

蕎麥脫殼之物性分析研究¹

張金元、田雲生²

摘 要

蕎麥粒為雜糧產業重點作物，因營養成分高，可製成麵條、餅乾等食品，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。本研究即進行蕎麥脫殼之物性分析，作為機械加工作業之參考。經試驗結果發現，蕎麥由殼葉、蒂頭及籽實所組成，為一立體三角錐形，帶殼之蕎麥平均單粒重為0.0336 g，脫殼後之籽實平均單粒重為0.0226 g，其中籽實包覆一層麩皮，使用推拉力計測定蕎麥粒及籽實破碎擠壓力，分別為5.38 kg、2.31 kg；採用精米機脫殼處理，彈簧蓋板壓力0、2.5 kg、5 kg之脫殼率為3.6%、7.3%、100%；應用離心式脫殼機脫殼處理，在離心盤迴轉速1,250 rpm時，矽膠及橡膠材質衝擊軟墊之脫殼率為28.63%、33.44%，碎粒率為17.82%、10.47%，為減少碎粒發生及兼顧脫殼效果，橡膠材質之軟墊符合試驗目標。

關鍵詞：蕎麥、脫殼、物性

前 言

蕎麥可分為普通蕎麥(甜蕎)、韃靼蕎麥(苦蕎)，甜蕎籽實呈現三角錐形，苦蕎籽實則為圓錐形，兩者均為國內重要的地區雜糧產業重點作物。蕎麥因營養成分高，且含有高量的類黃酮素如芸香苷等成分，具有抗氧化、清除超氧化自由基等作用，為植物中此類保健功能成分的主要來源⁽⁴⁾。蕎麥脫殼後可獲得籽實、粉、殼，籽實可煮粥或乾燥製成脆粒，殼可用於枕頭之填充物，粉則常被用來製成麵條、餅乾等食品，如彰化縣二林鎮農會、臺中市大雅區農會等結合在地文化，推出蕎麥酥、蕎麥麵線、蕎麥雪花片等產品，因此蕎麥的栽培與加工應用逐漸受到重視^(1,2,3)。蕎麥和其他穀物相較之下較難以脫殼，主要係因為種殼(seed coat)堅硬，而核心之籽實容易碎裂，因此不易進行脫殼處理。由於普通蕎麥目前在全球之栽培面積高於韃靼蕎麥，故本研究將以普通蕎麥為主，探討其採後加工之脫殼處理作業與物性分析。

材料與方法

一、蕎麥物性及脫殼試驗

供試材料為蕎麥台中5號，試驗調查蕎麥及籽實之長寬高、重量及構造組成。脫殼的試驗目標設定為蕎麥有高的脫殼率，以及儘量避免籽實粉碎之低碎粒率，以獲得蕎麥籽實。

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0901 號。

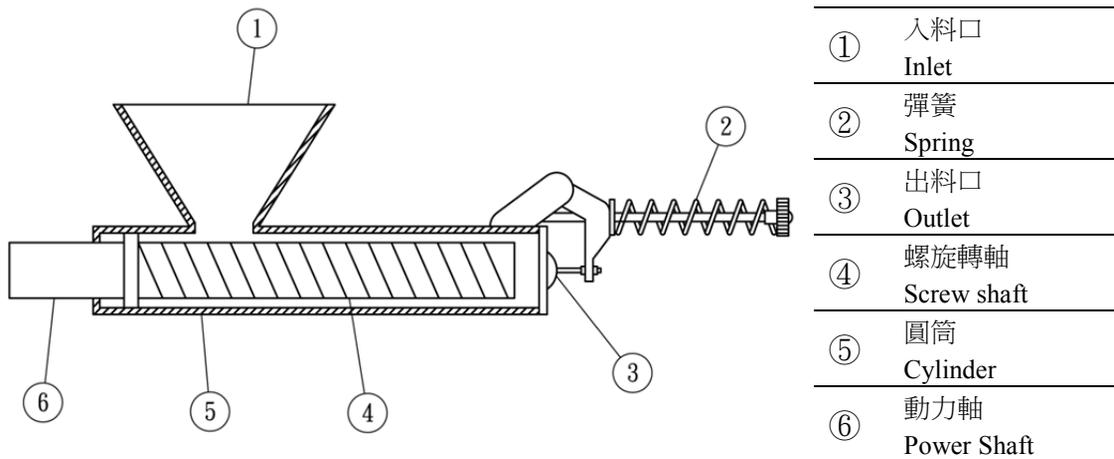
²行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、副研究員。

二、蕎麥應用精米機脫殼試驗

稻米精米作業係應用摩擦式及研磨式兩種方式去除糙米外層米糠，摩擦式係應用糙米間相互摩擦作用，達到脫去米糠的目的；研磨式則使用硬質研磨盤面切削糙米去除米糠層⁽⁵⁾。目前水稻乾燥中心所使用的精米機大多為摩擦式，因此本研究試以摩擦式精米機進行蕎麥脫殼作業，探討其脫殼效果。

精米機由圓筒、螺旋轉軸、彈簧及蓋板等所組成，其結構示意圖如圖一所示。穀物由入料口進入圓筒內，受到螺旋轉軸的旋轉而相互擠壓推進，並於圓筒出料口應用彈簧的力量，限制穀物經由蓋板流出圓筒，因此彈簧力量調整越大，則穀物相互摩擦的作用力越大，藉以達到精米的目的。

本研究擬應用此摩擦擠壓的原理，蕎麥由入料口進入精米機圓筒內，由螺旋轉軸推向彈簧蓋板，應用彈簧及蓋板之擠壓限制力道，產生相互擠壓摩擦作用，使蕎麥殼葉打開，達到脫殼的效果。其中設定彈簧蓋板出口壓力分別為0、2.5 kg、5 kg。



圖一、精米機結構示意圖

Fig. 1. Schematic diagram of the rice polisher

三、蕎麥硬度試驗

試驗樣品：未脫殼之蕎麥粒、脫殼之籽實。

最大破碎擠壓力：各隨機取樣100粒之蕎麥粒及籽實，推拉力計採垂直方向擠壓蕎麥粒及籽實，測定最大破碎擠壓力。

推拉力計：擠壓蕎麥粒及籽實之推拉力計廠牌為IMADA，測定範圍為0至50 kgf，精度為0.25 kgf，以及測定範圍為0至4 kgf，精度為0.04 kgf。推拉力計擠壓測定探頭，實心圓面，直徑16 cm。

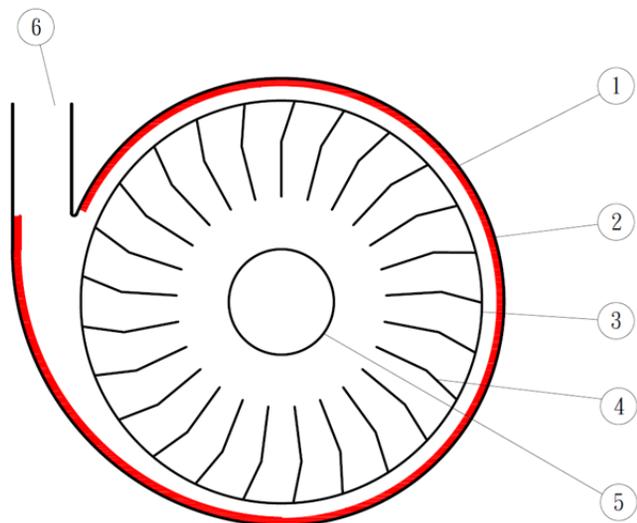
四、蕎麥應用離心式脫殼機脫殼試驗

離心式脫殼機廠牌為大竹牌型號FY-10、日本製，如圖二所示，脫殼機由外殼、衝擊軟墊、離心盤等所組成，其中離心盤直徑55 cm，結構示意圖如圖三所示，離心盤具有25個離心片，材質為硬質塑膠。

測定脫殼機之離心片及衝擊軟墊硬度，衝擊軟墊厚度為1 cm，材質為矽膠及橡膠2種，使用廠牌TECLOCK之A-TYPE硬度計，型號GS-719N，其中矽膠條及橡膠條材質之衝擊軟墊，於中央處每間隔5 cm測定硬度。離心式脫殼機離心盤轉速範圍設定1,200至1,400 rpm區間，每間格50 rpm，試驗調查蕎麥脫殼率、未脫率、碎粒率及殼率。



圖二、離心式脫殼機
Fig. 2. An impact husker



圖三、大竹 FY-10 脫殼機及離心盤結構示意圖

Fig. 3. Schematic diagram of the impact husker

①外殼 Case ②衝擊軟墊 Pad ③離心盤 Centrifugal Disk
④離心片 Centrifugal Sheet ⑤入口 Inlet ⑥出口 Outlet

蕎麥應用離心式脫殼機進行脫殼作業，將脫殼之物料均勻混合後取樣10 g至12 g，並以人工篩選分離未脫殼的蕎麥種子、脫殼的蕎麥籽實、粉碎的蕎麥及殼，重量分別除以取樣之樣品總重，即為未脫率、脫殼率、粉碎率及殼率，名詞說明如下：

未脫率：完整帶殼之蕎麥種子重量除以樣品總重之比率，%。

脫殼率：脫殼之蕎麥籽實重量除以樣品總重之比率，%。

碎粒率：籽實缺角、斷裂或粉碎之蕎麥，並通過直徑2.8 mm之圓型孔洞標準篩網，廠牌Retsch，篩面直徑200 mm、篩體高度50 mm，其中蕎麥粉碎細粉中包含無法分離之碎殼，因此碎殼重量納入粉碎粒率計算，粉碎之蕎麥重量除以樣品總重之比率，%。

殼率：蕎麥殼除以樣品總重之比率，%。

結果與討論

一、蕎麥物性試驗結果

蕎麥穀粒由3片殼葉(種皮)包覆籽實構成，為一立體三角錐形，試驗結果發現蕎麥穀粒經破殼後，多呈現為蕎麥籽實、連接蒂頭的殼葉、殼葉、碎粒及粉，如圖四所示，其中2片殼葉因蒂頭連接而未予以分離，且每殼葉邊緣亦有相連，蕎麥穀粒於殼葉頂端處有開口。



圖四、蕎麥之穀粒、籽實、殼葉

Fig. 4. The seed, kernel and hull buckwheat

每殼葉厚度介於0.1 mm至0.15 mm之間，脫殼後之籽實包覆一層麩皮。蕎麥穀粒平均高度為5.6 mm、每殼葉面寬平均為4.22 mm，平均單粒重為0.0336 g，標準差0.0085 g，而脫殼後之蕎麥籽實平均高度約為4.35 mm，籽實每面邊寬平均為3.88 mm，平均單粒重為0.0226 g，標準差0.0078 g。

脫殼前後之蕎麥單粒重僅差0.011 g，使用風選比重方法不易將殼、粒、粉篩選分離，因此脫殼後亦需考量篩選分離作業。其中因蕎麥未脫粒與籽實平均高度相差1.25 mm，後續可試驗應用孔洞法篩選分離未脫粒、籽實及碎粉。

以人工方式進行蕎麥粒剝殼作業，可發現蒂頭處堅硬，不易剝離殼葉，為蕎麥不易破殼原因之一，取出籽實需由三片殼葉之頂端或葉緣處剝開較為容易，因此脫殼之方式應沿著葉瓣頂端及其葉緣處施力剝開殼葉。

二、蕎麥應用精米機脫殼試驗結果

蕎麥應用精米機進行脫殼作業，彈簧蓋板出口壓力分別設定為0 kg、2.5 kg、5 kg，試驗結果如表一所示。彈簧蓋板先以0 kg之無壓力狀態進行脫殼處理，試驗結果顯示蕎麥未脫粒率、脫殼率、粉碎率分別為93.2%、3.6%、3.2%，彈簧蓋板在無壓力設定下，蕎麥粒於螺旋轉軸推向出口時，相互擠壓下之脫殼率為3.6%，碎粒率3.2%，惟蕎麥脫殼率3.6%較低，未達脫殼之效果。將精米機之彈簧蓋板壓力設定為2.5 kg時，則蕎麥未脫率、脫殼率、碎粒率分別

為72.6%、13.3%、14.1%，其中蕎麥未脫率達72.6%，粉碎粒亦達14.1%，而所關注的脫殼率僅13.3%，不符合實務脫殼需求。

精米機之彈簧蓋板壓力設定為5 kg時，試驗結果顯示蕎麥未脫率、脫殼率、碎粒率分別為0%、100%、100%，使用精米機脫殼後之蕎麥粒，完全呈現細碎粉化狀，因此當彈簧蓋板壓力設定為5 kg時，蕎麥不符合實務需求。由調整彈簧蓋板壓力為0 kg、2.5 kg、5 kg之3種彈簧蓋板壓力設定，脫殼結果發現，應用精米機之摩擦式脫殼原理，均無法達到所預期之脫殼效果。

表一、蕎麥應用精米機脫殼處理結果

Table 1. Efforts of rice polisher to hull the buckwheat

Spring pressure of the cover (kg)	Unhusking Ratio (%)	Husking Ratio (%)	Smash Ratio(%)
0	93.2	3.6	3.2
2.5	82.6	7.3	10.1
5	0	100	100

三、蕎麥籽實硬度試驗結果

蕎麥應用精米機脫殼處理時，由結果發現彈簧蓋板壓力設定為2.5 kg下之脫殼率為7.3%，提高彈簧蓋板壓力至5 kg時，則完全粉碎，粉碎率為100%。為探討彈簧蓋板壓力在2.5 kg至5 kg範圍之蕎麥最適脫殼壓力，利用推拉力計測定未脫殼之蕎麥粒、脫殼籽實之擠壓破碎力，探討蕎麥粒及籽實破碎力。

由試驗結果發現，蕎麥粒及籽實的平均擠壓破碎力分別為5.38 kg、2.31 kg，標準差0.34 kg、1 kg，如表二所示。可知蕎麥種殼堅硬，為不易脫殼的主要原因，使用推拉力計測定蕎麥粒破碎力達5.38 kg，為籽實破碎力2.31 kg的2.3倍，若採用擠壓摩擦原理之精米機進行破殼處理時，將種殼打開所需之擠壓力，將大於籽實破碎的力量，因此破殼後之籽實，亦因擠壓力而產生破碎，為不易脫殼的原因，因此在籽實不破碎的情況下，蕎麥的脫殼力量需低於籽實的破碎力。

表二、蕎麥擠壓破碎力結果

Table 2. Effects of Crushing force on seeds and kernels of buckwheat

Buckwheat	Seeds	Kernels
Crushing force (kg)	5.38	2.31

四、蕎麥應用離心式脫殼機脫殼試驗結果

蕎麥應用大竹牌FY-10離心式脫殼機進行脫殼作業，穀粒受到脫殼機離心盤旋轉而甩出，撞擊衝擊軟墊達脫殼效果。脫殼機分別安裝2種衝擊軟墊，材質分別為矽膠與橡膠，並搭配變頻器調控離心盤轉速在1,200至1,400 rpm範圍，進行脫殼率試驗分析，其試驗結果如表三、圖五所示。使用硬度計測定離心片及衝擊軟墊硬度，試驗結果發現離心片硬度平均為94.86度A，矽膠及橡膠衝擊軟墊硬度分別約為49.94度A、62.77度A。

脫殼試驗結果發現，脫殼機隨著轉速提升，碎粒率越高，當轉速達1,400 rpm時，矽膠、橡膠衝擊軟墊之碎粒率為29.18%、22.96%，離心盤轉速越高，脫殼率並無隨轉速提高而增加，而是碎粒率隨轉速增加而大幅提高，在轉速1,400 rpm時，應用矽膠及橡膠材質衝擊軟墊之碎粒率均達2成以上。

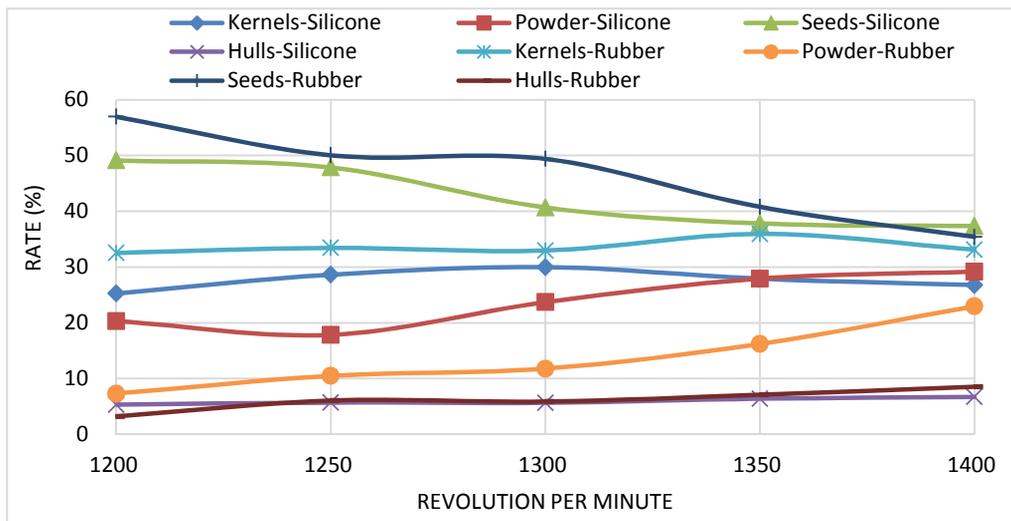
為符合碎粒率低及脫殼率高的目標，以獲取更多的籽實，在轉速1,250 rpm時，矽膠及橡膠材質脫殼率為28.63%、33.44%，以及碎粒率為17.82%、10.47%，為有較佳之脫殼表現，減少碎粒的發生，以及兼顧脫殼的效果。此外由試驗結果顯示，橡膠材質衝擊軟墊之脫殼率及碎粒率可較矽膠材質符合脫殼所設定之目標。

因蕎麥脫殼後之籽實、粉、殼成品，均有不同的利用方式，若需獲取蕎麥粉製成麵條等產品，則如試驗結果顯示，可適度提高離心盤迴轉速度，提高蕎麥衝擊力道，如使用矽膠軟墊在轉速1,400 rpm時，可獲取29.18%的蕎麥粉，因此可依據蕎麥加工需求，調整使用不同材質的衝擊軟墊及離心盤轉速。

表三、在不同轉速下矽膠及橡膠軟墊對脫殼效果的影響

Table 3. Effects of silicone and rubber pads on buckwheat seed hulling at different rotating speeds

r.p.m	Silicone (%)				Rubber (%)			
	Kernels	Powder	Seeds	Hulls	Kernels	Powder	Seeds	Hulls
1,200	25.26	20.31	49.13	5.30	32.53	7.31	56.95	3.20
1,250	28.63	17.82	47.86	5.69	33.44	10.47	50.04	6.05
1,300	29.98	23.69	40.67	5.66	32.95	11.78	49.40	5.87
1,350	27.90	27.91	37.80	6.38	35.93	16.20	40.79	7.08
1,400	26.77	29.18	37.36	6.70	33.12	22.96	35.41	8.50



圖五、矽膠及橡膠軟墊在不同轉速下之脫殼曲線

Fig. 5. The hulling curve of buckwheat seeds on silicone and rubber pads at different rotating speeds

結論與建議

穀物經脫殼後，應具備碎粒率低、脫殼率高及未脫殼率低之結果，其中三者係互相影響，若脫殼的效果越佳，且碎粒的情況低，並使殼不致粉碎，則為脫殼處理的最佳結果。綜合試驗結果，碎粒率在可接受的範圍，可朝向適度提高離心盤轉速，以提高蕎麥撞擊的力量，增加脫殼的效果，在本次試驗中，以離心盤轉速1,250 rpm、橡膠材質衝擊軟墊之設定，脫殼率為33.44%、碎粒率10.47%，為試驗中最佳之脫殼結果。

本試驗所使用之離心式脫殼機係應用於稻米脫殼，因其機體內部篩選機構無法將脫殼後之蕎麥粒、粉、殼有效分離，建議後續可於出料口端增設粒、粉、殼篩選分離機構，使蕎麥脫殼後之粉、殼等副產物可加以利用；脫殼後之蕎麥粒包含未脫粒及籽實，亦需加以篩選分離，因蕎麥未脫粒與籽實平均高度相差約1.25 mm，後續可試驗應用孔洞法篩選分離未脫粒及籽實；蕎麥粒未於第一次作業時脫殼，因此需將未脫殼粒篩選分離後，重複進行脫殼作業，建議後續可增設如斗升機、篩選分級機等機具，以達一貫化連續作業操作；為提高脫殼率及降低碎粒率，建議可試作蕎麥前置處理作業，例如蒸煮、乾燥或冷凍等方式，進而試驗脫殼之效果。

致 謝

本研究係執行「藥用植物栽培管理及蕎麥脫殼機械之研製」(計畫編號：103農科-8.2.2-中-D1)科技計畫之研發成果。試驗期間由於本場同仁陳裕星及廖宜倫副研究員提供蕎麥材料供試，以及農機研究室吳銅鼎、吳浩銘、謝宗諺、賴碧琴、劉志聰、李安心等同仁鼎力協助，使試驗順利；另承蒙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，方得以順利完成，謹此致謝。

參考文獻

1. 呂阿牛、高德錚、何榮祥、張惠真 1985 蕎麥之栽培與利用 臺中區農推專訊 52: 6-8。
2. 張惠真 2008 蕎麥、薏仁之營養與食用法 臺中區農業改良場九十年試驗研究暨推廣學術研討會報告摘要 特刊第51號 p.25-26。
3. 張隆仁 2000 蕎麥的再利用 臺中區農業專訊 28: 16-20。
4. 陳裕星、廖宜倫、林雲康 2015 蕎麥的栽培與應用 蕎麥栽培與應用專輯 臺中區農業專訊第91期 p.4-10。
5. 盧福明 2000 稻米加工與貯藏 農業推廣手冊50期 國立台灣大學農學院農業推廣委員會印行 89年11月出版。

The Physical Analysis of Dehulling Process for Buckwheat ¹

Chin-Yuan Chang and Yun-Sheng Tien ²

ABSTRACT

Buckwheat is an important local special crop in Changhua area of Taiwan. It contains high nutrition value and used to make into noodles, biscuit and other forms of food. However, it is difficult to dehull due to its triangle shape and hard seed coat. This study was conducted to analyze physical properties of buckwheat seeds with different dehulling apparatus. the buckwheat is composed of pedicle, hull and kernel. the average weight of seed and kernel is 0.0336 g and 0.0226 g, respectively. The crushing squeeze force of seed and kernel was 5.38 kg and 2.31 kg respectively, measured by force gauge. Using rice polisher, 3 levels of spring cover force 0, 2.5 and 5.0 kg were tested, the successful dehulling rate was 3.6%, 7.3% and 0%, respectively. Using impact husker developed in this study, rotation speed setup at 1,250 rpm, with silicone or rubber impact cushion, the successful dehulling rate was 28.59% and 33.49%, broken kernel rate was 17.8% and 10.49%, respectively. The results indicated that the impact husker with rubber cushion is appropriate for dehulling buckwheat.

Key words: buckwheat, dehulling, physical property

¹ Contribution No. 0901 from Taichung DARES, COA.

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