

差動搓揉式大蒜剝瓣機之研製

Study on the Development of a Differential Shearing Speed Garlic Bulbs Splitter

國立嘉義農專

農業機械工程科講師

李春壽

Chuen-Show Lee

國立嘉義農專

農業機械工程科助教

郭鳳瑞

Fong-Ruey Guo

國立嘉義農專

農業機械工程科講師

洪滉祐

Huang-Youh Hurng

國立嘉義農專

農業機械工程科教授

鮑其美

Chi-Mei Pao

摘要

大蒜係特用蔬菜作物，為國人普遍喜愛，調味食用，有時亦作藥用。

由於大蒜在臺灣年產量甚大(約四萬公噸)，故有必要研發大蒜剝瓣機，將蒜球剝分成粒狀易於處理。差動搓揉式大蒜剝瓣機已經研製完成，並經試驗測定其剝分效率及破損率與含水率之關係。

本機主要部份如儲種箱、剝瓣輸送帶、剝瓣滾柱及動力系統等等，其特性分別說明於文。

供試驗用之濕蒜球須先置入烘乾機在39℃之定溫下乾燥15日，再移入本機剝分。所得之結果數據顯示其剝瓣效率為96.8%，而破損率僅為1%。本機之剝瓣能量為7.5kg/min，蒜球之乾燥情形對剝瓣能量有影響。

關鍵詞：大蒜，大蒜剝瓣機。

ABSTRACT

Garlic, the special sort of vegetable crops, is widely favored as to strong food taste. Sometimes it is used for medical purpose.

In case that there is a large quantity of garlics yield per year in Taiwan, it is necessary to develop a machine splitting the garlic bulbs into separated pieces easy to supply. A differential shearing speed garlic splitter is manufactured. Tests relating to find the split efficiency and the broken rate in respect of the moisture content in the garlic bulbs have been fulfilled.

The characteristics of the main parts of this machine, such as the garlic container, the splitting conveyer, the differential rolling splitter and the power system etc. were mentioned in this paper.

Samples of the wet garlic bulbs were put into the dryer at a constant temperature of 39℃

for drying 15 days, and then be removed into this machine for splitting. Data revealed that the split efficiency is 96.8%, and the broken rate is only 1%. This garlic bulb splitter has the capability of 7.5 kg/min. which is depend upon the dry condition of the bulbs.

Keywords : Garlic, Garlic bulb splitter.

一、前言

大蒜為國人喜愛之食用、調味及製藥用之特用作物，該作物既可用於食味又可製藥防病，故在國內外均有廣大市場，在市場上供應的大蒜產品有蒜青、蒜球及蒜瓣；均為重要的蔬菜或調味、製藥原料；其中以蒜球最耐貯運，外銷地區很廣，亦可調製成蒜片、蒜粉或蒜精等，是為很有發展前途之作物。

臺灣地區大蒜栽培由來已久，且栽培面積年有增加，產地遍及全省北、中、南各地區均有普遍種植，其中以彰化縣、雲林縣、臺南縣為主要產區，栽培總面積有 5,386 公頃，其總產量有 43,881 公噸（臺灣農業年報，1995）。

蒜頭不論食用或作為加工原料或播種，均得先將蒜球鱗瓣剝開方為有用，其人工剝瓣作業費時費力，為提高經濟效益急需改進。承農委會經費支助，針對大蒜剝種與播種機分別進行研製，經多年以來研究改進，目前已完成滾柱與輸送帶差動搓揉式大蒜剝瓣機，經多次試驗，效果甚佳，可予推廣使用。大蒜播種機另文介紹。

二、實施方法與設計

(一) 大蒜剝瓣機機構之設計及試製

所謂大蒜剝瓣機，係將每株十餘鱗瓣之蒜頭，經施用搓揉力使其剝成片狀，供作蒜種或食用及作加工原料用。大蒜剝瓣機之主要機構有儲種箱、配出輸送裝置、剝瓣裝置、去膜裝置、動力及動力傳動裝置等各項，其中以剝瓣裝置為主體，其剝瓣作用係由剝瓣輸送帶和滾柱間之差速搓揉作用所完成。現將整部大蒜剝瓣機機構介紹如下：

(1) 儲運箱

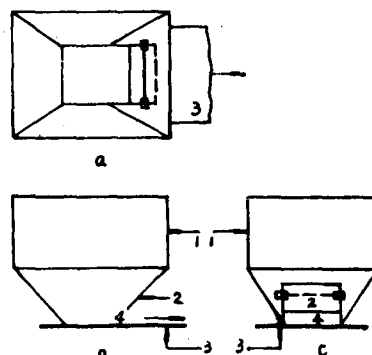
儲種箱是用以儲放將被剝瓣的蒜頭（亦稱蒜球），蒜球是由鱗瓣組合而成的近似橢圓球體；一般而言，每個蒜球鱗瓣約為 10 至 22 片，其質脆。

通常乾燥後之蒜瓣在靜壓 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 時便會碎損。蒜球之形狀及被剝分離後蒜瓣，如圖 1 所示。



圖 1. 蒜球之形狀及被剝分離後之蒜瓣

為避免儲種箱所盛裝的蒜球能在不受損傷的情況下完全被配出而離開儲種箱，故在儲種箱底部以矩形漏斗狀最適宜，如圖 2 所示。儲種箱底部開口設計成一長方形，長邊與配出口方向成垂直，且在配出口處留出高度 100mm 之開口，並在此口之外側設置一可供上下調節的閘門，以利蒜球個體之配出適應不同尺寸，閘門調節範圍約為 50mm。



1- 儲種箱 2- 閘門 3- 輸送帶
4- 配出口

圖 2. 儲種箱三視圖

在儲種箱底部開口處之內側，除配出口外，其餘三邊均連接小塊橡皮，使蒜球在受配出運動時減低損傷，儲種箱可用鐵質、鋁質或塑膠材料製成。

(2) 配出及輸送裝置

該裝置是用以從儲種箱適量配出蒜球，並輸送到定向位置部位。配出方式的設計，係採用刮出式，以表面製有槽溝之無端止橡膠帶做為刮出蒜球之構件，亦可稱為輸送帶；帶上面之槽溝與帶的前進方向垂直，在儲種箱底部水平方向是配出輸送帶安裝位置，當此帶由驅動滾輪驅動時，蒜球即由配出口被輸送帶移出，離開儲種箱前進作業，整個配出及輸送裝置如圖3所示。

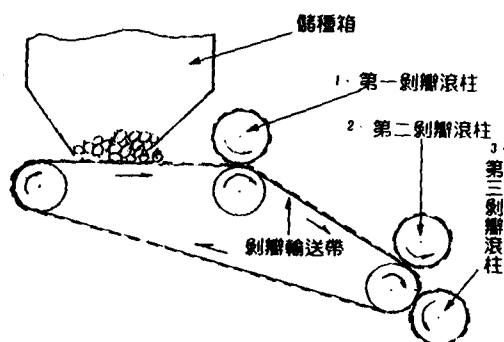


圖 3. 配出及剝瓣輸送裝置示意圖

(3) 剝瓣裝置

剝瓣裝置為剝瓣機設計中的主要機構，該裝置其實與輸送裝置合為一體，如圖3所示。其原理是利用成對滾筒，以不同的轉向及不等速的轉動，藉助壓縮力與剪斷力之作用，達到剝瓣的效果(盧，1986)。構造包括無端止橡膠帶和三個安裝於不同位置之橡膠滾柱，滾柱構造介紹如下：

一號剝瓣滾柱位於輸送帶水平位置進入傾斜位置之上方，與輸送帶形成第一次搓揉作用，其間隙一般為16mm，並可加以調整；二號剝瓣滾柱位在輸送帶斜面底部傳動軸之滾輪，即驅動輪之上方，柱之表面與斜面差速形成第二次搓揉作用，其間隙約為15mm，也可以調整；三號剝瓣滾柱定位於驅動輪之正前方，其表面之剝瓣齒與驅動輪外緣之輸送帶表面之橫槽產生第三次搓揉作用，完成最後的剝瓣作業，故其間隙最小，約為

13mm，但亦可視情況而調整此間隙。

(4) 滾柱之構造

與斜面輸送帶形成搓揉作用之橡膠滾柱，其中央為半徑40mm之鐵質圓柱，敷於35mm厚層之橡膠，成為圓柱狀。在其外側加工製成15條軸向深寬各為10mm之溝槽，再於其外緣製成寬深各約10mm之環形溝槽共九條；固定在整體滾柱之外緣形成150個矩形剝瓣齒。但為適應蒜頭之形狀而在此環形溝槽之轉動，順向兩齒之間略為增加溝寬，使環形槽每兩齒間之溝略成梯形，亦即剝瓣齒之頂視均略成梯形，而此梯形之上底在柱體運轉順向之前端，如圖4所示。

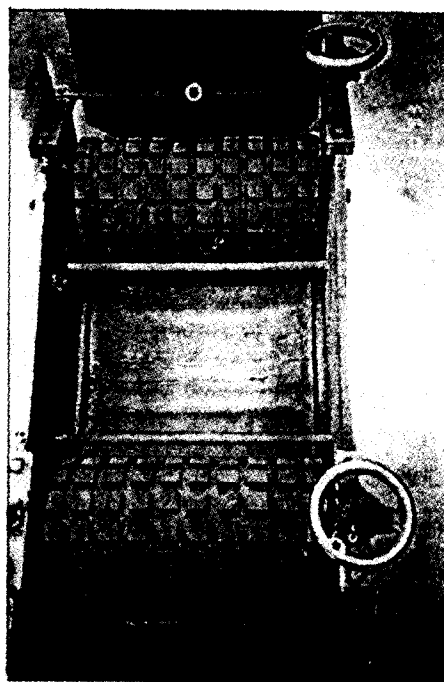


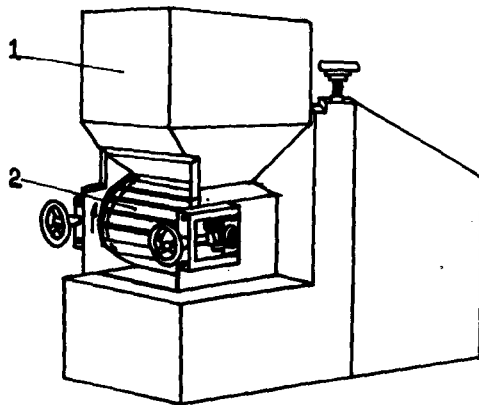
圖 4. 剝瓣圓柱體之構造

(5) 剝瓣輸送帶之構造

輸送帶之輸送作用，係指儲種箱底部之蒜球由輸送帶之循環運轉而往剝瓣部位輸送，經由三個部位之橡膠滾柱與輸送帶之間產生之搓揉作用逐步完成剝瓣作業，輸送帶實乃剝瓣主體機件，故稱之為剝瓣輸送帶，如圖5所示。

剝瓣輸送帶係由橡膠定模製成，輸送帶繞過驅動輪及從動輪後，其兩端經加熱及加工處理而

形成無端止環繞輸送帶，其內側平滑而外側起伏成波浪狀之平槽，波峰高8mm、峰寬6mm、波谷寬38mm，此平槽之功能，相當於滾柱上剝瓣齒之作用而與之配合產生差速乃有搓揉作用。動力由驅動輪帶動運轉，此帶即將儲種箱內之蒜頭輸出剝瓣。輸送帶之兩側邊緣較厚，各為寬15mm，高約10mm之隆起厚緣以加強輸送帶之強度，承受較大之應力。



1 儲種箱 2 剝瓣輸送帶

圖 5. 剝瓣輸送帶從動部

(6) 選別與鼓風

蒜頭由剝瓣輸送帶自儲種箱輸出後，經一、二、三號三個剝瓣滾柱與輸送帶之搓揉作用而逐次剝為蒜瓣，效果甚為徹底。第三剝瓣滾柱與輸送帶產生搓揉作用而完成最後一步之剝瓣功效，此時之蒜瓣落入斜面漏斗，即可裝入袋或盛入容器存放。

剝瓣機之底部即在輸送帶之下方裝有小型風扇，在剝瓣過程中吹去雜物及蒜頭皮殼；成顆之蒜瓣即掉入斜面漏斗，且集中堆聚，本機尚未設有選別瓣片大小不同顆粒之裝置。

(7) 動力裝置

此一剝瓣機之動力源為一1.6KW之起動馬達，該馬達設置於剝瓣機之底部，如圖6所示。動力傳至無段變速箱，再由此箱傳達軸上之鏈輪與鏈傳至其他各部位。圖6所示為整個動力傳動系統，鏈與鏈輪運轉之方向。

無段變速箱動力傳出軸之轉速約為315rpm，經由鏈與鏈輪組之組合，傳至剝瓣輸送帶驅動輪

之轉速為 $315 \times 15 / 66 = 71.5\text{rpm}$ ，三個剝瓣滾柱之軸端所裝配之鏈輪均為12齒，以長鏈與前述驅動輪上之42齒之大型鏈輪連接而產生同方向(逆轉)運轉，其轉速為179rpm。

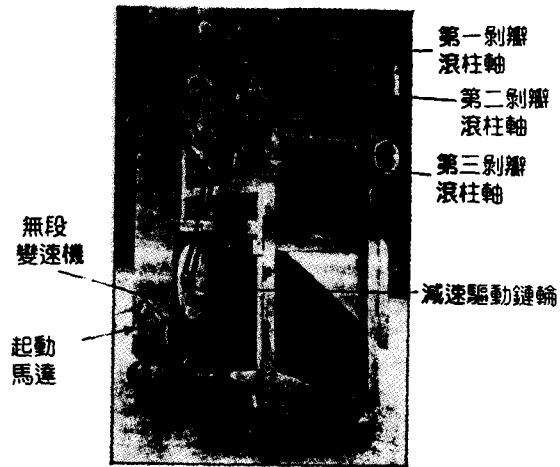


圖 6. 動力傳動系統

(二) 試驗儀器及設備

1. 大蒜剝瓣機。
2. 西德製 Brand 定量滴管 (Macro-Pipettierhelfer)。
3. Advantec FC-610 強制循環定溫烘箱。
4. A & D 數位式電子天平，精度 0.01g，範圍 0-500g。
5. 數位式轉速計 (Digital tachometer)。
6. 日本製 Kori Seiki 硬度計 (Hardness Tester)。

(三) 試驗方法

(1) 基本物性測定

供測之蒜頭來自雲林縣虎尾鎮，品種為學甲大片黑(大蒜優良種蒜生產技術，1985)，採收時間為85年3月，樣品近似橢圓球體，且實施人工選別作業，以去除不良品。測試實驗場地環境係在通風良好情況下，乾球溫度為21.5℃、濕球溫度為18.5℃。經取樣20個蒜球，以電子天平量測其重量，並由 Brand 定量滴管以排水體積法求取個體體積和換算比重值，且以強制循環定溫烘箱測定其含水率。所有測試時間、環境、重量、產地及測試方法等皆依 ASAE 之規定 (ASAE S368.3, 1995) 予以詳細記載。

(2) 橡膠硬度測定

針對剝瓣輸送帶及滾柱橡膠上各取六個測試點，依據 JIS K6301 硬度測試法，將硬度計之壓針垂直壓入橡膠體上，並在儀表上直接讀取數值。

(3) 剝瓣率與破損率定義及測定

以 30 個蒜球為樣本進行剝瓣試驗，剝瓣後分別計算其完整、鱗瓣兩相連或多相連及破損鱗瓣之個數，並依剝瓣實際情形，判別為已完全剝瓣、兩相連或多相連及破損者。

剝瓣率定義：已剝瓣完成之鱗瓣個數對樣本鱗瓣總數之百分比。其公式為：

$$\text{剝瓣率}(\%) = \frac{R}{R_T} \times 100\% \quad (1)$$

破損率定義：已破損之鱗瓣個數對樣本總數之百分比。其公式為：

$$\text{破損率}(\%) = \frac{r}{R_T} \times 100\% \quad (2)$$

式中： R_T = 樣本鱗瓣總數。

R = 單片鱗瓣。

r = 破損鱗瓣。

(4) 剝瓣試驗

① 從田間採收之蒜頭運回後，經適度處理即行裝袋，且分別以長短不同時間加以乾燥；於開機試驗前作含水率測定，以求取不同含水率對剝瓣率及破損率的關係。

② 整備剝瓣機，開動電動馬達運轉，檢查剝瓣機性能，待確無異狀後，以人工作業方式，將蒜頭倒入儲種箱，進行剝瓣作業。

三、結果與討論

蒜球經由隨機取樣的方式，在母族群中選取 20 個為測試樣本，所得到每一個蒜球之重量及比重，如圖 7 所示。

本機之主要作用原理，係賴滾柱與輸送帶間因差速而產生之搓揉作用，二者間之差動壓力擠裂蒜球表皮致使蒜瓣剝裂而成單一個體，達成剝瓣之目的。

圖 3 所示之輸送裝置中，其循環輸送帶之內側三個導輪，實際上亦具有驅動及定位作用。外側三個軟齒剝瓣滾柱與運進中之輸送帶將蒜球剝裂分離，經歷三個過程；由第一剝瓣滾柱剝開之蒜

瓣有單個、雙片或數個瓣片合體，再經第二第三剝瓣滾柱順次搓揉，最後乃成為單片蒜瓣。

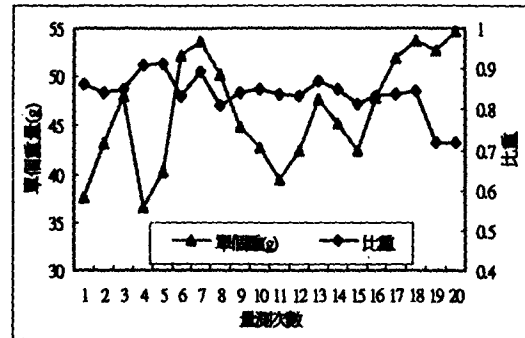


圖 7. 蒜球單個重量及比重

用於本機剝瓣之蒜球，須先經乾燥處理，剛自田間採收含水率甚高之蒜球，不易剝分，且容易裂損。測試本機性能所使用之蒜球，於採收後經用烘箱以 39 °C 烘乾 15 日，此時之含水率為 61.8 %，將之送入剝瓣機進行剝瓣試驗，其剝瓣率平均可達 96.9 %，而其破損率僅為 1 %。如圖 8 及圖 9 為測試不同含水率影響剝瓣率及破損率之結果。

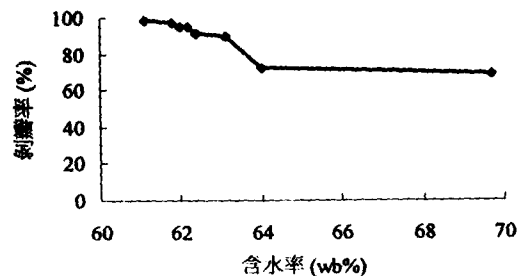


圖 8. 含水率與剝瓣率之關係圖

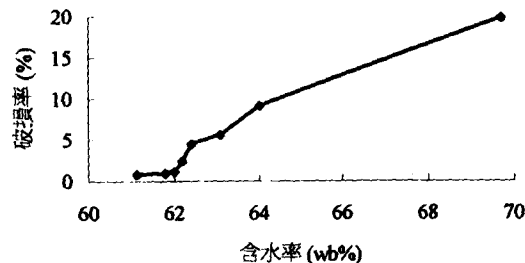


圖 9. 含水率與破損率之關係圖

農民儲存蒜球乾燥之日數一般以 15 日為限，本試驗曾予以烘箱乾燥 19 日，此時之含水率降為 61.1%，破損率為 0.8%。綜合圖 8 及圖 9 數據觀之，乾燥時間與剝瓣率成正比，愈乾燥愈易剝分，而與含水率和破損率成反比；乾燥程度有助於蒜球之剝裂和儲存時間之持久。

本試驗取樣蒜球之含瓣數平均為 16 片；大者含 22 片，小者有 10 片。乾燥試驗之溫度，每日均設定為 39℃。一般情形，蒜球之乾燥如取溫過高容易影響品質；蒜球及蒜瓣低溫儲存時容易萌芽，青蒜有低溫生長之習性。

剝瓣機本身，輸送帶橡膠之硬度及滾柱橡膠之硬度都會影響剝瓣效率；本機之輸送帶，其波峰硬度為 24 度，波谷為 18 度；而滾柱表面較軟，為 14 度。此種橡膠硬度組合，剝瓣效果佳而破損率低。此機剝瓣效能之測定，曾在臺南縣佳里鎮大蒜集散戶蒜農李姓農友之蒜場試驗，平均值為 7.5kg/min，即每小時可以剝瓣 450 公斤。本機起動馬達與無段變速機等速轉動為 315rpm。此時，經鏈及鏈輪三次變速傳動齒輪比之改變，使第三剝瓣滾柱之轉速成為 $315 \times 15 / 66 \times 15 / 21 \times 42 / 12 = 179\text{rpm}$ ，第二及第一剝瓣滾柱與第三剝瓣滾柱同速運轉；輸送帶驅動輪之轉速為 71rpm，驅動輸送帶與剝瓣滾柱產生差動搓揉效果。

四、結 論

1. 差動搓揉式大蒜剝瓣機，係利用輸送帶與滾柱間之差動壓力擠裂蒜球表膜而達到剝瓣之目的。

的。輸送帶橡膠之硬度與滾柱表面軟齒之橡膠硬度適宜組合，因而破損率低但剝瓣效果佳。

2. 蒜球之含水率與剝瓣率關係密切，在剝瓣之前，蒜球須經乾燥處理至含水率為 61.8% 時送入本機剝瓣，其剝瓣率可達 96.9%，此時之破損率為 1%。乾燥時間與剝瓣率成正比。當以 39℃ 之溫度作乾燥處理 15 日即可達成 96.9% 之剝瓣率。
3. 乾燥之蒜球使用本機剝瓣處理，每小時可剝分 450 公斤之數量。本機已可實用。
4. 剝瓣滾柱之轉速均為 179rpm，而輸送帶驅動輪之轉速為 71rpm，輸送帶與滾柱表面速度不同，因而產生差動搓揉作用。

五、參考文獻

1. 臺灣農業年報，1995，中興新村：臺灣省政府農林廳，72~73。
2. 盧福明，1986，農業加工工程學，臺北：國立編譯館，19~23。
3. 大蒜優良種蒜生產技術，1985，中興新村：行政院農委會、省政府農林廳編印，5~7。
4. ASAE Recommendation 1995：ASAE S386.3, Compression Test of Food Materials of Convex Shape. Agricultural Engineers Yearbook: p466~470。

收稿日期：民國 85 年 5 月 25 日

修正日期：民國 85 年 7 月 18 日

接受日期：民國 85 年 8 月 15 日