

蓖麻播種機具之研製¹

張金元、田雲生、陳令錫²

摘 要

為建立蓖麻產業與機械化栽培技術，本研究研製蓖麻播種機，以市售中耕管理機做為機具動力來源，將播種機構附掛於後，本機應用重力方式經由播種輪使種子掉落播種，功能包含開溝、播種、覆土、鎮壓以及兩行點播播種。研製完成之蓖麻播種機，單行播種機具約27.6 kg，整機157.5 kg，具行距、株距可調、快速拆裝、深淺自動調整等功能，播種作業僅需1名人力，經田間試驗結果顯示，播種率及缺播率分別為93%、7%，其中播種單粒率及複粒率分別為35%、58%。因之，本機具的開發，應可協助蓖麻種子進行田間機械播種作業。

關鍵字：蓖麻、播種機。

前 言

目前全球蓖麻栽培面積約300萬公頃，在臺灣蓖麻幾乎都是野生，僅極少數為商業栽培^(1,2)。由於蓖麻籽所提煉之蓖麻油為工業、能源和戰略利用上之重要原料，可廣泛用於機械、航空潤滑油與油漆基礎油、液壓油、尼龍纖維、人造皮革的製造材料等⁽⁹⁾，具有其他植物油難以相及之優良特性。近年來石油價格不斷上漲，以及限制利用糧食作物生產生質能源，不與糧食作物爭地，避免造成原物料價格上漲之疑慮，因此選擇可產製工業用油之蓖麻，其栽培適應性廣，可利用休、廢耕地種植蓖麻，發展潛力頗高，為值得栽培之重要能源作物。

為減少蓖麻油料生產成本，需進行各項成本及作業效率管控，如以機械取代人工播種，以降低人事費用及提高作業效率，又因目前國內尚無適用之蓖麻播種機械，因此，本研究設計研製可附掛於中耕管理機之蓖麻播種機具，規劃設計適合臺灣地區使用之中耕管理機附掛型蓖麻播種機具，以市售中耕管理機為動力來源，附掛播種機構於後，又中耕管理機為農業常用之機具，農戶可僅購買播種機具並附掛於後方，以減少設備投入成本，並且因機型小，適用於小田區進行播種作業。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0847 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、副研究員、副研究員。

材料與方法

試驗材料

- 一、播種材料 蓖麻種子為亞洲大學所提供之LCR 13品系種子，作為研製蓖麻播種機具供試材料。
- 二、中耕管理機 選用昶維工業有限公司生產之農豐牌中耕管理機，型號WR-1001，單輪式，使用氣冷式四行程汽油引擎為動力源，引擎型號為GM291L，最大馬力10 Hp/1,800 rpm。

試驗方法

一、蓖麻種子之物性調查

針對供試之蓖麻種子調查其基本物理性狀，做為蓖麻播種機具研製之參考。試驗調查項目包含蓖麻種子形狀、大小、長、寬、厚及千粒重等物理性狀，以及依據田間作業需求所設定之栽培行距及株距，做為設計訂定播種機具間距、播種株距、種子播種輪孔穴等相關尺寸研發基礎，以研製適用之蓖麻種子播種機具。

二、蓖麻播種機具之設計研製

經搜尋有關播種機具之文獻^(3,4,5,7,8)，參考蔬菜種子播種機掛在作畦器延伸之橫桿，由作畦器正四方形橫管連結方型管橫桿，供播種機附掛在橫桿上，可做橫向移動達播種行距可調功能，並由播種機接地輪經齒輪鏈條傳動播種輪達到驅動播種目的⁽⁴⁾。參考播種機由播種室、播種室軸心、播種輪、開溝引導管、種子箱、種子箱蓋、著地傳動鎖壓輪、傳動軸心、鏈輪、鏈條等組成，播種行距15 cm以上任意調整，株距依需要由空白播種輪加工任意調整⁽³⁾，使播種間距可達設定需求。以現有播種機構型式進行設計修改，並規畫選擇常用之中耕管理機作為動力來源，於其後方附掛研發之播種機具，使用工程製圖軟體繪製後，出圖試作，成為蓖麻播種離型機後，於本場試驗田進行種子播種試驗，以驗證其功能。

三、蓖麻播種機具之播種效率

蓖麻種子應用中耕管理機附掛播種機具，於田區進行播種作業，調查其播種率、缺播率、單粒率及複粒率，其播種效率之定義如下所示：

- 播種率：在播種行進距離內，實際田區播種次數與依孔數應播種次數之比例。
 - 缺播率：在播種行進距離內，實際田區無播種次數與依孔數應播種次數之比例。
 - 單粒率：在播種行進距離內，田間孔穴中播種單粒者次數與依孔數應播種次數之比例。
 - 複粒率：在播種行進距離內，田間孔穴中播種複粒者次數與依孔數應播種次數之比例。
- 其中，播種率為單粒率及複粒率之總和。

結果與討論

一、蓖麻種子之物性調查

1. 種子外觀

蓖麻形狀為扁橢圓形，表面光滑並佈滿褐色斑紋，經調查試驗品系LCR 13之蓖麻種子物理性狀，試驗結果發現種子千粒重為331.8 g，因此單粒重量平均為0.3318 g。此外，因殼平均重量為0.064 g，殼約佔種子重量的1/5，兩者重量有明顯差異，脫殼後可採用風力或孔洞法選別殼與種子。安息角約為18~22度，單粒種子在大於安息角時，運動型態多呈現以粒長向為軸心滾動，而因其種皮表面光滑，在種子箱內因表面摩擦力小以及相互接觸，運動型態多呈現滑動，觀察於種子箱內架橋現象發生機率低，相當適合機械播種，蓖麻種子之外觀如圖一所示。

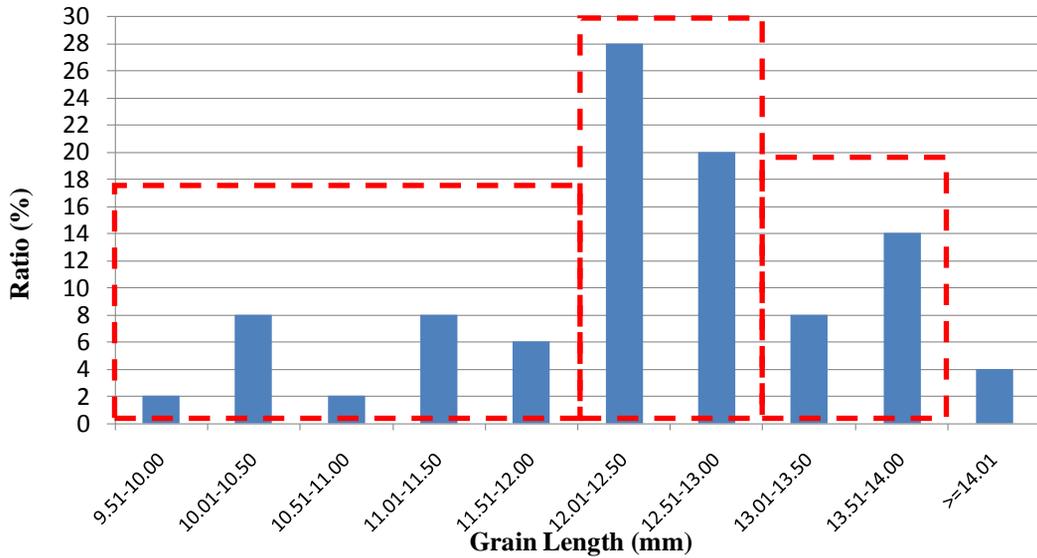


圖一、蓖麻種子之外觀。

Fig. 1. Appearance of castor seeds.

2. 種子外型尺寸

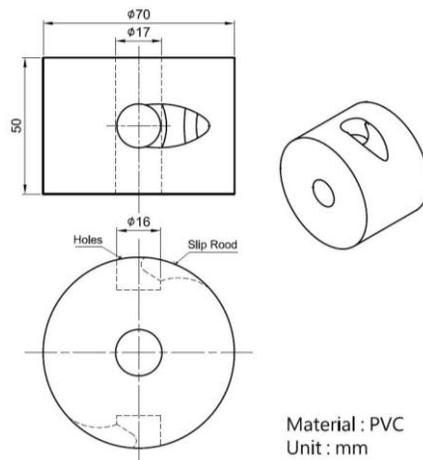
種子外型尺寸之平均粒長為12.31 mm、寬8.9 mm、厚6.4 mm。因粒長大於粒寬及粒厚，為影響種子掉入播種輪孔穴之關鍵因子，其粒長之長度範圍介於9.51 mm至14.0 mm，蓖麻種子粒長分布如圖二所示，其中9.51 mm至12.0 mm約佔26%，12.01 mm至13.0 mm約佔48%，13.01 mm至14.0 mm佔22%，大於14.01 mm占4%，多數種子粒長介於12.01 mm至13.0 mm之間。



圖二、蓖麻種子粒長分布圖。

Fig. 2. The distribution of grain length of the castor seed.

為增加種子掉入播種輪孔穴的機率，假設蓖麻種子粒長分布近似常態分布曲線，求取 ± 3 個標準差範圍內之粒長常態分布數值範圍⁽⁶⁾，其粒長之平均值為12.31 mm，標準差為1.1583 mm，則粒長常態分布 ± 3 個標準差之數值範圍介於8.83 mm ~ 15.78 mm。為使加工容易，孔徑取整數值，因此規劃以較大直徑16 mm之播種輪孔穴進行設計試製，作為蓖麻播種機具研製之參考，播種輪尺寸加工圖如圖三。



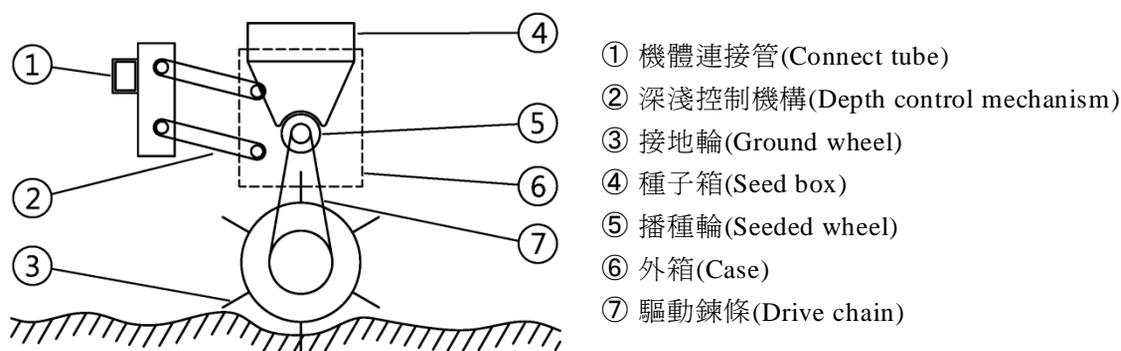
圖三、播種輪尺寸。

Fig.3. Size of sowing wheel.

二、蓖麻田間播種作業機械之設計研製

中耕管理機為農家常用之田間機械，因此規畫以購買播種機具附掛於中耕管理機後方方式，以減少設備投資成本，以及考量田間操作負重、人工及設備成本，規劃研製以中耕管理機乘載播種機具之型式，並設計研製可點播2行，以及畦高、行距及株距可調整之播種機具，以建立蓖麻播種栽培機械化機具，經設計完成之蓖麻田間播種機具研製構想圖如圖四所示。

蓖麻種子於種子箱④內，利用重力方式掉入播種輪⑤孔穴中，經接地輪③、驅動鏈條⑦驅動播種輪旋轉，當孔穴旋轉向下時，種子經由導管掉入田間溝內，再經覆土鎮壓後，完成播種作業。機體經由機體連接管①銜接，由接地輪支撐及旋轉產生播種動力，並利用深淺控制機構②達到播種機具高度自動調整功能，其中種子箱、播種輪等機件由外箱⑥包覆固定。



圖四、蓖麻播種機具研製構想圖。

Fig. 4. Concept of castor seeder.

1. 研製完成之蓖麻田間播種機具如圖五所示，可經由深淺控制機構及機體連接管裝置於中耕管理機後方操作使用，符合播種機具可附掛於中耕管理機後方、可快速拆裝及畦高、行距可調之設計條件。
2. 機體功能包含開溝、播種、覆土、鎮壓功能，由種子箱、播種輪、種子排出導槽及導管、接地輪等機件所構成，應用重量方式使種子箱內之種子順利掉入播種輪種子凹槽，符合蓖麻種子田間機械播種之設計條件。
3. 參考種子物理性狀調查結果，參考前述試驗結果，設定播種輪孔穴孔徑為16 mm，並以接地輪驅動播種輪旋轉，導引種子掉入田間溝槽內，田間播種株距為40 cm，並可利用齒輪比或播種輪孔穴數量調整播種間距，而本研究在株距調整方式係藉由播種輪上加工穴格，播種輪加工2穴格。蓖麻播種機具示意圖如圖六。

$$\text{播種株距之計算式爲 } \text{株距} = \frac{\text{接地輪周長}}{\text{播種輪孔數}} \times \frac{\text{齒數(播種輪)}}{\text{齒數(接地輪)}} = \frac{110\text{cm}}{2} \times \frac{16\text{T}}{22\text{T}} = 40\text{cm}$$

其中播種輪具有兩個孔數、齒數(播種輪)為16齒，接地輪周長約為110 cm、齒數(接地輪)為22齒，因此播種株距約為40 cm。

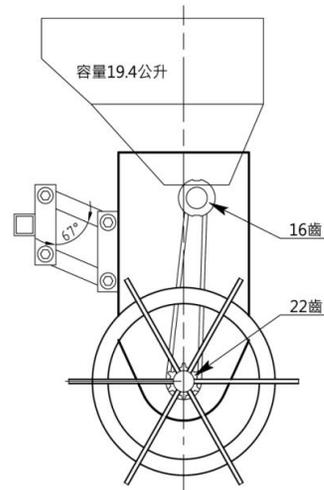
中耕管理機機身總重約102.3 kg (包含犁耕刀具之畦刀重量約7.3 kg)，研製完成之單行播種機具約27.6 kg，因此整機總重為 102.3 kg (中耕管理機) + $2 \times 27.6 \text{ kg}$ (單行播種機) = 157.5 kg (不包含種子與燃料)。探討田間操作負荷，量測把手處提起機體之荷重約為 14 kg ，因此，為使機身平衡，單手操作之最大負重即為 7 kg 。實務操作時，因中耕管理機為單輪式，兩側單行播種機具可作輔助支撐及平衡用，操作上之負重可較最大負重為低，但將單行播種機具重量再予以降低，可望再降低操作負荷。

適合耕地面積狹小的臺灣，具單人操作、田頭轉向及運輸容易特性，將播種機具附掛於後，可快速拆裝及調整，預估播種作業人力僅需1名，以降低人工費用，以及拆除播種機具後可回歸中耕管理機原本功能。



圖五、蓖麻播種機具。

Fig. 5. Prototype of castor seeder.



圖六、蓖麻播種機具示意圖。

Fig. 6. A schematic diagram of castor seeder.

三、蓖麻播種機具之播種效率

為排除田間所造成的試驗誤差，中耕管理機附掛播種機構之機體，於本場農機工場以原地靜置方式進行播種試驗，種子在未分級前之播種率為86%、缺播率為14%，其中播種率中單粒率為45%、複粒率為41%。而在田區播種試驗中，播種率為93%、缺播率可減少為7%，其中播種單粒率降低為35%，複粒率提升至58%。觀察播種複粒率提高原因，為機體於田區播種作業時，機體移動以及引擎所造成之播種機構震動，使小粒徑與大粒徑種子更可一同進入播種輪孔穴中，進而提高複粒率及減少缺播率。中耕管理機附掛蓖麻播種機具實際田間作業情況如圖七。

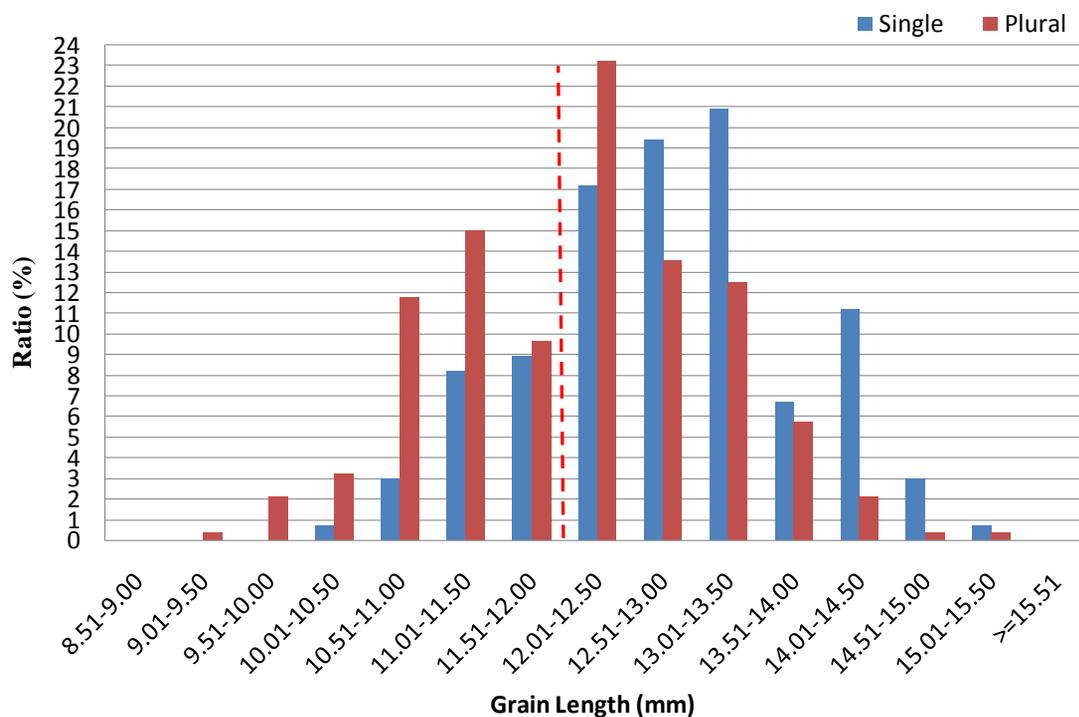


圖七、中耕管理機附掛蓖麻播種機具田間作業情況。

Fig. 7. The castor seeder working on the farm.

四、種子分級後之蓖麻播種機具播種效率

因播種輪孔穴尺寸固定，為提高播種效率，以減少複粒率及缺播率的發生，預先進行種子大小分級作業。分別調查蓖麻種子於播種單粒及複粒時，其粒長分布情況，結果如圖八所示，由結果顯示播種複粒之粒長分布具有2波峰，分別介於9.0 mm至12.0 mm與12.01 mm至15.5 mm區間，其中2區段高峰值分別介於11.01 mm至11.50 mm與12.01至12.50 mm之間，以及前項調查結果因蓖麻種子粒長介於12.00 mm至13.00 mm者佔48%，因此推測估計12.00 mm為大粒徑與小粒徑之粒長分界點，又粒長 12.00 mm以下之蓖麻種子之粒寬平均為8.23 mm，因此試以孔洞9.00 mm之篩網過篩，以粒寬尺寸進行分級作業，篩選分級出粒長為12.00 mm以下之蓖麻種子。



圖八、播種單粒與複粒之種子粒長分布。

Fig. 8. The distribution of sowing single and plural seed of the grain length.

過篩分級後之種子粒長大於12.00 mm者佔96%，而種子粒長小於12.00者佔 4%，考量粒長小之種子發芽率較低，以及數量占極少數，選擇種子粒長大於12.00 mm者進行播種試驗。試驗調查顯示過篩後之播種率、缺播率、單粒率及複粒率，播種機於本場農機工場原地靜置播種情況下之播種率為71%，缺播率為29%，其中單粒率為64%，複粒率則有效降低為7%。而於田區播種作業中之播種率為74%，缺播率為26%，其中單粒率為65%，複粒率為9%，原地或田間播種兩者間無太大差異。

由試驗結果中發現過篩後，複粒率可有效自58%降低至9%，以過篩方式可有效的改善複粒率的發生，然而缺播率卻也從7%上升至26%，經觀察播種輪孔穴中之種子發現，因無小粒種子進入播種輪孔穴，以補足缺播之發生，因此提高缺播率之發生，後續可朝向播種輪種子凹槽孔徑加大方式改善，或者栽培模式允許複粒播種，則可不採用過篩方式進行播種作業，以提高播種效率。蓖麻播種機具原地或田間之播種效率如表一所示。

表一、蓖麻播種機具之播種效率

Table 1. Seeding efficiency of castor seeder

Seeding Rate	Unscreen		Screen	
	Static	Field	Static	Field
Seeding Ratio	86%	93%	71%	74%
Empty Ratio	14%	7%	29%	26%
Single Particle Ratio	45%	35%	64%	65%
Multiple Particles Ratio	41%	58%	7%	9%

結論與建議

研製完成之中耕管理機附掛蓖麻播種機具整機總重為157.5 kg，其中單行播種機具重量為27.6 kg，為利於田區操作，可降低播種機具重量及進行重量配置設計，以符合人體工學，如鐵板製作而成之種子料桶可改以塑膠製，以及降低播種機機體鐵板厚度，以降低整機重量。此外，中耕管理機之耕耘刀具可拆卸下來，減少整機負重，整體機身重量仍可再降低，以提高操作舒適性，並設計人體工學之相關位置，使田間作業容易。

蓖麻種子在未分級前，於田區播種中單粒率為35%、複粒率為58%，以9.0 mm孔徑篩網分級後，複粒率雖可有效降低至9%，提升單粒率，但缺播率亦從7%提高至26%，後續可針對播種輪孔穴孔徑進行設計，可朝孔徑加大方式試製試驗，探討其播種率及缺播率，以及田間平整度與改善種子過篩方式提高單粒率與降低缺播率。

誌 謝

本研究承蒙國科會之專題研究計畫(NSC101-3113-P-468-001)項下補助經費。試驗期間承蒙中興大學生物產業機電工程學系盛中德教授不吝賜教與指導；中興大學生物產業機電工程學系盛中德教授、建國科技大學自動化工程系樂家敏教授斧正，以及農業機械研究室全體同仁鼎力配合，方得以順利完成，謹申謝忱。

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. 汪呈因 1997 特用作物學 p.185-191 茂昌圖書有限公司 臺北。
3. 施清田 2010 曳引機附掛式綠肥播種機 農業世界 319: 86-90。
4. 施清田、楊大吉、邱澄文 2009 曳引機承載施肥整地作畦播種一貫作業機之研究 行政院花蓮區農業改良場研究彙報 27: 45-54。
5. 馮丁樹 1987 小農制之農業機械化 p.181-184 徐氏基金會 臺灣，臺北。
6. 詹世煌、方世榮 1987 統計學導論 曉園出版社 臺灣，臺北。
7. 盧福明 1978 動力農業機械 p.259-271 徐氏基金會 臺灣，臺北。
8. 關昌揚譯 1997 農業機械學 p.204-231 徐氏基金會 臺灣，臺北。
9. Ogunniyi, D. S. 2006. Castor oil: a vital industrial raw material. *Bioresource Technol.* 97: 1086-1091.

Development of the Seeder of Castor

Chin-Yuan Chang, Yun-Sheng Tien and Ling-Hsi Chen²

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a prototype of castor seeder which was combined with commercial power tiller as the power source. The gravity force was applied to the free falling of castor seeds. The main body of seeder was about 27.6kg and combined with commercial power tiller about 157.5kg. The seeder designed was assembly with opener, seeder, coverer and press wheel. It could be quickly disassemble and easily to adjust the seeding depth and row & hill distance, and one person operation is available. Through the field studies, the results indicated that the seeding ratio and seeding loss ratio were 93% and 7%, respectively and among the seeding ratio, the single particle ratio and multiple particles ratio were 35%, 58%.

Key words: Castor, Seeder.

¹Contribution No. 0847 from Taichung DARES, COA.

²Assistant Engineer, Associate Engineer, Assistant Engineer of Taichung DARES, COA.