中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）48(2)：156～168（1999）

蜂王漿離心分離之研究[1]

陸龍虎[2]　吳登楨[3]　梁連勝[2]　蔡致榮[2]

摘要：蜂王漿是用來餵飼和培育蜂王，亦可供人類食用，被視爲保健食品，其營養比蜂蜜高很多。惟其生產過程相當繁瑣，生產效率相當低，故生產成本偏高。目前本省採漿作業都以人工爲之，尚無機械可資利用。因此，自行研製蜂王漿採收機加速機械化採漿，以降低生產成本，提高蜂王漿品質，並增加養蜂之收益，實爲當務之急。本研究歷經一年，分別完成離心式蜂王漿採收雛型機之研製，並完成其性能之測試。據試驗結果顯示：該機使用 1/2PS、110V 交流馬達，並以網目 0.608mm 幼蟲攔截網（線徑 0.45mm，24 目/吋）與迴轉數 1750 rpm 作業，其採漿後幼蟲分離攔截網上附著之蜂王漿殘留量佔總重之 0.73 %，王杯內蜂王漿之殘留量爲總重之 1.59 %，幼蟲損傷佔總幼蟲數之 1.45%；使用此採收機在不計算採收後刮漿時間之情況下，9.42 分鐘可完成 51 組王台條之採漿作業全程，與相同數量王台條之人工採漿作業需時 74.8 分相較，其省工效果極爲顯著。

關鍵詞：蜜蜂、蜂王漿、離心分離機、分離。

前　言

蜂王漿(蜂乳)是由工蜂下咽喉腺及大顎腺中分泌出來的一種乳白色或淡黃色含甜、辣、澀與酸味的粘稠狀液體，有特殊芳香氣味，用來餵飼和培育蜂王，亦是女王蜂產卵時不可或缺的食物，亦可供人類食用，被視爲一種高貴的健康食品，其營養比蜂蜜高很多。蜂王漿含有豐富營養成分，主要成分爲：糖類、多種氨基酸和蛋白質、脂肪 (其中特殊脂肪酸 E-羥基-Δ2-癸烯酸含量高)、維生素 (以 B 族爲主，其次爲 A)、葉酸、泛酸、肌醇、類似乙醯膽鹼物質 (腺嘌呤核甘酸類似物) 與促性腺激素樣物質等[5]。

十二年來本省蜂王漿年產量變化如圖 1 所示[2]，於民國七十八年隨著蜂農戶數遽減後，蜂王漿產量不減反增；但於民國八十三年年產量卻由每年約 300 公噸遽減至目前約 100 公噸，其中除部份內銷消費外，主要供外銷日本，是本省養蜂業者重要收入之一。一年中蜂王漿生產季節長達九個月，生產過程可分爲移蟲與取漿二部分，移蟲入王杯內約三日後再行取漿，所有生產過程目前仍完全依賴人工來完成。取漿時先將幼蟲予以夾除，再由王杯內一點一點地挖出蜂王漿，其過程相當繁瑣，費時費工，致使生產成本居高不下。

---

1. 台灣省農業試驗所研　究報告第 1983 號。

2. 本所農業工程系助理研究員、研究員兼系主任、副研究員(通訊作者，e-mail: jrtsay@wufeng.tari.gov.tw)。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

3. 苗栗區農業改良場副研究員兼課長。臺灣省　苗栗縣　公館鄉。

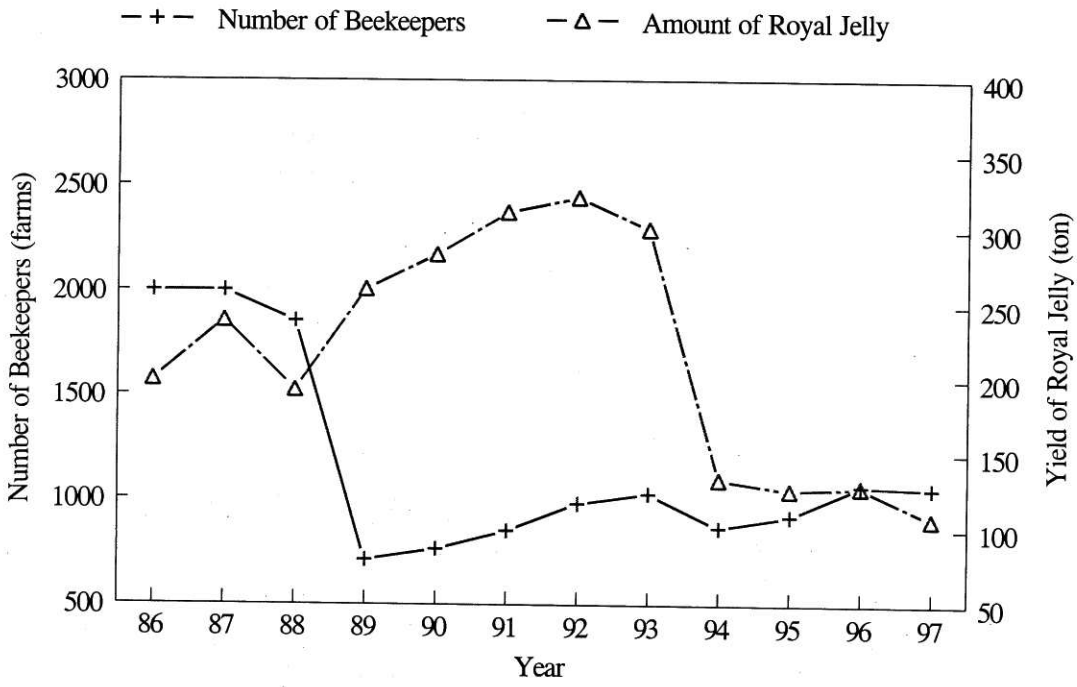


圖 1. 近十二年來本省蜂王漿年產量變化。

Fig. 1. Annual production of royal jelly from 1986 to 1997 in Taiwan.

有關機械採漿之前人研究，在大陸有吳氏等[3]研究以加熱方式使壓力鍋產生蒸氣，利用蒸氣負壓原理吸取王杯內之王漿；袁氏[4]因考慮在野外採漿之需求，研究以踩動活塞幫浦，產生負壓方式的腳踏式王漿抽吸器，此二種抽吸式採漿器雖已有節省人工效果，但因在取漿前，王杯內之幼蟲仍需以人工方式夾除，所需人工仍多；楊氏[6]改以離心方式來分離王杯內之王漿，以人力搖動，設計上利用採漿框轉籃及幼蟲分離轉籃同步轉動產生離心力，可避免傷及幼蟲並免除先以人工夾除幼蟲之手續，使工作效率大幅提升；方氏等[1]參考楊氏機型之原理，改爲電動式王漿分離機，使效率更加提高。至於國內有關機械採漿之研究仍付之闕如，目前仍停留在完全倚賴人工之階段，未見引進適用機型進行試用、研究或自行研發。因此，研製省工、高效率之蜂王漿採收機，以節省人工並降低生產成本，實爲當務之急。爲達上述目的，本研究旨在研製電動離心式蜂王漿採收機，以機械化作業取代人工採漿，並進行相關操作參數之較佳化探討。

材料與方法

一、試驗設備：電動離心式蜂王漿採收雛型機乙部、電子天平乙部(Mettler PE3000 型，精度 0.01g)、計時碼錶與游標卡尺等，其中蜂王漿採收雛型機具有四種不同大小網目之幼蟲分離攔截網，分別爲 0.608mm（線徑 0.45mm，24 目/吋）、0.658mm（線徑 0.40mm，24 目/吋）、0.708mm（線徑 0.35mm，24 目/吋）與 0.720mm（線徑 0.55mm，20 目/吋)，以及調整王台條迴轉數(1360、1530、1750 與 2040 rpm)用之四個皮帶輪。

二、供試材料：爲測試蜂王漿採收雛型機採漿之作業性能，將移蟲後第三天內含蜂王漿與蜂王幼蟲之王台條，由採漿框取下並以人工去除王台壁蜂蠟後備用。爲配合機械作業，所使用之王台條如圖

2 所示，係由一塑膠條上排放 34 個王杯，一體成型所製成，其尺寸爲長 421 mm、寬 12mm 與高 18.5mm。

三、**試驗地點**：本所工廠及竹山、名間等養蜂場。

四、**試驗設計與資料分析**：以自行研製完成之電動離心式蜂王漿採收雛型機進行相關操作參數之較佳化探討，冀以找出最佳性能之機械作業條件。爲減少試驗所需材料與時間，本研究之試驗分兩階段進行，第一階段探討採漿機迴轉數與幼虫分離攔截網之網目大小對蜂王漿殘留損失與幼蟲損傷之影響，其中兩獨立變數各有四位準；第二階段則進一步探討兩較佳採漿機迴轉數與四離心作業時間對蜂王漿殘留損失與幼蟲損傷之影響。試驗所得數據經計算後以統計繪圖系統(STATGRAPHICS ®, Statistical Graphics Corp.)之多因子變方分析(multifactor analysis of variance)[7] 加以處理並解釋於結果與討論部份。

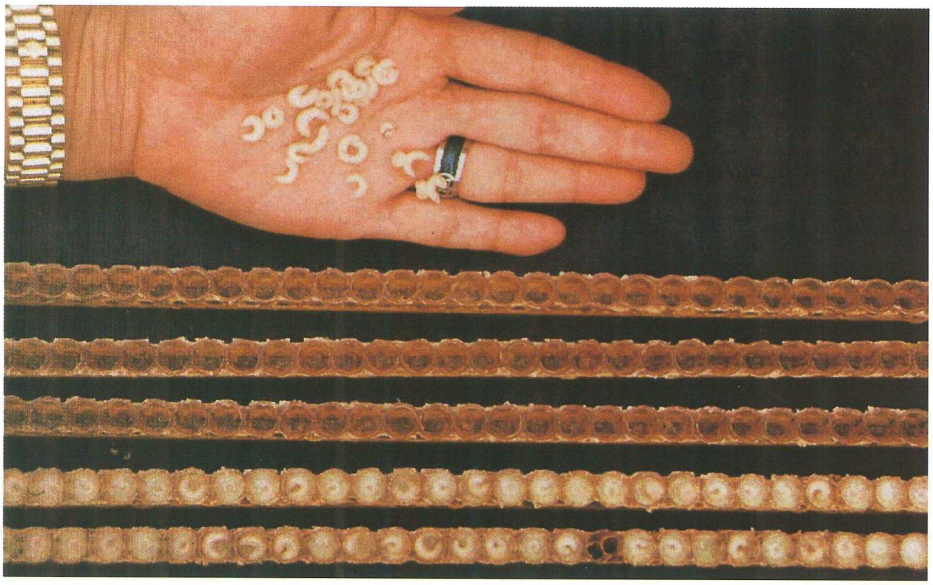


圖 2. 蜂王幼蟲與採漿前後之王台條。

Fig. 2. Holder strips of royal jelly and larvae before and after centrifugating operation.

結果與討論

一、採漿時期蜂王幼蟲之尺寸

爲有效設計幼虫分離攔截網之網目大小，採漿時期幼蟲之尺寸分佈將提供有用之參考，經調查採漿時期幼蟲直徑與長度之三維度分佈情形如圖 3 所示，就幼蟲直徑而言，平均值爲 2.02 mm，標準偏差爲 0.42 mm，最小值爲 1.3 mm，最大值爲 3.8 mm，變異係數爲 20.77%；就幼蟲長度而言，平均值爲 9.35 mm，標準偏差爲 1.54 mm，最小值爲 6.4 mm，最大值爲 14 mm，變異係數爲 16.53%。由圖 3 可知，採漿時期蜂王幼蟲之直徑與長度並非十分均一，其可能是幼蟲生長差異或移蟲技術不夠精良所

致，值得進一步加以探討。尤其，蜂王幼蟲直徑在 1.5 mm 以下者佔總數約 20%，很可能是採漿後幼蟲損傷主要原因之一，而在蜂王幼蟲分離攔截網網目大小之選擇，爲顧及離心旋轉採漿時蟲體將因離心力作用而撓性變形，本研究採用網目大小從 0.608 mm 至 0.72 mm 之蜂王幼蟲分離攔截網應屬適當之選擇。

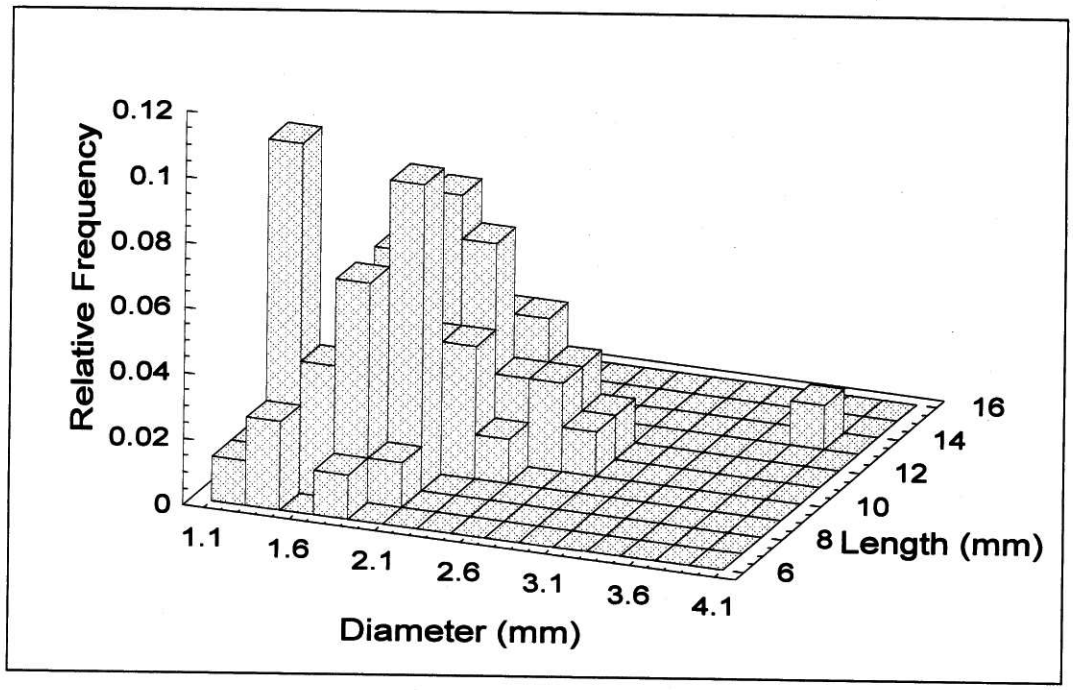


圖 3. 採漿時期蜂王幼蟲尺寸之三維度分佈。

Fig. 3. Three-D histogram of larva dimension at centrifugating period.

二、離心式蜂王漿採收雛型機之研製

離心式蜂王漿採收雛型機其長 630mm、寬 440mm、高 809mm、重 48.42 公斤，主要由動力源、機座（底座）、驅動軸系、蜂王漿收集筒、王台條旋轉架、蜂王幼蟲分離攔截網、王台條及幼蟲分離攔截網之固定環、筒蓋與刮漿板等組成，其詳細說明如下：

㈠動力源(1)：使用交流電電壓 110/220V、1/2PS（轉速 1750 rpm）之東元牌馬達爲動力。

㈡機座(2)：以厚度 5mm、外徑 397 mm之不銹鋼板，其外圍焊製厚 1.5mm、高 50mm之不銹鋼板爲底座，底座下方備有四個支撐腳，離地 120mm。

㈢驅動軸系(3)：由不銹鋼軸架（ ϕ 48X494mm）、軸架內之滾珠軸承（6004zz 兩個）、軸架外之導引滾珠軸承（6010z 壹個）、軸架固定座（ ϕ 138.5X4.5mm）、驅動軸（ ϕ 20X640mm）、驅動盤（ ϕ 71X4.5mm）與驅動盤耳（ ϕ 6X15mm 兩支、中心距 56.5mm）等所組成。爲應試驗之需，另備有調整王台條迴轉數用之皮帶輪四個，其可使此蜂王漿採收機具有 1360、1530、1750 與 2040 rpm 之迴轉數。



圖 4. 蜂王漿採收離型機之分解組件。

Fig. 4. Components of the centrifugator of royal jelly.

㈣蜂王漿收集筒(4)：由內徑 387mm、高度 620mm、厚度 1.5mm 之不銹鋼板組成，係供承接及收集經旋轉分離之蜂王漿。

㈤王台條旋轉架(5)：外徑 275mm、內徑 239mm、高度 415mm，由上、下兩端焊製Ω字型之固定夾及中空方形環各 51 組與驅動盤孔（ ϕ 6X5mm-2、中心距 56.5mm）組成，係供安放王台條及承接驅動軸系之動力。

㈥固定環(6)：由內徑 252～275mm、直徑 6mm 之不銹鋼圓棒組成，係用以固定王台條及蜂王幼蟲分離攔截網。

㈦幼蟲分離攔截網(7)：外徑 320mm，高度 436mm，由不銹鋼網組成，係用以承接幼蟲並分離蜂王漿。爲應試驗之需，製有不同網目大小之幼蟲分離攔截網四個，其網目分別爲 0.608mm（線徑 0.45mm，24 目/吋）、0.658mm（線徑 0.40mm，24 目/吋）、0.708mm（線徑 0.35mm，24 目/吋）與 0.720mm（線徑 0.55mm，20 目/吋）。

㈧筒蓋(8)：係由厚度 1.5mm、外徑 406mm 之不銹鋼板製成，可防止蜂王漿向外飛濺並確保作業安全。

三、蜂王漿採收離型機之機械性能測試

蜂王漿採收機機械性能是否良好，以採漿後幼蟲分離攔截網上附著之蜂王漿殘留量、王杯內蜂王漿之殘留量、幼蟲損傷程度以及工作能力爲主要評估指標。因此，將影響損失及作業能力之主要因子(含採漿機之迴轉數、幼虫分離網之網目大小與採漿離心作業時間)進行相關試驗調查，其試驗結果敘述及討論如后：

㈠不同網目大小與迴轉數下之損失試驗(第一階段)

以 0.608 mm（線徑 0.45 mm，24 目/吋）、0.658 mm（線徑 0.40 mm，24 目/吋）、0.708 mm（線徑 0.35 mm，24 目/吋）與 0.720 mm（線徑 0.55 mm，20 目/吋）等四種網目大小不同之幼蟲離心攔截網，配合 1360、1530、1750 與 2040 rpm 四種迴轉數，進行五重複之蜂王幼蟲與蜂王漿之分離取漿作業（採漿離心時間 60 秒），分別調查採漿後幼蟲分離攔截網上附著之蜂王漿殘留量、王杯內蜂王漿之殘留量與幼蟲之損傷(採漿期間幼蟲極其纖弱，凡有體態異常變形或體液因損傷而外流現象者即判定爲損傷)，其結果如表 1 所示，其中 ROS 係分離網上蜂王漿殘留比率，代表幼蟲分離攔截網上蜂王漿殘留量相對於該次作業蜂王漿總重之百分比值；RIH 係王杯內蜂王漿殘留比率，代表王杯內蜂王漿殘留量相對於該次作業蜂王漿總重之百分比值；而 PODL 係蜂王幼蟲損傷比率，代表幼蟲損傷隻數佔該次作業總幼蟲隻數之百分比值。

表 1. 不同網目大小與迴轉數下之採漿性能

Table 1. Performance result of the centrifugating operation at various screen sizes and rotating speeds

Screen Size (mm)	Rotating Speed (rpm)											
	1360			1530			1750			2040		
	ROS[z]	RIH[y]	PODL[x]	ROS	RIH	PODL	ROS	RIH	PODL	ROS	RIH	PODL
0.608	0.31	2.74	1.09	0.72	2.02	0	0	1.31	1.3	1.1	1.11	0
	0.96	2.22	2.2	0.95	1.85	1.02	0.73	0.71	1.09	1.07	0.49	0
	1.07	2.94	1.06	1.51	1.74	4.08	0.79	1.34	1.09	3.14	0.79	0
	1	3.3	1.04	0.75	1.7	0	0.25	3.93	0	0.68	0.78	30.85
	0.85	2.01	4.12	0.77	1.76	6.49	0.2	1.98	0	0.59	1.04	14.12
	0.84[w]	***2.64***	***1.90***	***0.94***	***1.81***	***2.32***	***0.39***	***1.85***	***0.70***	***1.32***	***0.84***	***8.99***
0.658	1.47	1.68	2.17	0.19	1.75	0	0.61	1.67	0	3.21	1.06	1.12
	1.25	3.5	1.03	0.59	2.06	1.14	0.55	1.38	2.27	1.17	1.25	11.69
	1.33	2.66	1.06	1.56	0.96	0	1.06	2.1	0	1.31	1.18	14.67
	0.74	2.68	3.19	0.41	1.24	3.16	0.77	1.75	3.33	0.54	1.3	0
	0.92	2.27	0	1.13	1.96	1.11	0.82	1.75	2.27	0.95	0.95	17.63
	1.14	***2.56***	***1.49***	***0.78***	***1.59***	***1.08***	***0.76***	***1.73***	***1.57***	***1.44***	***1.15***	***9.02***
0.708	1.04	2.23	4.21	0.83	1.33	2.04	1.31	1.7	3.41	0.46	1.08	9.30
	0.7	2.6	0	0.73	1.02	0	0.87	1.25	0	0.54	0.91	2.30
	1.27	1.54	3.06	1.23	1.38	2.13	0.98	2.01	1.18	0.91	0.75	2.63
	0.32	2.36	2.11	0.59	1.4	5.32	0.68	1.75	2.11	0.63	0.71	7.87
	0.99	2.77	1.05	1.13	1.44	3.61	1.13	2.47	1.30	0.34	0.9	5.10
	0.86	***2.30***	***2.09***	***0.90***	***1.31***	***2.62***	***0.99***	***1.84***	***1.60***	***0.58***	***0.87***	***5.44***
0.720	1.39	2.18	7	0.69	2.12	13.64	0.83	1.9	10.53	0.54	1.3	4.17
	0.69	1.84	2.22	1.29	2.65	3.33	0.61	1.53	9.57	0.8	1.05	11.70
	0.7	1.66	6.25	4.73	2.48	35.87	0.75	1.2	3.19	0	1.07	0.07
	0.93	1.14	10.64	0.38	1.74	12.09	1.24	1.59	6.74	0.2	0.87	2.06
	0.74	1.6	2.17	0.42	1.52	2.20	0.61	1.79	7.78	0.37	0.84	11.11
	0.89	***1.68***	***5.66***	***1.50***	***2.10***	***13.43***	***0.81***	***1.60***	***7.56***	***0.38***	***1.03***	***5.82***

[z]ROS-Residue On Screen (%)
[y]RIH-Residue In Holders (%)
[x]PODL-Percentage OF Damaged Larvae(%)
[w]Values written in Bold and Italic are the aveage for corresponding screen size and rotating speed.

爲探討採漿機幼蟲分離攔截網網目大小與迴轉數對分離網上蜂王漿殘留比率、王杯內蜂王漿殘留比率與幼蟲損傷比率之影響，統計軟體 STATGRAPHICS 被使用以進行 95%信賴水準具交感作用之多因子變方分析，其結果摘要列於表 2 中。表 2 之變方分析結果顯示，就分離網上蜂王漿殘留比率而言，採漿機幼蟲分離攔截網網目大小與迴轉數並無顯著之主要與交感影響，由平均值 0.91%、標準偏差 0.67%之分離網上蜂王漿殘留比率可知，其可能因爲離心迴轉下蜂王漿本來就難以附著於分離攔截網上，因此並不能因不同之處理而有顯著之差異反應，此種結果亦闡明使用此離心採漿機可以不必在意蜂王漿於幼蟲分離攔截網上之極少量殘留。

表 2. 變方分析結果摘要

Table 2. Summary of ANOVA results for ROS, RIH and PODL

Analyzed Variables	Significant[z] Main Effects	Significant Interactions
ROS	NO	NO
RIH	Rotating Speed[y]	Screen Size, Rotating Speed
PODL	Screen Size, Rotating Speed	NO

[z] Significant (Sig. level is less than 5%)

[y] Extremely significant factor (Sig. level is less than 1%).

表 2 之變方分析結果顯示採漿機迴轉數對於王杯內蜂王漿殘留比率有極顯著之主要影響，此影響可由圖 5 王杯內蜂王漿殘留比率 95%信賴區間之平均值圖明顯看出，隨著採漿機迴轉數之提高王杯內

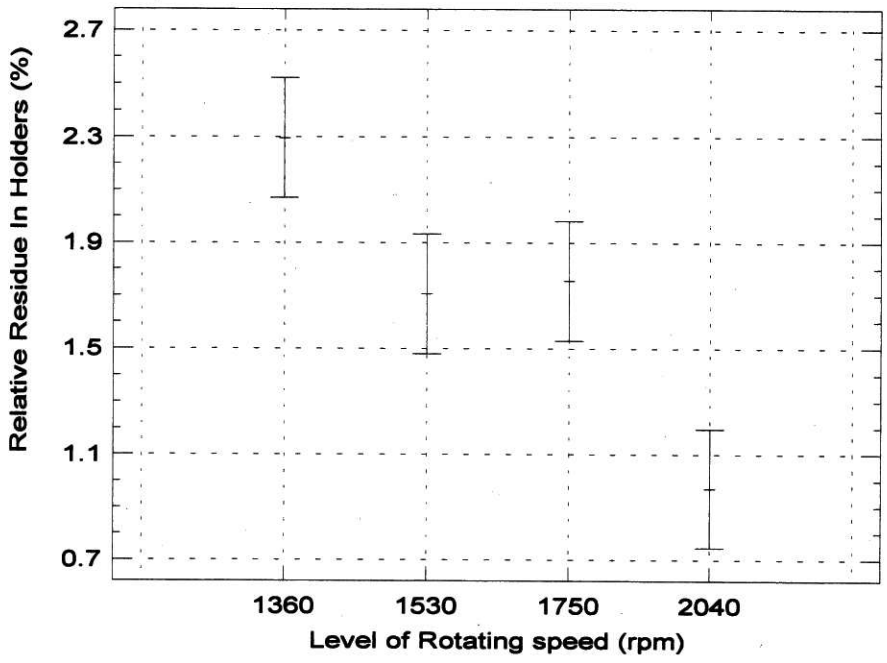


圖 5. 王杯內蜂王漿殘留比率 95%信賴區間之平均值圖。

Fig. 5. Mean plot (95% confidence intervals) of relative residue in holders for four levels of rotating speeds.

蜂王漿殘留比率相對地降低，基於 Duncan 多重範圍分析(multiple range analysis)，本試驗所採用四位準迴轉數可被區分爲三群，最低轉數(1360 rpm)之作業具有最高之王杯內蜂王漿殘留比率，相反地，最高轉數(2040 rpm)之作業則具有最低之王杯內蜂王漿殘留比率，而轉數 1530 與 1750 rpm 之王杯內蜂王漿殘留比率則難以區分而被視爲同一群，介於最高與最低轉數兩群之間。值得一提而必需注意的是雖然最高轉數(2040 rpm)之作業具有最低之王杯內蜂王漿殘留比率，但是作業中因高速離心力作用偶有王台條斷裂之情形產生，因此，事實上較佳之採漿機迴轉數應屬介於最低與最高轉數間之 1530 與 1750 rpm。

表 2 之變方分析結果同時顯示就王杯內蜂王漿殘留比率而言，幼蟲分離攔截網網目大小與採漿機迴轉數亦有顯著之交感影響，其交感作用之情形如圖 6 所示，從此交感作用圖可清楚看出其變化趨勢大致跟隨著前一段所述採漿機迴轉數(主要影響因子)之影響而變化，然而隨著幼蟲分離攔截網網目大小交感影響之導入，在採漿機較低迴轉數(1360 與 1530rpm)時王杯內蜂王漿殘留比率係與幼蟲分離攔截網網目大小成反比變化，惟於幼蟲分離攔截網網目爲 0.72mm 與採漿迴轉數爲 1530rpm 時有例外情形產生，其可能因試驗時人爲採樣不愼或同時使用新舊王台條所致，值得未來進一步探究；而當採漿迴轉數高達 1750rpm 以上時，王杯內蜂王漿殘留比率基本上差異都不大，且因高轉數之影響大增而使幼蟲分離攔截網網目大小之交感影響糾纏不清而難有清楚之變化趨勢。

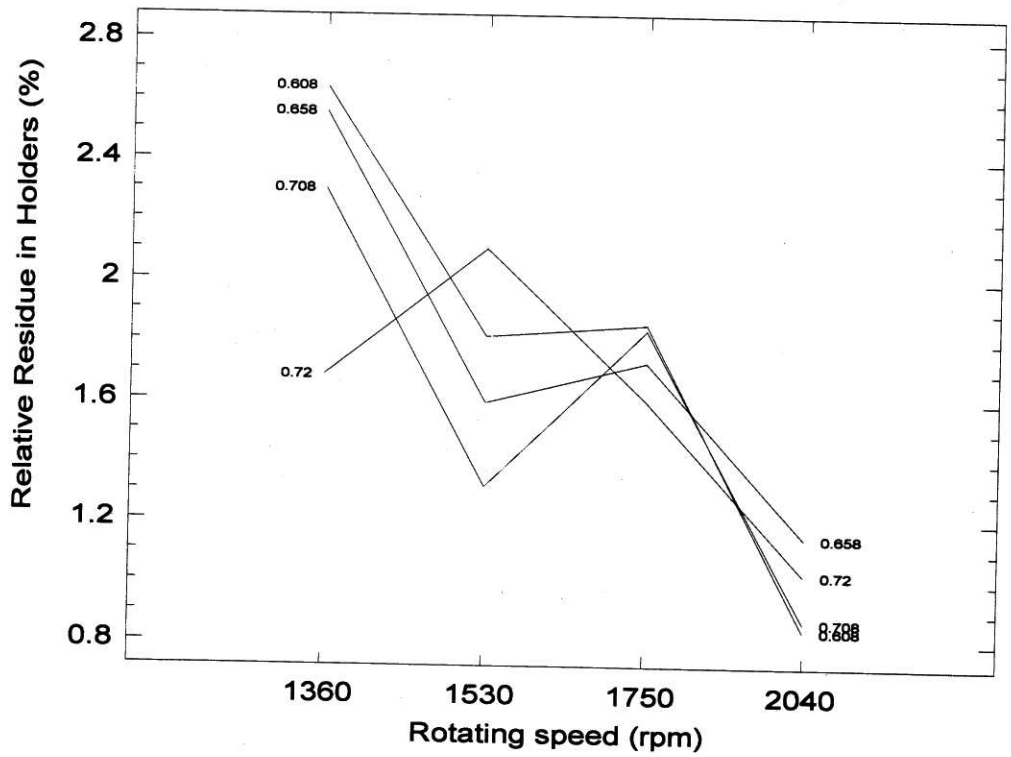


圖 6. 幼蟲分離攔截網網目大小與採漿迴轉數對王杯內蜂王漿殘留比率之交感作用。

Fig. 6. Interactions for screen sizes by rotating speeds for relative residue of royal jelly in holders.

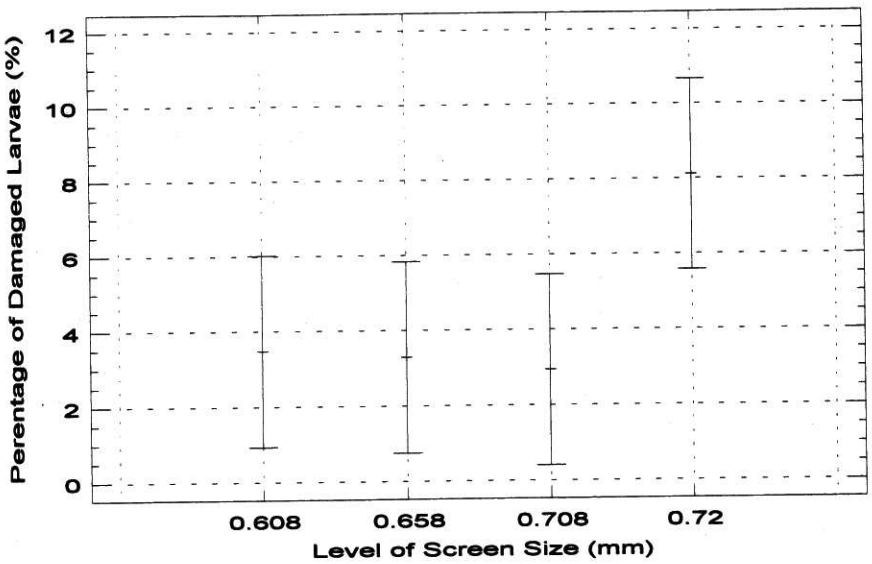


圖 7. 不同網目大小下蜂王幼蟲損傷比率 95%信賴區間之平均值圖。

Fig. 7. Mean plot (95% confidence intervals) of the percentage of damaged larvae for the four levels of screen sizes.

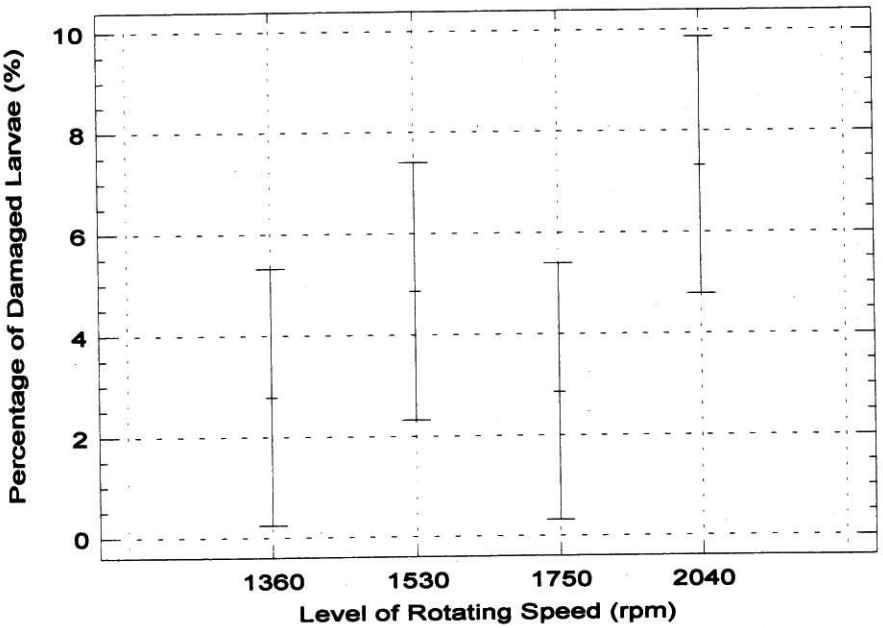


圖 8. 不同採漿迴轉數下蜂王幼蟲損傷比率 95%信賴區間之平均值圖。

Fig. 8. Mean plot (95% confidence intervals) of the percentage of damaged larvae for the four levels of rotating speeds.

表 2 變方分析結果亦顯示就蜂王幼蟲損傷比率而言，採漿機幼蟲分離攔截網網目大小與採漿迴轉數均有顯著之影響但無交感作用，此影響可由圖 7 與圖 8 就不同網目大小與採漿迴轉數下幼蟲損傷比率 95%信賴區間之平均值圖明顯看出。圖 7 中，隨著採漿機幼蟲分離攔截網網目大小之增加蜂王幼蟲損傷比率亦隨之提高，基於 Duncan 多重範圍分析，本試驗所採用四位準網目大小可被區分爲二群，採漿機使用網目 0.608、0.658 與 0.708 mm 之幼蟲損傷比率難以區分而被視爲較佳之一群，而另一群使用網目 0.72 mm 者則有較高之幼蟲損傷比率。圖 8 中，隨著採漿機迴轉數之增加蜂王幼蟲損傷比率亦隨之提高，基於 Duncan 多重範圍分析，本試驗所採用四位準迴轉數可被區分爲二群，採漿機使用迴轉數 1360、1530 與 1750 rpm 之幼蟲損傷比率難以區分而被視爲較佳之一群，而另一群使用迴轉數 1530 與 2040rpm 者則有較高之幼蟲損傷比率，值得注意的是迴轉數 1530 rpm 同時列於此兩群中。由此分析可知，爲避免因幼蟲損傷造成蜂王乳品質低落，不可使用網目大小爲 0.72 mm 之幼蟲分離攔截網與 2040 rpm 之採漿迴轉數。

綜合上述討論，使用本研究所研製之蜂王漿採收機，爲減少王杯內蜂王漿之殘留與蜂王幼蟲之損傷，並確保王台條免於斷裂，較佳之操作參數可由 1530 與 1750rpm 之迴轉數，以及 0.608、0.658 與 0.708 mm 之分離攔截網網目中任意組配。

㈡不同採漿離心作業時間下之損失試驗(第二階段)

表 3. 不同採漿離心作業時間與迴轉數下之採漿性能

Table 3. Performance result of the centrifugating operation at various operating times and rotating speeds

Operating Time (sec)	Rotating Speed (rpm)					
	1530			1750		
	ROS[z]	RIH[y]	PODL[x]	ROS	RIH	PODL
15	1.2	2.2	1.06	0.52	2.25	2.08
	0.79	2.18	5.49	1.02	2.07	3.13
	0.84	1.57	2.08	1.15	2.13	1.02
	0.82	1.92	3.19	0.85	2.06	0
	0.86	1.71	2.13	0.38	2.31	0
	0.90	***1.92***	***2.79***	***0.78***	***2.16***	***1.25***
30	1.24	2.14	2.11	1.16	1.82	1.02
	0.84	2.14	4.65	1.47	1.83	0
	0.77	1.99	1.14	0.69	1.56	0
	0.48	1.75	2.2	0.19	2.48	0
	1.61	2.29	1.19	2.09	1.12	0
	0.99	***2.06***	***2.26***	***1.12***	***1.76***	***0.20***
45	1.1	2.56	6.58	0.18	1.73	7.69
	1.3	3.21	1	1.11	2.66	1.02
	0.82	1.92	0	0.4	1.86	0
	0.95	2.54	0	0.7	2.01	2.17
	0.37	2.96	0	0.92	2.32	0
	0.91	***2.64***	***1.52***	***0.66***	***2.12***	***2.18***
60	0.72	2.02	0	0	1.31	1.3
	0.95	1.85	1.02	0.73	0.71	1.09
	1.51	1.74	4.08	0.79	1.34	1.09
	1.75	1.7	0	0.25	3.93	0
	0.77	1.76	6.49	0.2	1.98	0
	1.14	***1.81***	***2.32***	***0.39***	***1.85***	***0.70***

[z] ROS-Residue On Screen (%)
[y] RIH-Residue In Holders (%)
[x] PODL-Percentage OF Damaged Larvae (%)
[w] Values written in Bold and Italic are the average for corresponding operating time and rotating speed.

爲進一步驗證迴轉數 1530 與 1750 rpm 是否眞無差異，並比較不同採漿離心作業時間下之損失反應，本研究第二階段之試驗以第一階段所得二種較佳迴轉數 1530 與 1750 rpm，以及 0.608 mm 之幼蟲離心攔截網網目，分別於 15、30、45 與 60 秒四種不同採漿離心時間下，進行五重複幼蟲與蜂王漿之分離取漿作業，其採漿後幼蟲分離攔截網上附著之蜂王漿殘留比率、王杯內蜂王漿殘留比率以及蜂王幼蟲之損傷比率等結果如表 3 所示。

在試驗分析方面，類似第一階段之統計分析也被使用以比較兩迴轉數與四採漿離心作業時間對採漿損失之影響，惟其結果指出此兩獨立變數對採漿後蜂王幼蟲分離攔截網上之蜂王漿殘留、王杯內蜂王漿殘留以及蜂王幼蟲損傷均無顯著之影響，此除再一次証實所使用兩迴轉數（1530 與 1750rpm）之採漿性能無分軒輊外，更指出 15 秒採漿離心作業時間已足以達成採漿作業需求，而與其他較長採漿離心作業時間無採漿性能上之差異，圖 9 摘要並繪製不同採漿離心作業時間下之採漿性能，其中各採漿性能項均以長條顯示其平均值並附以標準偏差棒，圖中很顯然地顯示各採漿性能平均值均小於 3%且各項不同位準間均難分軒輊。

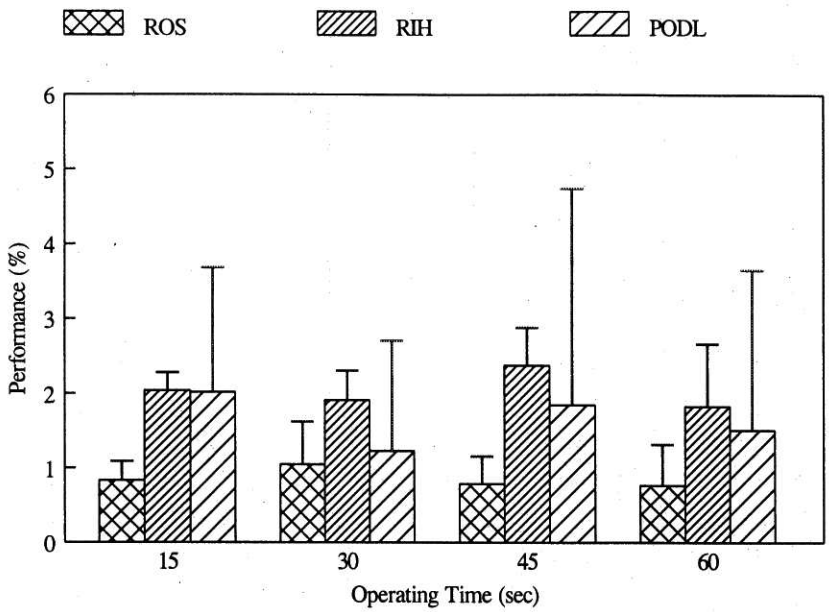


圖 9. 不同採漿離心作業時間之採漿性能。

Fig. 9. Performance of the centrifugator at various operating times.

㈢採漿作業能力

在探討分析較佳操作參數後，爲進一步了解使用本離心式蜂王漿採收機之採漿作業能力，以 1750 rpm 迴轉數、離心分離網網目 0.608mm 與離心作業時間 30 秒之參數組合，由一人操作該機進行全負載（51 組王台條）採漿作業，各採漿過程之工時分析如下：

1. 安放王台條（51 組）於王台條旋轉架上，其安放時間 4 分 41 秒。
2. 放置王台條旋轉架於驅動軸系之驅動盤耳上，其放置時間 1 分 28 秒。

3. 啓動馬達進行分離取漿作業，其作業時間 30 秒，作業後王台條旋轉架於不加制動情形下自然停止轉動，其等待時間爲 42 秒。

4. 卸下王台條旋轉架與拆下 51 組王台條，其拆卸時間 1 分 54 秒。

以上作業一次平均可分離攔截幼蟲 1629 隻，約可採漿 1074 克，其採漿後蜂王幼蟲分離攔截網上附著之蜂王漿殘留比率爲 0.73 %，王杯內蜂王漿之殘留比率爲 1.59 %，幼蟲之損傷比率爲 1.45 %；而使用此採收機在不計算採收後刮漿時間之情況下，9.42 分可以完成 51 組王台條之採漿作業，與相同數量王台條之人工採漿作業需時 74.8 分相較，顯然省工效果卓著。

結　論

一、本研究所完成蜂王漿採收雛型機經設計、製造、組裝與測試，事實上已達基本功能要求，未來商品機之設計除簡化機構與美化機型以提升商品價值外，更需增加計時與自動剎車功能，以加強該機使用之方便性。

二、本研究較佳操作參數之探討得知，爲減少蜂王漿殘留與幼蟲損傷，並確保王台條免於斷裂，以 1530 或 1750 rpm 之迴轉數，配合 0.608、0.658 或 0.708 mm 之分離攔截網網目，作 15 秒以上之離心採漿作業，可得較佳作業性能。

三、該機以 0.608mm 之幼蟲離心攔截網網目，於 1750 rpm 之迴轉數下離心作業 30 秒，其採漿後幼蟲分離攔截網上蜂王漿殘留比率爲 0.73 %，王杯內蜂王漿殘留比率爲 1.59 %，幼蟲損傷比率爲 1.45 %；使用此採收機在不計算採收後刮漿時間之情況下，在 9.42 分鐘內完成 51 組王台條之採漿作業，與相同數量王台條之人工採漿作業需時 74.8 分相較，顯然省工效果卓著。

誌　謝

本研究承蒙行政院農業委員會 88 科技-1.1-糧-01（23）計畫補助經費，以及竹山鎮蜂農張峰淵先生提供試驗材料始得以完成，謹此誌謝。

引用文獻

1. 方文富、侯光珊、李傳東、彭文君。1996。FWF 型電動蜂王漿分離機之研製。蜜蜂雜誌月刊 (12)：3-4。
2. 臺灣農業年報。1998。87：175。臺灣省政府農林廳編印，臺灣，南投。
3. 吳本熙、謝代癸、崔元恒。1979。FJX-1 型蜂王漿抽吸器。中國養蜂 (1)：21。
4. 袁長銀。1981。JWX-1 型腳踏式蜂王漿抽吸器。中國養蜂 (2)：23-28。
5. 章加寶。1995。蜂王漿生產與應用。臺灣省蠶蜂業改良場編印。
6. 楊多福。1990。生產蜂王漿機械化。蜜蜂雜誌月刊 (7)：22-25。
7. STSC, Inc. 1991. STATGRAPHICS Reference Manual. Version 5 STSC, Inc., Maryland, U.S.A.

Studies on the Centrifugal Separation of Royal Jelly[1]

Lung-Hu Lu[2], Teng-Chen Wu[3], Lien-Sheng Liang[2] and Jyh-Rong Tsay[2]

Summary

With more nutrient contents than honey, royal jelly is regarded as an especially healthy food. Separation of royal jelly from larvae is a difficult, labor intensive process. However, production of royal jelly in Taiwan still relies completely on time-consuming, manual production. The objective of this study is to develop a machine for harvesting royal jelly. During the last year, a prototype 'centrifugator' powered by an alternative motor (1/2 PS and 110V) was manufactured and tested for effectiveness in separating royal jelly. The best results were obtained with the centrifugator operating at 1750 rpm and equipped with a larva-separating screen having a mesh size of 0.608 mm. In related experiments, the percentage of royal jelly residue on screen, royal jelly residue in holders, and damaged larvae are 0.73%, 1.59% and 1.45%, respectively. The harvesting operation of royal jelly by using this centrifugator takes 9.42 minutes for one run (51 holder strips) neglecting time required for the last process of scraping-off the harvested royal jelly. When compared with the operating time of the manual harvesting operation (74.8 minutes) for the same workload, the developed centrifugator reduced the required labor tremendously.

Key words : Honeybee, Royal jelly, Centrifugator, Separation.

---

1. Contribution No. 1983 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, Assistant Researcher, Senior Engineer and Head, Associate Researcher (Corresponding author, e-mail: jrtsay @wufeng.tari.gov.tw), Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Associate Researcher and Section Chief, Miaoli District Agri. Improvement Station, Kungkuan, Miaoli, Taiwan, ROC.