

蕎麥離心式脫殼機之研發應用¹

張金元、田雲生²

摘 要

為研發國內產業適用之小型蕎麥脫殼機，協助採收後之脫殼機械化作業，以提升農友栽培意願及栽種面積，並降低機械脫殼碎粒情況。本研究研發完成蕎麥應用之離心式脫殼機，機體小巧、功能俱全，創新結構獲得2項新型專利。由試驗結果顯示，專利機型的碎粒率較對照組降低18.62%，脫殼粒率提升13.43%，以及可篩選分離出粒、粉、殼，提高後續加工處理效率及商品價值。

關鍵詞：雜糧、蕎麥、脫殼、機械化、風選除雜率

前 言

蕎麥為蓼科植物(Polygonaceae)，生長期短(60~70天)，有救荒作物、速成作物(Catch crop)之稱；因其有蜜腺，為良好之蜜源植物，歐洲地區的德國、法國亦作為釀造酒類之原料^(1,2,3)。蕎麥種實為瘦果(Achene)，基部略圓，果皮厚，成熟後光澤消失，呈銀灰色、褐色或黑色。瘦果是單果類乾果中的一種閉果(Indehiscent fruit)，果實成熟時不會裂開，果實內僅一枚種子，種子只有一點(處)與子房壁相接，其果皮聚包種子，成熟時種皮與果皮易分離，係由三心皮子房所形成的瘦果，通常種實為三稜，亦有極少數為二稜或四稜。

蕎麥是臺灣雜糧產業重點作物之一，營養成分高，可製成麵條、餅乾及保健食品，因此蕎麥的栽培與加工應用受到重視，但其種殼堅硬及籽實易碎裂，較不易脫殼處理，是在地加工技術的瓶頸，栽培面積從300 ha下滑至100 ha左右。國外製造之蕎麥專用脫殼機組，因機型較大、進口價格高，並不適合直接引進與使用；若有適用的小型蕎麥脫殼、分級與選別加工處理機具，則有利於恢復蕎麥栽培作業，加速帶動蕎麥栽培應用與相關產品之研發推廣，進而落實該項農產業發展⁽⁴⁾。本研究以設計開發蕎麥機械化脫殼作業機具為目的，使其具有高脫殼率，並儘量避免籽實粉碎之低碎粒率，妥善分離蕎麥籽實與殼。此外，農產品食安議題抬頭，加速推動臺灣蕎麥等雜糧產業，有助於訴求新鮮、非基改、國產、碳足跡減少等優勢，期能省工、高效生產，進而帶動國產雜糧聚落及商機，提高農民栽種意願，促進產業發展，並藉此活化休耕地及節省農業用水。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0969 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。

材料與方法

一、機械脫殼材料與方法

供試材料樣本為蕎麥台中5號。收穫後之蕎麥利用機械乾燥後，存放於冷藏庫，環境為5°C、60% RH。機械脫殼試驗時，先取出放置4 hr，利用風選機進行粗選作業，將未充實粒、枝梗、碎葉等夾雜物風選乾淨，並使其平均含水率為14%。

二、蕎麥離心式脫殼機之作業原理及試驗方法

離心式脫殼機之作業原理，是將穀粒經由脫殼機的離心盤高速旋轉而拋甩撞擊離心盤體外圍之衝擊軟墊，達到脫殼的效果。本試驗應用兩型離心式脫殼機：傳統機型與應用專利技術製作之機型。此兩型脫殼機的離心圓盤直徑皆為307 mm，圓盤上具有16個離心葉扇，離心圓盤厚度56 mm，驅動軸心為20 mm，入料孔洞直徑90 mm。衝擊軟墊均應用A-TYPE、硬度為62°A之橡膠材質，軟墊寬度80 mm、長度1,600 mm、厚度10 mm。兩型機械的結構差異是專利機型的離心葉扇始端加裝軟性柱體，期能減少蕎麥在脫殼機入口處遭到撞擊。兩型機械均搭配變頻器調控離心盤轉速在1,500至1,800 rpm範圍進行脫殼試驗。分別測定專利製作之離心脫殼機與對照組的傳統機型對蕎麥脫殼之關係，探討蕎麥之脫殼率、未脫殼率、碎粒率與殼率，以及風選夾雜殼率、風選夾雜粒率之機械篩選效果。

蕎麥脫殼試驗時，每樣品供試重量為300 g，3重複。經機械脫殼後之樣品秤總重後，再以人工篩選分離未脫殼的蕎麥種子、脫殼的蕎麥籽實、蕎麥的殼及碎粉，其個別重量分別除以機械脫殼後之樣品總重，即為未脫殼率、脫殼率、殼率及碎粒率。其說明如下：

未脫殼率(Seeds rate)：完整帶殼之蕎麥種子重量除以樣品總重之比率，%。

脫殼率(Kernels rate)：脫殼之蕎麥籽實重量除以樣品總重之比率，%。

殼率(Hulls rate)：蕎麥殼除以樣品總重之比率，%。

碎粒率(Powder rate)：粉碎之蕎麥重量除以樣品總重之比率，%。

(粉碎蕎麥的定義為籽實缺角、斷裂或粉碎之蕎麥，並通過寬度 2.8 mm 之長條型孔洞。其中蕎麥碎粉中包含無法分離之碎殼，因此碎殼重量納入碎粉率計算。)

在本研究中所定義的風選夾雜物，是指蕎麥自離心式脫殼機經脫殼及風選作業後，於集殼裝置中所收集之物料(殼)，其中包含殼與夾雜粒，再經由風選機手動風選篩出殼與夾雜粒；以及箱體中最後落下之物料(粒)，包含粒與夾雜殼，再經由風選機手動風選篩出粒與夾雜殼。

風選夾雜殼率、風選夾雜粒率計算方式說明如下：

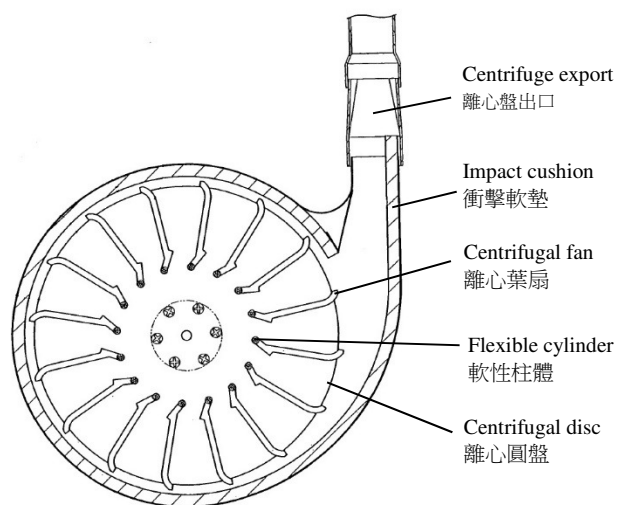
風選夾雜殼率：夾雜殼重量除以樣品總重之比率，%。

風選夾雜粒率：夾雜粒重量除以樣品總重之比率，%。

結果與討論

一、蕎麥脫殼機之離心盤體結構設計改良

蕎麥機械化脫殼應用離心式脫殼機時，碎粒情況嚴重，其穀粒由入料孔洞進入高速迴轉的離心盤體時，受到第一次的高速衝擊，再由離心葉扇向外導引出撞擊軟墊，達到破殼效果。其中發現高速迴轉的離心盤是使蕎麥碎裂的原因之一，因此重新設計結構，並取得新型專利「脫殼機離心盤體結構改良」(證書號：M512441)⁽⁶⁾，其技術核心為一種脫殼機離心盤體的結構改良，在脫殼容器內受驅動旋轉之離心盤體，於盤體上之離心葉扇設計增設軟性柱體結構，如圖一所示，專利製作之蕎麥離心式脫殼機如圖二所示。藉此，當穀粒進入高速迴轉的離心盤體時，俾可有效降低蕎麥穀粒接觸離心盤上的葉扇時，透過設計增設的軟性柱體結構，以減低首次的衝擊力道，並順利導引蕎麥沿著離心葉扇被高速甩拋出，以衝擊外側的橡膠軟墊，達到脫殼的效果，並保有籽實脫殼後之完整性，進而降低穀粒籽實的破裂、損傷。



圖一、脫殼機離心盤體結構改良示意圖。

Fig. 1. Schematic diagram of the modified sheller.



圖二、蕎麥離心式脫殼機。

Fig. 2. Buckwheat sheller machine.

二、蕎麥離心式脫殼機之試驗結果

表一所示，為兩型脫殼機的試驗結果，在1,500~1,700 rpm範圍區間，碎粒率均低於9%，以此範圍進行計算後之平均值為7.7%，相較於對照組機型之碎粒率平均值26.32%，透過專利技術改良機型的碎粒率降低幅度達18.62%，因此較對照組可有效降低碎粒率1成以上。由試驗結果得知，離心盤體應用軟性柱狀材料，可以有效降低蕎麥進入離心盤體時的衝擊，減少碎粒的發生。

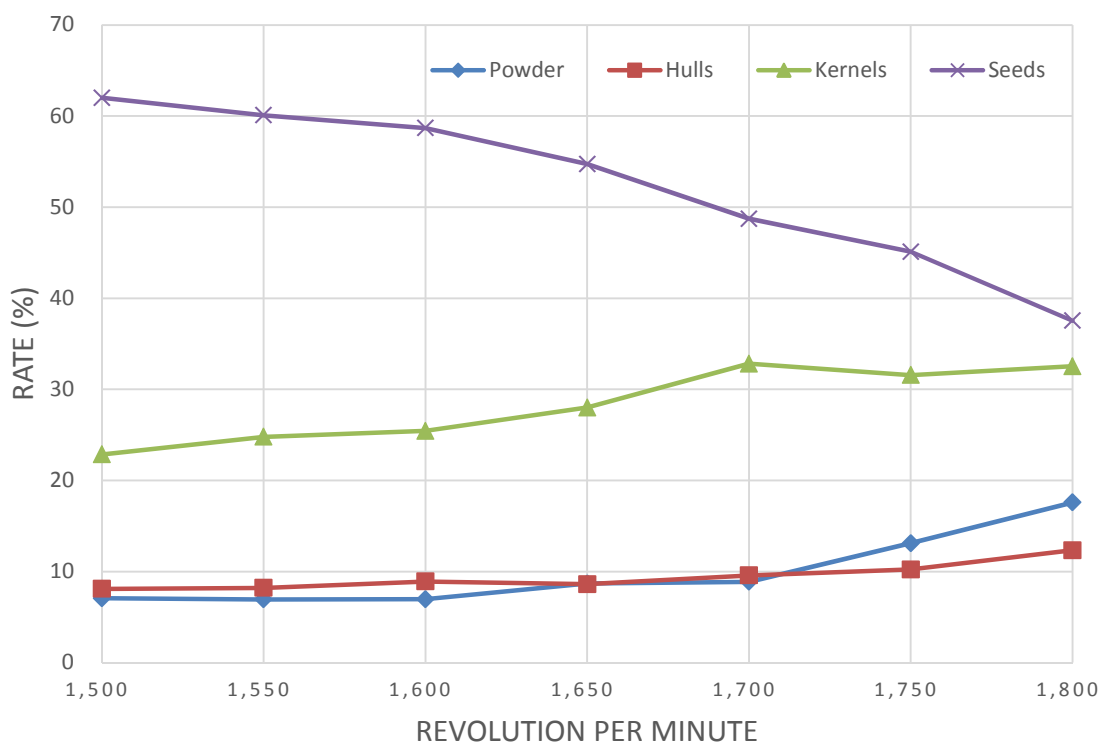
表一、脫殼機在不同轉速下之脫殼試驗結果

Table. 1. Effects of different rotating speeds of sheller on buckwheat seed hulling

Rotating speeds r.p.m	Patented sheller				Control sheller			
	Kernels	Powder	Seeds	Hulls	Kernels	Powder	Seeds	Hulls
	%							
1,500	22.85	7.06	62.00	8.10	17.74	24.68	53.82	3.77
1,550	24.78	6.94	60.09	8.20	16.84	24.63	53.83	4.70
1,600	25.44	6.96	58.70	8.91	17.24	29.23	49.62	3.92
1,650	27.99	8.68	54.73	8.60	17.89	27.05	47.74	7.32
1,700	32.82	8.87	48.74	9.57	16.10	26.04	47.29	10.57
1,750	31.56	13.10	45.12	10.23	18.13	28.42	44.38	9.07
1,800	32.53	17.59	37.54	12.34	10.81	32.76	42.50	13.94

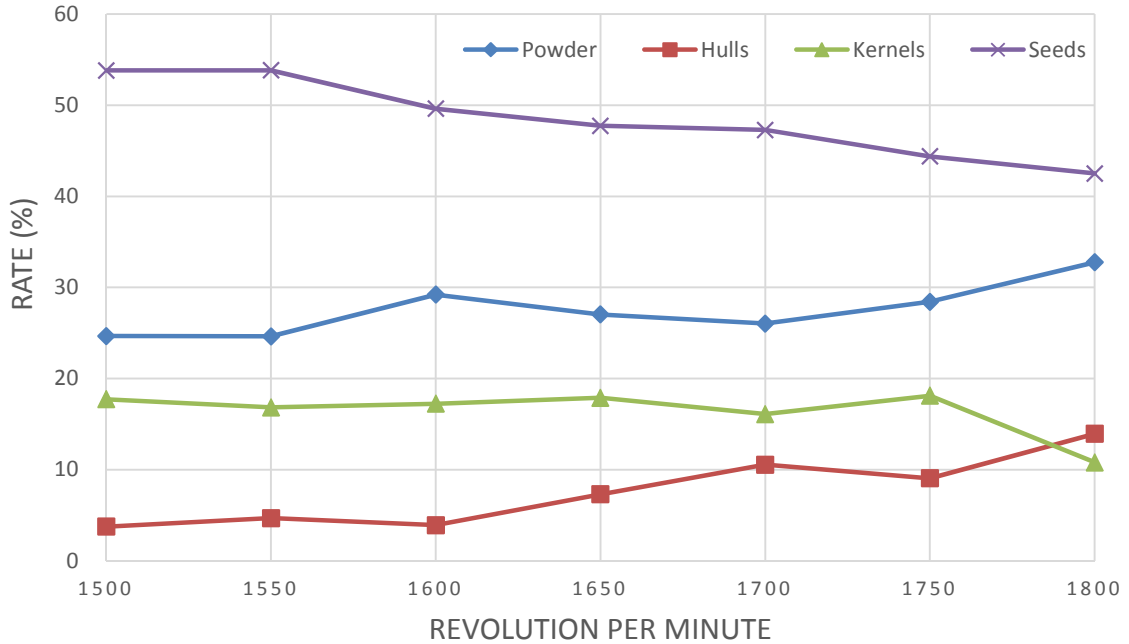
將表一的數據做縱向處理，可得圖三的結果，期望能找出最佳脫殼效果的作業方式。所謂最佳脫殼效果，應是具有最高脫殼率與最低碎粒率。由表一、圖三之結果顯示，透過專利技術改良的脫殼機在轉速1,750 rpm時，碎粒率提高至13.10%，當轉速1,800 rpm時，碎粒率則大幅提高到17.59%，觀察不同轉速之碎粒率曲線發現，在轉速1,700 rpm以下的範圍，碎粒率最高為8.87%；同時，在1,500~1,800 rpm轉速區間，在1,700 rpm時，可有最高的脫殼粒率32.82%。

在綜合考量之下，以不提高碎粒率及保有最高脫殼粒率，設定為最佳的機械脫殼作業效率，由試驗結果顯示，對照組機型在1,750 rpm時，可得到最高的脫殼粒率為18.13%，透過專利技術改良的脫殼機在同轉速下的脫殼粒率為31.56%，可較對照組提升13.43%。由圖三、圖四之曲線圖的確可以觀察出專利技術所製作的脫殼機，較傳統脫殼機可降低碎粒發生的情況，並提高脫殼率，大幅改善蕎麥機械化脫殼之作業效率。



圖三、專利技術製作之脫殼機於不同轉速下之脫殼曲線。

Fig. 3. The performance of the patented sheller on buckwheat hulling at different rotating speeds.



圖四、試驗對照組脫殼機於不同轉速下之脫殼曲線。

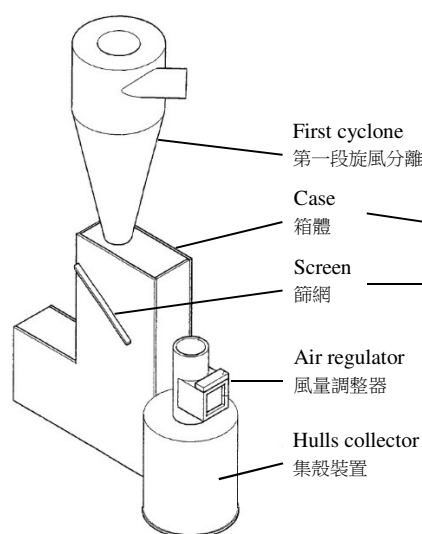
Fig. 4. The performance of the control sheller on buckwheat hulling at different rotating speeds.

設計研製的脫殼機型與對照組的傳統機型相比，對照組於轉速1,500~1,750 rpm區間的脫殼粒率約介於16~18%，最高僅18.13%，並由脫殼曲線中發現，離心盤轉速越高，脫殼粒率並無隨轉速提高而增加，且於轉速1,800 rpm時降低至10.81%；而碎粒率則由24.68% 提升至32.76%。而本場專利技術製作之脫殼機較傳統機型之脫殼效果佳，其碎粒率皆可在18% 以下，並在轉速1,800 rpm時，有最高的碎粒率17.59%，碎粒情況可大幅改善。

三、蕎麥粒、粉、殼篩選分離裝置之設計開發

穀物機械化脫殼後，粒、殼常應用鼓風機風選法藉由氣動速度原理篩選分離，惟碎粉同時與殼被風選吹離，為能有效快速的收集穀粒、殼，並且收集碎粉，且不造成環境粉塵問題，因此設計開發粒、粉、殼篩選分離結構，並申請取得新型專利「穀物去殼篩選機結構」(證書號：M537940)⁽⁵⁾，如圖五。其技術核心為一種穀物去殼篩選機結構，穀物經由離心脫殼機作業後，其物料為穀粒、殼及碎粒，由離心盤旋轉所產生的正壓氣流送入第一段的旋風分離筒內，物料在圓筒內迴旋，藉由物粒在氣流中做高速旋轉時，因離心力大於重力，利用旋風速度，使物粒獲得離心沉降至箱體而被收集；高速正壓的氣流則經由旋風分離筒上方出口排出，達到固體與氣體分離的目的，研製之穀物去殼篩選結構施作如圖六。

箱體的第二階段篩選分離部分，為物料藉由旋風分離筒分離後進入箱體內，首先利用寬度2.8 mm的長條孔洞之篩網集收碎粒，達到碎粉篩選；穀粒及殼體持續下落至第三階段的篩選，利用抽風扇製造負壓吸引力，於通道處將質量較輕的殼體吸出，並再次利用旋風分離筒之作用原理，將殼體離心沉降收集於筒內。本離心式脫殼機透過新型專利技術之篩選風箱結構，用以分離出脫殼後之穀粒、碎粒、殼體，以協助蕎麥機械脫殼後之物料收集，提高蕎麥脫殼之作業效率。



圖五、穀物去殼篩選結構示意圖。
Fig. 5. Schematic diagram of the filter.



圖六、穀物去殼篩選結構實景。
Fig. 6. Structure of the filter.

四、蕎麥粒、粉、殼篩選分離裝置之試驗結果

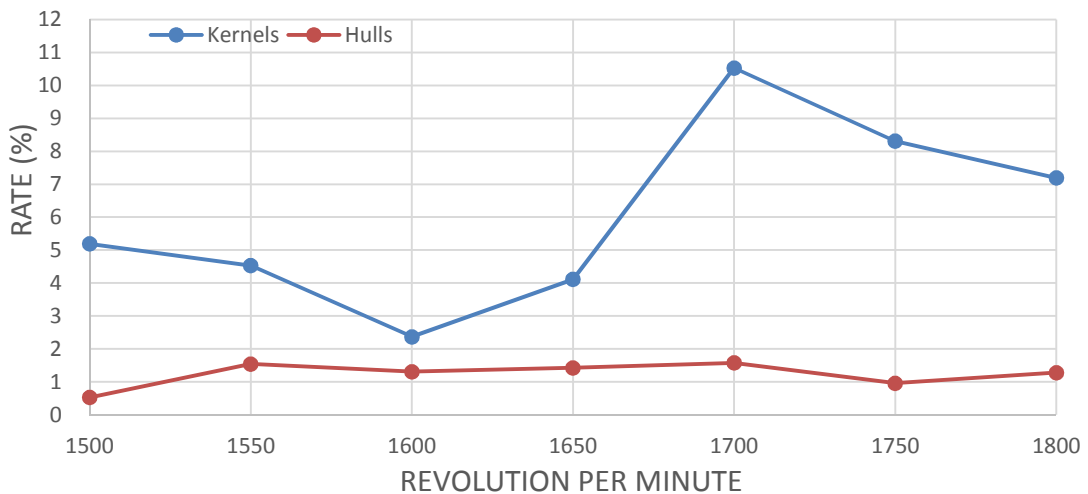
蕎麥自離心式脫殼機經脫殼及篩選作業後，於第三階段的負壓風選過程，因集殼裝置中，受負壓風力吸引而所收集的殼中，包含著夾雜粒，以及箱體中自由落下的穀粒中包含著夾雜殼，分別經由手工風選篩出夾雜粒、夾雜殼，計算離心式脫殼機中的粒、殼之風選夾雜率，試驗結果如表二、圖七所示。

蕎麥離心式脫殼機應用空氣負壓氣旋方式，將殼分離收集，然而風選過程中，粒仍然有部分被吸出並夾雜於殼中，粒的風選夾雜率平均為6.03%，由風選夾雜率曲線圖七中觀察，轉速在1,650 rpm以下時，夾雜粒率最高僅為5.19%；而在轉速1,700 rpm時，夾雜粒率則大幅提高至10.53%。

風選過程中，部分殼未被負壓風力收集而落於筒底，並夾雜於粒中，測定機械脫殼後之夾雜情況，風選夾雜殼率平均為1.23%，其中由風選夾雜殼率之曲線觀察，在轉速1,500-1,800 rpm範圍區間，殼的風選夾雜率均勻分布，殼的收集情況良好。

穀物去殼篩選機結構的各部出口風力如表三所示，在抽風扇出口風速設定為 23.8 ± 0.2 m/s時，由試驗結果顯示，穀粒出口風速於不同轉速下無顯著改變，平均風速均在 5.5 ± 0.3 m/s；而離心盤、第一段旋風分離筒、碎粉的出口風速，則因不同轉速而有差異，因離心盤所產生的風，分別由上方的第一段旋風分離筒、箱體中的碎粒出口排出。由結果顯示，離心盤、第一段旋風分離筒、碎粒的出口風速，因轉速提高而風速提升。

蕎麥應用離心式脫殼機作業後，所收集的蕎麥粒仍須應用本場研製的「穀物多層振動分級機」⁽⁷⁾篩選出脫殼粒、未脫殼粒，因此有較低的風選夾雜粒率，可以避免穀粒夾雜於殼中，而需進行二次風選作業，以提高作業效率。其中，脫殼後之蕎麥粉末、殼，利用旋風氣流原理，收集後可再製成食品及枕頭、抱枕等商品，而達到農業資材循環再利用的目標，促成農戶栽種雜糧的意願，亦帶動蕎麥產業的發展。



圖七、脫殼機於不同轉速下之風選夾雜率曲線。

Fig.7. The pneumatic impurities selecting ratio curve of buckwheat seeds of patented sheller at different rotating speeds.

表二、脫殼機於不同轉速下風選夾雜率之試驗結果

Table. 2. The pneumatic impurities selecting ratio curve of buckwheat seeds of patented sheller at different rotating speeds

Rotating speeds (r.p.m)	Pneumatic impurities selecting ratio,%	
	Kernels	Hulls
1,500	5.19	0.53
1,550	4.53	1.54
1,600	2.37	1.31
1,650	4.11	1.43
1,700	10.53	1.58
1,750	8.31	0.96
1,800	7.19	1.28
Average	6.03	1.23

表三、脫殼機各部出口於不同轉速下之風速結果

Table. 3. The wind speed at different outlets of the patented sheller with different rotating speeds

Rotating speeds (r.p.m)	Centrifuge Parts Outlet m/s	First Cyclone Separator Outlet m/s	Powder Outlet m/s
1,500	19.0	2.7	1.5
1,550	20.0	2.7	2.2
1,600	20.4	2.8	2.6
1,650	21.0	2.8	2.8
1,700	21.9	2.9	2.9
1,750	22.7	3.0	3.0
1,800	23.4	3.1	3.1

結論與建議

針對產業現況，為減少蕎麥脫殼時產生碎粒，本場研發國產「蕎麥離心式脫殼機」，應用2項創新結構的新型專利技術「脫殼機離心盤體結構改良」及「穀物去殼篩選機結構」，可降低碎粒率，提高脫殼效率，並達到粒、粉、殼的分離功能，提升篩選分離效率，機體小巧、功能強大。

本項成果已完成技術授權予3家業者，具有產業高詢問度，可提供蕎麥種植農友及加工業者參考選用。

誌 謝

本研究承蒙農委會科技計畫補助經費，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退休教授斧正，以及農機研究室劉志聰、李安心、賴碧琴、茹聰銘、洪榆宸、蕭彭珊等同仁鼎力配合協助，方得以順利完成，謹此一併致謝。

參考文獻

1. 曾勝雄 2000 蕎麥之栽培與管理 臺中區農業專訊 28: 11-14。
2. 葉茂生 1991 作物學 國立中興大學教務處出版組 台中 pp.147- 149。
3. 果實的種類 <http://taiwanplants.ndap.org.tw/fruit07.htm> 中央研究院植物研究所。
4. 張金元、田雲生 2017 蕎麥脫殼之物性分析研究 臺中區農業改良場研究彙報 134: 21-28。
5. 張金元、田雲生 2017 穀物去殼篩選機結構 中華民國新型專利第M537940。
6. 張金元、田雲生 2015 脫殼機離心盤體結構改良 中華民國新型專利第M512441。
7. 張金元、田雲生 2016 穀物多層振動分級機 農友的好幫手 臺中區農情月刊-第200期。

Development and Application of Buckwheat Centrifugal Sheller¹

Chin-Yuan Chang and Yun-Sheng Tien²

ABSTRACT

The purpose of this research is to develop a small size buckwheat hulling machine suitable for domestic firms and farmers to assist hulling buckwheat seeds and to reduce the broken kernels of mechanical hulling. This centrifugal buckwheat hulling machine is small in size with full function, and has been awarded 2 new patents. The results show that the broken kernel rate is reduced by 18.62% with the patented model compared with the control, and the shelling rate is increased by 13.43%. The machine can also separate kernels, flour and shells, improve subsequent processing efficiency and product value.

Key words: grains, buckwheat, shelling, mechanized, pneumatic impurities selecting ratio

¹ Contribution No. 0968 from Taichung DARES, COA.

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

