCATAGGTATAACCTTTCGCTCAATACTAGAATCGAGAATTGAAACAT AGCATCTGAGGCTGCATTAATCGAGGATACACGACAGAAGGAATTGTCTATTTCCAAAC TTTACCTTCAACAAGCGTAGATTTTTTCTTTTCTTTTTCCTCCCATCACGAATTATGTG C..... TATTTCTCGTAAGACT
<i>E. pallida</i> Nutt. var. <i>angustifolia</i>	Gene trnV intron, 527 bp CTTATCAAAATGATCTGAGCTGTTCAAAGACCCAACATGCATTTTTTGTGCATTGGGCT A..... CTTTCATTAAGTATAGAAAATATCAGCTAGTCCGCCATTTTTATTTTGACAGAAAAATA AGAAGATGGCTCCATGTGCTCTGAGTCATTCTGTTTATTCAGATTACAGGAACACTACCAA AGTTTTTCAAGGGGGTTATCTTGACGTAGGTCTGCCTCTGGCTAGATtAACCTAAGTG T..... AAATGAAGTCTCTATCGCTCTACTTAAAAATCAAATATGAACTTCATACACCTTAAAGT TCATAGGACGAAAAGAGATTTTTTTGAGGCCCTGATACTCAGCCTAGCATTGAATAGACT GGGTATTCACCTTATCAATATATCAAATCAATGATGGGGTCTGTTTGGCACCTAACTGGG CACCTAAATCGGACCGAACCTTGTCTAGGCTATTGTTCTCTTCTCCCTCAAAGTTATGG AGTAAGACATCAATTTCTCAATAAGATCAATTTTTTTTGATTGCATGA
<i>E. purpurea</i> (L.) Moench <i>E. pallida</i> Nutt. var. <i>angustifolia</i>	Gene psbB Exon, 937 bp TGTGTCCGAAGAAGAAGAGCAAAGCAAATGAAGCATGTCCAAAAGTAAACCAACCCCTTG GACTGTACGAAAAACACCATCAGATTTCAAAGTAGCAGATCTAATTCAAAGATTTCCTC T..... CCAATTGAGCGCTCTAGCATATTTTTTGACAGTAACAGGATCACTATAACTGACTCCAT TGAGTTCACCACCATAGAACTCAACAGTTACACCTACTTGTTCGACACTATACTTAGATT CTGCCCTTCGAAAAGGAACATCGGCTCTAACAATCCCGTCTCCGTCTACCAAAACGACCG GAAATGTTTCAAAAAAGGTAGGCATACGACGTACAAAAGTTCACGGCCTTCTTTATCTC TAAAGATAGGATGTCCTAACCATCCAACCGCTATCCATCCCCGTTATCCATTGAGCCCG CCCTGAATAATCCCCCTTTTGCCGGATTATTTCCGATGTAATCATAAAAAGCTAATTTTT CAGGAATTTAGACCAAACCTCTGATAAACTTTGATTTTCGGCTAACCCAGCACTAACTC TTCTATATATTCTTGTGGAAGTATCCCTGATCCCATGATAACGAGTAGGCCCAAATA ATTCGATGGGGTAGTTGCTGAACCATACCACATAGTTCCGGCAACAACAAAAGCTGCAA AAAAGACAGCAGCGATACTACTGGAAAGGACAGTTCAATATTGCCCATACGCAATCCTT TGTATAGACGTTGGGGCGGGCGGACGCTAAGATGGAATAGACCTGCTAATATGCCCAAAG TCCCTGCCGCAATATGATGAGAGGCTATTCCTCCCGGAACAAAGGATCAAAACCTCCAC ACCCCACGATGGATTTACAGATTGTACTTCCCTGTAGCCCATAGGATCGGACACCCA TATGCCAGGACCATACAAGCCTGTTACATGAAATGCACCAAA

Species	DNA barcode of the 2 species
	Gene <i>petD-rpoA</i>, 652 bp
<i>E. purpurea</i> (L.) Moench	ACCGTATTTTGGATTGGTACCGCAGTGGCCCTTTGGTTGGGTATTGGTGCAACATTACCT
<i>E. pallida</i> Nutt. var. <i>angustifolia</i>	ATTGATAAATCCCTAACTTTAGGTCTTTTTTAAATTGATTCAATTGTGAAATAAAATAGC T..... T. ACGACGTATGTATCTAGGAAGAGTCGCTTCAAAGTGAATTCTCCCTAGATACATCTATT CAATTAAATTATGAATCTATGCTGATTCCGAATATATGAATTGTCTAAAGATTCAAAAC CTATTTTCGCCCTTTTCTAAAAATCTAAAAAAAAGATCAAAAAATCCAATGGATTAAAC ACTGATTTTTCGGTAAATCAATTACAAAATTTTTTCTAGAATCCCTAAAATTTGTTTGA CATCTTCTATGCGAAAATGTTCCATTTTCATAAGATCTTCTTGACTGTTATTCAAAAGGT CCAATAATGTATATATGTTGGACCTTTTGAGACAATTATAGATTCTGGGAGGCAATTCTG ATTGGTCAATAAAAAATCGATTTCACGCCATTTTTTTTTATTTTTTGTAGTTTAGCCA ATTTATCATAAAAGGTAAGGGGTAAGGAACATATGTGTTGATTGCCTCTAAATTTA AATTTCTTCTTTGGTATGTAAGGGAATCAATAAATCAATCAAAATCCGG
<i>E. purpurea</i> (L.) Moench	Gene <i>ndhB</i> Exon2 750 bp (Sequence of the 2 species are identical)
<i>E. pallida</i> Nutt. var. <i>angustifolia</i>	ATTCCTGGTATAGTAGATGCTATCACACATACAATCATACTCAATTCGATGGAATTGTTT GATCTTAAAGGGGATCTTCTATAATTTTCGCACGTGAGGGGTATTCTTGGTTTCGTCCA GTCATTAATAACTTGATTATTTTATAGATAATAGTAGATAGAAACAACGCTTGTAAGGAGT CCTATTAACCAAGAAATATAGGCCTGCCTGCCATCCACACCAGAATAAATAGAGTTTT CCGAAAAACCTGCTAGTGGAGGAAGACCTCTAGGATAAGAGACATAGGGCTAAAGAG AGAGCCAAAAAGGATCTTTCGTGTATAATCCTGCATAATCTCGAATGTTCTCAGTTCCG GTACGTAGACCAATAAGACAATGCAAGCAAAAGTTCTAGATTCTGAGATATAGAAC AGCATATAAGTTATCATGCTTGCATATCCATCATTGAGTCTCCAACAATTATTTCCAATA ATTACATATCCGATTTGCCCTATGGACGAATATGCAAGCATACGTTTCATGCTTGTGTTGA GTAATAGCAATGAGATTCCCAATATCATGCTAAGAATAGCTAGGATTTCAGAAGAAGA TGCCATTGTTGATGAGAAATAAAAAGGAATATCGAAaATTCGAGTGGCTGAAGCTGAA GCAGCTACTTTGGAAGTAACAGAAAGAAAAGCAACGACTGGAGTGGGAGAGTTAGAGTCG AAAAGAGGATTCCTCACTCTTTCTCTCAT
	Gene <i>trnV-rrn16</i> 298 bp (Sequence of the 2 species are identical)
<i>E. purpurea</i> (L.) Moench	ACTTTGACGGTGTGAAGTCATCAGTTTCGAGCCTGATTATCCCTAAACCAATGTGAGTTT
<i>E. pallida</i> Nutt. var. <i>angustifolia</i>	TTCATTTTGATTGCTACCCGCGGTGATTGAATGAGAATGGATAAGAGGCTCGTGGGAT TGACGTGAGGGGCAGGGATGGCTATTTCTGGGAGCGAACTCCGGCGAATATGAAGC GCATGGATACAAGTTAGGCCTTGAATGAAAGACAATTCCGAATCCGCTTGTCTACGAA CAAGGAAGCTATAAGTAATGCAACTATGAATCTCATGGAGAGTTCGTCCTGGCTCAA

本研究中2種紫錐花的差異發生在葉綠體LSC基因區，在倒位重複序列(Invert Repeat, IR)則無差異，這和一般認知與分析結果相符，即LSC區域之演化速率高於IR區域⁽⁴⁾，可能原因為在葉綠體IR基因區的校正功能使本基因區突變率低於葉綠體的單套基因區(Single copy)。2種紫錐花相比之下也可以發現1個插入/刪除(InDel)鹼基位於*petD-rpoA*基因區，發生Transition/Transversion的頻率是4:2 (表四)，也符合葉綠體基因演化速率的期望值⁽⁴⁾。

表四、用於建立 2 種紫錐花基因條碼的葉綠體基因區域，以大花向日葵之葉綠體基因組為基因序列對正之參考

Table 4. Plastid gene regions as DNA barcode for 2 species of *Echinacea*. Plastid genome of *Helianthus maximiliani* isolate MAX17 (GenBank: KF746383.1) was employed as reference sequence for alignment

Locus	Total alignment bp (variation)	InDel	Transition/Transversion	Sequenced region corresponding to reference accession
<i>ycf3</i> Intron1	856 (1)		1/0	43244-44098
<i>trnV</i> Intron	527 (2)		2/0	50883-51407
<i>psbB</i> Exon	937 (1)		0/1	72316-73258
<i>petD-rpoA</i>	652 (3)	1	1/1	77047-77691
<i>ndhB</i> Exon2	750 (0)			93343-94092
<i>trnV-rrn16</i>	298 (0)			98993-99280
Total	4020 (7)	1	4/2	

結 論

紫錐花在歐美已經有相當長遠的人類使用歷史與經驗，同時在德國、加拿大、歐盟與世界衛生組織(WHO)，均將紫錐花列為處方集(monograph)中的藥用植物，主要用途為抗感染、抗發炎、促進傷口癒合等^(5,9)。

衛服部目前將紫花紫錐菊和狹葉紫錐菊列為可供食用原料，但是國內目前僅紫花紫錐菊有製作栽培。這 2 種種原因為形態差異大，因此本土栽培的藥用基原短時間內並無混淆的疑慮，2 者的指標成分分別為菊苣酸和紫錐菊苷，也可以由 HPLC 區別。此外，本研究所列出之基因序列具有差異性，可作為鑑定 2 種基原的基因條碼。

雖然這 2 個種原都源自於溫帶地區，其生理受到溫度和日長變化的影響，在臺灣如能選擇合適的生長季節與地區，仍有不錯的生長表現，在如埔里等中海拔以上地區均可栽培。本場所輔導農民所生產的紫花紫錐菊藥材，經檢測地上部的菊苣酸含量皆在 2.5% 以上，總酚酸含量 4.0~4.5%，皆符合國際間建議的含量⁽¹⁹⁾。而本場所栽培的狹葉紫錐菊藥材，單株紫錐菊苷最高含量可達 4%，平均皆在 2% 以上，也高於文獻所建議的 1%⁽¹⁷⁾。臺灣目前已可生產此 2 種基原植物，並已建立指標成分分析方法與開發多種保健產品，可作為發展紫錐花產業的基礎，但未來仍須更多的基礎與應用研究，並發表於國際期刊，以爭取臺灣在紫錐花產業的能見度與知名度。

參考文獻

1. Barrett, B. 2003. Medicinal properties of *Echinacea*: a critical review. *Phytomedicine*. 10(1): 66-86.
2. Bauer, R., I. A. Khan, and H. Wagner. 1988. TLC and HPLC analysis of *Echinacea pallida* and *E. angustifolia* roots. *Planta medica*. 54(5): 426-430.

3. Binns, S. E., J. T. Arnason and B. R. Baum. 2004. Taxonomic history and revision of the Genus *Echinacea*. In: Miller S. C. ed. *Echinacea: the genus Echinacea*. CRC Press. London. ISBN 0-415-28828-2.
4. Birky, C. W. and J. B. Walsh. 1992. Biased gene conversion, copy number, and apparent mutation rate differences within chloroplast and bacterial genomes. *Genetics*. 130(3): 677-683.
5. Birt, D. F., M. P. Widrlechner, C. A. LaLone, L. Wu, J. Bae, A. K. S. Solco, G. A. Kraus, P. A. Murphy, E. S. Wurtele, Q. Leng, S. C. Hebert, W. J. Maury, and J. P. Price. 2008. *Echinacea* in infection. *Am. J. Clin. Nutr.* 87(2): 488S-492S.
6. Cavaliere, C., P. Rea, M. E. Lynch and M. Blumenthal. 2009. Herbal supplement sales experience slight increase in 2008. *HerbalGram*. 82: 58-61.
7. CBOL Plant Working Group. 2011. Refining the DNA barcode for land plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 108(49): 19451-19452.
8. European Advisory Services-EAS. 2007. The use of substances with nutritional or physiological effect other than vitamins and minerals in food supplements. [http://ec.europa.eu/food/food/labellingnutrition/supplements/documents/2007_A540169_study_other_substances.pdf]. Retrieved on 13, May 2014.
9. European Medicines Agency. 2014. Assessment report on *Echinacea purpurea* (L.) Moench., Herba Recens. Retrieved on 10, Apr. 2015. [http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Herbal_-_HMPC_assessment_report/2015/04/WC500185435.pdf].
10. Feliner, G. N. and J. A. Rosselló. 2007. Better the devil you know? Guidelines for insightful utilization of nrDNA ITS in species-level evolutionary studies in plants. *Mol. Phylogenet. Evol.* 44: 911-919.
11. Flagel, L. E., R. A. Rapp, C. E. Grover, M. P. Widrlechner, J. Hawkins, J. L. Grafenberg, I. Á lvarez, G. Y. Chung and Jonathan F. Wendel. 2008. Phylogenetic, morphological, and chemotaxonomic incongruence in the North American endemic genus *Echinacea*. *Amer. J. Bot.* 95(6): 756-765.
12. Hollingworth, P. M. 2011. Refining the DNA barcode for land plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 108(49): 19451-19452.
13. Kress, J. W., K. J. Wurdack, E. A. Zimmer, L. A. Weigt and D. H. Janzen. 2005. Use of DNA barcodes to identify flowering plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 102(23): 8369-8374.
14. Kress, W. J. and D. L. Erickson. 2007. A two-locus global DNA barcode for land plants: The coding *rbcl* gene complements the non-coding *trnH-psbA* spacer region. *PLoS one* 2(6): e508.

15. Matthias, A., R. S. Addison, L. L. Agnew, K. M. Bone, K. Watson, and R. P. Lehmann. 2007. Comparison of *Echinacea* alkylamide pharmacokinetics between liquid and tablet preparations. *Phytomedicine*. 14(9): 587-590.
16. McGregor, R. L. 1968. The taxonomy of the genus *Echinacea* (Compositae). University of Kansas Publications.
17. Nicola, A., S. Fabrizio, A. Valentina, and I. Gabbriella. 2010. Analysis of highly secondary-metabolite producing roots and flowers of two *Echinacea angustifolia* DC. Var. *angustifolia* accessions. *Industrial Crops and Products* 31(3): 466-468.
18. Percival, S. S. 2000. Use of *Echinacea* in medicine. *Biochem. Pharmacol.* 60(2): 155-158.
19. Perry, N. B., E. J. Burgess and V. L. Glennie. 2001. *Echinacea* standardization: analytical methods for phenolic compounds and typical levels in medicinal species. *J. Agri. Food Chem.* 49(4): 1702-1706.
20. Scarcelli, N., A. Barnaud, W. Eiserhardt, U. A. Treier, M. Seveno, A. d'Anfray, Y. Vigouroux and J. C. Pintaud. 2011. A set of 100 chloroplast DNA primer pairs to study population genetics and phylogeny in monocotyledons. *PLoS one*. 6(5): e19954.
21. Schoch, C. L., K. A. Seifert, S. Huhndorf, V. Robert, J. L. Spouge, C. A. Levesque, W. Chen, and Fungal Barcoding Consortium. 2012. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 109(46): 6241-6246.
22. Toselli, F., A. Matthias, and E. M. Gillam. 2009. *Echinacea* metabolism and drug interactions: the case for standardization of a complementary medicine. *Life Sci.* 85(3): 97-106.

The Differences of Morphology and DNA Barcode in Two *Echinacea* Species¹

Yuhsin Chen^{2*}, Hui-Chuan Hung³, Jeng-Shu Wang⁴ and Chyan-Fung Mao⁵

ABSTRACT

In this study, the morphology of the two commonly used medicinal plants *Echinacea purpurea* (L.) Moench and *E. pallida* Nutt. var. *angustifolia* was compared. Selected plastids genes of the two species were cloned via PCR and sequenced to compare their differences. The primer pairs that yield clear bands including *ycf3* Intron1, *trnV* Intron, *psbB* Exon, *petD-rpoA*, *ndhB* Exon2, *trnV-rrn16*, which are located at LSC and IR (Invert Repeat) region of plastid DNA. After sequenced, the results found that genes located at LSC region yield more DNA variation than IR region, that can be used as genetic barcode. The sequences of the 2 species were blast with NCBI nucleotide database, in which wild sunflower (*Helianthus maximiliani*) (GenBank: KF746383.1) was the closest related species in the database. In the study, it sequenced 4,020 bp which accounted for 2.66% of chloroplast genome. DNA barcode differences of the 2 species varied 1-3 bp at the LSC region including Indel. For the locus *ndhB* Exon2 and *trnV-rrn16* at IR, their sequences were identical that could not be distinguished. The locus sequenced in this study could be used as their DNA barcode.

Key words: *Echinacea purpurea*, *E. angustifolia*, chloroplast gene, plant authentication

¹ Contribution No. 0868 from Taichung DARES, COA.

^{2,3} Associated and Assistant Researcher of Taichung DARES, COA. * Corresponding author.

^{4,5} Chief Technology Officer and Vice General Manager of Taiwan Direct Biotechnology Corporation.

不同穴格與苗齡對有機結球萵苣生育之影響¹

戴振洋、蔡宜峰²

摘 要

本研究目的在於探討不同穴格(60格、128格、288格)與苗齡(3週齡、5週齡、7週齡)對有機結球萵苣穴盤苗及田間定植後生育之影響。試驗結果顯示，在定植前結球萵苣穴盤苗以60格7週齡穴盤苗之園藝性狀表現較佳，不論是株高、莖粗、葉長、葉寬、地上部鮮重、地下部鮮重、葉數、地上部乾重、地下部乾重等均較他處理者佳。利用幼苗絕對生長速率G值作為評估結球萵苣穴盤苗品質指標，其與葉球重相關性達顯著水準。綜合本試驗結果使用較大的60格穴格培育萵苣穴盤苗，苗齡以3~5週齡為宜，採收時葉球重可達1公斤，而苗齡7週齡的萵苣穴盤苗，定植後會有15.6%發生抽苔的情形。如果考量育苗成本，使用介質容量較少的128格育苗，苗齡為3週齡，而288格3週齡穴盤苗則對結球萵苣生育等整體表現顯著較差，因此，在有機栽培時不建議使用。

關鍵詞：有機栽培、結球萵苣、穴格、苗齡

前 言

結球萵苣(*Lactuca sativa* var. *capitata* L.)為臺灣秋冬作主要蔬菜作物之一，依據農情報告資源網103年栽培面積為3,172 ha，其中以雲林縣為主要產地⁽¹⁾。結球萵苣適合生長於冷涼乾爽的氣候，若在高溫或多濕環境則生長停滯甚至腐爛⁽⁴⁾。結球萵苣為菊科蔬菜，具有特殊的氣味，害蟲相較其他十字花科蔬菜少，因此結球萵苣栽培時可以不必或減少施用農藥，故在臺灣秋冬季適合行有機栽培。有機農業為遵守自然資源循環永續利用原則，不允許使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡，以達到生產自然安全農產品目標之農業⁽⁷⁾。因此，推廣有機農業經營理念，可維護農業生產環境，確保農業永續經營，且可生產有機農產品供消費者享用⁽⁷⁾。結球萵苣經由穴盤育苗後，再行定植作業⁽⁴⁾，研究如何建立適宜的有機栽培管理技術，以提供健壯的有機穴盤苗，期能在有機栽培環境中，甚而穩定產量與品質，以提高栽種有機蔬菜成功機率。

基本上，利用不同的育苗資材(介質種類、穴格形狀、穴格數目及穴格深淺)進行育苗，其種苗性狀亦異之^(2,6,10,17)。目前國內使用穴盤之穴格數目，從50格至800格者均可見其應用⁽⁹⁾。穴盤之穴格大小，攸關幼苗根部發育及養分吸收，但為充分利用育苗空間，穴格有越來

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0871 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員、研究員兼分場長。

越小之趨勢，而穴格體積越小則幼苗越容易受到介質中水分、養分、氧氣、酸鹼度和可溶性鹽類的傷害^(3,5)。不同大小穴格之間，對植株苗期的影響較為規律；有些學者認為主要在根之生長受容器的抑制所致，穴格越小者相對穴盤內介質有限，也越易產生限制根群的效應^(17,18)；致使根系吸收能力降低，阻止根部合成荷爾蒙往上輸送，氣體交換不足且根的代謝能力減弱等問題產生^(11,13,19,20)。不同穴格及苗齡大小，是否對定植後的結球萵苣生長有不利的影響？有待進一步探討。農諺「壯苗五成收」，優良的種苗是提早採收與豐產的基礎，因此幼苗健壯是影響栽培成效好壞的重要因素之一^(3,5)。為釐清上述種種問題，故本試驗目的在進行不同穴格與苗齡的有機結球萵苣穴盤苗在苗期及定植後田間生育之影響，期能供日後行有機研究與推廣之參考。

材料與方法

一、試驗材料

- 1.供試品種：以合歡種苗公司出產的結球萵苣“6號”為供試品種。
- 2.育苗穴盤：PE材質穴盤，60格(每格容積為 $5 \times 5 \times 4.5$ cm)，128格($3.5 \times 3.5 \times 3$ cm)，288格($1.6 \times 1.6 \times 2.8$ cm)。
- 3.育苗介質：栽培介質泥炭採用商業歐盟有機驗證之泥炭為白泥炭70%及黑泥炭30%，混合真珠石=10:1 (v/v)之混合介質。

二、試驗方法

1.苗期管理：

將結球萵苣“6號”播種於60格、128格及288格等三種不同育苗盤中，每穴播一粒種子。育苗管理依有機栽培方式實施，在第1枚本葉長出時，開始每隔3~4天澆灌豆粕有機液肥一次。不同萵苣穴盤種苗其處理分別為三週齡的60格、128格(對照組)及288格之穴盤苗，五週齡的60格及128格穴盤苗、七週齡的60格穴盤苗，共為6處理，分別播種後放置本場蔬菜育苗室，試驗採完全隨機設計，每處理四重複。於2013年9月23日開始播種七週齡苗，10月7日播種五週齡苗，10月21日播種三週齡苗至11月11日育苗完成。

2.田間管理：

將上述6種不同處理之結球萵苣穴盤苗，在11月11日定植於本場有機田區，試驗採隨機完全區集設計，四重複。行株距為 60×40 cm，二行植，小區面積為 $1.2 \times 8 = 9.6$ m²，每小區種植40株。定植後間隔7~10天灌溉1次，進入結球期後，因需水量更大，灌溉次數應依據天氣狀況及土壤含水量酌予增加。試驗田區施肥方法為(1)基肥：施用蔗渣木屑堆肥(大自然基肥) 20 t/ha，於田區整地時將堆肥均勻撒佈，再以中耕機將堆肥打入土壤中充分混合；(2)追肥：分別於定植後5~7日(幼苗期)、15~20日及30日後施用豆粕有機液肥合計3次，施用前先取豆粕有機液肥20 L/ha，加水稀釋200倍成肥料稀釋液約4,000 L/ha，再均勻噴灑於結球萵苣植株。

三、調查與分析

1. 定植前穴盤苗比較調查：

在定植前，調查不同育苗處理對萵苣穴盤苗之影響，每處理每盤為一重複，共為四重複，每重複取樣6株，分別調查株高、莖粗、葉數、葉重、地上部鮮重及地下部鮮重等。另採用壯苗指數計算公式 $[(\text{莖粗}/\text{株高} + \text{地下部乾重}/\text{地上部乾重}) \times \text{全株乾物重}(\text{g})]$ 及幼苗絕對生長速率G值計算公式 $[\text{全株乾物重}(\text{g}) \times 1000 / \text{生育日數}]^{(3,5)}$ ，分析及評估不同處理對幼苗品質之影響。

2. 定植後田間生育調查：

於定植後第4週生育中期進行取樣調查，每小區取樣6株進行園藝性狀調查，包括株高、莖粗、葉數、葉重、地上部鮮重及地下部鮮重等。另外於採收期調查各處理之表現，採收判斷以萵苣葉球生長緊密，葉球頂部呈硬實狀態時即可採收調查。調查內容包括葉球高、葉球直徑、葉球重、硝酸根離子含量及可溶性固形物。硝酸根離子含量的測定取樣結球萵苣葉球中心可食部分，使用果汁機打碎，以蒸餾水稀釋10倍，以濾紙過濾後，以Merck RQ flex小型光譜儀測定，每處理四重複。可溶性固形物的測定取樣結球萵苣葉球中心可食部分，以攜帶型數位式屈折度計(PR-32α)測定。

表一、不同試驗處理之有機結球萵苣育苗穴格與苗齡

Table 1. Plug size and seedling age treatment design for organic head lettuce seedling production

Treatment	Plug size	Seedling age (weeks)
A	288 - celled plug	3
B	60 - celled plug	3
C	60 - celled plug	5
D	60 - celled plug	7
E	128 - celled plug	5
F (CK)	128 - celled plug	3

3. 統計分析：

以上各小區所得數據資料經變方分析後，若處理差異顯著，則使用最小顯著性差異測驗(least significance difference; LSD)比較處理間差異是否達到顯著性。

結果與討論

一、定植時不同穴格與苗齡對有機結球萵苣穴盤苗之園藝性狀

於定植時將不同穴格與苗齡取樣進行有機結球萵苣穴盤苗之園藝性狀，調查其株高、莖粗、葉長、葉寬、地上部鮮重、地下部鮮重、葉數、地上部乾重、地下部乾重等。在定植時，各處理彼此間之株高、莖粗、葉長、葉寬、地上部鮮重、地下部鮮重、葉數、地上部乾重、地下部乾重等均呈顯著性差異(表二)，其中以60格7週齡穴盤苗(D處理)之株高等園藝性狀均為

表現最好，分別為株高9 cm、莖粗7.1 mm、葉長8 cm、葉寬4 cm、地上部鮮重5.14 g/plant、地下部鮮重5.67 g/plant、葉數7.1片、地上部乾重0.5 g/plant、地下部乾重0.3 g/plant。而在相同穴格(60格)者，隨著結球萵苣穴盤苗不同苗齡的增加(3週齡B處理、5週齡C處理及7週齡D處理)其園藝性狀則有較好表現的趨勢，其中以7週齡(D處理)的表現最佳。而相同週齡(3週齡)者，結球萵苣穴盤苗在不同穴格(288格A處理、128格F處理、60格B處理)處理者，隨著穴格容積增加其園藝性狀有較好的表現的趨勢，以B處理為表現最佳，顯著優於A處理、F處理。Marr與Jirak (1990)在番茄研究亦有相同的結果，其認為根系可能已互相纏繞致使恢復生長較慢⁽¹⁶⁾。且因穴盤穴格大小不同，介質容量相對有限，易產生限制根群的效應；如使根系吸收能力降低，阻止根部合成荷爾蒙往上輸送，氣體交換不足且根的代謝能力減弱等問題^(11,13,19,20)。本試驗在結球萵苣穴盤苗的結果顯示，60格(B處理)處理者，除葉數不顯著差異外，其餘株高、莖粗、葉長、葉寬、地上部鮮重、地下部鮮重、地上部乾重、地下部乾重等均呈顯著差異(表二)。而288格(A處理)與128格(F處理)則園藝性狀大部分差異不顯著，介質在288格或128格其容量相對有限，相較於60格者易產生限制根群的效應，生育也容易受其影響。

表二、定植前不同穴格與苗齡之有機結球萵苣穴盤苗園藝性狀比較

Table 2. The growth characters differences in treatments of plug size and seedling age of head lettuce at transplanting stage

Treatment ¹	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Shoot fresh wt. (g/plant)	Root fresh wt. (g/plant)	No. of Leaves (No./plant)	Shoot dry wt. (g/plant)	Root dry wt. (g/plant)
A	6.0bc ²	3.7d	5.7bc	2.6bc	0.57c	0.27e	4.3c	0.07c	0.03d
B	7.1a	5.0b	6.7b	3.6a	1.30b	0.78c	4.7c	0.15b	0.07c
C	6.4bc	4.9bc	6.0bc	3.4ab	1.69b	1.29b	5.7b	0.18b	0.14b
D	9.0a	7.1a	8.0a	4.0a	5.14a	2.67a	7.1a	0.50a	0.30a
E	4.2d	3.8d	3.6d	2.3c	0.63c	0.49d	5.3b	0.08c	0.06c
F	5.6c	4.2cd	5.2c	2.5c	0.63c	0.36de	4.2c	0.08c	0.03d

¹ The codes of treatments see Table 1.

² Means separation within columns by LSD, at $P < 0.05$.



圖一、不同穴格與苗齡在定植前有機結球萵苣穴盤苗之比較(A) 288 格，3 週齡；(B) 60 格，3 週齡；(C) 60 格，5 週齡；(D) 60 格，7 週齡；(E) 128 格，5 週齡；(F) 128 格，3 週齡(對照組)

Fig. 1. Comparisons of plug size and seedling age on organic head lettuce at transplanting (A) 288-celled plug, 3 weeks; (B) 60-celled plug, 3 weeks; (C) 60-celled plug, 5 weeks; (D) 60-celled plug, 7 weeks; (E) 128-celled plug, 5 weeks; (F) 128-celled plug, 3 weeks (CK)

二、定植時不同穴格與苗齡對有機結球萵苣穴盤苗品質之影響

一般而言，穴盤苗的品質受內在與外在因子之交互影響，不論是在水分、養分、光線等栽培管理方法上，因受到栽培環境因子之不同而有所改變^(2,3,5,13,20,21)。此外，穴盤苗在生理反應上亦有此現象⁽³⁾，使穴盤苗的表現亦相異之^(8,9)。基本上，不同育苗方式，其種苗性狀亦異之。一般可由株高、莖粗、葉面積、葉色、地上部或地下部鮮重及乾重等做為壯苗形態指標^(5,8,9)。在解剖學上觀察，莖的厚角組織和木質部較發達，莖和葉的表皮細胞中，細胞膜的角質化程度較高等⁽⁵⁾，可做為苗木品質優劣的指標。然此為主觀的觀察與敘述，故有學者提出一套評估科學性的數值分析，供為幼苗品質分析⁽³⁾。

本試驗在壯苗指數以128格3週齡穴盤苗(F處理)最高，壯苗指數為1.09，其次分別依序為128格5週齡穴盤苗(E處理)的1.04、60格7週齡穴盤苗(D處理)的0.89、288格3週齡穴盤苗(A處理)的0.76、60格3週齡穴盤苗(B處理)的0.58，而以60格5週齡穴盤苗(C處理)的0.54最低；但各處理彼此間差異不顯著。幼苗絕對生長速率G值以D處理最高，絕對生長速率G值為16.33。其次分別依序為B處理的10.6，C處理的9、A處理的4.29、E處理的3.86、而以F處理的3最低；而各處理彼此間有顯著性差異。

表三、不同處理間有機結球萵苣穴盤苗品質比較

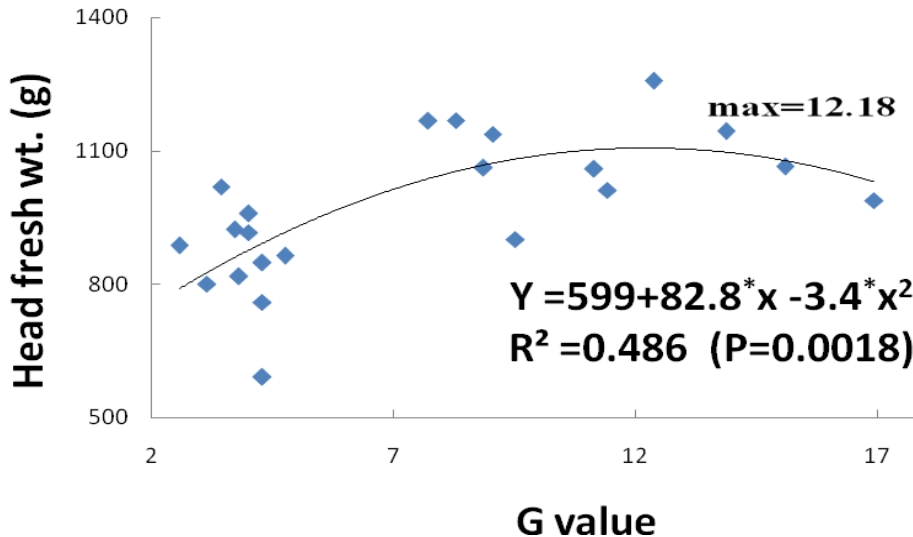
Table 3. The seedling quality differences in treatments of organic head lettuce

Treatment ¹	Seedling quality	
	Seedling index	G value
A	0.76	4.29c ²
B	0.58	10.60b
C	0.54	9.00b
D	0.89	16.33a
E	1.04	3.86c
F (CK)	1.09	3.00c

^{1,2} Same as Table 2.

本試驗為嘗試以科學性建立有機結球萵苣穴盤苗品質之評估指標，採用壯苗指數及幼苗絕對生長速率G值等複合性指數，期能更符合結球萵苣穴盤苗品質分析作為評估幼苗品質指標，其中在檢視壯苗指數(莖粗/株高+地下部重/地上部重)×全株乾物重(g)方面之相關分析，發現在本試驗中，雖然壯苗指數較高其結球萵苣葉球重也有較好的表現，但分析壯苗指數與葉球重之相關性($r = -0.255$)均未達顯著水準，顯示應用指數高低推估葉球重相關並不適宜。而在幼苗絕對生長速率G值(全株乾物重(g)×1000/生育日數)方面之迴歸分析(圖二)，隨著幼苗絕對生長速率G值的增加，採收時的結球萵苣葉球重也有增加的情形，相關性($r = 0.522^*$)達顯著水準，顯示幼苗絕對生長速率G值在12.18以下，其G值高低與葉球重的增減具有較佳的相關。本試驗結果顯示以幼苗絕對生長速率 G值($Y = 599 + 82.8 \cdot x - 3.4 \cdot x^2$; $R^2 = 0.486$, $P = 0.0018$)作為評估穴盤苗品質指標，經由分析中得知，相較壯苗指數($Y = 1334 - 796x + 391.7x^2$)在應用其

相關性更為合宜。但壯苗指數及幼苗絕對生長速率G值之應用，還牽涉到定植後不同栽培管理其表現也有所不同⁽⁸⁾，實際應用上仍需更多的試驗加以佐證及探討才能確認應用作為評估穴盤苗品質之指標。



圖二、結球萵苣穴盤苗幼苗絕對生長速率 G 值及有機結球萵苣葉球重之關係
 Fig. 2. Relationships between G value and head fresh weight of organic head lettuce

三、不同穴格與苗齡對有機結球萵苣在田間生育中期之影響

將穴盤苗定植於田間觀察，於生育中期(定植後第四週)取樣調查其株高、莖粗、葉長、葉寬、地上部鮮重、地下部鮮重、葉數、地上部乾重、地下部乾重等等之生育情形。在生育中期(表四)，各處理彼此間之株高、莖粗、葉長、葉寬、地上部鮮重、地下部鮮重、葉數、地上部乾重、地下部乾重等均呈顯著差異，其中在相同穴格 (60格)者，不同苗齡的(3週齡B處理、5週齡C處理及7週齡D處理)其園藝性狀則有較好表現的趨勢，其大部分的園藝性狀，各處理彼此間差異不顯著。在不同穴格(288格A處理、128格F處理、60格B處理)處理者，隨著穴格容積增加其園藝性狀有較好的表現的趨勢，以60格B處理為表現最佳，分別為株高22.6 cm、莖粗26.8 mm、葉長21.0 cm、葉寬23.8 cm、地上部鮮重190.8 g/plant、地下部鮮重7.6 g/plant、葉數12.8片、地上部乾重9.42 g/plant等園藝性狀，顯著優於288格A處理及128格F處理。王等(2002)則認為穴盤苗根系空間的限制因素使得根系生長環境對於日後栽培的緩衝能力較小⁽²⁾。在生育中期，結果顯示(表四)，其中較大穴格較其他處理顯著較高，各處理(288格A處理、128格F處理及60格B處理)彼此間之園藝性狀呈顯著性差異。而在不同苗齡的(3週齡B處理、5週齡C處理及7週齡D處理)其園藝性狀各處理彼此間未達顯著性差異(表四)。

表四、不同穴格與苗齡對有機結球萵苣在田間生育中期(定植後第四週)之影響

Table 4. Effect of plug size and seedling age on the characteristics of organic head lettuce 4 weeks after transplanting

Treatment ¹	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Shoot fresh wt. (g/plant)	Root fresh wt. (g/plant)	No. of Leaves	Shoot dry wt ² (g)	Root dry wt ² (g)
A	18.6c ²	21.9bc	18.5c	19.8b	102.7b	4.77c	12.9ab	5.56b	0.37c
B	22.6a	26.8a	21.0ab	23.8a	190.8a	7.60b	14.4a	9.42a	0.60b
C	21.6ab	24.6ab	21.5a	23.7a	169.5a	6.51bc	12.8ab	8.73a	0.47bc
D	21.9a	24.9ab	21.0ab	23.3a	189.9a	9.82a	13.8a	9.36a	0.80a
E	18.2c	20.2c	18.4c	19.0b	93.9b	4.71c	10.6c	5.00b	0.33c
F (CK)	19.4bc	20.7c	19.4bc	20.9b	109.2b	5.46c	11.9c	6.10b	0.46bc

^{1,2} Same as Table 2.

四、不同穴格與苗齡對有機結球萵苣生育之影響

於採收時將不同處理之結球萵苣，進行取樣調查其株高、莖粗、葉長、葉寬及抽苔株數等。結果顯示各處理彼此間之株高、莖粗及單株鮮重等有顯著差異外(表五)，其中株高方面以60格7週齡穴盤苗(D處理)的18.3 cm最高，以對照的128格3週齡穴盤苗(F處理) 15.5 cm最低。莖粗方面以60格3週齡穴盤苗(B處理)的56.9 mm最高，以288格3週齡穴盤苗(A處理) 51.2 mm最低。單株鮮重方面以60格5週齡穴盤苗(C處理)的1,142 g最高，以288格3週齡穴盤苗(A處理) 829 g最低。在葉長及葉寬等方面各處理間無統計上顯著差異，葉長介於25.3~27.4 cm，葉寬介於26.9~29.8 cm。於採收時，其中60格7週齡穴盤苗(D處理)的結球萵苣部分有抽苔情形，調查種植的160株有25株有抽苔現象，其抽苔率為15.6%，其餘各處理則均無植株抽苔情形(表五)。

在有機結球萵苣品質之比較，於採收時調查葉球高、葉球直徑、葉球重、硝酸態氮含量及可溶性固形物。結果顯示各處理彼此間，不論是葉球高、葉球直徑、葉球重、硝酸態氮含量及可溶性固形物等均有顯著差異(表六)，其中葉球高方面以D處理的15.9 cm最高，以A處理的13 cm最低。葉球直徑方面以C處理的17.7 cm最高，而以A處理的14.2 cm最低。葉球重方面以C處理的1,143 g最高，而以A處理的758 g最低。硝酸態氮含量方面以F處理的6,975 mg/kg最高，以A處理的2,267 mg/kg最低。可溶性固形物方面以D處理的4.9最高，則E處理的4.1為最低。

行有機栽培時，縮短田間栽培日數將可降低田間受病蟲為害的機率。因此本試驗嘗試利用有機結球萵苣穴盤育苗增加育苗天數由21天延長至35~49天後定植到田間的栽培，作為有機結球萵苣縮短田間日數之生產模式。綜合本研究結果，不同苗齡的處理(3週齡B處理、5週齡C處理及7週齡D處理)其定植後第四週(表四)或採收時(表五及六)的園藝性狀大部分為差異不顯著。Jones等(1991)試驗指出不同苗齡(20~49天)對甘藍的早期產量或總產量並無影響⁽¹⁴⁾。Wurr等(1986)對花椰菜⁽²¹⁾、Lamont(1992)對青花菜⁽¹⁵⁾、Marr及Jirak(1990)對番茄⁽¹⁶⁾等的試驗

亦有相似之結果。因此，就苗齡效應上，在本試驗結球萵苣葉球重量並非主要影響之因子。在不同穴格(288格A處理、128格F處理、60格B處理)處理者，隨著穴格容積增加其整體園藝性狀有較好的表現的趨勢。Chen及Shinohara (2002)指出穴格會影響結球白菜穴盤苗的根活性及元素吸收⁽¹¹⁾。本試驗結果以在不同穴格(288格A處理、128格F處理、60格B處理)處理者，隨著穴格容積增加其園藝性狀有較好的表現的趨勢(表五及六)。

綜合本試驗結果，建議可以使用較大穴格培育有機結球萵苣穴盤苗，苗齡以3~5週齡為宜，採收時葉球重可達1公斤，而苗齡7週齡的萵苣穴盤苗，定植後會發生抽苔(15.6%)的情形。如果考量育苗成本，則使用介質容量較少的128格育苗，苗齡以3週齡即可，與苗齡5週齡者對結球萵苣生育並無顯著影響，而288格3週齡之穴盤苗則對結球萵苣生育等整體表現顯著較差。因此，在有機栽培時不建議使用。

表五、不同穴格與苗齡對有機結球萵苣生育之影響

Table 5. Effect of plug size and seedling age on the growth of organic head lettuce

Treatment ¹	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Outer Head fresh wt. (g)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Bolting (%)
A	16.4bc ²	51.2c	829c	25.3	28.9	0
B	17.6ab	56.9a	1,108a	27.4	28.9	0
C	16.4bc	54.8ab	1,143a	27.4	29.8	0
D	18.8a	55.3ab	1,129a	26.8	26.9	15.6
E	15.8bc	52.8bc	969b	27.0	29.1	0
F (CK)	15.5c	53.8abc	980b	26.8	29.4	0

^{1,2} Same as Table 2.

表六、不同穴格與苗齡對有機結球萵苣葉球品質之影響

Table 6. Effect of plug size and seedling age on head characteristics of organic head lettuce

Treatment ¹	Head height (cm)	Head diameter (cm)	Head fresh wt. (g)	Nitrate content (mg/kg)	Total soluble solid °Brix (%)
A	13.0c ²	14.2d	758c	2,267d	4.3cd
B	14.8ab	15.9bc	1,077a	3,892c	4.7ab
C	14.8ab	17.7a	1,143a	3,567cd	4.2cd
D	15.9a	16.7ab	1,075a	5,900ab	4.9a
E	13.6bc	16.0bc	938b	5,275b	4.1d
F (CK)	13.8bc	15.2cd	917b	6,975a	4.5bc

^{1,2} Same as Table 2.

誌 謝

本試驗承蒙蔬菜研究室同仁協助調查，前助理研究員蔡正宏有機試驗田區栽培管理，以及陳葦玲副研究員協助試驗分析及文稿修正，謹誌謝忱。

參考文獻

1. 農情報告資源網 2014 http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp。
2. 王裕權、謝桑煙、陳博惠 2002 不同穴盤型式及格數對甘藍、結球白菜移植苗品質、產量之影響 臺南區農業改良場研究彙報 39: 23-31。
3. 李曙軒 1979 蔬菜育苗生理 蔬菜栽培生理 p.41-71 上海科學技術出版社 上海，中國。
4. 林棟樑 1995 萵苣 臺灣農家要覽增修版－農作物篇二 p.409-412。
5. 葛曉光 1987 蔬菜的播種與育苗 p.131-137 中國蔬菜栽培學 農業出版社 北京，中國。
6. 戴振洋、蔡宜峰、郭俊毅 1998 穴格型式育苗對甘藍生育之影響 臺中區農業改良場研究彙報 61: 25-33。
7. 戴振洋、蔡宜峰、陳榮五 2009 蔬菜有機栽培實務 p.112-124 有機農業產業發展研討會專刊 臺中區農業改良場編印。
8. 戴振洋、蔡宜峰、黃勝忠 1997 甘藍穴盤苗與土播苗在田間生育之比較 臺中區農業改良場研究彙報 54: 1-8。
9. 戴振洋 1997 蔬菜育苗之穴盤種類與特性 種苗科技專訊 20: 20-23。
10. 薛佑光 2000 介質理化特性及其對甘藍與番茄穴盤苗之影響 國立中興大學園藝學研究所碩士論文。
11. Chen, J., T. Ito and Y. Shinohara. 2002. Effects of cell shape of plug trays on shoot and root growths of Chinese cabbage [*Brassica campestris* L. (pekinensis group)] transplants. J. Soc. Horticultural Science. 17(5): 617-622
12. Csizinszky, A. A. and D. J. Schuster. 1993. Impact of insecticide schedule, N and K rates, and transplant container size on cabbage yield. HortScience 28(4): 299-302.
13. Gerisler, D. and D. C. Ferree. 1984. Response of plant to root pruning. Hort. Rev. 6: 155-188.
14. Jones, R. T., L. A. Weston and R. Harmon. 1991. Effect of root cell size and transplant age on cole crop yields. HortScience 26(6): 688. (Abst.).
15. Lamont, W. J. 1992. Transplant age has little effect on broccoli head weight and diameter. HortScience 27(7): 848.
16. Marr, C. W. and M. Jirak. 1990. Holding tomato transplants in plug trays. HortScience 25(2):173-176.
17. Marsh, D. and J. Kern. 1985. Influence of size and type of plug tray upon cabbage growth and development. HortScience 20(4): 656 (Abst.).
18. Marsh, D. B. and K. B. Paul. 1988. Influence of container type and cell size on cabbage transplant development and field performance. HortScience 23(2): 310-311.

19. Smith, I. E. 1986. Research into the speedling system of raising vegetable seedlings in South Africa. *Acta Hort.* 194: 173-186.
20. Torrey, G. J. 1976. Root hormones and plant growth. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 27: 435-459.
21. Wurr, D. C. E., E. F. Cox and J. R. Fellows. 1986. The influence of transplant age and nutrient feeding regime on cauliflower growth and maturity. *J. Hort. Sci.* 61(4): 503-508.

Effect of Plug Size and Seedling Age on the Seedling Growth of Organic Head Lettuce¹

Chen-Yang Tai and Yi-Fong Tsai²

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of different plug sizes (60, 128, and 288 cells) and seedlings age (3, 5, and 7 week-old) on the growth of seedling stage and after transplanting in organic head lettuce cultivation. The results indicated that the 7 week-old seedlings cultivated in 60 cell plug tray had better horticultural characteristics such as the plant height, stem diameter, leaf length, leaf width, shoot fresh weight, root fresh weight, number of leaves, shoot dry weight as well as root dry weight than other treatments. Using absolute growth rate value (G value), which was an optimal index for evaluating quality of plug tray seedlings. The G value showed close relationship with its head weight at harvest. In conclusion, 3 to 5-week old seedling planting in the big plug tray (60 cells) was the most optimal treatment for nursing. The head weight could reach to 1 kg at harvest. Besides, 15.6% bolting would be occurred if the seedling age was older than 7-week. Although, 3 week-seedling planting in 128 cell plug tray had low production cost, however, their growth was significantly poorer.

Key words: organic cultivation, head lettuce, plug size, seedling age

¹ Contribution No. 0871 from Taichung DARES, COA.

² Associate Horticulturist and Researcher (Branch Chief), Puli Branch, Taichung DARES, COA.

臺中區農業改良場研究彙報稿約

- 一、本刊以供本場同仁發表試驗研究成果為原則，但可邀請外稿。
- 二、來稿一經刊登其著作權歸行政院農業委員會臺中區農業改良場所有，本人聲明並保證授權著作為本人所自行創作，若屬多人共同創作，則本人亦取得其他作者同意，有權為本同意之各項授權。且授權著作未侵害任何第三人之智慧財產權。
- 三、來稿一律不支稿費，但經刊用後，則致贈單行本 50 本(可要求至 100 本)。
- 四、文章之架構為題目、作者、中文摘要、中文關鍵字、前言、材料與方法、結果與討論(或分開成結果、討論)、誌謝、參考文獻(加阿拉伯數字序號)、英文摘要(包括題目、作者、摘要、關鍵字)。題目下之作者英文姓、名首字用大寫，其餘小寫，以用全名為原則，名在前，姓在後，如 Jia-Shin Lin，作者二人時，則用 and 連接，三人以上則如 Jia-Shin Lin, Lin-Ren Chang and Wan-Jean Liaw。英文關鍵字除專用學名(如 Ringspot Virus)、元素符號縮寫(如 Ca, Mg)等首字母大寫，其餘一般性語詞用小寫。另本文內中文後附加英文全名又有英文縮寫時，則英文全名與英文縮寫間以逗號分開，如木瓜輪點病毒(papaya ringspot virus, PRV)。
- 五、來稿以 A4 紙“雙行距”印出，紙之上端留白 2 cm，其他三邊留白 1cm。
- 六、來稿以精簡易懂為原則，學名、et al., via 等需以斜體字印出，引用書名以 It: 表示。
- 七、關於表格之注意點：(一)表格上方須並列中英文標題，中文在上，英文在下，並加表一、(Table 1.)等冠號，不需句號，但表註要句號。(二)表格內容只用英文，只有第一個字母大寫，不可中英文並列。(三)能以文字說明之小表或項目，請用文字說明。(四)原始記錄應統計分析並簡化後始可列入表中。(五)表註用小號 1 或 2 等註明於表中數字之右上角。(六)表格一律設計成“可被彙報篇幅正常容納”之大小。
- 八、關於插圖之規定：(一)插圖應單頁獨立，註明文題。(二)插圖下方須有標題，並加圖一、圖二、(Fig. 1. 2.....)等冠號。(三)所繪製線條粗細、標號、數字及文字等應注意協調及清楚。(四)已列表中之內容，勿再重複以插圖表示。
- 九、關於照片之規定：(一)照片用紙一律採用光面紙，黑白照片為佳，品質為要。(二)需有圖說，如有特別指明點應標示之。(三)可在文中用文字說明清楚之非必要照片請剔除。
- 十、關於參考文獻之規定：(一)參考文獻以引用為限，如係來自轉載之其他書刊時必須加註明。(二)本國及日本作者則依據姓名筆劃數為序，若無作者而以出版機關(社)為首時，則以首字筆劃列入參考文獻之排序。以上三種文獻均列於英文作者之前。作者之姓置於前，名或簡寫隨之。(三)中、日期刊文獻作者姓名以後為發行年份，然後為論文名稱，期刊名稱、卷期數及頁數。(四)西文雜誌名之縮寫方式儘量根據美國出版之“Biological Abstracts”雜誌；中日文雜誌用全名(例 1)。(五)書籍必須加註版別及出版書局。(六)引用西文書籍之寫法為：作者姓名—年份—章節名—引用頁數—編輯者—書名(西文書名除介詞外其餘首字母大寫)—出版社—出版地(例 5)。(七)西文參考文獻第一作者姓在前，名用縮寫接在後；第二作者以下名用縮字排在前，姓在後(見例 2~5)。(八)引用機關或出版社編著之非定期性中、日書刊寫法：1. 書籍有分篇作者時：分篇作者—年份—章節名—參考頁數—書名—主編—出版社(機關)—出版地點(見例 6)。2. 書籍無分篇作者時：作者名—年份—章節名—參考頁數—書名—出版社—出版地點(見例 7)。3. 無作者但有發行(編輯)機關(社)時：發行機關—年份—書名—參考頁數—出版社(見例 8)(此時並以首字之筆畫列入參考文獻之排序)以上如缺某項時可略過，但順序不宜變更，且重要項目不可少。(九)文字敘述及參考文獻時，根據文獻之號數，用阿拉伯字，加以括號，如(1)等，插入句中右上角，如引用多篇，則加逗點，如(1,2, 3)。(十)未正式發行之報告，如農林廳年度成果報告，不可引用為參考文獻。
- 例如：1.張守敬 1954 臺灣水稻肥料施用適量之分區 科學農業 2(5):1~6。
2. Jones, J. W. and A. E. Longley. 1941. Sterility and aberrant chromosomes numbers in Caloro and other varieties of rice. Jour. Agr. Res. 62:381-399.
3. 作者 3 人之寫法：Jone, A. B., L. H. Lin and A. B. Chen. 1991....
4. 作者 3 人以上之寫法：Jone, A. B., L. H. Lin, C. D. Wang and A. B. Chen. 1991....
5. Eastop, V. F. 1977. World importance of aphids as virus vectors. p.1-61. In: Harrrts, K. F. and K. Maramorosch (eds.). Aphid as Virus. Academic Press. London.
6. 黃正華、朱永華 1970 臺灣雜糧生產現況與增產潛力之探討 p.66~67 臺灣雜糧增產之研究 科學農業叢書第 7 號。
7. 郭魁士 1978 土壤水 p.x~x 土壤學 中國書局 屏東，臺灣。
8. 臺灣省政府農林廳 1990 臺灣農業年報 臺灣省政府印刷廠。
- 十一、文字敘述之號次以下列為序：中文用：一(一) 1.(1)A(A)，英文用：1.(1)A(A)a(a)。
- 十二、腳註以小號 1 或 2 等阿拉伯字標於右上角，說明時阿拉伯字置於左上角及文辭回復正常大小。
- 十三、文字敘述中之數字，儘量用阿拉伯字表示之。
- 十四、單位須用公制單位記號，例如以 m、cm、mm、m²、ml、l、mg、g、kg、ha、℃、pH、N、ppm、t、hr 等，不必用中文表示之。
- 十五、原稿審查後經由課室送還作者，作者對審查意見有異議，可書面申訴。修正後需將原稿、審查意見表及修正稿送回編輯。必要時可再外審，且本刊有刪改權。“完全定稿”後送請排版(排版後不接受大幅度修改)。
- 十六、作者“自行、完全”負責格式及內容之校對。
- 十七、其他未盡事項，得經場長核定後，隨時補充修正之。

BULLETIN OF TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION STATION

Publisher

H. S. Lin

Editorial Board

T. C. Kao

C. H. Chao

M. C. Hong

C. H. Hsiao

K. F. Pai

J. H. Lin

Y. H. Chen

C. W. Chen

S. F. Chen

L. Y. Chiu

書名：行政院農業委員會臺中區農業改良場研究彙報(第 128 期)

出版機關：行政院農業委員會臺中區農業改良場

通訊處：彰化縣大村鄉田洋村松槐路 370 號

網址：<http://www.tdais.gov.tw/>

電話：04-8523101~7

發行人：林學詩

編輯委員：高德錚（總編輯）、趙佳鴻（副總編輯）

洪梅珠、蕭政弘、白桂芳、林錦宏、陳裕星、陳俊位、陳世芳、邱玲瑛

出版年月：104 年 9 月

定價：新臺幣 100 元整

展售處：行政院農業委員會臺中區農業改良場

展售書局：1.五南文化廣場臺中總店／400 臺中市中山路 6 號 (04)22260330

2.國家書店松江門市／104 臺北市松江路 209 號 1 樓 (02)25180207

中華郵政中臺字第 0 四九九號執照登記認為第一類新聞紙類

新聞局登記權：局版臺誌字第五八二三號

GPN: 2006500018

ISSN: 0255-5905

版權所有，翻拷必究