

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

080208

「豆」志高昂的「漿」來—探討毛豆漿的營養成分

學校名稱： 國立嘉義大學附設實驗國民小學

作者： 小四 陳曉玄 小五 陳榆晴 小五 鍾晴芳 小五 周詠晴 小五 羅羽岑	指導老師： 劉恬如 陳惠雪
---	-------------------------

關鍵詞： 毛豆、毛豆漿、直鏈澱粉

摘要

由學校講座知道原來毛豆是黃豆的小時候，是同種植株。本研究目的是探討毛豆漿的營養成分。為了瞭解大豆生長過程，先進行實地踏查，再以自製不同品種的毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿進行實驗，本研究透過自製透光儀發現，毛豆漿的蛋白質含量與黃豆漿、催芽豆漿差異不大；利用本氏液檢測發現，與黃豆漿、催芽豆漿相比，毛豆漿中的葡萄糖含量略高，在總生菌數測試片上菌數較少；利用碘液檢測顯示，毛豆漿具有直鏈澱粉，易被人體消化與吸收，可以製作成毛豆糰製品。因此期許未來可以利用毛豆具有直鏈澱粉的特性，研發不同的毛豆製品，讓富含蛋白質與直鏈澱粉且營養豐富的毛豆，可以推廣給大家，擁有更多的應用價值。

壹、研究動機

有一天，學校舉辦營養教育講座，讓我們知道原來我們常吃的綠色毛豆是黃豆的小時候，演講中告訴我們，毛豆有許多營養，但和黃豆其實是同一種植物，只是採收的時間不同。我們知道常喝的豆漿是黃豆做成，而市面上也有賣毛豆漿以及催芽豆漿，我們想知道為什麼不用其他豆子來製作豆漿呢？也想研究不同階段的大豆(毛豆、黃豆、催芽豆)所製作的豆漿營養成分是否有所差異？我們利用學校自然課程中，曾學過的本氏液與碘液的方式，分別來測試葡萄糖與澱粉的含量，我們也想知道豆漿蛋白質含量與抗菌能力的差異，看看毛豆漿是否具有更高的營養價值。

貳、研究目的

我們想知道毛豆製作成的毛豆漿，跟一般的黃豆漿有什麼營養成分不一樣？我們討論研究目的方向有以下三點，我們進行實驗設計，針對三個研究方向執行。

目的一：了解大豆的生長過程與品種差異。	實驗一：了解大豆的生長過程-實地踏查大豆的生長地，比較高雄 9 號與台南 10 號大豆植株。
目的二：比較毛豆漿與其他豆類豆漿之差異。	實驗二：比較不同種豆類製成豆漿的差異(外觀、口感、pH 值、濁度)。
目的三：探討毛豆漿的營養成分與應用價值。	實驗三：製作高雄 9 號與台南 10 號的毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿，並自製透光儀器，測定不同豆漿的蛋白質含量； 檢測不同豆漿的葡萄糖含量；檢測不同豆漿的總生菌數； 檢測不同豆漿的澱粉含量。 實驗四：探討毛豆的應用價值。

參、研究概念流程圖



肆、文獻探討

一、歷屆科展主題

主題	研究內容	資料來源	差異
強「酶」來襲，「菜頭」無敵	設計以碘澱粉比色法和自製透光度儀器來進行檢測白蘿蔔的澱粉酶。	中華民國第 56 屆中小學科學展覽會作品說明書	我們使用自製透光儀檢測蛋白質，並將平底圓弧試管改用方型比色管，且將紅色雷射光改為不同顏色光源測定。
碘光火石-豆漿內澱粉含量的探討	本研究利用碘液、糖度計及手機光譜儀分光光度計模組等分析方式檢驗豆漿中澱粉含量。	中華民國第 58 屆中小學科學展覽會作品說明書	除了比較豆漿，我們還比較毛豆漿以及催芽豆漿。

二、大豆基本介紹⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

大豆是一種豆科植物，其拉丁學名為 *Glycine max*，台灣俗稱為黃豆，是世界上最重要的糧食和油料作物之一。大豆的原產地在中國東北部，現在許多國家都有大豆的種植和生產。大豆含豐富的蛋白質、脂肪、碳水化合物、維生素和礦物質，是素食主義者的重要蛋白質來源之一。大豆品種有很多種，其中包括科展研究的高雄 9 號和台南 10 號。高雄 9 號與台南 10 號皆是由台灣農業試驗所研發的品種，分別於 95 年與 103 年命名，是耐熱、耐旱、耐病的優良品種，這兩種大豆都是台灣農業界的重要品種，也是豆製品生產的主要原料之一。

毛豆是大豆的未成熟果實，也稱為青豆或枝豆，豆莢表面長有毛絨狀物，因此稱為毛豆，毛豆形狀為扁平圓形，豆粒呈淡綠色，成熟後的毛豆會轉變為黃褐色，豆子變硬。毛豆的營養價值很高，含有豐富的蛋白質、纖維、維生素和礦物質，且脂肪含量低，也含有大量的異黃酮，具有抗氧化和抗發炎等生物活性，有助於保持人體健康。此外，毛豆也是一種低卡路里的食物，非常適合作為減肥飲食中的蛋白質和膳食纖維來源。催芽豆則是一種經過特殊處理的種子，讓其在水中發芽，使其營養價值更豐富，對人體健康有益。

三、蛋白質測定原理⁽⁴⁾

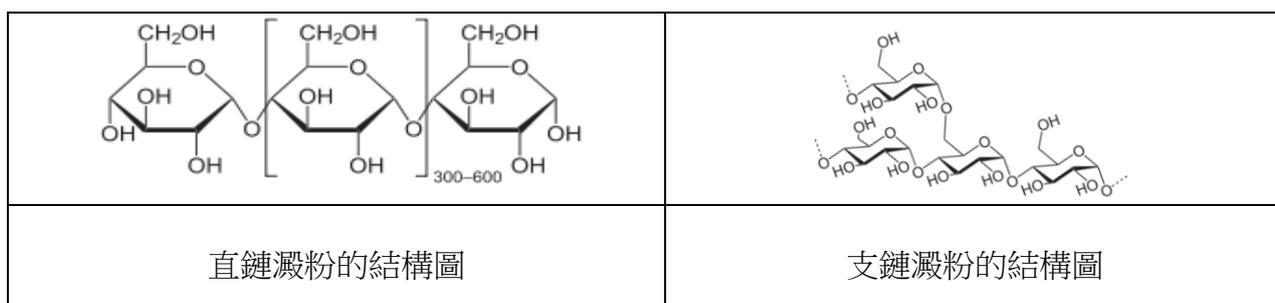
蛋白質測定原理有定氮法，雙縮尿法（Biuret 法）、Folin—酚試劑法（Lowry 法）、紫外吸收法及布拉德福蛋白質定量法（Bradford protein assay），亦稱作「考馬斯亮藍法」、「考馬斯藍染色法」（coomassie blue staining）。利用比色的模式是一種常見的蛋白質測定方法，其原理是利用試劑與蛋白質產生化學反應，產生顏色變化，然後透過比較樣品與標準品的色澤深淺，可以計算出樣品中蛋白質的含量。常使用考馬斯藍，此染劑會與蛋白質結合，顏色由棕色轉為藍色，此測定法是目前測試蛋白質靈敏度最高的，且染劑與蛋白質結合的過程，大約只要 2 分鐘即可完成，其顏色可以在 1 小時內保持穩定，並且可以在短時間內測定大量的樣品。

四、葡萄糖測定原理⁽⁵⁾⁽⁶⁾

葡萄糖測定是一種常見的生物化學分析方法，通常用於血糖、尿糖等檢測。本氏液是由碳酸銅和碳酸鈉混合而成的藍色液體，當葡萄糖加入到藍色的本氏液中時，葡萄糖會與銅離子發生還原反應，生成氧化亞銅，因此，葡萄糖的含量越高，與本氏液中銅離子發生還原反應的量就越大，使得本氏液的藍色逐漸褪去，變為綠色或紅色。通過測定本氏液的顏色變化，可以測定樣品中的葡萄糖含量。

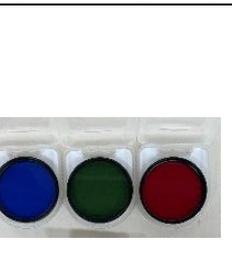
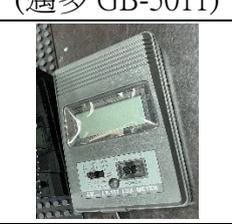
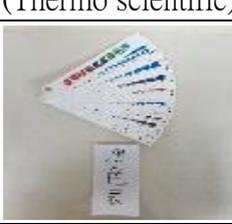
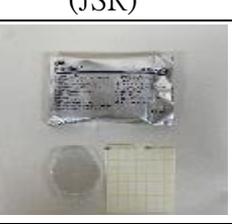
五、澱粉測定原理⁽⁷⁾⁽⁸⁾

澱粉是一種常見的碳水化合物，也是許多植物的主要能量儲存形式。澱粉呈色反應通常使用碘液作為試劑，碘液可以與澱粉形成複合物，複合物呈藍黑色，因此可以用於檢測澱粉多寡。直鏈澱粉由於具有較長的多糖鏈而與碘呈現藍色或藍紫色；支鏈澱粉相對分子質量較大，而它與碘的顯色反應取決於其周圍分支鏈的長度，所以與碘反應呈現紫紅色。



伍、研究器材與設備

一、研究材料與設備

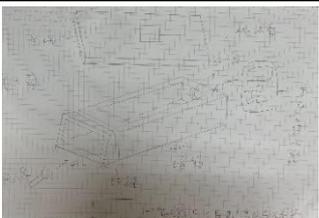
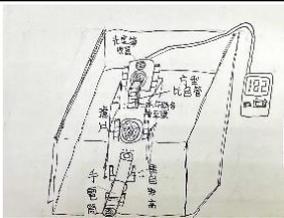
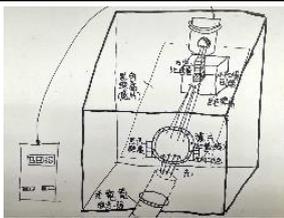
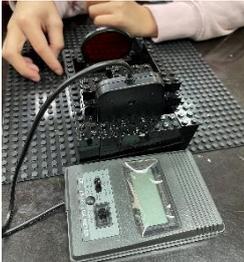
				
黑豆	花豆	紅豆	綠豆	高雄 9 號黃豆
				
高雄 9 號毛豆	台南 10 號黃豆	台南 10 號毛豆	糯米	米
				
奶粉	葡萄糖	碘液	本氏液 (choneye)	Bradford Reagent (Sigma)
				
豆漿機 (九陽 DJ13M-G1)	果汁機 (巧漾 NJR-192)	電子微量天秤 (A&D EK-410I)	電鍋 (聲寶 KH-QP10S)	濁度計 (LOTUS)
				
pH 計 (邁多 GB-5011)	微量吸管與滴管 (Thermo scientific)	黑色瓦楞板 黑色積木	紅、綠、藍濾鏡 (JSR)	方形比色管
				
照度計 (LX-101)	演色表	自製無菌 操作箱	3M RAC 快速 總生菌數檢測片	恆溫箱 (博高 DB-150)

二、自製透光儀器⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

光的三原色是紅色、綠色和藍色。透光度是指光線通過物質後，透過的光的強度和進入物質前的光的強度的比較。透過透光度的測量，可以獲得物質對光的吸收程度的訊息，也可以用於分析物質的濃度、純度和質量等方面的性質。透光度和濃度之間存在一定的關係。當物質濃度增加時，其對光的吸收量也會相應增加，透光度就會下降。因此，我們可以透過測量透光度來間接測量物質的濃度，比較差異性。透光度可以藉由照度計（Illuminance Meter），也稱為光度計（Lux Meter）來偵測，通常使用的單位為勒克斯（Lux，lx），勒克斯就是一個平面上每平方米接收到的光照強度。

自製透光儀器步驟：

1. 先繪製設計圖表。
2. 在黑色樂高底板上，用黑色樂高積木組裝可放入方形比色管的凹槽與濾鏡放置區。
3. 照度計的偵測部位也用樂高積木固定。
4. 在黑色瓦楞板上挖一個可以穿過手電筒的洞，在旁邊用黑色樂高固定，減少移動。
5. 在黑色樂高底板的周圍，使用熱熔膠將黑色瓦楞板黏起，上方的口使用電火布黏一側，使它可以翻動。

			
設計圖 1	設計圖 2	設計圖 3	完成圖
			
黑色底板上組裝積木	測試濾鏡大小	測試光度計大小	用黑色瓦楞板遮光
			
確認大小與密閉效果	用熱熔槍固定	用電火布膠帶密封接縫處	完成圖

我們利用黑色瓦楞板與積木，製作暗房，減少其他光線的干擾，再分別以不同濾鏡製作不同光源，固定照度計偵測透光度，完成自製透光儀器。

陸、研究過程、結果與討論

一、實驗一：踏查大豆的生長

◎想法：既然要了解大豆生長過程，我們決定到大豆田實地踏查。早晨抵達六腳鄉，眼前是一片毛豆田，經過高老師的解說，我們知道了毛豆一年採收兩次，而且現在都是由機器採收。許多毛豆會外銷日本，其中一些會冷凍起來，留到明年再播種，而且為了縮短採收時間，會使用符合規定的落葉劑。高老師先帶我們來到了品種為台南 10 號的大豆田，它的葉子是網狀脈，尾部尖尖的，豆莢綠色上面有細毛，需要等毛豆變枯黃再進行採收，因為台南 10 號多作為黃豆採收，適合作為豆漿。接著我們來到了種高雄 9 號的大豆田，高雄 9 號適合作為毛豆，所以較早採收，我們發現葉子圓圓大大的，植株也較矮。我們觀察與比較兩個品種的差異，也採收了一些高雄 9 號與台南 10 號的毛豆莢與黃豆進行後續科展研究。

		
1. 台南 10 號大豆田	2. 高雄 9 號葉子	3. 解說如何辨認不同品種

(一)踏查實驗結果：

1.高雄 9 號與台南 10 號植株外觀比較圖

		
圖一-1：台南 10 號與高雄 9 號 兩株品種比較	圖一-2：台南 10 號乾掉的 黃豆	圖一-3：台南 10 號新鮮的 毛豆

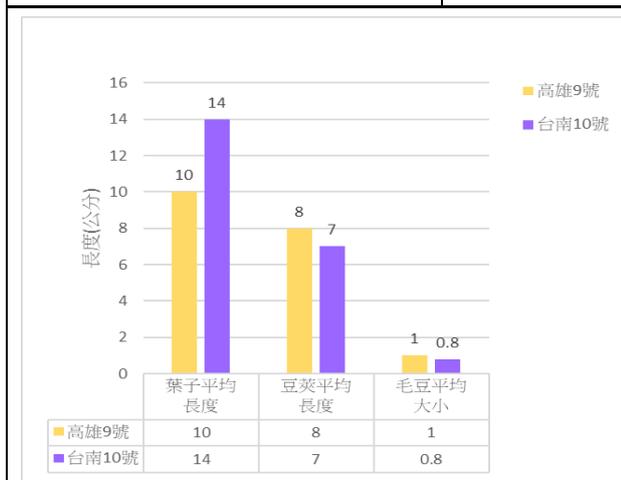
2.表一-1：觀察高雄9號與台南10號植株根、莖、葉及豆莢

品種	根	莖	葉子	豆莢
高雄9號				
台南10號				

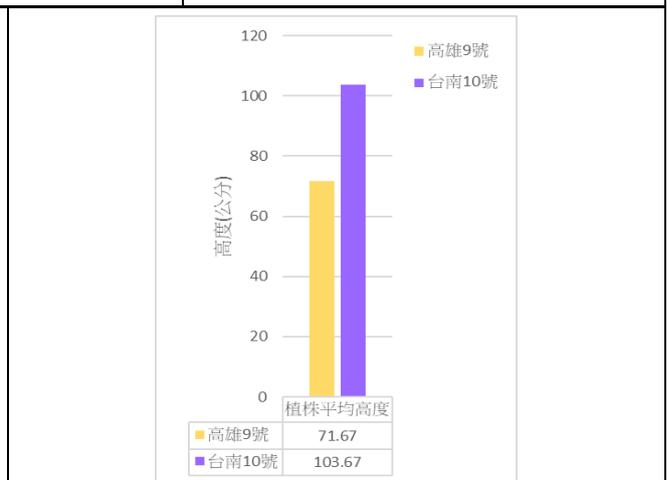
3.高雄9號與台南10號植株比較圖表

表一-2：高雄9號與台南10號比較表

品種	高雄9號	台南10號
葉子外觀、高度	圓葉 10cm	長尖葉 14cm
豆莢長度	8cm	7cm
毛豆大小	1cm(大)	0.8cm(小)
植株高矮	矮	高
植株高度	第一株 62cm	第一株 92cm
	第二株 86cm	第二株 107cm
	第三株 67cm	第三株 112cm
	平均 71.67cm	平均 103.67cm



圖一-4：高雄9號與台南10號的葉子、豆莢平均長度、毛豆平均大小比較圖



圖一-5：高雄9號與台南10號的植株平均高度比較圖

(二)踏查實驗發現：

1. 高雄 9 號葉子為圓葉，台南 10 號葉子比較尖，葉子長度台南 10 號較長。
2. 豆莢長度，高雄 9 號略長，毛豆與大豆階段的豆子高雄 9 號較大，台南 10 號較小。
3. 平均來說，高雄 9 號植株較矮，台南 10 號植株較高。

(三)討論：

1. 發現高雄 9 號的豆子較大，可能是因為它作為毛豆品種的關係，所以毛豆的體積較大。
2. 台南 10 號多作為黃豆採收，是市面上常見的黃豆品種。
3. 高雄 9 號與台南 10 號的根部，都有根瘤菌，是豆科植物常見的樣態。

二、實驗二：比較不同種豆類製成豆漿的差異(外觀、口感、pH 值、濁度)

◎想法：市面上大多是賣黃豆漿以及黑豆漿，也有賣毛豆漿與催芽豆漿，所以我們在想為什麼市面上沒有賣其他豆子做的豆漿，於是我們拿了各種豆子來做實驗，想探討每種豆漿的外觀、口感、pH 值、濁度。

(一) 實驗設計：

操縱變因：不同的豆類。

保持不變變因：豆漿的製作方法、豆子的重量、水量。

應變變因：各種豆漿的外觀、口感、pH 值、濁度。

(二) 實驗步驟：

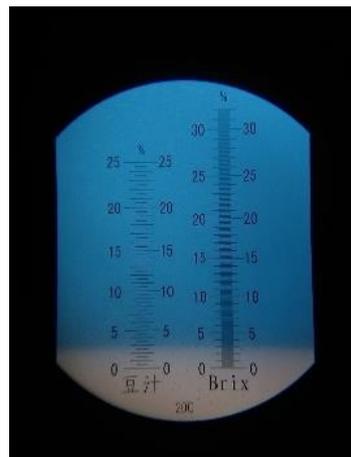
1. 測量各種豆子重量(紅豆、綠豆、花豆、黑豆、黃豆、毛豆)80 克。
2. 果汁機中加入 80 克豆子、1000 毫升水，打成汁後放入豆漿機中煮 30 分鐘。
3. 煮好後放涼，味道品嘗及肉眼觀察，以及測量濁度和 pH 值。



1. 以豆漿機煮豆漿



2. 以 pH 儀器測量 pH 值



3. 以濁度計測量濁度

(三)實驗結果：.

1. 表二-1：不同豆類的豆漿成品與外觀

	豆漿成品	濁度的實測拍照		豆漿成品	濁度的實測拍照
紅豆漿			綠豆漿		
花豆漿			黑豆漿		
高雄 9 號 黃豆漿			高雄 9 號 毛豆漿		
台南 10 號 黃豆漿			台南 10 號 毛豆漿		

2. 表二-2：不同豆類的豆漿 pH 值、濁度、口感與味道以及肉眼觀察現象

種類	pH 值	濁度	口感與味道	肉眼觀察
紅豆漿	6.8	4.0	感覺有白開水的味道。	淡紅色。
綠豆漿	6.7	5.0	有綠豆沙的味道。	淡綠色。
花豆漿	6.5	4.0	沒味道。	有點像紅豆的淡紅色。
黑豆漿	6.2	3.5	比較濃稠。	有點像巧克力的顏色。
高雄 9 號黃豆漿	6.5	3.0	跟黃豆的味道有點像。	白偏黃。
高雄 9 號毛豆漿	6.7	1.5	有濃濃草味。	翠綠色。
台南 10 號黃豆漿	6.5	3.5	比較稀。	白偏黃。
台南 10 號毛豆漿	6.7	1.5	有濃濃的青草味。	翠綠色。

(四)實驗發現：

1. 每種豆子製作的豆漿，味道與口感都不相同，例如毛豆漿有濃濃的青草味。
2. 黃豆漿及黑豆漿喝起來比較滑順，綠豆漿、紅豆漿及花豆漿的濁度較高，喝起來豆渣很多，口感不佳。
3. pH 值的數據顯示黑豆漿 6.2 最低，最高是紅豆漿 6.8。
4. 濁度數據顯示，毛豆漿的濁度最低 1.5，最濃的是綠豆漿 5。

(五)討論：

1. 每種豆子都可以製作成豆漿，但是有些豆漿口感不佳，紅、花豆漿如果放到隔天就會結成凍狀，無法直接飲用。
2. 不同豆漿的成分不同，所以可能保存的難易會影響產品的製作。
3. 毛豆漿濁度較低，可能是因為毛豆本身是濕豆的狀態，含有水分較其他豆類高。

五、實驗三:不同品種毛豆漿、黃豆漿、催芽豆漿營養成分的比較

實驗三-1：不同品種的黃豆進行催芽

◎想法：因為我們踏查得到高雄 9 號與台南 10 號兩種植株的毛豆階段與大豆階段的豆子，我們想進一步將大豆催芽，進行後續的實驗。

(一)實驗設計：

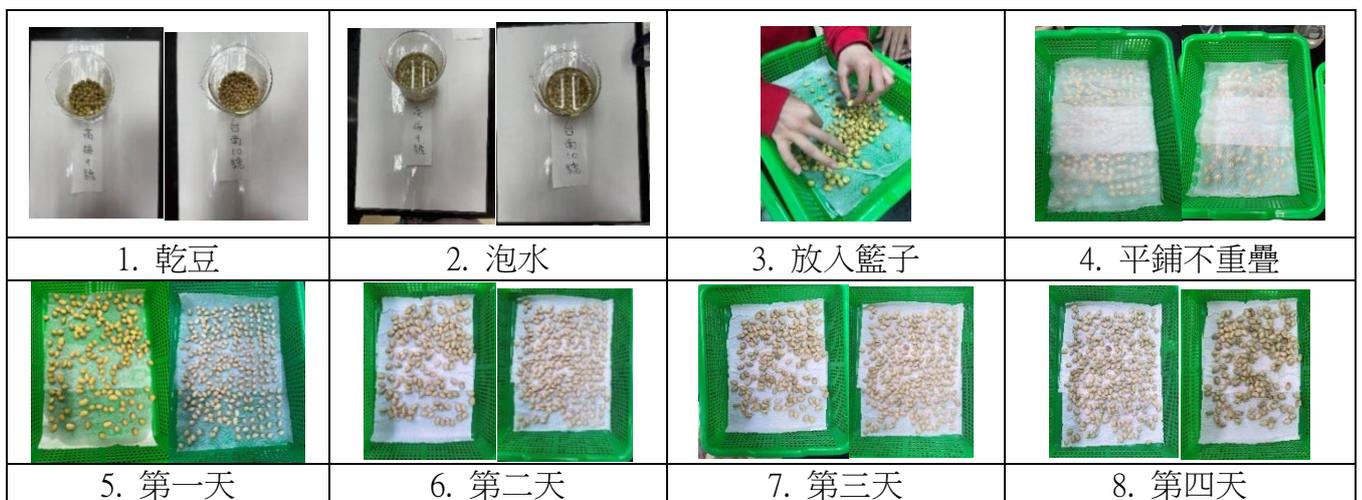
操縱變因：不同品種的大豆。

保持不變變因： 豆子泡水的時間、催芽溫度

應變變因：催芽的速度與豆類長度。

(二) 實驗步驟：

1. 將高雄 9 號、台南 10 號的大豆泡水 5 小時。
2. 分別在兩個塑膠篩籃中鋪上濕紙巾。
3. 放上泡水的豆子，蓋上濕紙巾，放置室溫，每天進行觀察與加水保濕。



(三) 實驗結果：

表三-1-1：高雄 9 號與台南 10 號黃豆催芽觀察

品種	催芽前	第一天	第二天	第三天	第四天
高雄 9 號					
台南 10 號					

(四) 實驗發現：

1. 泡水膨脹後的豆子有一些已經有出芽的狀態。
2. 催芽過程中，台南 10 號的生長速度大於高雄 9 號。

(五) 討論：

1. 催芽時要保持覆蓋的擦手紙濕潤，不然豆子會乾枯。
2. 擦手紙太濕的話，豆子會臭掉發霉。
3. 有些豆子無法催芽成功，必須先移除，避免發霉。
4. 我們試過在冰箱催芽避免豆子發臭，但是催芽無法成功，可能是因為溫度的影響。

實驗三-2：製作高雄 9 號與台南 10 號毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿

◎想法：因為市面上有賣毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿，我們決定自製豆漿來比較營養成分。

(一) 實驗設計：

操縱變因：不同品種的豆類。

保持不變變因：豆漿的製作方法、豆子的重量、水量。

應變變因：各種豆漿的外觀、口感、pH 值、濁度。

(二) 實驗步驟：

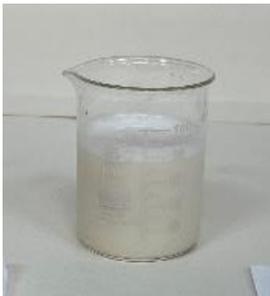
1. 把高雄 9 號台南 10 號的毛豆與催芽豆，放置在 60°C 的烘箱，烘乾 3 小時。
2. 各秤 8 克烘乾的豆子。(高雄 9 號毛豆、黃豆與催芽豆，台南 10 號毛豆、黃豆與催芽豆)
3. 放入果汁機，加入 100 毫升的水，打 2 分鐘。
4. 將磨好的漿液用濾網過濾豆渣。
5. 把剩下的漿液，放入電鍋以外鍋 100 毫升的水蒸煮。
6. 室溫放涼，完成自製各種豆漿，並測量濁度。

	烘乾毛豆	烘乾催芽豆		烘乾毛豆	烘乾催芽豆
高雄 9 號			台南 10 號		

		
1. 將 8 克豆子放入磨豆機，加入 100 毫升的水，打 2 分鐘。	2. 將磨好的液體過濾豆渣	3. 放入電鍋煮

(三) 實驗結果：

1. 表三-2-1：自製高雄 9 號與台南 10 號毛豆漿、黃豆漿、催芽豆漿外觀比較

	毛豆漿	黃豆漿	催芽豆漿
高雄 9 號			
台南 10 號			

2. 表三-2-2：自製高雄 9 號與台南 10 號的毛豆漿、黃豆漿、催芽豆漿之 pH 值與濁度

種類	pH 值	濁度	種類	pH 值	濁度
高雄 9 號毛豆漿	6.7	3.5	台南 10 號毛豆漿	6.3	3.5
高雄 9 號黃豆漿	6.5	4.0	台南 10 號黃豆漿	6.5	3.0
高雄 9 號催芽豆漿	6.4	3.5	台南 10 號催芽豆漿	6.3	3.0

(四) 實驗發現：

- 1.不同種類的豆漿，過濾時產生的豆渣體積不同。
- 2.用電鍋煮後，我們觀察到毛豆漿的起泡程度較黃豆漿與催芽豆漿少。
- 3.各類自製豆漿的 pH 值與濁度沒有太大的差異。

(五)討論：

1. 自製豆漿時，因為每種豆類需要打碎的時間不一樣，我們固定兩分鐘完成打漿的動作，所以有些豆漿的豆渣比較多。
2. 我們避免煮沸時間差異，所以用電鍋統一煮熟豆漿，讓水分喪失的體積一致。

實驗三-3：檢測不同豆漿的蛋白質含量

◎想法：我們想了解不同種類豆漿的蛋白質含量，是否有所差異呢?當考馬斯藍加入含蛋白質液體時，顏色會由棕色變為藍色，我們發現豆漿樣品呈白色或淺綠色，加入考馬斯藍之後，可能會干擾透光度的呈現，用肉眼看也無法直接判定蛋白質含量的差異，於是我們先以序列稀釋的方法稀釋樣品，減少顏色干擾。另外我們在文獻當中看到的透光儀以紅光測試，我們也想了解若用光三原色中另外兩個顏色測定，是否會影響其結果，所以我們自製透光儀器，搭配不同濾光片來測量。

(一) 實驗設計：

操縱變因：不同的豆漿。

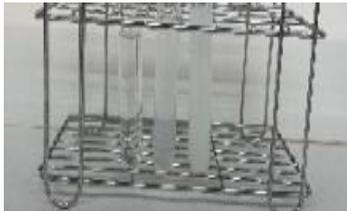
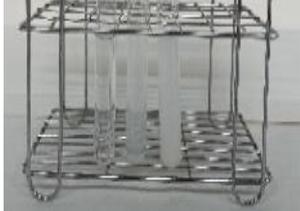
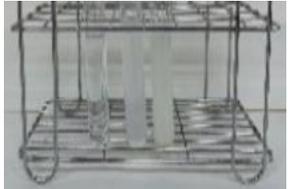
保持不變變因：豆漿的體積、考馬斯藍液體積。

應變變因：蛋白質透紅光、綠光或藍光的透光值(lux)。

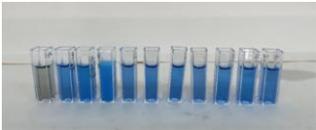
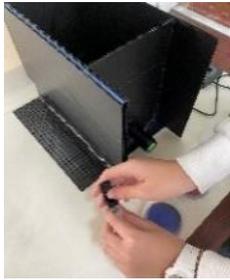
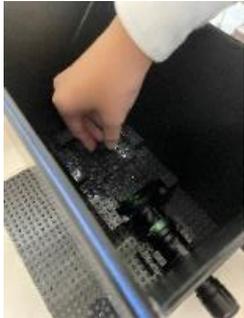
(二)實驗步驟：

- 1.先將牛奶與豆漿進行序列稀釋
 - a.取出 1 毫升原液加入 9 毫升的水，成 10 倍液。
 - b.取出 1 毫升的 10 倍液加入 9 毫升的水，成 100 倍液。
 - c.取出 1 毫升的 100 倍液加入 9 毫升的水，成 1000 倍液。
- 2.開啟光源，先測定背景值。
- 3.放入濾鏡，先測定濾鏡背景值。
- 4.以水當作對照組，取水 2 毫升，加入方形比色管後加考馬斯藍液 1 毫升。
- 5.以牛奶當作對照組，取不同濃度牛奶 2 毫升，加入方形比色管後加考馬斯藍液 1 毫升。
- 6.取千倍稀釋的豆漿液 2 毫升，加入方形比色管後加考馬斯藍液 1 毫升，紀錄照度計數值。
- 7.以不同光源測定，進行三重複之實驗後，統計數值。

序列稀釋

牛奶 (對照組)				
	毛豆漿	黃豆漿	催芽豆漿	
高雄 9 號				
台南 10 號				

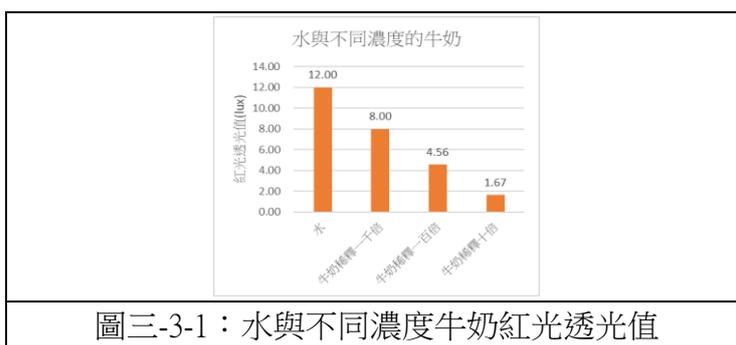
步驟

			
1. 取樣品 2 毫升加入 1 毫升考馬斯藍液	2. 開啟光源	3. 放入濾鏡片	4. 取方形比色管
			
5. 用拭鏡紙擦拭	6. 放入樣品槽	7. 蓋上上蓋讀取數值	8. 取出，進行三重複 實驗取得平均值

(三)實驗結果：

1. 表三-3-1：對照組紅光透光值差異

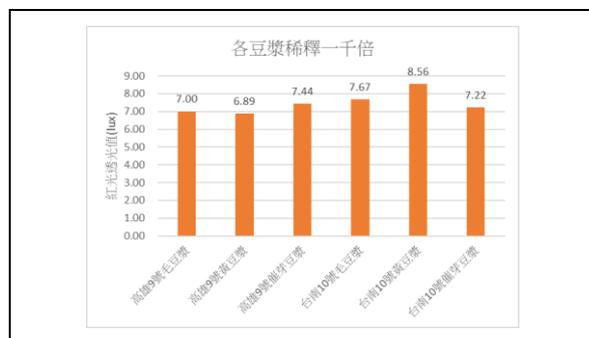
紅光 透光值(lux)	第一次 背景值 435 濾片 32			平均值	第二次 背景值 377 濾片 28			平均值	第三次 背景值 329 濾片 25			平均值	總平均
水	14	15	13	14.00	12	11	12	11.67	10	11	10	10.33	12.00
牛奶稀釋一千倍	10	11	12	11.00	6	7	6	6.33	7	6	7	6.67	8.00
牛奶稀釋一百倍	3	8	3	4.67	4	5	3	4.00	6	5	4	5.00	4.56
牛奶稀釋十倍	2	1	2	1.67	2	1	2	1.67	1	2	2	1.67	1.67



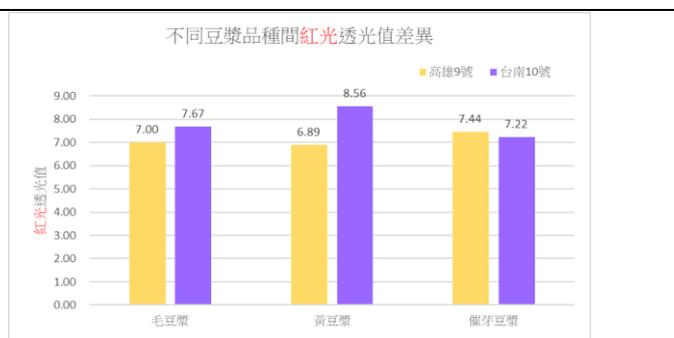
圖三-3-1：水與不同濃度牛奶紅光透光值

2. 表三-3-2：實驗組紅光透光值差異

紅光 透光值(lux)	第一次 背景值 435 濾片 32			平均值	第二次 背景值 377 濾片 28			平均值	第三次 背景值 329 濾片 25			平均值	總平均
高雄 9 號毛豆漿	7	8	7	7.33	8	7	7	7.33	6	7	6	6.33	7.00
高雄 9 號黃豆漿	7	8	8	7.67	7	7	6	6.67	7	6	6	6.33	6.89
高雄 9 號催芽豆漿	7	8	9	8.00	6	7	8	7.00	8	7	7	7.33	7.44
台南 10 號毛豆漿	9	10	8	9.00	7	8	7	7.33	7	6	7	6.67	7.67
台南 10 號黃豆漿	9	10	10	9.67	9	8	9	8.67	7	8	7	7.33	8.56
台南 10 號催芽豆漿	8	7	8	7.67	8	7	7	7.33	7	6	7	6.67	7.22



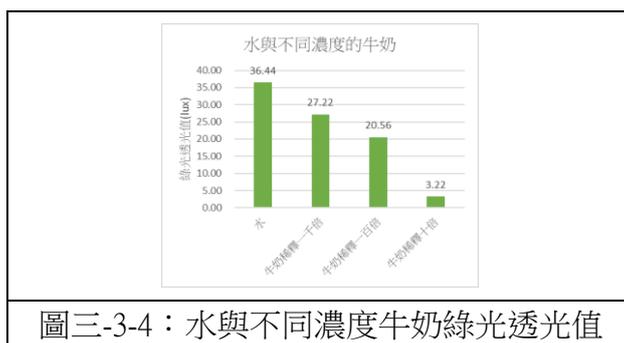
圖三-3-2：實驗組紅光透光值差異



圖三-3-3：不同品種毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿紅光透光值差異

3. 表三-3-3：對照組綠光透光值差異

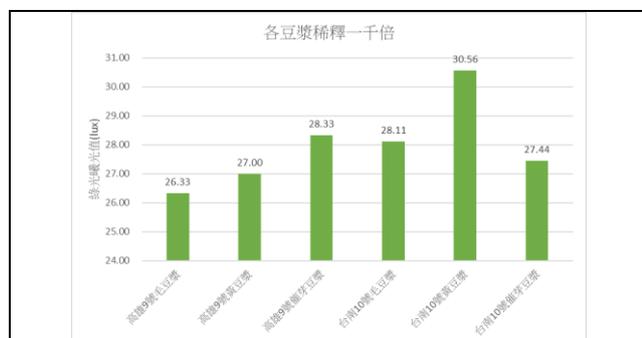
綠光 透光值(lux)	第一次 背景值 380 濾片 97			平均值	第二次 背景值 358 濾片 92			平均值	第三次 背景值 317 濾片 81			平均值	總平均
水	39	40	38	39.00	38	39	37	38.00	33	31	33	32.33	36.44
牛奶稀釋一千倍	31	30	28	29.67	27	28	27	27.33	25	24	25	24.67	27.22
牛奶稀釋一百倍	20	21	22	21.00	22	20	23	21.67	20	18	19	19.00	20.56
牛奶稀釋十倍	3	4	4	3.67	3	4	3	3.33	3	2	3	2.67	3.22



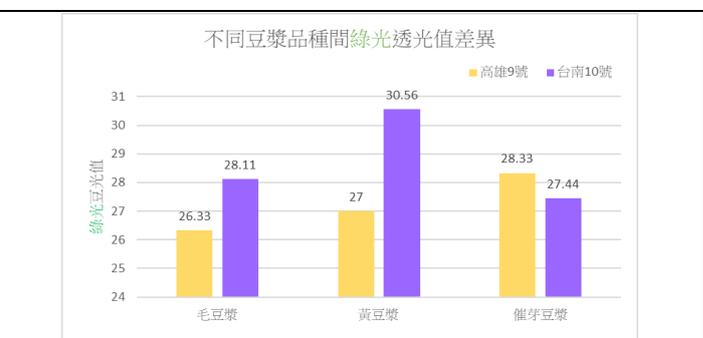
圖三-3-4：水與不同濃度牛奶綠光透光值

4. 表三-3-4：實驗組綠光透光值差異

綠光 透光值(lux)	第一次 背景值 380 濾片 97			平均值	第二次 背景值 358 濾片 92			平均值	第三次 背景值 317 濾片 81			平均值	總平均
高雄 9 號毛豆漿	27	26	28	27.00	28	27	27	27.33	24	25	25	24.67	26.33
高雄 9 號黃豆漿	27	28	28	27.67	29	28	29	28.67	25	24	25	24.67	27.00
高雄 9 號催芽豆漿	30	29	28	29.00	30	27	31	29.33	27	26	27	26.67	28.33
台南 10 號毛豆漿	29	28	30	29.00	30	29	30	29.67	26	25	26	25.67	28.11
台南 10 號黃豆漿	32	31	33	32.00	32	30	32	31.33	28	29	28	28.33	30.56
台南 10 號催芽豆漿	29	28	28	28.33	29	27	29	28.33	26	25	26	25.67	27.44



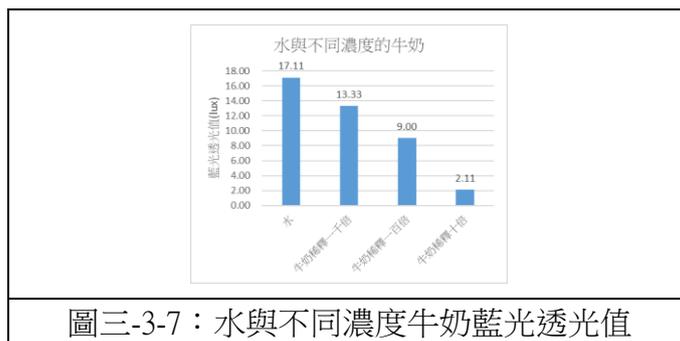
圖三-3-5：實驗組綠光透光值差異



圖三-3-6：不同品種毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿綠光透光值差異

5. 表三-3-5：對照組藍光透光值差異

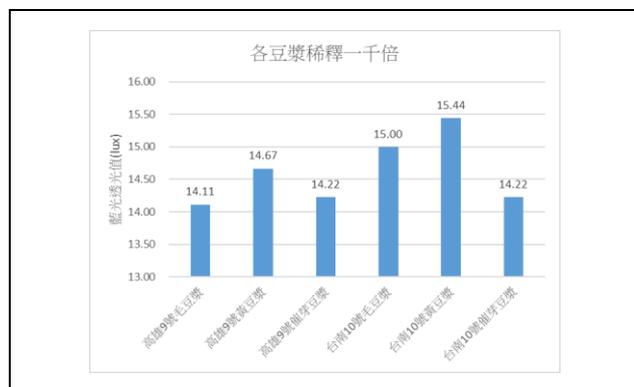
藍光 透光值(lux)	第一次 背景值 349 濾片 44			平均 值	第二次 背景值 345 濾片 43			平均 值	第三次 背景值 308 濾片 39			平均 值	總平 均
水	18	18	19	18.33	17	18	17	17.33	16	15	16	15.67	17.11
牛奶稀釋一千倍	14	15	14	14.33	14	13	13	13.33	13	12	12	12.33	13.33
牛奶稀釋一百倍	10	8	10	9.33	9	10	9	9.33	8	9	8	8.33	9.00
牛奶稀釋十倍	2	2	2	2.00	2	2	2	2.00	2	2	3	2.33	2.11



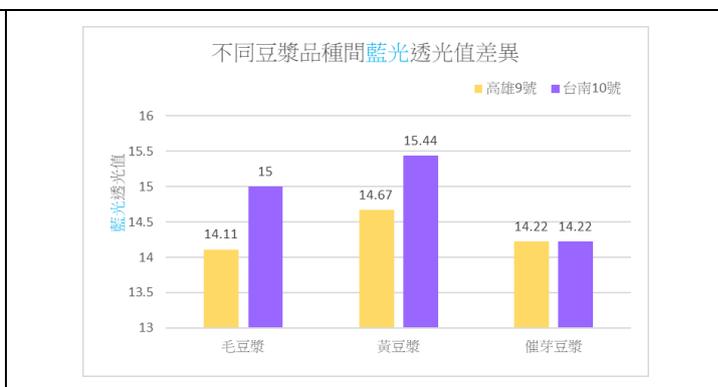
圖三-3-7：水與不同濃度牛奶藍光透光值

6. 表三-3-6：對照組藍光透光值差異

藍光 透光值(lux)	第一次 背景值 349 濾片 44			平均 值	第二次 背景值 345 濾片 43			平均 值	第三次 背景值 308 濾片 39			平均 值	總平均
高雄 9 號毛豆漿	14	15	14	14.33	15	14	15	14.67	13	13	14	13.33	14.11
高雄 9 號黃豆漿	15	14	15	14.67	15	17	15	15.67	14	13	14	13.67	14.67
高雄 9 號催芽豆漿	14	15	15	14.67	14	15	16	15.00	14	12	13	13.00	14.22
台南 10 號毛豆漿	15	15	16	15.33	15	16	17	16.00	13	15	13	13.67	15.00
台南 10 號黃豆漿	16	15	16	15.67	15	16	17	16.00	15	15	14	14.67	15.44
台南 10 號催芽豆漿	15	15	14	14.67	14	15	14	14.33	13	14	14	13.67	14.22



圖三-3-8：實驗組藍光透光值差異



圖三-3-9：不同品種毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿藍光透光值差異

(四)實驗發現：

1. 不管紅光、綠光或藍光，在對照組中，不同濃度牛奶的透光值，都會隨著濃度變濃，透光值變低，與預期相同。
2. 在紅綠藍光中，我們發現高雄 9 號毛豆漿透光值比台南 10 號的毛豆漿低。
3. 總體而言，不管在哪一個光源測定，各樣品的數值的差異並不大。

(五)討論：

1. 我們先以不同稀釋倍數的牛奶當作對照組，發現我們的自製透光儀，會隨著牛奶濃度增加，數值變小，代表我們可以透過自製透光儀來比較蛋白質含量。
2. 樣品加入考馬斯藍液後呈現藍色，但是發現運用不同光源測量樣品，沒有太大的差異。
3. 各種豆漿的蛋白質含量沒有明顯的差異，平均而言高雄 9 號毛豆漿蛋白質含量略高。
4. 我們發現在測量時，透光儀的背景數值會隨著測試時間增長而下降，可能是我們的光源是用手電筒的關係，不夠穩定，所以之後可以再改良。

實驗三-4：檢測不同豆漿的葡萄糖含量

◎想法：葡萄糖是自然界分布最廣、且最為重要的一種單醣，很容易吸收進入血液，作為強而有力的快速能量來源。各種豆漿內的葡萄糖含量又是如何呢?我們利用本氏液來測定葡萄糖含量。

(一)實驗設計：

操縱變因：不同的豆漿。

保持不變變因：豆漿隔水加熱的方法、豆漿的體積、本氏液。

應變變因：各種液體的葡萄糖含量。

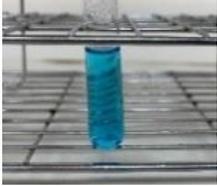
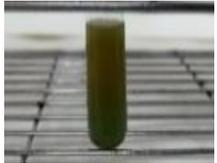
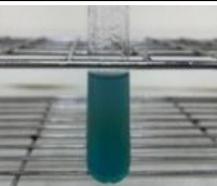
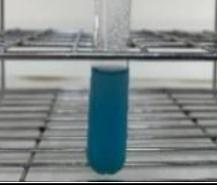
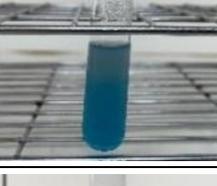
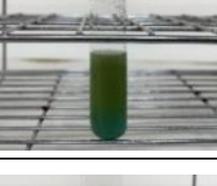
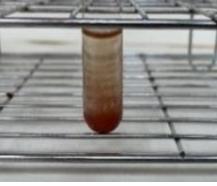
(二) 實驗步驟：

- 1.取出豆漿原液 2 毫升，加入本氏液 1 毫升。
- 2.放在燒杯內，隔水加熱。
- 3.觀察溫度計溫度與試管內液體顏色的變化。

				
1.豆漿原液 2 毫升	2.加入本氏液 1 毫升	3.樣品未加熱前的變化	4.隔水加熱	5.顏色最終變化

(三)實驗結果

1. 表三-4-1：各樣品最終呈色圖與觀察變化

	最終呈色	觀察溫度、時間與變色狀態
水 (對照組)		97°C，28分31秒，維持藍色
高雄9號 毛豆漿		76°C，15分30秒，變成藍綠色 82°C，17分38秒，變成綠色 92°C，25分43秒，變成黃綠色
高雄9號 黃豆漿		92°C，25分59秒，變成深藍色
高雄9號 催芽豆漿		97°C，28分31秒，維持藍色
台南10號 毛豆漿		83°C，18分13秒，變成藍綠色 85°C，20分05秒，變成綠色 94°C，26分52秒，變成黃綠色
台南10號 黃豆漿		94°C，26分52秒，變成黃綠色
台南10號 催芽豆漿		86°C，20分25秒，變成藍綠色 91°C，24分09秒，變成綠色
葡萄糖 (對照組)		53°C，6分41秒，變成藍綠色 62°C，8分52秒，變成綠色 72°C，13分30秒，變成橘紅色 74°C，14分55秒，變成紅色

2. 圖三-4-1：各樣品最終變化色階圖

溫度 (°C)	時間	葡萄糖	高雄9號毛豆漿	高雄9號黃豆漿	高雄9號催芽豆漿	台南10號毛豆漿	台南10號黃豆漿	台南10號催芽豆漿	水
30	00'00"								
53	06'41"								
62	08'52"								
68	10'51"								
72	13'30"								
74	14'55"								
76	15'30"								
82	17'38"								
83	18'13"								
84	19'42"								
85	20'05"								
86	24'09"								
91	25'43"								
92	25'59"								
94	26'52"								
97	28'31"								

(四)實驗發現

1. 葡萄糖最先變色，接下來是高雄 9 號毛豆漿、台南 10 號毛豆漿、催芽豆漿與黃豆漿。
2. 高雄 9 號黃豆漿與催芽豆漿都沒有變化，維持藍色狀態。

(五)討論

1. 我們觀察三十分鐘，很明顯看到葡萄糖對照組隨著加熱時間增加有不同顏色的改變。
2. 其中兩品種的毛豆漿都含有葡萄糖，只是高雄 9 號含量比台南 10 號，可能就是高雄 9 號作為毛豆主要品種的原因之一。

實驗三-5：檢測不同豆漿的總生菌數

◎想法：如果豆漿不喝，放在室溫容易腐敗長細菌，我們想知道不同品種的豆漿，總生菌數有沒有差異？我們利用 3M 抗菌測試片（3M Petrifilm）來測試，它是一種用於檢測食品和水中的細菌的快速、簡單且可靠的檢測方法。

(一)實驗設計：

操縱變因：不同的豆漿。

保持不變變因：操作抗菌片的實驗步驟，豆漿的體積。

應變變因：菌落生長的數量。

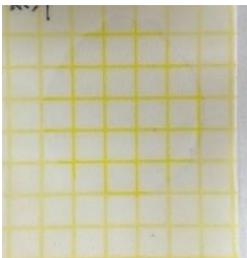
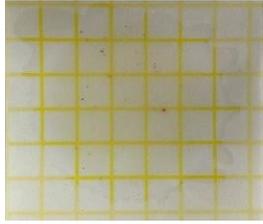
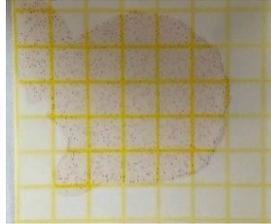
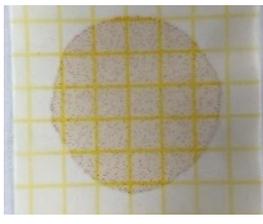
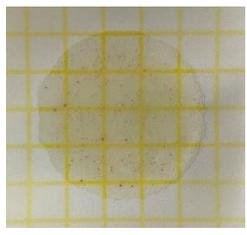
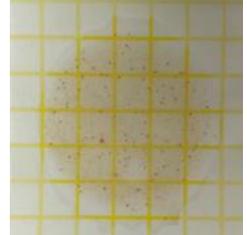
(二)實驗步驟：

1. 建立無菌透明箱，將透明箱以酒精內外消毒擦拭乾淨，以保鮮膜封住洞口，只留下手部可以進出的孔洞。
2. 物品以酒精消毒擦乾，放置無菌透明箱，雙手以洗手乳洗淨擦乾，再用酒精徹底消毒。
3. 將 3M RAC 快速總生菌數檢測片撕開，不要碰到內膜。
4. 用微量吸管取 1 毫升的液體滴入中心點。
5. 輕輕蓋下膜片，將 3M Petrifilm 壓板放在中心位置，輕壓使液體均勻分布。
6. 放入 36 °C 恆溫箱培養 24 小時。
7. 觀察與紀錄，以操作手冊方法，紀錄菌落數量。

				
1. 自製無菌操作台，洗淨雙手後操作	2. 滴入 1 毫升樣品	3. 壓板操作	4. 放入 36 °C 培養箱培養 24 小時	5. 觀察並記錄

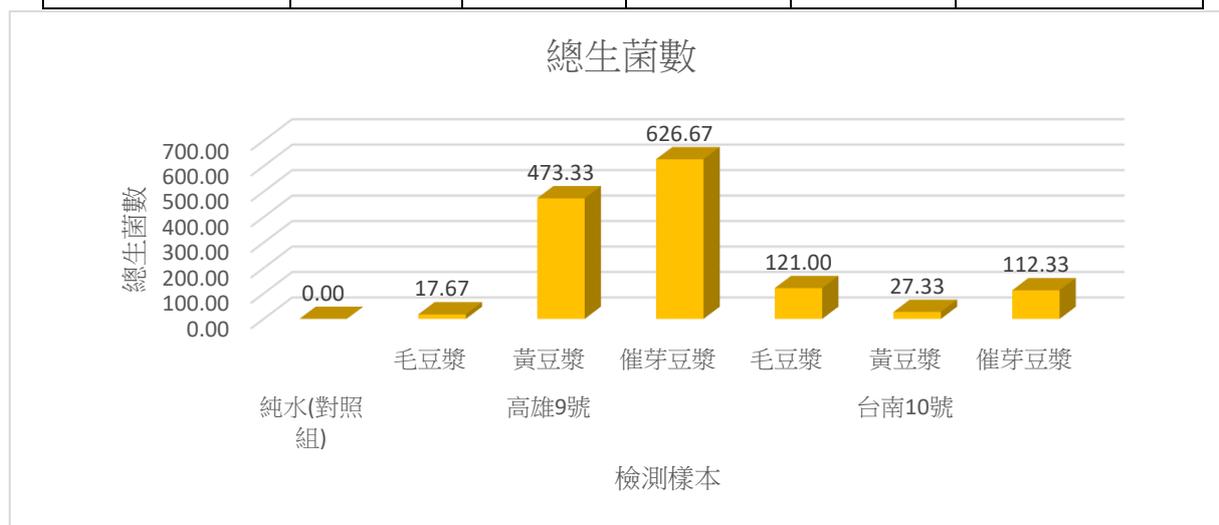
(三)實驗結果

1. 表三-5-1：3M 抗菌測試片總生菌數 24 小時後觀察結果

水(對照組)			
	毛豆漿	黃豆漿	催芽豆漿
高雄 9 號			
台南 10 號			

2.表三-5-2：3M 抗菌測試片不同樣本總生菌數計數

樣本		1	2	3	平均
純水(對照組)		0	0	0	0
高雄 9 號	毛豆漿	21	16	16	17.67
	黃豆漿	560	460	400	473.33
	催芽豆漿	600	600	680	626.67
台南 10 號	毛豆漿	119	114	130	121.00
	黃豆漿	25	28	29	27.33
	催芽豆漿	111	113	113	112.33



圖三-5-1：3M 抗菌測試片不同樣本總生菌數的差異

(四)實驗發現

- 1.在 24 小時後觀察高雄 9 號黃豆漿、高雄 9 號催芽豆漿長的菌落較多。
- 2.高雄 9 號的毛豆漿與台南 10 號黃豆漿，菌落較少，總生菌數較少。

(五)討論

- 1.依據實驗觀察，高雄 9 號毛豆漿的葡萄糖含量較高，但卻總生菌數較少，是否高雄 9 號的毛豆漿內含有抑菌生長的成份，需更多實驗證實。
- 2.台南 10 號是常用來做豆漿的品種，黃豆漿的總生菌數也比毛豆漿與催芽豆漿少。

實驗三-6：檢測不同豆漿的澱粉含量

◎想法：澱粉是食物中常見的一種多醣類，我們也想知道豆漿內是否含有許多澱粉呢?我們決定實驗看看。我們使用碘液作為試劑，碘液可以與直鏈澱粉形成藍黑色複合物。

(一)實驗設計

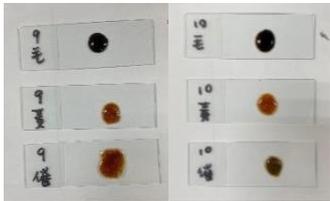
操縱變因：不同的豆漿。

保持不變變因：碘液、漿液量、溫度、加熱時間。

應變變因：不同豆漿中的澱粉含量。

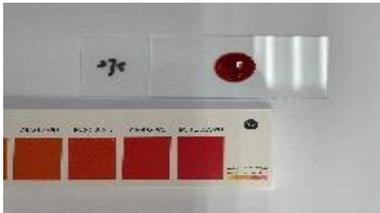
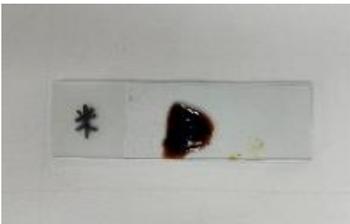
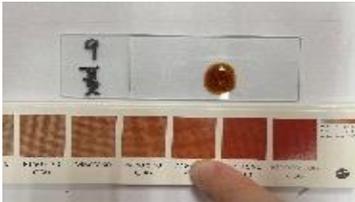
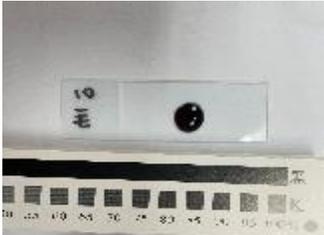
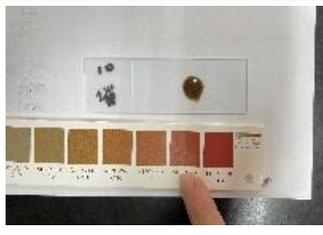
(二) 實驗步驟

1. 取原液 3 毫升放入試管，隔水加熱 5 分鐘，達到 80°C。
2. 依序放到試管架上，加入碘液 2 毫升。
3. 取一滴滴在玻片上，用演色卡比對顏色，記錄下來，並以 CMYK 與 RGB 呈現顏色。

		
<p>1. 取原液 3 毫升放入試管，隔水加熱 5 分鐘，達到 80°C。</p>	<p>2. 依序放到試管架加入碘液 2 毫升</p>	<p>3. 取一滴滴在玻片上觀察，比對顏色</p>

(三) 實驗結果

1. 表三-6-1：澱粉檢測結果

	水	米	糯米
對照組			
	M100Y60	95K	C60Y60M90
	RGB (255, 0, 102)	RGB (13, 13, 13)	RGB (102, 25, 102)
	毛豆漿	黃豆漿	催芽豆漿
高雄 9 號			
	95K	M80Y80C30	M100Y100C30
	RGB (13, 13, 13)	RGB (179, 51, 51)	RGB (179, 0, 0)
台南 10 號			
	85K	M90Y90C20	M90Y90C20
	RGB (38, 38, 38)	RGB (204, 25, 25)	RGB (204, 25, 25)

(四) 實驗發現

1. 兩個品種的毛豆變成深藍色，而黃豆、催芽豆和黑豆都還是碘液的顏色。
2. 依照顏色深淺，高雄 9 號毛豆顏色較深，台南 10 號毛豆顏色較淺。

(五) 討論

1. 依據文獻，我們知道支鏈澱粉會讓碘液呈現紫紅色，直鏈澱粉則呈現藍黑色，我們觀察毛豆漿都有直鏈澱粉的成分，其中高雄 9 號毛豆漿的顏色較深，可能比台南 10 號毛豆漿的直鏈澱粉含量更高。
2. 黃豆漿、催芽豆漿加入碘液，顏色幾乎沒有改變，我們推測可能直鏈澱粉含量不高，無法偵測。

六、實驗四：自製毛豆粿

◎想法：依據實驗三-6 的結果，我們發現高雄 9 號的毛豆漿除了有蛋白質營養成分外，還含有直鏈澱粉，容易被人體消化，所以我們想知道毛豆漿能否取代在來米粉製作的碗粿。

(一)實驗設計：

操縱變因： 在來米粉加純水或毛豆漿。

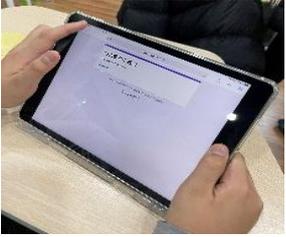
保持不變變因：自製碗粿步驟。

應變變因： 碗粿成形的樣態。

(二)實驗步驟

1. 取 16 克烘乾毛豆。
2. 放入果汁機，磅秤歸零後加入 100 克水，打成毛豆漿濾渣。
3. 取 10 克在來米粉，加入 30 克毛豆漿或純水攪拌均勻。
4. 另外將 30 克毛豆漿或純水加熱後拌入，加熱至濃稠後倒入模具。
5. 放入電鍋，外鍋 100 克水加熱，悶 15 分鐘後取出。
6. 邀請 12 位師長與 35 位學生進行品嚐，並建立問卷調查。

	
<p>1. 取烘乾毛豆加入水打漿</p>	<p>2. 取在來米粉與毛豆漿混合</p>
	
<p>3. 攪拌均勻放入電鍋</p>	<p>4. 完成碗粿與毛豆粿</p>

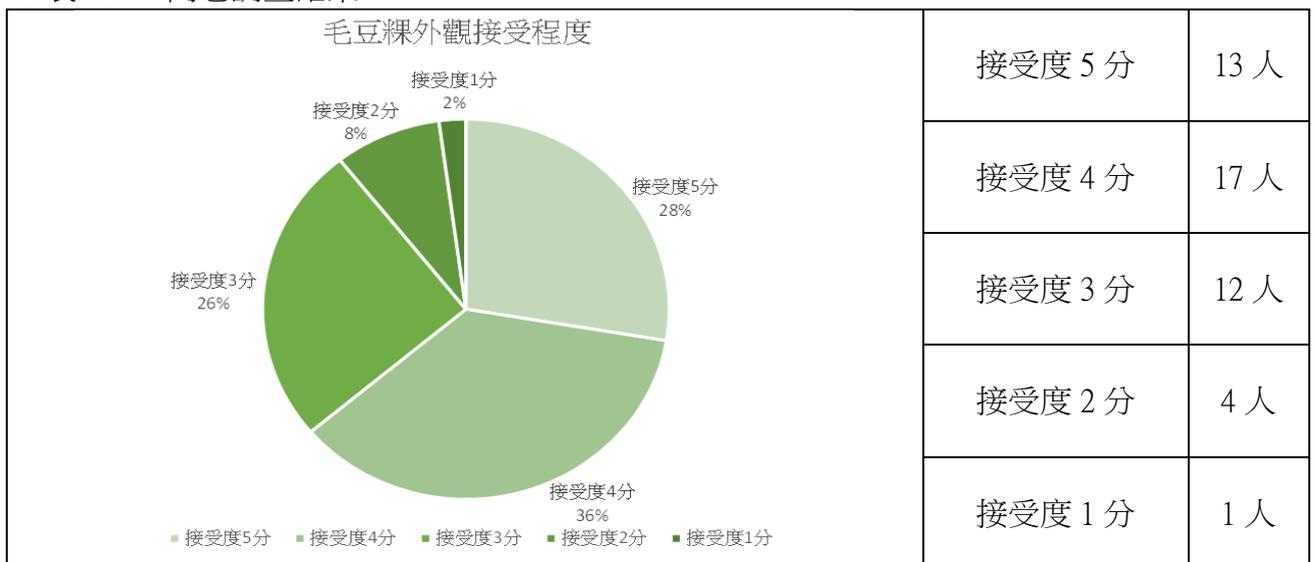
	
5. 設計問卷(外觀、口感、接受度、推薦度)	6. 邀請師長試吃
	
7. 邀請同學試吃	8. 填寫問卷並統計結果

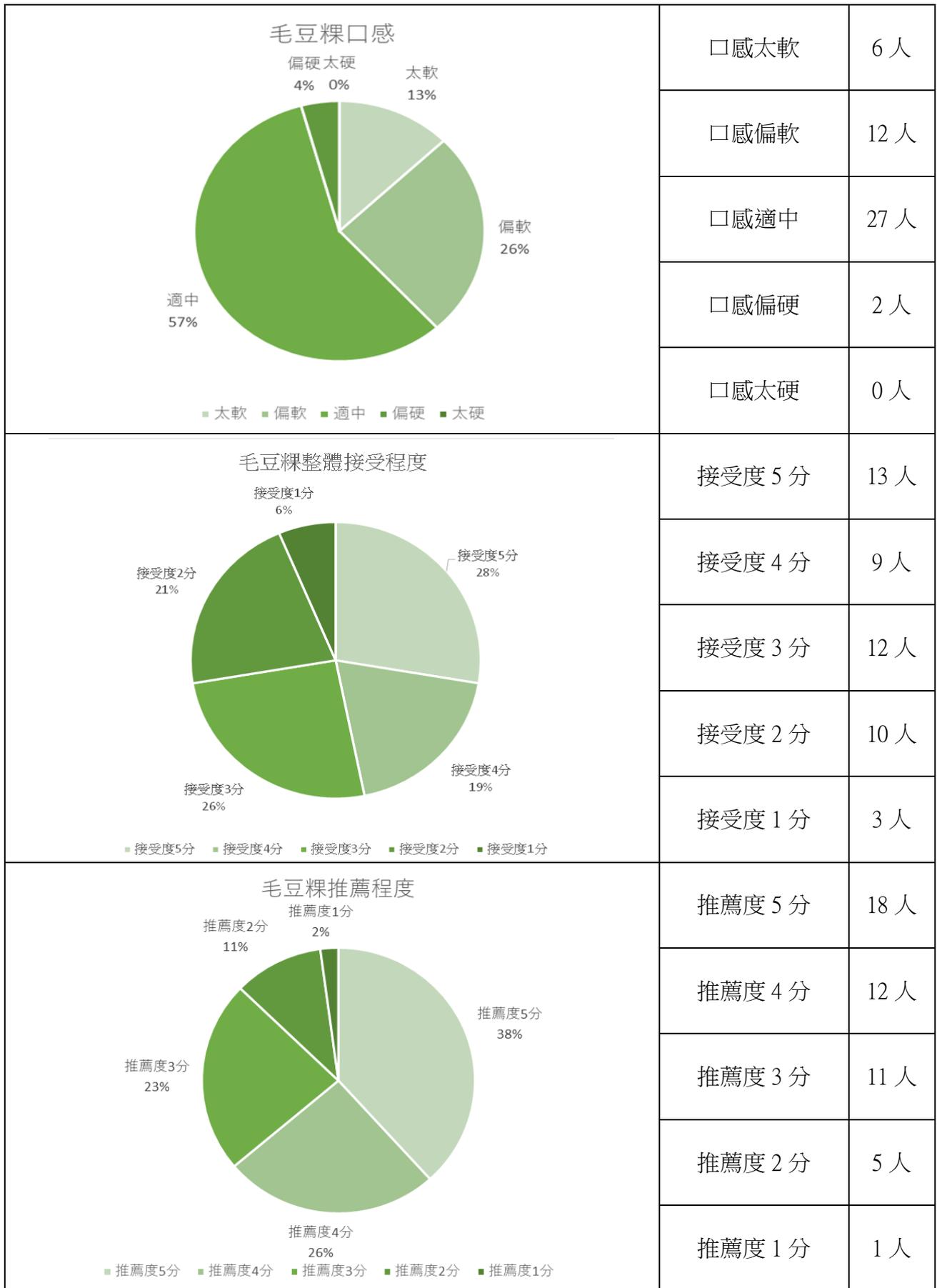
(三)實驗結果

1. 表四-1：自製碗粿與毛豆粿

			
純水與在來米粉	碗粿	毛豆漿與在來米粉	毛豆粿

2. 表四-2：問卷調查結果





原因摘錄：

1. 推薦，因為裡面含有蛋白質。
2. 很 Q，很合我的口味。
3. 營養豐富，建議可加一些調味壓掉毛豆的青草味，增加喜好的程度。
4. 推薦加醬油或辣椒醬好好吃。
5. 味道獨特且具營養，吃不太出來毛豆的味道，大家也比較不會排斥。鹹味適中，所以我推薦這款毛豆粿。

(四)實驗發現

1. 不管水或毛豆漿，都可以成型，只是水做成的碗粿外表較平滑。
2. 我們將毛豆漿組的在來米粉減量，亦可以製作成型的碗粿。
3. 邀請了 12 位師長與 35 位學生進行品嚐，並建立問卷調查，不管在外觀、口感、整體接受度與推薦度上面，大約有八成的人願意接受(三分以上)。

(五)討論

1. 我們為了知道市場接受度，設計問卷請師長與同學們填寫，以 1 至 5 分作為量化的分數，統計師長與同學們的接受程度。
2. 因為毛豆漿富含直鏈澱粉，若可以取代單純的米製品，或許可以有更多應用價值。

柒、研究結論

- 一、毛豆除了採收後直接急速冷凍外銷，也可以製作成毛豆漿飲用。
- 二、高雄 9 號與台南 10 號不同品種的毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿，運用我們自製透光儀器測定，我們發現蛋白質含量並無明顯差異。
- 三、在葡萄糖檢測的實驗中，我們發現高雄 9 號的毛豆漿具有較多的葡萄糖，高雄 9 號是毛豆主要的品種，也許它吃起來比較甜，所以市場接受度較高。
- 四、在總生菌數測試的實驗中，則發現高雄 9 號毛豆漿葡萄糖含量高，總生菌數卻較少，推測可能它具有一些抑制細菌生長的成分存在，但需要更多實驗證實。
- 五、在澱粉測試的實驗中，則證實毛豆漿具有直鏈澱粉存在，比起支鏈澱粉可以更容易被人體吸收，可以推薦給長輩或是腸胃吸收功能較差的民眾食用。
- 六、我們嘗試以毛豆漿取代純米製品，可以成功製作成型的毛豆粿，希望往後可以研發不同的毛豆食品，讓富含蛋白質與直鏈澱粉且營養豐富的毛豆，可以多多推廣給大家，讓它擁有更多的應用價值。

捌、未來展望

在台灣市面上毛豆大多以直接食用或是毛豆漿的製品存在。依據我們的科展實驗，我們發現與黃豆或催芽豆相比，高雄9號毛豆含有豐富的蛋白質，葡萄糖的含量也較高，而且總生菌數較少，也發現毛豆與米的特性類似，含有高量的直鏈澱粉，更易於人體消化與吸收。更進一步以問卷調查的方式，我們發現大家對於毛豆粿的接受程度高，若能針對問卷調查的建議，進一步改良毛豆粿的製作，此毛豆粿也許具有商業化的價值應用，提供消費者更多元的選擇。

玖、參考文獻資料

1. 農糧署，2022年11月05日取自

https://www.afa.gov.tw/cht/index.php?code=list&flag=detail&ids=833&article_id=7327。

2. 高雄區農技報導第93期毛豆外銷生力軍-高雄9號綠晶 97年9月。

3. 臺南區農業專訊89期大豆新品種臺南10號之育成 2014年09月。

4. 維基百科(布拉德福蛋白質定量法)，2023年2月06日取自。<https://zh.wikipedia.org/wiki/>

5. 國際化學年台灣總站，2023年2月06日取自 <https://case.ntu.edu.tw/magichem/blog/?p=1239>

6. 翰林雲端學院，2023年2月06日取自

<https://www.ehanlin.com.tw/app/keyword/%E5%9C%8B%E4%B8%AD/%E7%94%9F%E7%89%A9/%E6%9C%AC%E6%B0%8F%E6%B6%B2.html>。

7. 維基百科(澱粉)，2023年02月06日取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/>。

8. 中華民國第58屆中小學科學展覽會作品說明書：碘光火石-豆漿內澱粉含量的探討。

9. 照度計介紹，2023年02月06日取自 <https://www.newton.com.tw/wiki/%E7%85%A7%E5%BA%A6%E8%A8%88>。

10. 中華民國第56屆中小學科學展覽會作品說明書：強「酶」來襲，「菜頭」無敵。

11. 自然科學南一版三年級下學期第四單元：廚房中的科學。

【評語】 080208

1. 口頭發表之台風、儀態與表達均佳。
2. 能夠自制透光儀成功測量蛋白質含量，而無需使用到高階儀器設備，非常值得鼓勵。
3. 毛豆漿製成粿需再加在來粉，其比例或許會影響口感；若要實驗黃豆漿之應用，建議可將毛豆製成豆腐來比較市售黃豆豆腐與毛豆豆腐間的差異。
4. 主題既是毛豆、黃豆與芽豆系列之營養成分比較，可不必納入其他豆類，如花豆、綠豆、紅豆、黑豆漿等口感之比較，會使得主題發散。
5. 以三色光(紅、藍、綠)測量蛋白質吸收之結果差異不大之原因可能與光波長選擇太少，並無對應到明顯吸收波長位置，或漿體懸浮微粒散射現象嚴重，遠甚於吸收現象。
6. 整體表現優良，值得讚賞。

作品海報



摘要

由學校講座知道原來毛豆是黃豆的小時候，是同種植株。本研究目的是探討毛豆漿的營養成分。為了瞭解大豆生長過程，先進行實地踏查，再以自製不同品種的毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿進行實驗，本研究透過自製透光儀發現，毛豆漿的蛋白質含量與黃豆漿、催芽豆漿差異不大；利用本氏液檢測發現，與黃豆漿、催芽豆漿相比，毛豆漿中的葡萄糖含量略高，在總生菌數測試片上菌數較少；利用碘液檢測顯示，毛豆漿具有直鏈澱粉，易被人體消化與吸收，可以製作成毛豆糕製品。因此期許未來可以利用毛豆具有直鏈澱粉的特性，研發不同的毛豆製品，讓富含蛋白質與直鏈澱粉且營養豐富的毛豆，可以推廣給大家，擁有更多的應用價值。

壹 研究動機

有一天，學校舉辦營養教育講座，讓我們知道原來我們常吃的綠色毛豆是黃豆的小時候，演講中告訴我們，毛豆有許多營養，但和黃豆其實是一同種植物，只是採收的時間不同。我們知道常喝的豆漿是黃豆做成，而市面上也有賣毛豆漿以及催芽豆漿，我們想知道為什麼不用其他豆子來製作豆漿呢？也想研究不同階段的大豆(毛豆、黃豆、催芽豆)所製作的豆漿營養成分是否有所差異？我們利用學校自然課程中，曾學過的本氏液與碘液的方式，分別來測試葡萄糖與澱粉的含量，我們也想知道豆漿蛋白質含量與抗菌能力的差異，看看毛豆漿是否具有更高的營養價值。

貳 研究目的

目的一：了解大豆的生長過程與品種差異。

實驗一：了解大豆的生長過程—實地踏查大豆的生長地，比較高雄9號與台南10號大豆植株。

目的二：比較毛豆漿與其他豆類豆漿之差異。

實驗二：比較不同種豆類製成豆漿的差異(外觀、口感、pH值、濁度)。

目的三：探討毛豆漿的營養成分與應用價值。

實驗三：製作高雄9號與台南10號的毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿，並自製透光儀器，測定不同豆漿的蛋白質含量；檢測不同豆漿的葡萄糖含量；檢測不同豆漿的總生菌數；檢測不同豆漿的澱粉含量。

實驗四：探討毛豆的應用價值。

參 研究概念流程圖



肆 文獻探討

(詳見說明書)

伍 研究器材與設備

(詳見說明書)

陸 研究過程、結果與討論

實驗一 踏查大豆的生長



1. 台南10號大豆田



2. 高雄9號葉子



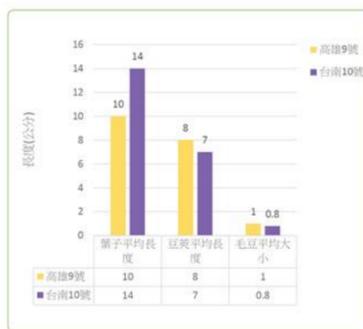
3. 解說如何辨認不同品種

(一)踏查實驗結果：

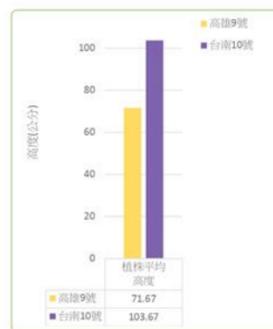
1.表一-1：觀察高雄9號與台南10號植株根、莖、葉及豆莢

品種	根	莖	葉子	豆莢
高雄9號				
台南10號				

2.高雄9號與台南10號植株比較圖表



圖一-4：高雄9號與台南10號的葉子、豆莢平均長度、毛豆平均大小比較圖



圖一-5：高雄9號與台南10號的植株平均高度比較圖

(二)踏查實驗發現：

- 1.高雄9號葉子為圓葉，台南10號葉子比較尖，葉子長度台南10號較長。
- 2.豆莢長度，高雄9號略長，毛豆與大豆階段的豆子高雄9號較大，台南10號較小。
- 3.平均來說，高雄9號植株較矮，台南10號植株較高。

(三)討論：

- 1.發現高雄9號的豆子較大，可能是因為它作為毛豆品種的關係，所以毛豆的體積較大。
- 2.台南10號多作為黃豆採收，是市面上常見的黃豆品種。
- 3.高雄9號與台南10號的根部，都有根瘤菌，是豆科植物常見的樣態。

實驗二 比較不同種豆類製成豆漿的差異

(一)實驗設計：

操縱變因：不同的豆類。
保持不變變因：豆漿的製作方法、豆子的重量、水量。
應變變因：各種豆漿的外觀、口感、pH值、濁度。

(二)實驗步驟(略)

(三)實驗結果：

1.表二-1：不同豆類的豆漿成品與外觀

種類	豆漿成品	濁度的實測拍照	種類	豆漿成品	濁度的實測拍照
紅豆漿			綠豆漿		
花豆漿			黑豆漿		
高雄9號黃豆漿			高雄9號毛豆漿		
台南10號黃豆漿			台南10號毛豆漿		

2.表二-2：不同豆類的豆漿 pH值、濁度、口感與味道以及肉眼觀察現象

種類	pH值	濁度	口感與味道	肉眼觀察
紅豆漿	6.8	4.0	感覺有白開水的味道	淡紅色
綠豆漿	6.7	5.0	有綠豆沙的味道	淡綠色
花豆漿	6.5	4.0	沒味道	有點像紅豆的淡紅色
黑豆漿	6.2	3.5	比較濃稠	有點像巧克力的顏色
高雄9號黃豆漿	6.5	3.0	跟黃豆的味道有點像	白偏黃
高雄9號毛豆漿	6.7	1.5	有濃濃草味	翠綠色
台南10號黃豆漿	6.5	3.5	比較稀	白偏黃
台南10號毛豆漿	6.7	1.5	有濃濃的青草味	翠綠色

(四)實驗發現：

1. 每種豆子製作的豆漿，味道與口感都不相同，例如毛豆漿有濃濃的青草味。
2. 黃豆漿及黑豆漿喝起來比較滑順，綠豆漿、紅豆漿及花豆漿的濁度較高，喝起來豆渣很多，口感不佳。
3. pH值的數據顯示黑豆漿6.2最低，最高是紅豆漿6.8。
4. 濁度數據顯示，毛豆漿的濁度最低1.5，最濃的是綠豆漿5。

(五)討論：

1. 每種豆子都可以製作成豆漿，但是有些豆漿口感不佳，紅、花豆漿如果放到隔天就會結成凍狀，無法直接飲用。
2. 不同豆漿的成分不同，所以可能保存的難易會影響產品的製作。
3. 毛豆漿濁度較低，可能是因為毛豆本身是濕豆的狀態，含有水分較其他豆類高。

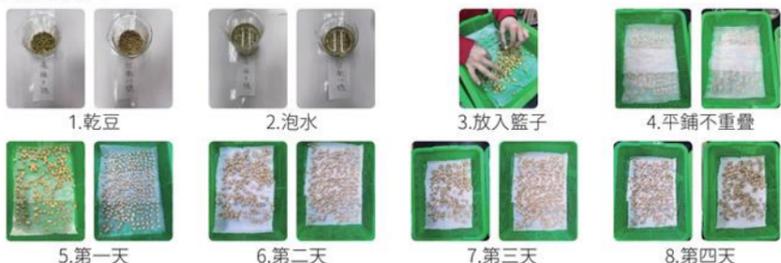
實驗三 不同品種毛豆漿、黃豆漿、催芽豆漿營養成分的比較

實驗三-1：不同品種的黃豆進行催芽

(一)實驗設計：

- 操縱變因：不同品種的大豆。
 保持不變變因：豆子泡水的時間、催芽溫度
 應變變因：催芽的速度與豆類長度。

(二)實驗步驟：



(三)實驗結果：

表三-1-1：高雄9號與台南10號黃豆催芽觀察

品種	催芽前	第一天	第二天	第三天	第四天
高雄9號					
台南10號					

(四)實驗發現：

1. 泡水膨脹後的豆子有一些已經有出芽的狀態。
2. 催芽過程中，台南10號的生長速度大於高雄9號。

(五)討論：

1. 催芽時要保持覆蓋的擦手紙濕潤，不然豆子會乾枯。
2. 擦手紙太濕的話，豆子會臭掉發霉。
3. 有些豆子無法催芽成功，必須先移除，避免發霉。
4. 我們試過在冰箱催芽避免豆子發臭，但是催芽無法成功，可能是因為溫度的影響。

實驗三-2：製作高雄9號與台南10號毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿

(一)實驗設計：

- 操縱變因：不同品種的豆類。
 保持不變變因：豆漿的製作方法、豆子的重量、水量。
 應變變因：各種豆漿的外觀、口感、pH值、濁度。

(二)實驗步驟：



(三)實驗結果：

1. 表三-2-1：自製高雄9號與台南10號毛豆漿、黃豆漿、催芽豆漿外觀比較
2. 表三-2-2：自製高雄9號與台南10號的毛豆漿、黃豆漿、催芽豆漿之pH值與濁度

品種	毛豆漿	黃豆漿	催芽豆漿	種類	pH值	濁度
高雄9號				高雄9號毛豆漿	6.7	3.5
				高雄9號黃豆漿	6.5	4.0
				高雄9號催芽豆漿	6.4	3.5
台南10號				台南10號毛豆漿	6.3	3.5
				台南10號黃豆漿	6.5	3.0
				台南10號催芽豆漿	6.3	3.0

(四)實驗發現：

1. 不同種類的豆漿，過濾時產生的豆渣體積不同。
2. 用電鍋煮後，我們觀察到毛豆漿的起泡程度較黃豆漿與催芽豆漿少。
3. 各類自製豆漿的pH值與濁度沒有太大的差異。

(五)討論：

1. 自製豆漿時，因為每種豆類需要打碎的時間不一樣，我們固定兩分鐘完成打漿的動作，所以有些豆漿的豆渣比較多。
2. 我們避免煮沸時間差異，所以用電鍋統一煮熟豆漿，讓水分喪失的體積一致。

實驗三-3：檢測不同豆漿的蛋白質含量

自製透光儀器

我們利用黑色瓦楞板與積木，製作暗房，減少其他光線的干擾，再分別以不同濾鏡製作不同光源，固定照度計偵測透光度，完成自製透光儀器。



(一)實驗設計：

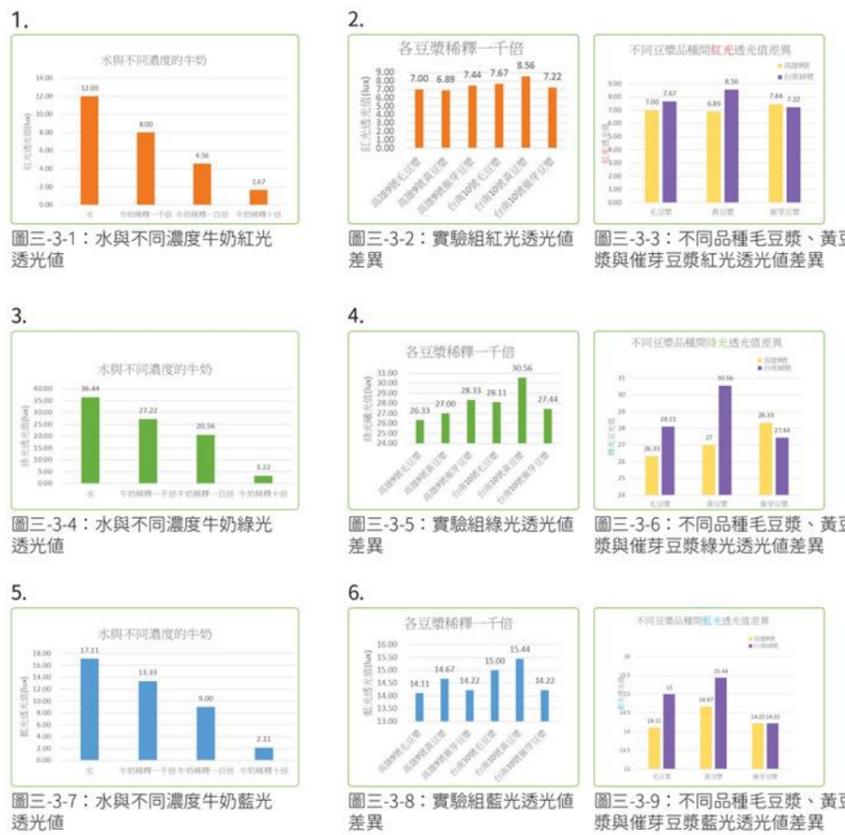
- 操縱變因：不同的豆漿。
 保持不變變因：豆漿的體積、考馬斯藍液體積。
 應變變因：蛋白質透紅光、綠光或藍光的透光值(lux)。



(二)實驗步驟：



(三)實驗結果：



(四)實驗發現：

1. 不管紅光、綠光或藍光，在對照組中，不同濃度牛奶的透光值，都會隨著濃度變濃，透光值變低，與預期相同。
2. 在紅綠藍光中，我們發現高雄9號毛豆漿透光值比台南10號的毛豆漿低。
3. 總體而言，不管在哪一個光源測定，各樣品的數值的差異並不大。

(五)討論：

1. 我們先以不同稀釋倍數的牛奶當作對照組，發現我們的自製透光儀，會隨著牛奶濃度增加，數值變小，代表我們可以透過自製透光儀來比較蛋白質含量。
2. 樣品加入考馬斯藍液後呈現藍色，但是發現運用不同光源測量樣品，沒有太大的差異。
3. 各種豆漿的蛋白質含量沒有明顯的差異，平均而言高雄9號毛豆漿蛋白質含量略高。
4. 我們發現在測量時，透光儀的背景數值會隨著測試時間增長而下降，可能是我們的光源是用手電筒的關係，不夠穩定，所以之後可以再改良。

實驗三-4：檢測不同豆漿的葡萄糖含量

(一)實驗設計：

- 操縱變因：不同的豆漿。
 保持不變變因：豆漿隔水加熱的方法、豆漿的體積、本氏液。
 應變變因：各種液體的葡萄糖含量。

(二)實驗步驟(略)

(三)實驗結果

1. 表三-4-1：各樣品最終呈色圖與觀察變化

種類	最終呈色	觀察溫度、時間與變色狀態	種類	最終呈色	觀察溫度、時間與變色狀態
水(對照組)		97°C, 28分31秒, 維持藍色	台南10號毛豆漿		83°C, 18分13秒, 變成藍綠色 85°C, 20分05秒, 變成綠色 94°C, 26分52秒, 變成黃綠色
高雄9號毛豆漿		76°C, 15分30秒, 變成藍綠色 82°C, 17分38秒, 變成綠色 92°C, 25分43秒, 變成黃綠色	台南10號黃豆漿		94°C, 26分52秒, 變成黃綠色
高雄9號黃豆漿		92°C, 25分59秒, 變成深藍色	台南10號催芽豆漿		86°C, 20分25秒, 變成藍綠色 91°C, 24分09秒, 變成綠色
高雄9號催芽豆漿		97°C, 28分31秒, 維持藍色	葡萄糖(對照組)		53°C, 6分41秒, 變成藍綠色 62°C, 8分52秒, 變成綠色 72°C, 13分30秒, 變成橘紅色 74°C, 14分55秒, 變成紅色

2. 圖三-4-1：各樣品最終變化色階圖

溫度 (°C)	時間	葡萄糖	高雄9號毛豆漿	高雄9號黃豆漿	高雄9號催芽豆漿	台南10號毛豆漿	台南10號黃豆漿	台南10號催芽豆漿	水
30	00'00"								
53	06'41"								
62	08'52"								
68	10'51"								
72	13'30"								
74	14'55"								
76	15'30"								
82	17'38"								
83	18'13"								
84	19'42"								
85	20'05"								
86	24'09"								
91	25'43"								
92	25'59"								
94	26'52"								
97	28'31"								

(四) 實驗發現：

1. 葡萄糖最先變色，接下來是高雄9號毛豆漿、台南10號毛豆漿、催芽豆漿與黃豆漿。
2. 高雄9號黃豆漿與催芽豆漿都沒有變化，維持藍色狀態。

(五) 討論

1. 我們觀察三十分鐘，很明顯看到葡萄糖對照組隨著加熱時間增加有不同顏色的改變。
2. 其中兩品種的毛豆漿都含有葡萄糖，只是高雄9號含量比台南10號，可能就是高雄9號作為毛豆主要品種的原因之一。

實驗三-5：檢測不同豆漿的總生菌數

(一) 實驗設計：

- 操縱變因：不同的豆漿。
 保持不變變因：操作抗菌片的實驗步驟，豆漿的體積。
 應變變因：菌落生長的數量。

(二) 實驗步驟：

1. 自製無菌操作台，洗淨雙手後操作
2. 滴入1ml樣品
3. 壓板操作
4. 放入36°C培養箱培養24小時
5. 觀察並記錄

(三) 實驗結果

1. 表三-5-1：3M抗菌測試片總生菌數24小時後觀察結果

品種	毛豆漿	黃豆漿	催芽豆漿
高雄9號			
台南10號			



圖三-5-1：3M抗菌測試片不同樣本總生菌數的差異

(四) 實驗發現

1. 在24小時後觀察高雄9號黃豆漿、高雄9號催芽豆漿長的菌落較多。
2. 高雄9號的毛豆漿與台南10號黃豆漿，菌落較少，總生菌數較少。

(五) 討論

1. 依據實驗觀察，高雄9號毛豆漿的葡萄糖含量較高，但卻總生菌數較少，是否高雄9號的毛豆漿內含有抑菌生長的成份，需更多實驗證實。
2. 台南10號是常用來做豆漿的品種，黃豆漿的總生菌數也比毛豆漿與催芽豆漿少。

實驗三-6：檢測不同豆漿的澱粉含量

(一) 實驗設計：

- 操縱變因：不同的豆漿。
 保持不變變因：碘液、漿液量、溫度、加熱時間。
 應變變因：不同豆漿中的澱粉含量。

(二) 實驗步驟：

1. 取原液3毫升放入試管，隔水加熱5分鐘，達到80°C。
2. 依序放到試管架加入碘液2毫升
3. 取一滴滴在玻片上觀察，比對顏色

(三) 實驗結果

1. 表三-6-1：澱粉檢測結果

種類	水	米	糯米
對照組			
	M100Y60 RGB (255, 0, 102)	95K RGB (13, 13, 13)	C60Y60M90 RGB (102, 25, 102)
種類	毛豆漿	黃豆漿	催芽豆漿
高雄9號			
	95K RGB (13, 13, 13)	M80Y80C30 RGB (179, 51, 51)	M100Y100C30 RGB (179, 0, 0)
台南10號			
	85K RGB (38, 38, 38)	M90Y90C20 RGB (204, 25, 25)	M90Y90C20 RGB (204, 25, 25)

(四) 實驗發現

1. 兩個品種的毛豆變成深藍色，而黃豆、催芽豆和黑豆都還是碘液的顏色。
2. 依照顏色深淺，高雄9號毛豆顏色較深，台南10號毛豆顏色較淺。

(五) 討論

1. 依據文獻，我們知道支鏈澱粉會讓碘液呈現紫紅色，直鏈澱粉則呈現藍黑色，我們觀察毛豆漿都有直鏈澱粉的成分，其中高雄9號毛豆漿的顏色較深，可能比台南10號毛豆漿的直鏈澱粉含量更高。
2. 黃豆漿、催芽豆漿加入碘液，顏色幾乎沒有改變，我們推測可能直鏈澱粉含量不高，無法偵測。

實驗四 自製毛豆粿

(一) 實驗設計：

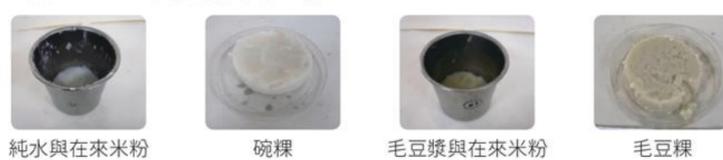
- 操縱變因：在來米粉加純水或毛豆漿。
 保持不變變因：自製碗粿步驟。
 應變變因：碗粿成形的樣態。

(二) 實驗步驟：

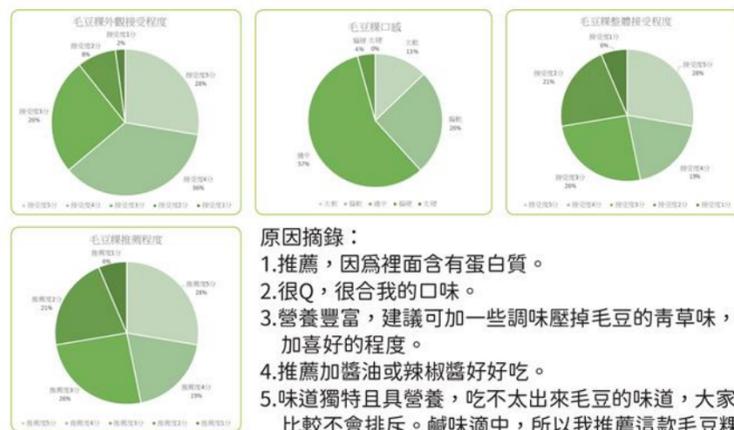
1. 取烘乾毛豆加入水打漿
2. 取在來米粉與毛豆漿混合
3. 攪拌均勻放入電鍋
4. 完成碗粿與毛豆粿

(三) 實驗結果

1. 表四-1：自製碗粿與毛豆粿



2. 表四-2：問卷調查結果



(四) 實驗發現

1. 不管水或毛豆漿，都可以成型，只是水做成的碗粿外表較平滑。
2. 我們將毛豆漿組的在來米粉減量，亦可以製作成型的碗粿。
3. 邀請了12位師長與35位學生進行品嘗，並建立問卷調查，不管在外觀、口感、整體接受度與推薦度上面，大約有八成的人願意接受(三分以上)。

(五) 討論

1. 我們為了知道市場接受度，設計問卷請師長與同學們填寫，以1至5分作為量化的分數，統計師長與同學們的接受程度。
2. 因為毛豆漿富含直鏈澱粉，若可以取代單純的米製品，或許可以有更多應用價值。

柒 研究結論

- 一、毛豆除了採收後直接急速冷凍外銷，也可以製作成毛豆漿飲用。
- 二、高雄9號與台南10號不同品種的毛豆漿、黃豆漿與催芽豆漿，運用我們自製透光儀器測定，我們發現蛋白質含量並無明顯差異。
- 三、在葡萄糖檢測的實驗中，我們發現高雄9號的毛豆漿具有較多的葡萄糖，高雄9號是毛豆主要的品種，也許它吃起來比較甜，所以市場接受度較高。
- 四、在總生菌數測試的實驗中，則發現高雄9號毛豆漿葡萄糖含量高，總生菌數卻較少，推測可能它具有一些抑制細菌生長的成分存在，但需要更多實驗證實。
- 五、在澱粉測試的實驗中，則證實毛豆漿具有直鏈澱粉存在，比起支鏈澱粉可以更容易被人體吸收，可以推薦給長輩或是腸胃吸收功能較差的民衆食用。
- 六、我們嘗試以毛豆漿取代純米製品，可以成功製作成型的毛豆粿，希望往後可以研發不同的毛豆食品，讓富含蛋白質與直鏈澱粉且營養豐富的毛豆，可以多多推廣給大家，讓她擁有更多的應用價值。

捌 未來展望

在台灣市面上毛豆大多以直接食用或是毛豆漿的製品存在。依據我們的科展實驗，我們發現與黃豆或催芽豆相比，高雄9號毛豆含有豐富的蛋白質，葡萄糖的含量也較高，而且總生菌數較少，也發現毛豆與米的特性類似，含有高量的直鏈澱粉，更易於人體消化與吸收。更進一步以問卷調查的方式，我們發現大家對於毛豆粿的接受程度高，若能針對問卷調查的建議，進一步改良毛豆粿的製作，此毛豆粿也許具有商業化的價值應用，提供消費者更多元的選擇。

玖 參考文獻資料

1. 農糧署，2022年11月05日取自https://www.afa.gov.tw/cht/index.php?code=list&flag=detail&ids=833&article_id=7327。
2. 高雄區農技報導第93期毛豆外銷生力軍-高雄9號綠晶 97年9月。
3. 臺南區農業專訊 89期大豆新品種臺南10號之育成2014年09月。
4. 維基百科(布拉德福蛋白定量法)，2023年2月06日取自<https://zh.wikipedia.org/wiki/>。
5. 國際化學年台灣總站，2023年2月06日取自<https://case.ntu.edu.tw/magichem/blog/?p=1239>。
6. 翰林雲端學院，2023年2月06日取自<https://www.ehanlin.com.tw/app/keyword/%E5%9C%8B%E4%B8%A4%E7%94%9F%E7%89%A9/%E6%9C%AC%E6%B0%8F%E6%B6%B2.html>。
7. 維基百科(澱粉)，2023年02月06日取自<https://zh.wikipedia.org/wiki/>。
8. 中華民國第58屆中小學科學展覽會作品說明書：磷光火石-豆漿內澱粉含量的探討。
9. 照度計介紹，2023年02月06日取自<https://www.newton.com.tw/wiki/%E7%85%A7%E5%BA%A6%E8%A8%88>。
10. 中華民國第56屆中小學科學展覽會作品說明書：強「酶」來襲，「菜頭」無敵。
11. 自然科學南一版三年級下學期第四單元：廚房中的科學。