

毛豆選別機之研究 (一)

篩網傾斜角、不合格豆莢混合比與選別效率之關係

The Study of a Vegetable Soybean Shaking Separator(I)

Relationship among Sieve Inclination Angle, Unqualified
Bean Pod Mixing Ratio and Separation Efficiency

國立屏東農專農機科教授

國立屏東農專農機科技術教師

謝 欽 城

陳 光 輝

Ching-Chen Hsieh

Kwang-Hwe Chen

摘 要

本省每年外銷毛豆量約為30,000公噸，然其選別目前仍依靠人力，故為著解決農村勞力缺乏及提高毛豆莢外銷競爭能力，其選別作業有急需利用機械代替人工之必要。於本研究所獲得的結論如下：

(1)一仁毛豆莢之長度4.03—3.31公分、寬度1.35—1.19公分、厚度0.92—0.74公分，二仁毛豆莢之長度5.10—4.44公分、寬度1.38—1.22公分、厚度0.93—0.75公分，三仁毛豆莢之長度5.96—5.28公分、寬度1.40—1.24公分、厚度0.94—0.80公分。

(2)毛豆莢之靜摩擦角之範圍 8° — 11° ，又發現毛豆莢開始滑動時，皆有沿著長軸方向之傾向。

(3)於振動式毛豆莢選別機之振動篩網下加一平衡配重架，其結果將使機械增加穩定及平衡之效果。

(4)一次出口毛豆莢之回收率，以傾斜角 0° 為最佳。

(5)於篩選原料含不合格豆莢混合比25%時，則一次出口合格豆莢之回收率最高，故此種型式之毛豆莢篩選機，甚適合於臺農 205號毛豆莢之選別用。

(6)此種型式之選別機，會造成毛豆莢被不銹鋼間隙夾住，而造成毛豆莢之流動阻塞，降低選別效果。

Abstract

Taiwan has exported about 30,000 tons of vegetable soybean annually in recent years. Most of the separation task were still done by labor. In order to tackle labor shortage problem and increase the commercial value, the development of machinery for separation of vegetable

soybean is urgently needed. The results obtained in this study are as follows:

- (1) The size of vegetable soybean pods with one seed is in the range 4.03—3.31cm in length, 1.35—1.19cm in width and 0.92—0.74cm in thickness; those with 2 seeds, 5.10—4.44cm in length, 1.38—1.22cm in width, and 0.93—0.75cm in thickness, those with 3 seeds, 5.96—5.28cm in length, 1.40—1.24cm in width and 0.94—0.80cm in thickness.
- (2) The range of static friction angles is 8° — 11° and the bean pods tend to slide along their longitudinal axis.
- (3) A weight-balance rack added to the shaking separator under the sieve will make the machine more stable.
- (4) The highest separating rate in the primary outlet can be achieved by keeping the sieve horizontal.
- (5) When bean pods contain 25% of one seed pods, the highest separation results were obtained in the primary outlet of the separator. It implies that this type of separators is suitable for use in separating Tainung No. 205 soybeans.
- (6) The bean pods would get stuck between two stainless pipes and then blocked the vegetable soybean flow, then decrease the separating function by using this type of shaking separator.

一、前言

本省冷凍毛豆莢為目前冷凍加工蔬果類出口之大宗，現每年冷凍毛豆莢之外銷量約為30,000公噸，而其栽培面積為6,000公頃，然此面積中約有90%種植於屏東縣。故毛豆目前為屏東市之新興作物。毛豆莢每公頃之產量約為6,000公斤，然其選別作業目前依靠人力，其選別工資每公斤為1元，故每年所需之選別工資為30,000千元，因而於目前農村勞力缺乏及提高毛豆莢外銷競爭能力之因素下，其選別作業有急需利用機械代替人工之必要。

二、往復振動篩之粒子運動

現在於我國農業機械之選別裝置中，利用搖動機構之選別機有

(一)稻桿與穀粒之選別裝置

(二)米與糙米或糙米與碎米之選別裝置

(三)除石或除糠之選別裝置

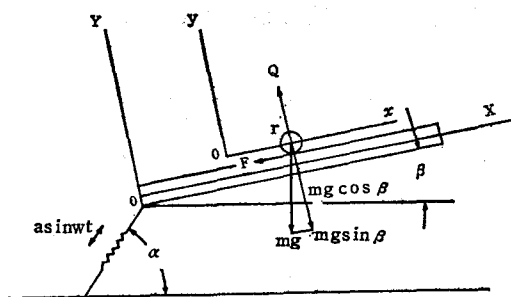
振動篩之選別機最先用於鑛石選別。另一方面其用於農業時，大部份利用固定式之傾斜振動篩，

然毛豆莢之選別，必須利用粒形之選別，故利用振動篩，做為毛豆莢之選別處理，是為一項合理的構想。

一般振動篩上之粒子運動，其理論上是將粒子考慮成質點，並對於粒子之形狀及空氣阻力均不計。又摩擦阻力僅考慮滑動摩擦。且振動篩網之運動假設為正弦運動。

然用於農業機械之往復運動形之振動篩網之振動，其被假設成正確的正弦運動是相當的困難，篩網上的運動之分析，KLUGE氏僅假設成飛行運動，杉木與谷口兩氏假設其為滑動與飛行運動。然筆者認為振動篩網上之粒子運動，應考慮成滑動、滾動及飛行三種運動情況，故於振動篩網上粒子之運動分析，應考慮粒子之平均移送速度、運動區分、相位、速度及各種運動所佔區間比例等因子之關係，以做為振動篩理論設計之依據。

振動篩網之座標為 X ， Y ，粒子之座標為 x ， y 。振動篩之投射角為 α ，又篩網與水平之夾角為 β ，於 α 方向之正弦振動為 $a \sin \omega t$ 時，振動篩網上粒子受力之情形如圖(一)所示。



圖(一): 振動篩網上之粒子受力情形

則粒子之運動方程式為

$$\left. \begin{aligned} M_x'' &= -F - mg \sin \beta \\ M_x &= Q - mg \cos \beta \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Q: 粒子與篩網面之面壓

F: 摩擦力

又 F 與 Q 之間的關係

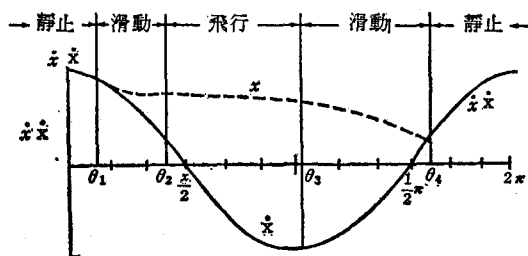
$\dot{x} < \dot{X}$ 時, $F = \mu Q$

$\dot{x} > \dot{X}$ 時, $F = -\mu Q$

又粒子受其重量在 Y 軸方向之分量 $mg \cos \beta$ 與振動加速力 $ma \omega^2 \sin(\alpha - \beta) \sin \omega t$ 作用時, 則粒子與網面之面壓 Q 為

$$Q = m \{ g \cos \beta - a \omega^2 \sin(\alpha - \beta) \sin \omega t \} \quad (2)$$

粒子於振動篩網面上的運動, 可分為相對靜止、滑動(正、負方向)、滾動、飛行運動如圖(二)所示。其要得到高的選別效率, 必須上述之運動作合理的配合。



圖(二)粒子運動之一例

(一) 粒子之滑動

$\dot{x} < \dot{X}$ 時, 在移送方向之滑動速度 $\dot{x}$, 由(1)式積分, 如 $\omega t = \theta$ 時, 其初期條件 $\theta = \theta_1$; $\dot{X} = V_1$ 則

$$\dot{X}_1 = -\frac{g}{w} (\sin \beta + \mu \cos \beta) (\theta - \theta_1) - \mu a \sin(\alpha - \beta) (\cos \theta - \cos \theta_1) + V_1 \quad (3)$$

$\dot{x} > \dot{X}$ 時, 於移送方向之反對方向之滑動速度

$\dot{x}$, 如初期條件 $\theta = \theta_4$, $\dot{X} = V_4$

$$\dot{x}_4 = -\frac{g}{w} (\sin \beta - \mu \cos \beta) (\theta - \theta_4) + \mu a \sin(\alpha - \beta) (\cos \theta - \cos \theta_4) + V_4 \quad (4)$$

$\dot{x} = \dot{X}$ 時, 粒子與振動篩網一同運動, 即成相對靜止的狀態, 粒子的速度與篩網速度同步。

向著移送方向之滑動開始相位之範圍為 $\omega t = 0 \sim \pi$ 時。

$$\text{故 } \sin \omega t \geq \frac{1}{K} \left[\frac{\cos \beta - \sin \beta}{\cos(\alpha - \beta) + \mu \sin(\alpha - \beta)} \right] \quad (5)$$

$K = \frac{a \omega^2}{g}$ 為離心效果

向著移送方向的相反方向時, 其滑動相位之範圍為 $\omega t = \pi - 2\pi$ 時, 則

$$\sin \omega t \geq \frac{1}{K} \left[\frac{\mu \cos \beta + \sin \beta}{\cos(\alpha - \beta) - \mu \sin(\alpha - \beta)} \right] \quad (6)$$

滑動終了之相位時, 粒子之相對速度為零, 即粒子之速度與篩網的速度同步。

(二) 粒子之滾動

於 $x > X$ 時, 當粒子供給量較少時, 由於篩網之振動條件, 粒子在篩網上, 將產生滾動的狀態, 特別是近似球狀的穀物, 此種現象更容易產生, 一般粒子之滾動, 可假設為滑動之後續現象, 滾動穀粒之現象分析, 可假設其為一球形之狀態, 其半徑為 r 、摩擦力為 F 、滾動角度為 ϕ 時, 粒子向著移送方向發生滾動之運動方程式為

$$F \cdot r = \frac{2}{5} m r^2 \phi \quad |x = r \cdot \phi \quad (7)$$

$$F = \frac{2}{5} m x'' \quad (8)$$

由(8)代入(1)

$$\therefore x'' = -\frac{5}{7} g \sin \beta \quad (9)$$

又 $F \geq \frac{2}{5} m x''$ 時, 粒子將產生滾動

$F < \frac{2}{5} m x''$, 粒子將產生滑動。故粒子開始滾動之條件, 由(2)(8)(9)式可得

$$\sin \omega t \geq \frac{1}{K} \left[\frac{\mu \cos \beta - \frac{2}{5} \sin \beta}{\mu \sin(\alpha - \beta)} \right] \quad (10)$$

由(10)式可知, 粒子之滾動條件, 受 K 值之影響甚大, K 值愈小時, 粒子愈容易產生滾動。

(二) 粒子之飛行運動

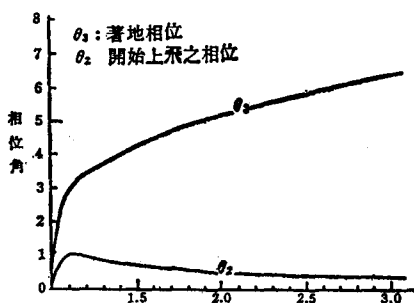
粒子於振動篩網上，當 $\theta=0$ 時，粒子將離開篩網，設粒子離開篩網時之相位為 θ_2 ，則由 KLUGE 氏之公式可得

$$\left. \begin{aligned} \sin\theta_2 &= \frac{1}{KV} \\ KV &= K \frac{\sin(\alpha-\beta)}{\cos\beta} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

粒子於相位 θ_2 時，開始離開篩網，又於相位 θ_3 時，粒子將再與篩網接觸。

$$\text{故 } \theta_3 - \theta_2 = \sqrt{KV^2 - 1} + \sqrt{KV^2 + 1 - 2KV\sin\theta_3} \quad (12)$$

又 θ_2 、 θ_3 與 KV 之關係，如圖(三)所示，



圖(三) θ_2 、 θ_3 與 KV 之關係， $KV = K \frac{\sin(\alpha-\beta)}{\cos\beta}$

又由圖(三)及圖(二)可知， $\theta_1 \sim \theta_2$ 之相位粒子為滑動及滾動狀態， $\theta_2 \sim \theta_3$ 之相位，粒子為飛行狀態， $\theta_3 \sim \theta_4$ 之相位，粒子又恢復滑動狀態，於上述區間中，粒子之速度為 $\dot{x}_{12}$ 、 $\dot{x}_{23}$ 、 $\dot{x}_{34}$ ，故其平均速度 $\dot{x}_m$ 為

$$\dot{x}_m = \frac{1}{2\pi} \left(\int_{\theta_1}^{\theta_2} \dot{x}_{12} d\theta + \int_{\theta_2}^{\theta_3} \dot{x}_3 d\theta + \int_{\theta_3}^{\theta_4} \dot{x}_{34} d\theta \right) \quad (13)$$

三、材料與方法

(一) 材料

- | | |
|-----------------|----|
| (1) 上皿電子天平 | 一部 |
| (2) 測微器 | 三支 |
| (3) 毛豆莢靜摩擦角測定儀 | 一部 |
| (4) 自製振動式毛豆莢選別機 | 一部 |
| (5) 臺農 205 號毛豆莢 | |

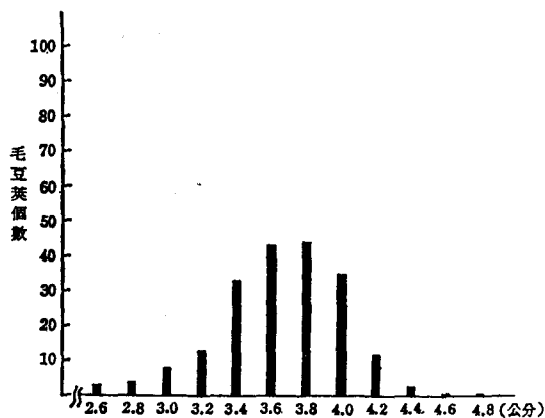
(二) 方法

1. 毛豆莢尺寸大小之調查

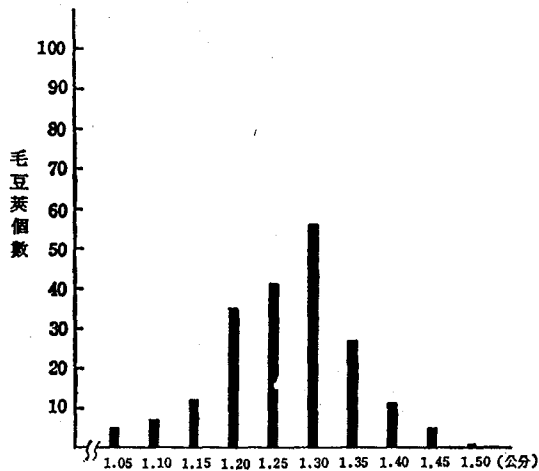
毛豆莢之生產情況，大部份分為一仁豆莢、二

仁豆莢、三仁豆莢三種，然外銷豆莢之合格標準為二仁以上之豆莢，又重量與長度必須在 3 公克及 4.5 公分以上。但其要達到外銷之標準，將利用粒形選別基準之毛豆莢篩選機加予選別，故必須先調查毛豆莢之尺寸大小，以做為毛豆篩選樣網設計之依據。

現以毛豆莢外銷之主要品種臺農 205 號，做為調查之品種，其各仁毛豆之長、寬、厚之平均值、標準偏差及分佈圖如表(一)及圖(四)、(五)、(六)、(七)、(八)、(九)、(十)、(十一)所示。



圖(四) 一仁毛豆莢之長度分佈圖

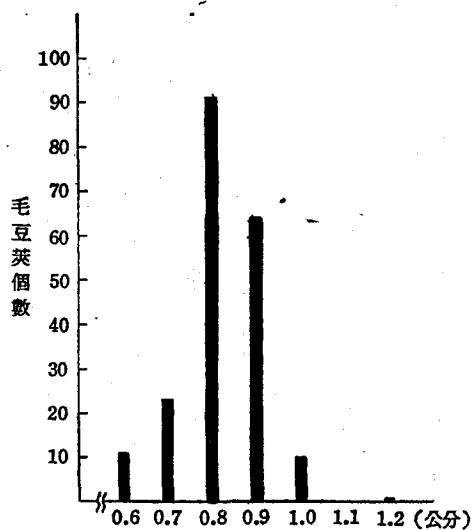


圖(五) 一仁毛豆莢之寬度分佈圖

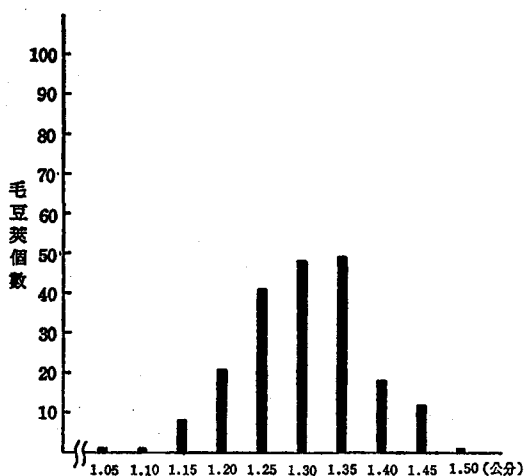
一仁毛豆莢長度之平均值 3.67 公分、標準偏差 0.36 公分，故其皆不能達到外銷合格標準，必須將其完全去除。又由表(一)可知，一仁、二仁、三仁毛豆莢於厚度之尺寸差距不大。

表(一) 臺農 205 號毛豆莢尺寸調查資料表

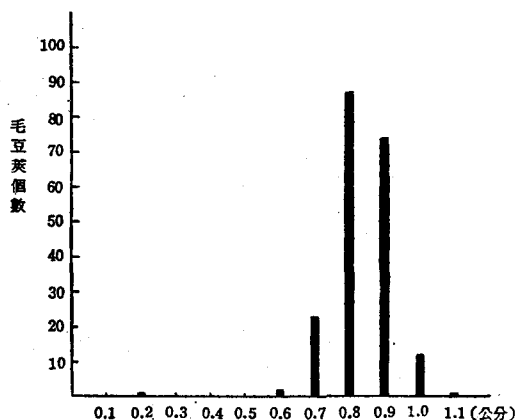
	長度(公分)		寬度(公分)		厚度(公分)	
	平均值	標準偏差	平均值	標準偏差	平均值	標準偏差
一仁毛豆莢	3.67	0.36	1.27	0.08	0.83	0.09
二仁毛豆莢	4.77	0.33	1.30	0.08	0.84	0.09
三仁毛豆莢	5.62	0.34	1.32	0.08	0.87	0.07



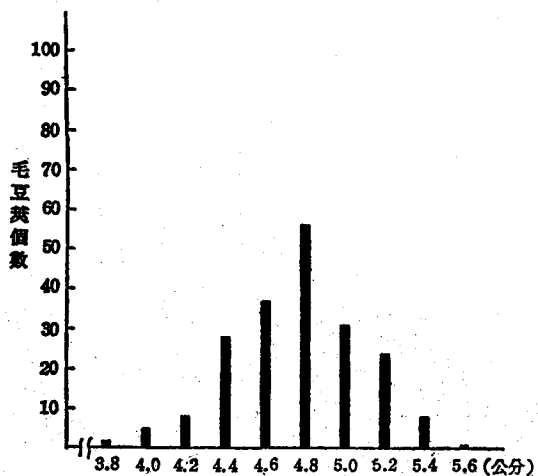
圖(六) 一仁毛豆莢之厚度分佈圖



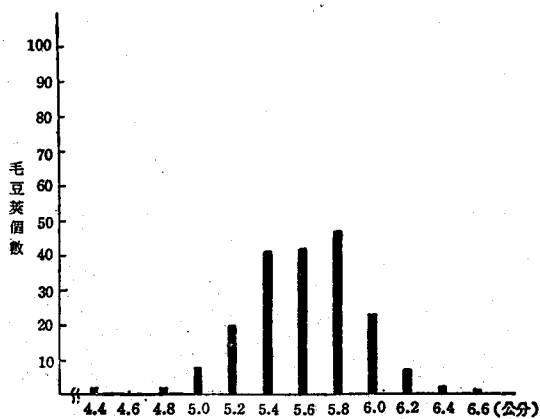
圖(八) 二仁毛豆莢之寬度分佈圖



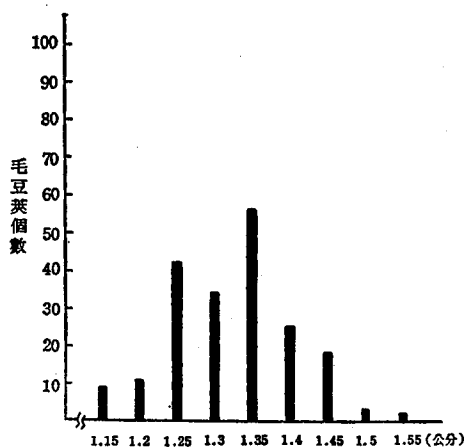
圖(九) 二仁毛豆莢之厚度分佈圖



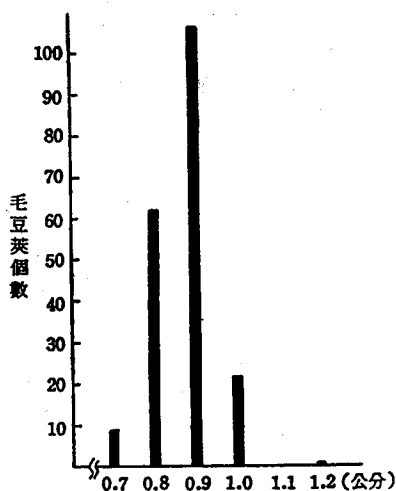
圖(七) 二仁毛豆莢之長度分佈圖



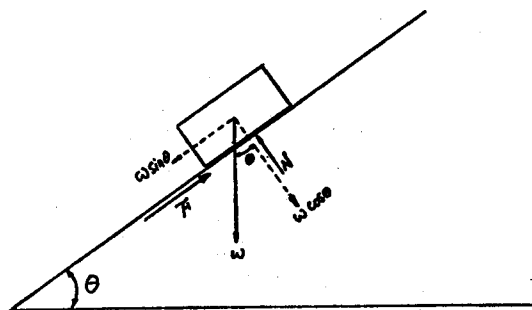
圖(十) 三仁毛豆莢之長度分佈圖



圖(丁) 三仁毛豆莢之寬度
分 佈 圖



圖(戊) 三仁毛豆莢之厚度
分 佈 圖



$$F = \mu N \quad N = W \cos \theta$$

$$F = \mu W \cos \theta = W \sin \theta$$

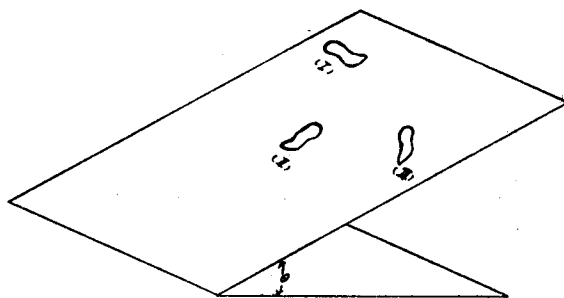
$$\mu = \tan \theta$$

θ = 靜摩擦角

圖(己) 毛豆莢靜摩擦角測定法

(2)毛豆莢之靜摩擦角之測定。

毛豆脫莢後，爲著確保其品質，必須降低其損傷，尤其於振動篩上選別時，更應注意粒子由於在振動篩網上運動所造成損傷之問題。故於篩網材料之選擇，必須選擇與毛豆莢摩擦係數低之材料。然目前食品加工業所使用之豆類篩選機之篩網材料，以不銹鋼材料居多，毛豆莢與不銹鋼材料之靜摩擦角之測定法，如圖(己)、(庚)所示。



圖(庚) 毛豆莢靜摩擦角測定裝置

- (I)：代表第一位置(毛豆莢之長軸與滑動方向垂直)
 (II)：代表第二位置(毛豆莢之長軸與滑動方向平行)
 (III)：代表第三位置(毛豆莢之長軸與滑動方向成一夾角)

當毛豆莢放置於斜面上，而將斜面之傾斜度 θ 慢慢之增大，增至毛豆莢於斜面上有滑動傾向時，其斜面的傾斜角爲 θ ，則毛豆莢與不銹鋼材料之靜摩擦係數 $\mu = \tan \theta$ 。故此時斜面之傾斜角等於毛豆莢與不銹鋼材料之靜摩擦角。其平均值、標準偏差及分佈圖，如表(己)及圖(己)、(庚)、(辛)所示。

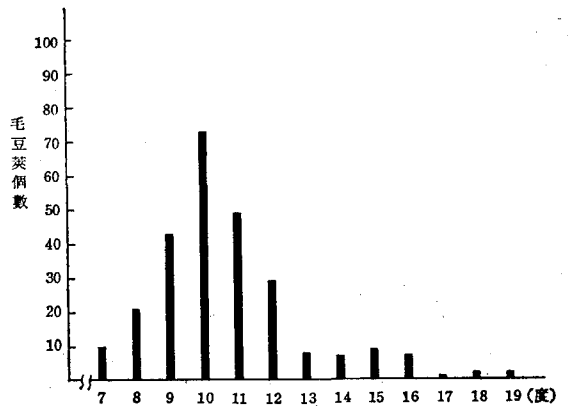
表(己) 毛豆莢之靜摩擦角測定資料

	靜 摩 擦 角 (度)	
	平 均 值	標 準 偏 差
第 一 位 置	9.5	1.84
第 二 位 置	10.96	2.33
第 三 位 置	10.80	2.23

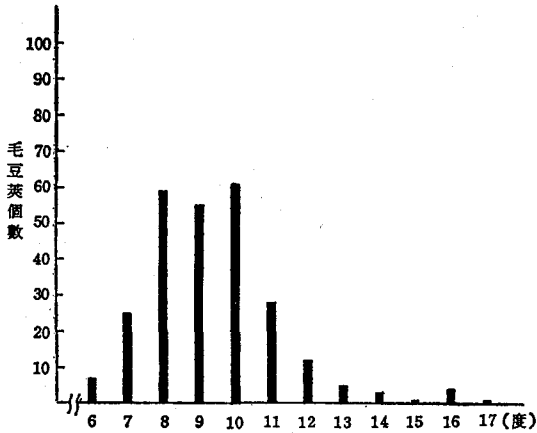
由表(己)中，可知毛豆莢置於第一、二、三位置時，其摩擦角之平均值的相差不多。又於測定中，發現毛豆開始滑動時，皆有沿著長軸方向之傾向，此點將可利用於篩網面材料形狀之選定因素之用。



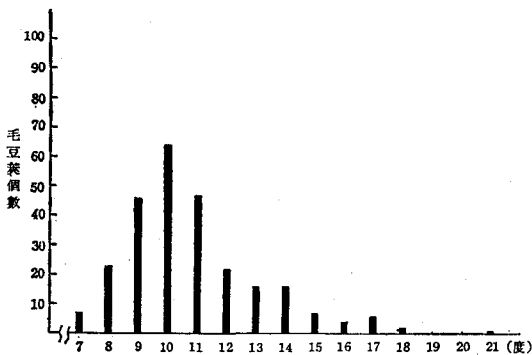
圖(五) 毛豆莢靜摩擦角測定儀
作業情形



圖(六) 毛豆莢置於第三位置時
靜摩擦角分佈圖



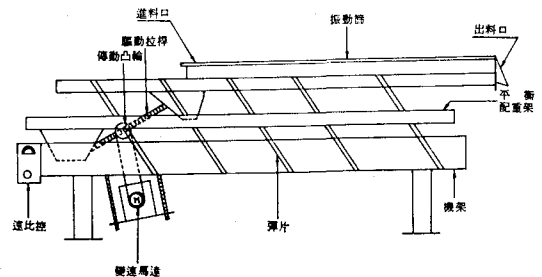
圖(七) 毛豆莢置於第一位置時
靜摩擦角分佈圖



圖(八) 毛豆莢置於第二位置時
靜摩擦角分佈圖

(3) 自製振動式毛豆莢選別機之設計

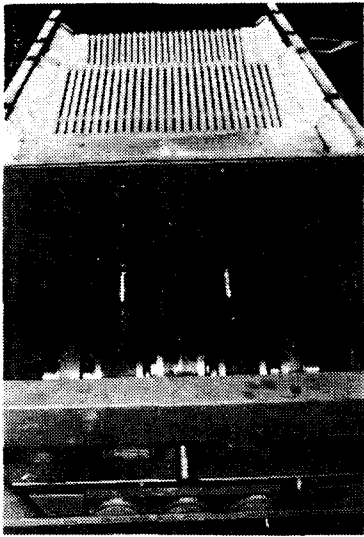
自製振動式毛豆莢選別機之構造示意圖，如圖(九)所示。其傳動方式是用變速馬達帶動傳動凸輪轉動，凸輪帶動驅動拉桿，拉桿驅動振動篩，使振動篩產生振動。然於振動篩之下方，加一層平衡配重架，其目的為著減少由於振動篩振動時，機架產生振動，故平衡配重架亦由於傳動凸輪之驅動，使平衡配重架之振動方向與振動篩相反，以達到機架穩定及平衡之效果。振動篩之驅動機構如圖(十)所示。



圖(九) 振動式毛豆莢選別機之構造示意圖



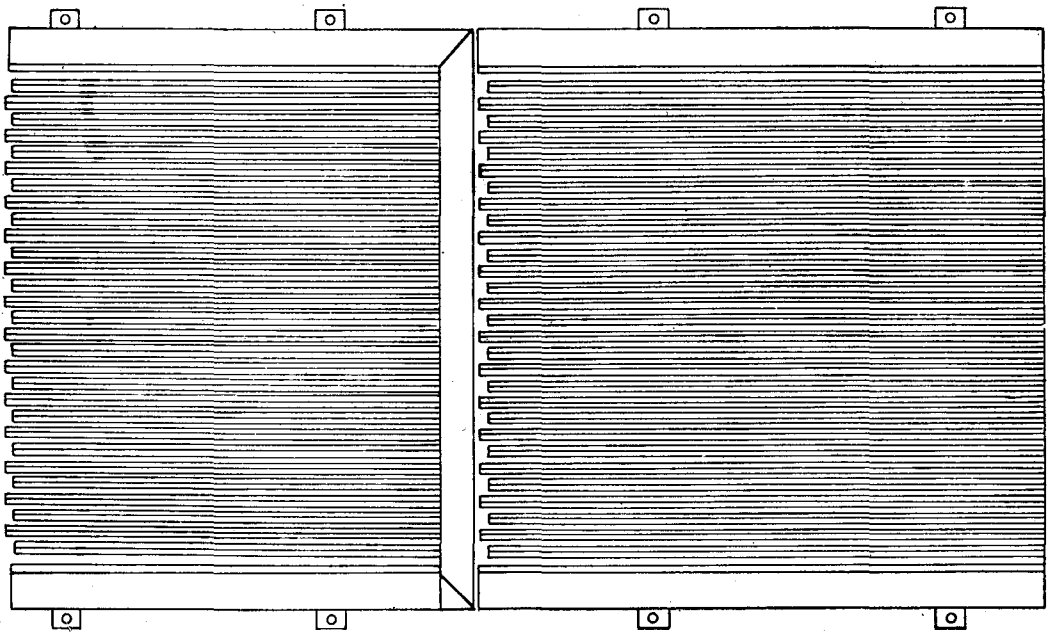
圖(十) 振動式毛豆莢選別機之全貌



圖(一) 振動篩之驅動機構

振動篩網面之構造示意圖，如圖(二)、(三)所示。其篩網面的材料是為每邊 1 公分之空心不銹鋼四方形管，排列方式為四方形之一菱邊朝上以間隔為 0.6 公分的平行排列，如圖(二)所示，其目的為著配合毛豆莢之運動，有沿著長軸方向開始運動之傾向。又其篩網分成前後兩段，如圖(三)所示。前後段之間有一 2.5 公分的段差，其目的是使前段選別後之毛豆莢，在進入後段時，由於段差之作用，使毛豆莢能產生擴散作用，而均勻的進入後段篩網。並於每段篩網之方形不銹鋼管，相鄰兩根之長度有 0.9 公分之差距，如圖(二)、(三)所示，其目的是使一仁之毛豆莢，在篩選過程中，其運動成倒立狀態，如圖(三)所示，故於此差距中，將使一仁毛豆莢從篩網面掉下，以達到選別之效果。

(4) 試驗條件與方法



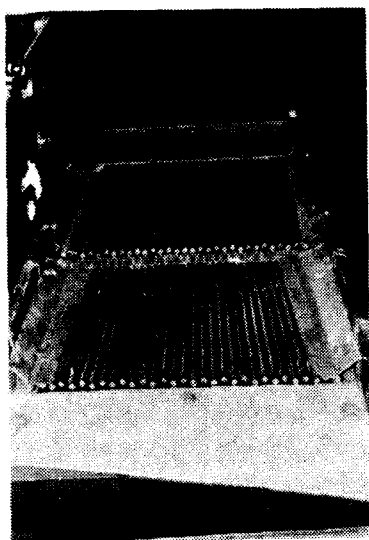
圖(二) 篩網面構造示意圖(俯視圖)

於試驗研究進行時，振動篩驅動馬達之轉速定於 650rpm，傳動凸輪之偏心距為 6 公分，又於篩網之傾斜角，分成 0° 、 5° 、 8° 三組進行試驗。

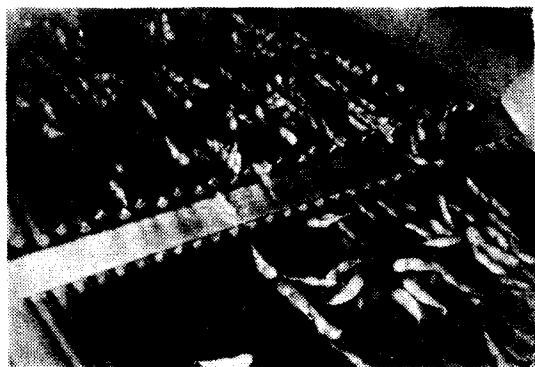
然於毛豆莢之原料，其品種為臺農 205 號，每次試驗時，毛豆莢的重量 30 公斤，然於 30 公斤原料中，不合格品所佔比例分成 15%，25%，35% 三組，其不合格所佔比例於此範圍內，是因人工脫莢時

，殘留於毛豆莢上之不合格品，以重量計，佔總重之 15%—20%。

其試驗之進行方法是於各組傾斜角之篩網上，將每種不同不合格品混合比進行三次試驗，測定一次出口、二次出口之合格毛豆莢與不合格毛豆莢之回收率與殘留率，以了解振動式毛豆莢選別機之性能。



圖(四) 篩網面之全貌



圖(五) 毛豆莢篩選情形一直立豆莢爲一仁豆莢

四、結果與討論

(一)振動篩之設計

由振動篩之構造示意圖(六)(七)及驅動機構圖(八)觀之，其振動篩之下方加裝一平衡配重架，此配重架之重量與振動篩同重，同時振動篩與平衡配重架之驅動機構相同，故此兩者之振幅與振動頻率皆相同，因而必能增加振動篩機架之穩定性，減少於毛豆莢篩選作業中之噪音產生。

振動篩網之材料，是選定爲四方形之空心不銹鋼管，其將可減輕篩網之重量，故必可減少振動篩網驅動時所需之動力。又振動篩網之排列，是將四方形之不銹鋼，作等間隔之平行排列如圖(九)所示，其將可使毛豆莢沿著長軸方向，落入相鄰兩根四方

形不銹鋼管所構成之凹槽內，而向前運動，以達到選別之結果。

振動篩網分成前後兩段，其兩段之間有一 2.5 公分之落差，如圖(九)所示，將可使前段篩選後之毛豆莢，能均勻進入後段之篩網。又於每段篩網之後端，相鄰兩根之四方形不銹鋼管之長度有 0.9 公分之差距，如圖(十)所示，其將可使一仁之毛豆莢於此處掉落，以達到一仁毛豆莢之去除效果。

(二)合格毛豆莢之回收率、殘留率與篩網傾斜角之關係。

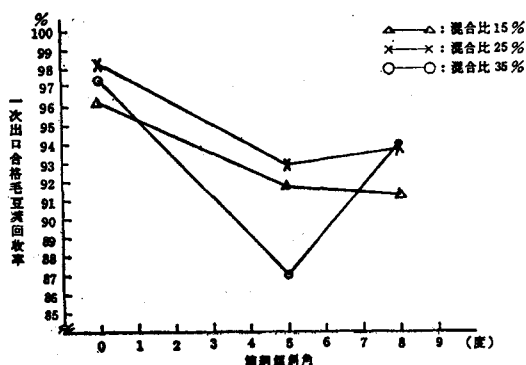
毛豆莢之靜摩擦角，由表(一)及圖(六)、(七)、(八)所示可知，其於第一位置時之平均值 9.5 度，標準偏差 1.84 度，第二位置時之平均值 10.96 度，標準偏差 2.33 度，第三位置時平均值 10.80 度，標準偏差 2.33 度。故於試驗進行中，將篩網之傾斜角度分成 0°、5°、8° 三組進行試驗，其一次出口之合格毛豆莢回收率，如表(一)及圖(九)所示，於不合格毛豆莢混合比 15%、25%、35% 其皆有隨著傾斜角之降之趨勢，又不合格毛豆莢於一次出口之殘留率，在不合格毛豆莢混合比 15%、25%、35% 之條件，殘留率與篩網傾斜角之關係變化，較不規則如圖(十)所示，其殘留率於傾斜角度 0° 時較大，其範圍在 2—3% 之間，又其合格毛豆莢一次出口回收率，隨著篩網之傾斜角度下降之原因，因毛豆莢於篩網傾斜角度愈大時愈容易流動，故傾斜角度愈大時，毛豆莢於篩網上之流動速率愈快，其將會降低毛豆莢之選別效率。

表(一) 毛豆莢篩選機各次出口合格毛豆莢回收率
殘留率及混合比傾斜角之關係表

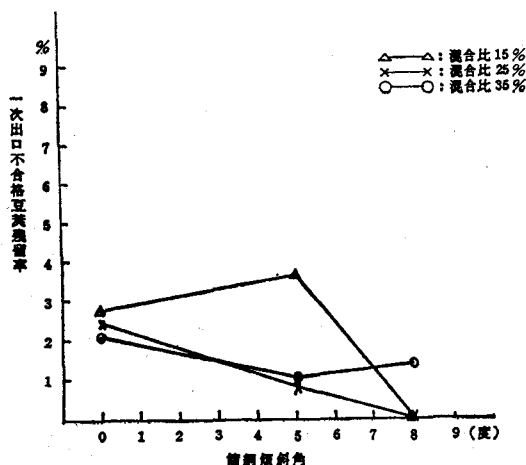
混合比	傾斜角	一次出口回收率	二次出口殘留率
15%	0	96.32%	3.68%
	5	91.62%	8.38%
	8	91.29%	8.71%
25%	0	98.36%	1.64%
	5	92.98%	5.02%
	8	93.66%	6.34%
35%	0	97.21%	2.79%
	5	87.21%	12.88%
	8	93.86%	6.14%

表(四) 毛豆莢篩選機各次出口不合格毛豆莢殘留率、回收率及混合比傾斜角之關係表

混合比	傾斜角	一次出口殘留率	二次出口回收率
15%	0	2.81%	97.19%
	5	3.67%	97.08%
	8	0%	100.00%
25%	0	2.43%	97.57%
	5	0.81%	99.19%
	8	0%	100.00%
35%	0	2.03%	97.97%
	5	1.06%	98.64%
	8	1.42%	98.58%



圖(四) 一次出口合格毛豆莢與篩網傾斜角、不合格毛豆莢混合比之關係曲線圖



圖(五) 一次出口不合格豆莢殘留率與篩網傾斜角、不合格豆莢混合比之關係曲線圖

(三)合格毛豆莢之回收率、殘留率與不合格毛豆莢混合比之關係。

毛豆於人工脫莢時，殘留於毛豆莢上之不合格品，以重量計，佔總量的15%—20%，故於本試驗進行中，於原料30公斤重之毛豆莢中，其不合格毛豆莢混合所佔比例分成15%、25%、35%三組進行試驗，其結果由表(三)、(四)及圖(四)、(五)所示可知，一次出口合格毛豆莢之回收率，除不合格毛豆莢混合比35%及篩網傾斜角5°時，有回收率 87.21%偏低之情形出現外，其餘一次出口合格毛豆莢之回收率，以混合比25%之回收率最高，35%次之，15%最低。然以混合比15%之最低情形而言，於篩網傾斜角0°時回收率為96.32%，5°時回收率91.62%，8°時回收率 91.29%。又就不合格毛豆莢於一次出口之殘留率而言，其於篩網之傾斜角度0°、5°、8°之出現範圍在1%—3%之間。故由上述觀之，此種型式之毛豆莢篩選機，甚適合於臺農 205 號毛豆莢之選別用。

五、結 論

(一)毛豆莢之尺寸由表(一)及圖(四)、(五)、(六)、(七)、(八)、(九)、(十)、(十一)所示可知，一仁毛豆莢長度之平均值3.67公分，標準偏差0.36公分，寬度平均值1.27公分，標準偏差0.08公分，厚度平均值0.83公分，標準偏差0.09公分。二仁毛豆莢長度平均值4.77公分，標準偏差0.33公分，寬度平均值1.30公分標準偏差0.08公分，厚度平均值0.84公分，標準偏差0.09公分。三仁毛豆莢之長度平均值5.62公分，標準偏差0.34公分，寬度平均值1.32公分，標準偏差0.08公分，厚度平均值0.87公分，標準偏差0.07公分。

(二)毛豆莢之靜摩擦角由表(二)及圖(六)、(七)、(八)所示可知，於第一位置時平均值 9.5度標準偏差1.84度，第二位置時平均值 10.96度標準偏差2.33度，第三位置時平均值 10.80度標準偏差2.23度，故其出現頻率以 8°~11°最多。又於測定中，發現毛豆莢開始滑動時，皆有沿著長軸方向之傾向，此點將可利用於篩網面材料選定之用。

(三)由圖(九)、(十)所示可知，於振動式毛豆莢選別機之振動篩網下一平衡配重架，其結果將使機架增加穩定及平衡之效果。

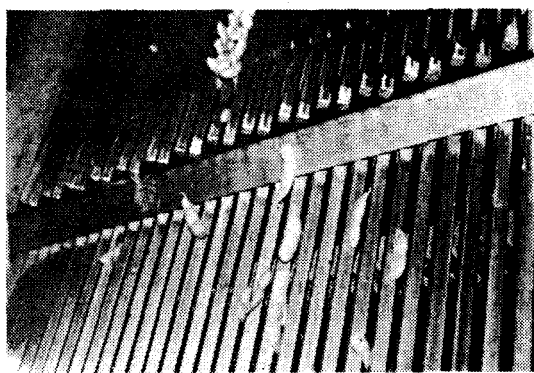
(四)振動篩網面如圖(十一)所示，其篩網面的材料，是為每邊1公分之空心不銹鋼四方形管，其排列

方式如圖(ㄅ)所示，此種排列之目的為著配合毛豆莢有沿著長軸運動之趨勢。又篩網面之每段出口處，相隣兩根方形管之長度有 0.9公分之差距，如圖(ㄅ)所示，其目的將使篩選過程中成直立運動之一仁豆莢於此處掉下網面，以達到選別之效果。

(ㄆ)一次出口合格豆莢之回收率，隨著篩網傾斜角增加而下降，如表(三)及圖(ㄅ)所示。故此種振動式毛豆莢篩選機之篩網最理想之傾斜角度為 0° 。

(ㄇ)毛豆人工脫莢時，殘留於毛豆株上之不合格品，以重量計，佔總重的15%~20%。故於原料30公斤重之毛豆莢中，混合不合格毛豆莢之混合比15%、25%、35%之三組試驗比較結果，如表(三)、(四)及圖(ㄅ)、(ㄆ)所示。其一次出口合格豆莢之回收率以25%最高，35%次之，15%最低，然混合比15%之一次出口豆莢之回收率在篩網傾斜角 0° 時，96.32%， 5° 時91.2%，又以一次出口不合格豆莢之殘留率而言，其在篩網之傾斜角度 0° 、 5° 、 8° 之出現範圍1%~3%之間，故此種型式之毛豆莢選別機，甚適於臺農 205 號毛豆莢之選別用。

(ㄏ)此種四方形不銹鋼管平行排列式之篩網；其最大缺點是為一仁毛豆莢於篩網上運動選別時，常有於篩網面上被相隣兩根不銹鋼管之間隙夾住，而造成毛豆莢，流動阻塞之降低選別效果。如圖(ㄅ)所示。



圖(ㄅ) 一仁毛豆莢於篩網上被夾住造成阻塞之情形

六、謝 誌

本研究承農委會計畫經費補助，習長文、錢微之、高大鑫、謝大舜、王玉生諸同學之協助試驗，始得完成，謹此致謝。

七、參考文獻

- (1)農產機械部會 穀類の基礎的物性と選別 p9-25
- (2)細川明（等十人） 農產機械學 p47-68
- (3)農業機械學會編 農業機械ハンドブック p649-656
- (4)彭錦樵 農產加工工程 p169-209
- (5)盧福明 農產加工工程 p57-92

專營土木、水利、建築等工程

三 聯 發 工 程 有 限 公 司

負責人：鐘 先 助

地 址：台中縣太平鄉宜欣村新平路101之20號

電 話：(04) 2 1 1 1 5 7 9

專營土木、水利、建築等工程

旻 泰 營 造 股 份 有 限 公 司

負責人：沈 尤 成

地 址：台中市北區永興街12號

電 話：(04) 2 3 2 1 0 0 0