

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學(二)科  
佳作

082914

無所遁形 - 利用色相分析找出內部有黑點的茭  
白筍

學校名稱： 新北市三芝區三芝國民小學

作者：  小六 徐晨鈞  小六 吳秉勳	指導老師：  陳端姿  陳清鴻
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞： 茭白筍、色相分析、菰黑穗菌

# 作品名稱：無所遁形 – 利用色相分析找出內部有黑點的茭白筍

## 摘要

茭白筍又稱美人腿，農友選種、育苗和田間管理，種出白皙、嫩長、有甜味的產品，但有時會長出內部有黑點、口感不佳的花心筍；內部有黑點的，不容易從外表判斷出來，需要切開筍體做檢查，這種破壞性檢查造成損耗，會降低農作收穫量。本實驗以手機色相分析應用軟體(Color Analyzer)，檢測剝殼茭白筍外皮，發現當綠殼茭白筍 R 值<160、G 值<165、B 值<110，或是紅殼茭白筍 R<180、G<180、B<140時，內部有黑點，且有7成正確率；當帶殼茭白筍的 R 值 $\geq$ 210、G 值 $\geq$ 200、B 值 $\geq$ 130時，是最佳採收時機。此實驗證明了：使用色相分析軟體為可行的檢驗方式，是簡便、環保、不具破壞性又低成本的，可以幫助農友及時採收並檢查內部是否有黑點，以提高農產品的經濟價值。

## 壹、前言

### 一、研究動機

茭白筍是三芝特產，每逢中秋必定是家家戶戶烤肉的菜色之一，所以這個季節我們家就會特別忙碌，先在田裡尋找成熟的茭白筍，回到家裡後一根根檢查，挑出有黑點的茭白筍，確定是美人腿而不是花心 NG 筍；檢查時，還得把茭白筍切開，而切開就會切下一些筍肉，如果它是好的茭白筍，那不就虧大了！記得在疫情期間，用 3C 產品遠測體溫，咦！那我是不是也可以用 3C 產品來幫阿嬤檢查茭白筍呢？有沒有什麼好方法能未卜先知，不用切開筍肉，只從外表就能知道內部有沒有黑點呢？所以，我就跟老師和同學研究：不用切開筍肉，只檢查外表就能知道茭白筍內部組織是否有黑點的方法，希望這項研究能找到既簡便又有效的檢測方式，來幫農友解決這個問題，以掌握採收時間，提高農產品的經濟價值，增加更多收入。

### 二、研究目的

- (一)了解茭白筍的種植歷程與田間管理。
- (二)了解茭白筍的基本特性與黑點比例。
- (三)利用手機色相分析軟體測表皮的色相 RGB 值，找出判斷內部有黑點的建議範圍。
- (四)利用此方法測茭白筍外表的色相 RGB 值，以分辨品種、分級和建立最佳採收時機。

### 三、文獻回顧

#### (一)茭白筍

茭白(*Zizania latifolia Turcz.*), 古名為菰, 為禾本科(*Gramineae*)菰屬(*Zizania*)之一種喜近水、宿根性多年生草本植物, 其莖部受黑穗菌(*Ustilago esculenta Henn.*)感染而增生肥大, 形似筍狀, 稱之為「茭白筍」、「菰筍」(Water shoots, Coba), 俗稱「美人腿」, 為東方人十分喜愛的一種夏季蔬菜。(楊志雄,2012)

三芝目前種植的茭白筍有青殼及赤殼兩種類型, 從表 1 可知, 以赤殼種(晚生種)種植面積最多, 綠殼(早生種)種植面積較少。

表1.三芝地區112年種植茭白筍的情形 (資料來源：三芝區農會農事推廣股)

班員人數： 204人	綠殼(早生種)： 7.76公頃	赤殼(晚生種)： 29.18公頃	面積總計： 36.94公頃
---------------	--------------------	---------------------	------------------

#### (二)茭白筍與菰黑穗菌的關係

表2.關於茭白筍與菰黑穗菌的相關研究

參考資料	我們的感想
黑穗菌 ( <i>Ustilago esculenta</i> P. Henn.) 在幼嫩的茭白莖內, 於適溫情況下, 產生細胞生長素及細胞分裂素, 刺激茭白莖部細胞組織不斷增殖膨大, 乃形成顏色潔白, 質軟味美的筍狀嫩莖。 茭白筍 <b>生長適溫為20~30℃</b> , 溫度超過30℃或低於10℃時會抑制黑穗菌生長導致不結筍, 另外重要的生產關鍵還有 <b>乾淨的水質與豐沛的流動水</b> 。(蔡正宏,2012)	1.菰黑穗菌是茭白筍很重要的生長激素。  2.生長關鍵：水溫與水質。
茭白筍也要防曬美白, 水田中的 <b>浮萍</b> 就是隔絕陽光、保持低水溫的秘密武器。(張信富,2017)	可以利用浮萍保持低水溫, 減少黑點。
茭白筍與菰黑穗菌間是一種 <b>共生</b> 的關係, 菰黑穗菌需要植物製造的養分, 但也會釋出以細胞分裂素為主的生長激素, 讓茭白筍莖部膨大成為具經濟價值的蔬菜, 因此共生狀態下 <b>植株與真菌的相對平衡</b> 是非常重要的。 生育過於 <b>強健的植株</b> , 黑穗菌菌絲無法侵入, 故無法刺激莖基部膨大者, 會導致雄株的產生。 當植株生育、分蘖停滯, 黑穗菌的菌絲潛育期縮短, 黑穗菌產生大量孢子, 形成 <b>黑棕色的冬孢子腔</b> , 同時因賣相不好, 致失去商品價值。(蔡正宏,2012)	1.茭白筍需要菰黑穗菌產生有肉質的筍體, 但是黑穗菌也會產生黑棕色的黑點(黑心)。  2.筍體成熟階段就要採收, 減少黑心產生的機率。

<p>茭白筍黑點是因感染真菌「菰黑穗菌」後累積的<b>黑色孢子堆</b>。當菰黑穗菌寄生於菰草(茭白)後，會刺激植物分泌生長激素，使嫩莖的部位膨大，形成筍狀莖，如果茭白沒有感染菰黑穗菌則不會結筍。(農業知識入口網,2019/12/05)</p>	
<p>有些茭白植株生長特別<b>強健</b>，黑穗菌的菌絲體無法侵入，使地上莖基部不會膨大，此種植株稱為「雄茭」，亦即為農民所說的「公株」。通常在<b>高溫、日照少、氮肥過量</b>使用之環境下較容易發生。茭白雌雄同株，公株稍能抽穗開花，但台灣地區幾乎不見其產生種子，無法以有性生殖法來繁殖。受到黑穗菌感染的「母」茭白植株則不會開花，所以採用母莖扦插，作無性繁殖，<b>黑穗菌就由母株傳給子株</b>。(楊志雄,2012)</p>	<p>1. <b>選拔優良之母莖</b>，作為將來育苗之母株。</p> <p>2. 降低水溫、合理施肥</p>

### (三)茭白筍的分級

表 3.臺北運銷股份有限公司茭白筍分級包裝標準

分級	特級	成熟適度，色澤優良，質幼嫩，無黑點(孢子)，無皺褶，外觀無瑕疵。
	優級	成熟適度，色澤良好，質尚幼嫩，可輕微黑點(孢子)，無皺褶，外觀無瑕疵。
	良級	品質次於優級品，但有商品價值者。
大小規格	大(L)：20cm 以上、中(M)：15cm~20 公分、小(S)：未達 15cm	

表 4.農業知識入口網的茭白筍主題館-茭白筍分級包裝標準

分級	特級	依品種固有形狀，質幼嫩，色澤潔白，中間無凸出，無黑點，無腐爛，無裂痕，無皺褶，無病蟲害及其他傷害。
	優級	具有特級之品質，但筍肉有黑點不超過 6 點者。
	良級	次於優級，筍肉黑點不超過 10 點，有商品價值者。

### (四)科展相關研究

表5.科展相關研究的分析表

參考資料	我們的感想
<p>本實驗首創以手機應用軟體：“色差計”與 Color Math 測 Lab 值，並計算色差值。以天然色素(例如:花青素、葉綠素及甜菜色素)配合智慧型手機下載之色差計來檢驗重金屬離子及溶液酸鹼度，是可行的做法。(彭佳悅，2014)</p>	<p>利用色相分析的例子，主要原因是因為他能精準的測量出顏色的差異。</p>
<p>利用手機 APP「Color Picker」來進行 RGB 色彩分析，利用這個方法找出「化學變色龍」-錳酸鉀反應速率及濃度級數關係。(鄭安愉，2022)</p>	<p>利用色相分析 APP「Color Picker」來觀察化學反應。</p>

依據分級資料與相關文獻，我們想利用色相分析 APP，來為茭白筍建立分級、判斷內部有沒有黑點和採收時機的參考標準。

## (五)色相分析方面

### 1.色彩概論

顏色基本元素為色相、明度、彩度。色相 (Hue) 為顏色的外觀，是色彩的基本屬性，就是平常所說的顏色名稱，如紅色、黃色等；而明度 (Value)、亮度 (Lightness)、亮度 (Brightness)，取 0-100%，即為顏色之明暗深淺；彩度是指顏色的飽和度 (Saturation) 是指色彩的純度，越高色彩越純，低則逐漸變灰，取 0-100%的數值。

### 2.RGB 色碼

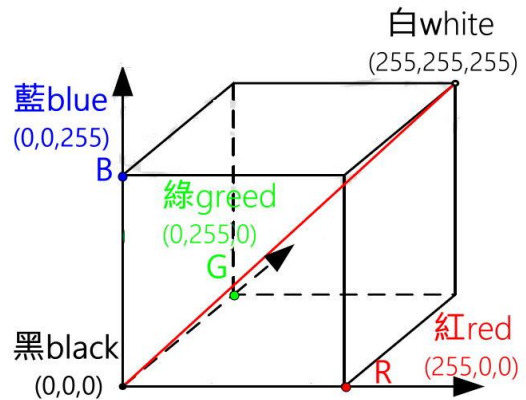
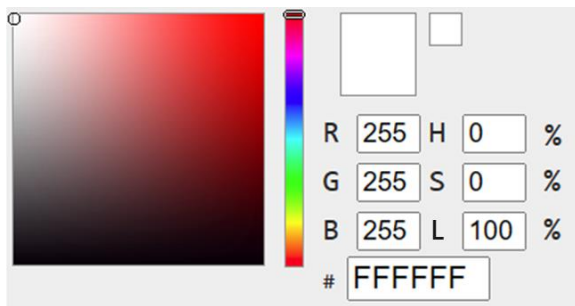


圖 1.RGB 顏色代表碼(第 2 作者截圖編輯)

圖 2. RGB 的立體色彩空間示意圖(陳冠蓉, 2022)

三原色光為紅 Red、綠 Green、藍 Blue 所組成，即簡稱為 RGB(圖 1)。而這三種顏色在電腦螢幕所使用的色碼，以 0~255 的 RGB 色碼表示紅、綠、藍三種顏色的強度。RGB 色彩空間也可以用立方體示意圖來描述(圖 2)；如果三種顏色中紅色強度最強 (即 RGB 色碼為 255,0,0) 則會顯示紅色，紅、綠、藍三原色光合成為白色光；反之則沒有任何色彩光源。(陳冠蓉, 2022)

### 3.顏色辨識

顏色辨識技術在現代生產中的應用越來越廣泛，包括但不限於材料、工業自動化、遙感技術、圖像處理、產品質量檢測，以及一些需要顏色檢測的模糊檢測技術 (鄭志德, 2010)。

## (六)訪談資料整理

表6.訪談重點整理表

訪談重點整理	我們的感想
時間：112.10.13 地點：遊客中心旁茭白筍田 對象：李 O 鳴 綠油油、比人高的茭白筍田，在水田裡行進很困難，且要找出成熟的茭白筍更是不容易，有時一不小心，採到瘦巴巴的或是變成很綠、很”瓜”了。	低著頭彎著腰撥弄茭白筍葉子找美人腿，是件辛苦的事，如何降低身體的負荷？

茭白筍筍肉長大約需6-8天，成熟後如果沒有採收，接著過熟、老化、變成綠色大胖胖，半天就會有很大的變化，因此採收期間早晚都需要下田巡視。	
時間：112.10.13 地點：遊客中心旁茭白筍田 對象：江○金 這幾年天氣越來越熱，水田溫度很高，加上水量不足，大家搶水，種植越來越不容易。	水是茭白筍重要的生長因子。
時間：113.2.2 地點：三○區農會 對象：黃○倚 111年錫板里陳里長在茭白筍田噴水，試驗結果他認為植株長得比較高、產量也增加，且能有效降低黑點發生率；112年農會補助5位農友噴水設備作為實驗區，農友們也表示噴水確實能增加產量，提高品質；今年113年預計擴大補助。	想實際測量噴水後溫度的差異。
時間：113.2.2 地點：三○區農會 對象：周○男 1.共同運銷收貨分級方式：特優品為整支全白、切口無黑點，優良品一面帶有綠色、少數黑點，良品是兩面都帶有綠色。 2.困擾：切口無黑點，內部卻有無點；綠的程度，每個農友的認定有差異。	我們想利用這個色相分析軟體將分級數據化，定義出“綠”的色相範圍與判斷黑點的建議範圍。
時間：113.2.21 地點：農民直銷站 對象：江○土 茭白筍的外觀變化，可以分成未成熟、接近成熟、成熟、過熟和老化等五個階段，依據多年經驗，用肉眼判斷，要在接近成熟期與成熟期採收。	校外教學下田時，根本分不出來哪些可以採，可以利用色相分析幫忙分類嗎？

綜合以上報告與訪談農友經驗分享，影響植株黑點的因素可分為：

- 1.種苗：於採收期選擇優良之母莖，優先選拔的對象是黑穗菌成熟較晚的植株；此外，外形整齊、產率高、且成熟較一致者，作為將來育苗之母株。
- 2.環境：天氣氣溫、雨量、水質、水溫、土壤等因素，我們可以將水質、土壤，送到桃改場檢驗，了解栽種區的環境因素。
- 3.人為：栽培管理中植株間距、土壤改良、施肥、水的循環流動、採收時機及採收後的保鮮方法。

## 貳、研究設備及器材

一、茭白筍田：位於三芝區埔頭里與福德里

二、樣品數量：綠殼筍白筍140枝、紅殼筍白筍178枝。

三、設備：手機 EMUI-JKM-LX2、數位式照度錶 TENMARS YF-170和手持式糖度計法（Brix）。

四、器材：電子磅秤、量筒、直尺、手機、Double A 白紙、手機支架、滴管、裝水容器2個、

小刀、托盤數個、溫度計。

五、色相分析軟體(Color Analyzer)：版本2.0.2，做色相 RGBHLS 數值的分析。

## 參、研究過程與方法

### 一、研究架構圖



圖 3.研究架構(第 2 作者繪製)

本研究架構如上圖 3，實驗流程規劃五大核心步驟進行，說明如下：

- (一)尋找蹤跡：收集文獻資料與訪談，認識茭白筍的植株、生長歷程、田間管理要點、菰黑穗菌對茭白筍的影響與色相分析等相關知識。
- (二)遍布痕跡：觀察記錄種植歷程與農友田間管理所做的事，認識茭白筍的基本特性和農友採收後茭白筍內部的黑點比率。
- (三)現形"計"：擬定色相分析所需的操作方法與環境條件、茭白筍樣品檢測區域和瞭解實測後茭白筍色相值 RGB 間關係。
- (四)黑點成亮點：測茭白筍外皮的色相值 RGB，找出有效、可作為判斷茭白筍內部有黑點的建議範圍，並實際檢測茭白筍，瞭解數據判斷的正確率。
- (五)真相大白：測茭白筍外表的色相值 RGB，作為共同運銷時茭白筍分級用、分辨品種和建立最佳採收時機，提供農友做為分級標準和辨識採收階段，以提高經濟效益用。

## 二、觀察茭白筍的種植歷程與田間管理

(一)想法：茭白筍種植過程，農友在忙什麼？筍體(莖部)何時開始長出肉質筍體？農友做了什麼事，以減少筍體產生黑點？

(二)方法：

- 1.我們到茭白筍的田區(圖 4)觀察記錄農友在種植期間的工作與植物生長情形。
- 2.訪問農友種植技巧與預防黑點的方法。
- 3.紀錄不同類型田區中午時，出入水口溫度的差異。



圖 4.主要觀察區域-埔頭里  
(第 1 作者截圖編輯)

## 三、茭白筍的外觀及特性

(一)想法：茭白筍的外觀或特性，與內部組織有關係嗎？內部黑點可以從外表看出來嗎？黑點和他的基本特性有沒有關係？有黑點的筍體，佔有多少比例？

(二)方法：

1.外觀及特性：

- (1)收集農友採收的綠殼與紅殼茭白筍，剝掉葉子，觀察測量筍體外皮顏色、節數、長度、重量、體積、密度、內部組織與黑點等特性。
- (2)黑點：內部組織方面如圖 5 垂直切第一節，並斜切第二節約 45 度，觀察內部組織與顏色，有黑點者計算黑點數量。
- (3)密度：如圖 6，250ml 量桶裝滿水，放在 500ml 量杯內，茭白筍放入量筒，用細長的針狀物壓入水面，溢出的水量就是茭白筍的體積。重量÷體積=密度。

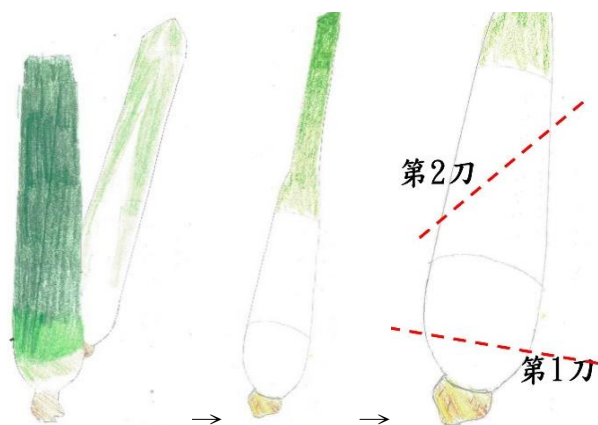


圖 5.樣品處理示意圖(第 2 作者繪圖製作) 圖 6.體積的測量圖(第 2 作者拍攝)



(4)糖度：取茭白筍的中段，切碎擠出汁液，測糖度。

2.專業挑的黑點比例：配合農會辦理的茭白筍品質競賽(圖 7)，瞭解專業農友所提供茭白筍的黑點比例。

(1)參賽數量：共同運銷班員有 204 人，參加剝白組有 53 人，占班員人數的 26%。

(2)評分標準包含：

A.外觀、肉質



圖 7.茭白筍品質競賽的參賽品(三芝區農會提供)



圖 8.參賽品樣品處理方式(三芝區農會提供)

B.長度與黑點：10 支中抽樣 1 支縱切剖開(如圖 8)，測肉身長度與黑點

C.糖度：10 支中抽樣 1 支橫切取中段，切碎用糖度計測量。

#### 四、擬訂色相分析軟體測茭白筍的條件

(一)想法：色相分析軟體檢測時，要如何操作和控制環境條件，降低干擾與影響？茭白筍

樣品長度介於 5-30cm，檢測哪個區域最適合？檢測後可以得到 R、G、B、H、

L、S 等數值，數值之間的關係？

(二)方法：

1.操作說明：利用手機下載色相分析軟體(Color Analyzer)，以智慧手機的相機拍攝茭白

筍樣品，軟體功能如表 7，檢測色相 RGB 與 HLS 數值。

表 7.Color Analyzer 功能鍵與說明

功能鍵	說明
Camera	檢測鏡頭下樣品的色相分析資訊。
Image	檢視圖檔裡樣品的色相分析資訊。
List	檢視 Camera 和 Image 檢測後儲存資料的顏色資訊(color

	information)，可存 250 份。
History	檢視 Camera 和 Image 檢測後儲存資料的分析資訊(Analyzed History)，可存 50 份。
Others	設定、app 說明(版本、版權、隱私權政策)

## 2.實驗操作條件

(1)裝置：利用手機架固定手機如圖 9，桌面上放一張 A4-Double A 白紙，測量時樣品放在白紙上方。

(2)光源：T8 LED 燈，實驗桌的亮度在 600-750Lux，平均 688.7Lux；調整手機架角度與高度，L 值設定為 70，再進行實驗。



圖9.手機檢測茭白筍的示意圖  
(第2作者拍攝)

(3)時間：午休 12：45-13：10，因為這個時間教室與走廊比較無人移動，可以減少光線的干擾，也可以加裝隔板，避免光線受到光影干擾。

(4)樣品檢測區域：茭白筍剝殼，筍體分為上段(頂端)、中段和下段三段檢測，每次旋轉約 70-80 度及位移約 1 公分，每段測 5 個點；找出適合的檢測區域。

## 五、利用色相分析軟體找出內部有黑的茭白筍

(一)想法：茭白筍整理成商品販售時，會切掉第一節，初步判斷有無黑點，但是，**躲在裡面的黑點是看不出來的，也不會隨著筍體的纖維連續不斷蔓延**。我們能利用色相分析軟體檢測茭白筍的外皮，作為判斷內部是否有黑點的依據嗎？有黑點的 RGB 數值在什麼範圍？市售品帶有 1-2 片葉子，適用我們檢測的範圍嗎？

(二)檢測方法：

1.檢測的操作條件如上述四(一)、(二)1-3，樣品檢測區域為中段。

2.樣品：茭白筍比賽品、農會共同運銷抽樣品與農友提供的綠殼(圖 10、11)茭白筍與紅殼茭白筍(圖 12、13)。

3.樣品處理

(1)初步處理 1：剝除茭白筍外殼(葉子)，垂直切掉筍體第一節下方處，檢查組織。

(2)檢測區域：中段，每次旋轉約 70-80 度及位移約 1 公分，每支測 5 個點。

(3)樣品處理 2：檢測後在中段斜切 45 度，確認內部是不是有黑點。

4.數據處理：每個樣品 5 個數據，排除最高與最低值，取中間 3 個數據求平均值。



圖 10.帶殼的綠殼茭白筍



圖 11.剝掉外殼的綠殼茭白筍



圖 12.帶殼的紅殼茭白筍



圖 13.剝掉外殼的紅殼茭白筍 (圖 10-13 由第 2 作者拍攝)

(三)利用此技術檢測茭白筍的正確率：

- 1.樣品為綠殼茭白筍，檢測的操作條件與樣品處理如上述(二)1、3。
- 2.比對參考範圍，檢視測驗的正確率。

## 六、利用色相分析檢測為剝殼茭白筍建立分級制度

(一)想法：目前共同運銷收貨是由有經驗者目視判定茭白筍表皮綠的程度，我們想利用這個色相分析軟體數據化，定義出”綠”的色相範圍，協助分級。

(二)方法：

- 1.檢測共同運銷時已分類的商品(如圖 14)，找出分級的色相範圍值。
- 2.檢測的操作條件如上述四(一)、(二)1-4，樣品檢測區域為中段。



圖 14.早生剝殼的茭白筍(第 2 作者拍攝與編輯)

## 七、利用色相分析檢測為茭白筍分辨品種

(一)想法：我們很難由外表分辨出不同品種(綠殼和紅殼)茭白筍間的差異，可以利用色相分析軟體來協助我們區分、辨識嗎？

(二)方法：

- 1.綠殼和紅殼茭白筍分別準備帶殼和剝殼的兩種狀態，
- 2.檢測的操作條件如上述四(一)、(二)1-4，根據實驗結果樣品檢測區域為中段。

## 八、利用色相分析檢測為茭白筍建立最佳採收時機

(一)想法：在分株種植 4-5 個月後，筍肉被 5-6 片葉子包覆著，**沒有膨大之前，不容易被發現，而且從成熟到老化只是 2 天左右的時間**，就會造成顏色、組織上的差異，我們想利用色相分析的方法，區別葉子色相的變化，找出最佳的採收時機。

(二)方法：

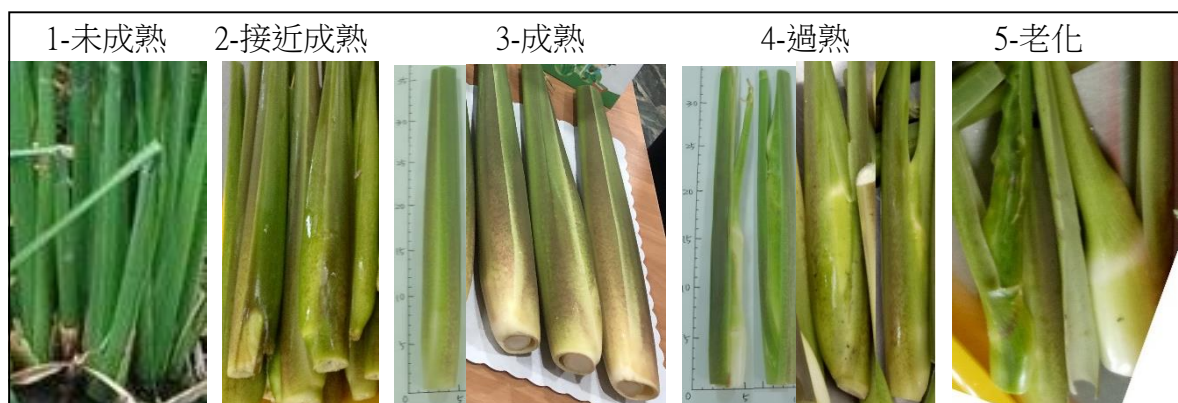


圖 15.五個茭白筍外觀變化的階段 (第 1 作者/第 1 指導老師共同拍攝與編輯)

- 1.逐漸剝除外葉，並測每片葉子的色相值最為參考基準。
- 2.茭白筍的外觀變化，參考農友的建議與分類，如圖 15 將樣品分為五個階段。
- 3.測不同成熟期茭白筍**外葉逐漸露出處**色相 RGB 值的變化。
- 4.檢測此次競賽帶殼組冠軍+甜度王作品的色相 RGB 值。
- 5.說明：步驟 3、4 我們以實驗桌的亮度在 600-750Lux(勒克斯)所拍攝的茭白筍為樣品，使用功能鍵 Image 檢視圖檔裡樣品的色相分析資訊。

## 九、意外發現~~烏趨趨(oo-sô-sô)的茭白筍

(一)想法：茭白筍採收後，田區植株一片傾倒、葉子斷與受損，將進入休眠期，但是這時

候會發現有幾叢沒有採收，我好奇地問阿嬤：”這幾叢為什麼都還長得好好的？”阿嬤拔了一根給我，嚇死寶寶了，全部是黑趑趑(oo-sô-sô)的，於是我們收集帶回檢測看看。



圖16.黑趑趑(oo-sô-sô)的茭白筍  
(第1作者拍攝)

(二)方法：實驗操作如上述四(一)、(二)1-4，樣品檢測區域為中段。

(三)樣品：樣品如圖 16，全黑紅殼茭白筍 32 支。

## 肆、研究結果

### 一、茭白筍的種植歷程與田間管理

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 1.植株  | 4.地上莖 | 7.新芽  |
| 2.根   | 5.葉鞘  | 8.茭白筍 |
| 3.地下莖 | 6.葉   |       |

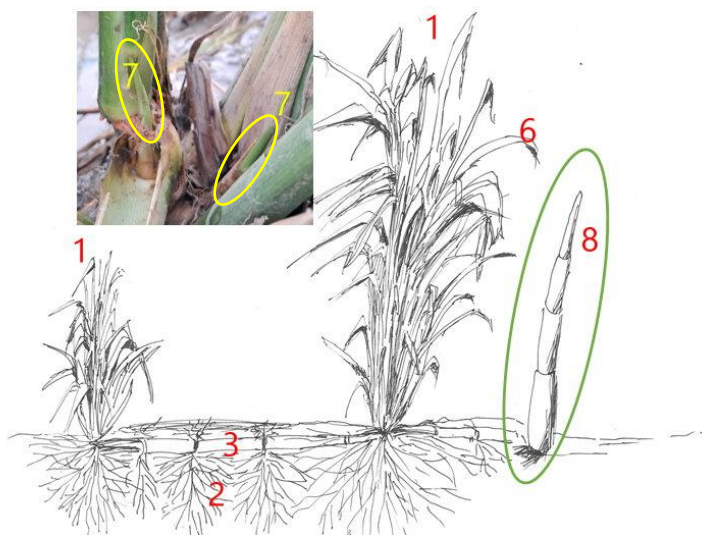


圖17.植株型態 (第1作者繪製與編輯、第1指導老師拍攝)

(一)植株型態：根為鬚根；莖分成地下根狀莖及地上莖，根狀莖在土中可橫生數十公分，莖節短、有鬚根、長側芽，側芽可以長成新株；地上莖由葉鞘包著呈短縮狀；葉為長披針形、平行脈，正常植株可達二公尺以上。(圖 17)



圖 18.茭白筍的母莖



圖 19.分割茭白筍的母莖



圖 20.育苗(圖 18-20 第 1 作者拍攝)

(二)選種育苗：12月時，將採收過程做記號的優良母莖(圖 18)挖出，放在田埂上，春天2月時再如圖 19 進行分割，接著如圖 20 在田裡種植育苗。

(三)苗的生長與分株種植：



圖21.幼苗



圖22.母株分株



圖23.種植(圖21-23第2作者拍攝)

- 1.初期天氣寒冷生長較慢，三個月後(5月)如圖 21 植株葉子茂盛，接著整地準備移植；移植前如圖 22 將茭白筍苗以每撮 1~2 株分開，再將苗種植下去(圖 23)。四個月後(9月)可以長大變為每叢 10-12 枝植株。
- 2.農友建議，育苗期間可以將土壤與灌溉用水，送到桃改場進行分析，了解種植環境與建議，為後續田間管理做準備。

(四)田間管理：

- 1.土壤依照檢測結果，調整施肥情形，避免植株過度強壯，影響黑穗菌的入侵。



圖24.種植茭白筍田區



圖25.種植茭白筍+浮萍田區 (圖24-26第1作者拍攝)

- 2.水溫管理1：根據5月8日中午實測紀錄，
  - (1)空曠無種植植物的田區，入水口(22°C)與出水口(32°C)的溫度相差約 10°C。
  - (2)如圖 24 田區只種植茭白筍者上升 2°C，
  - (3)田內有浮萍者(圖 25)，水溫維持一樣。



圖 26.田區噴水情形

- 3.水溫管理 2：當溫度超過 30°C 時，如圖 26 利用加壓馬達抽水、灑水降低溫度。

### (五)成熟與採收：

- 1.筍體成熟前如圖27莖部瘦小不明顯，**9-10月**當茭白筍莖部筍體膨大露出白白的肚子，則是最佳採收時機(圖28)。
- 2.採收後如圖29，剝掉全部的葉子，可以看到潔白的美人腿；接著，葉子會逐漸張開不再包覆著，筍體也會逐漸變深綠色與老化，商品價值會逐漸降低。



圖27.茭白筍植株



圖28.採收



圖29.茭白筍



圖30.開花

(六)開花：如圖30植株強健的茭白筍會開花，但幾乎看不到他們結穗。

(七)休眠：**11月中**採收末期，涼冷下雨，植株枯萎進入休眠期(圖31)，農友終於可以休息過冬。



圖31.枯萎休眠(圖27-31第1作者拍攝)

## 二、茭白筍的外觀及特性

(一)品種：綠殼茭白筍生長期較短，比較早採收，紅殼茭白筍生長期較長。兩者最大的特徵是外觀，如圖 32 綠殼茭白筍的葉子全是綠色，如圖 33 紅殼茭白筍最外面葉子帶點微微紅褐色，筍肉較白皙；一般人不容易分辨出兩者的差異。



圖 32.綠殼茭白筍(蕃婆林休閒農場提供)



圖 33.紅殼茭白筍(蕃婆林休閒農場提供)

(二)外觀：茭白筍大約有 4-5 節，包覆 6-8 片葉子，筍肉筆直；農友表示當筍體過熟、氣溫炎熱與變化大時，筍子末端容易彎曲，葉子容易脫離筍體，呈現開開的樣子。

(三)外型：茭白筍的長度 5-31cm、重量 10.7-90.2g，體積 11.8-127.4 cm<sup>3</sup>，粗細長短差異很大，農友表示與栽培管理、採收時的成熟度有關。

表 8.茭白筍的特性

樣品	長度 (cm)	筍體有黑點			筍體無黑點		
		平均重量 (g)	平均體積 (cm <sup>3</sup> )	平均密度 (g/cm <sup>3</sup> )	平均重量 (g)	平均體積 (cm <sup>3</sup> )	平均密度 (g/cm <sup>3</sup> )
綠殼	5-20	42.98	57.55	0.76	22.72	27.00	0.87
紅殼	8-31	37.52	52.29	0.73	23.29	26.74	0.88

(四)密度：茭白筍浮在水上，密度<1，由表 8 可以知道，有黑點的比較重、胖、密度比較小，平均約 0.75，無黑點的密度比較大，平均約 0.87。

(五)糖度：茭白筍的糖度是 4.1-6.6<sup>o</sup>Bx，平均 5.69<sup>o</sup>Bx，糖度變化小。

(六)黑點：



圖 34.有黑點的茭白筍表皮與縱切剖半後內部情形(第 2 作者拍攝)

1.分布：由圖 34 可以看出黑點分散四處，不是隨著植物纖維連續生長，而且是由褐色逐漸加深到全黑，黑點越多的纖維組織越粗，表皮也越深綠。

2.專家挑的黑點比例：品質比賽時，參賽者送來的樣品都是第一節的切口無黑點，但是縱切剖半後，內部有黑點的有 30 支，專家肉眼辨識不準確度的比例是 56.6%。這樣高的比例，也代表消費者購買時，會買到更高比率黑點的商品。

3.黑點比率：實驗室測得(如表 9)綠殼的是 60.0%與紅殼的是 61.2%，第一節切口沒有黑點，不代表內部組織一定沒有；農友整理茭白筍貨品時，不易從外觀判斷裡面是否有黑點，因此容易造成品質管理上的困擾。



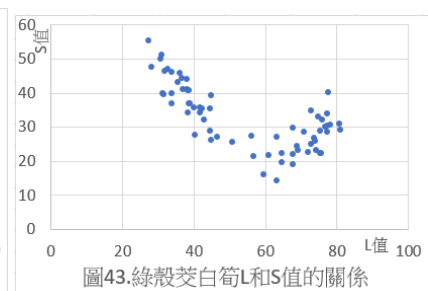
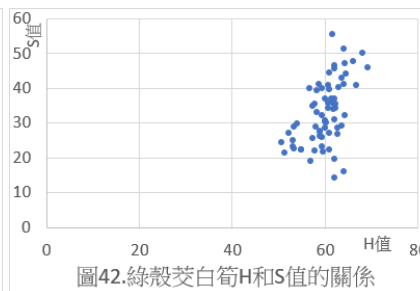
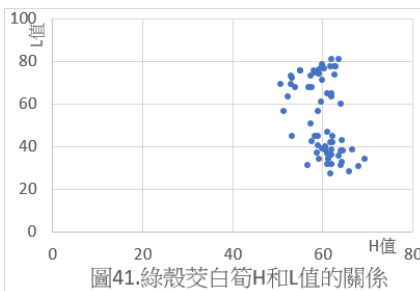
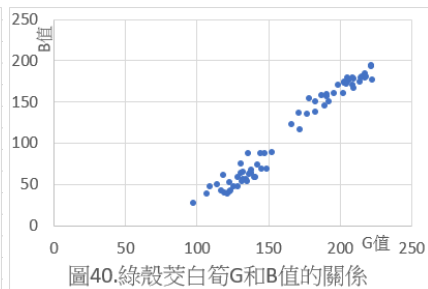
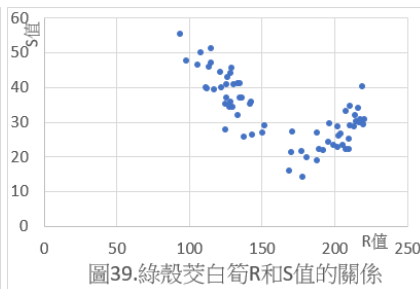
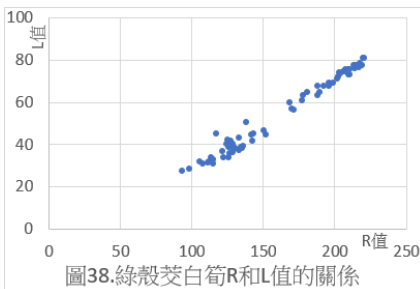
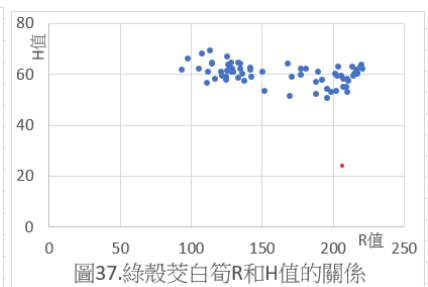
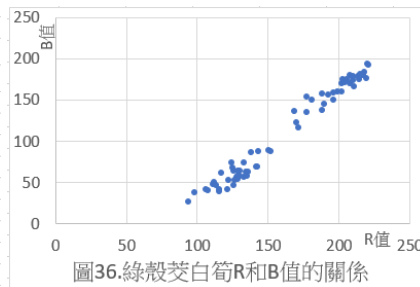
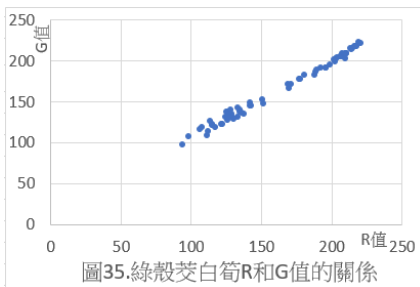
表 9.不同切面的黑點數

品種	樣品數	第一節垂直切面		第二節斜切面	
		有黑點	無黑點	有黑點	無黑點
綠殼	140	73	67	84	56
		52.1%	47.9%	60.0%	40.0%
紅殼	178	109	69	107	71
		61.2%	38.8%	60.1%	39.9%

### 三、利用色相分析軟體測茭白筍的條件

#### (一)數值之間的關係

(圖 35-43 第 2 作者繪製)



- 1.由圖35-43可以知道色相分析所得的 R、G、B、L 值之間，會隨著彼此的增加而增加，尤其 R 值與 G 值幾乎呈現直線增加的關係，因此實驗取 RGB 數值做判斷。
- 2.色相分析是個精密的測驗工具，肉眼看起來沒有很大的差異，數據間相差卻是很大，每次實驗時要確實做好控制變因，提高實驗準確度。

#### (二)檢測區域

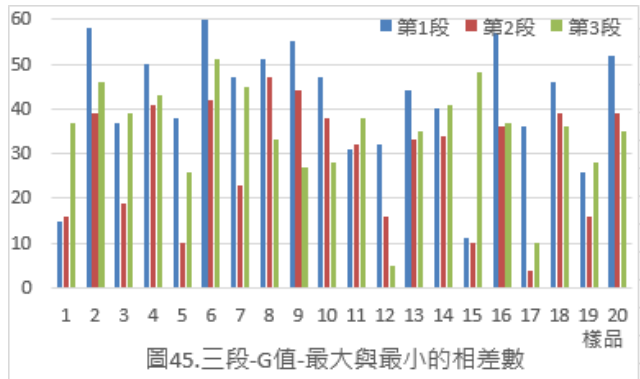
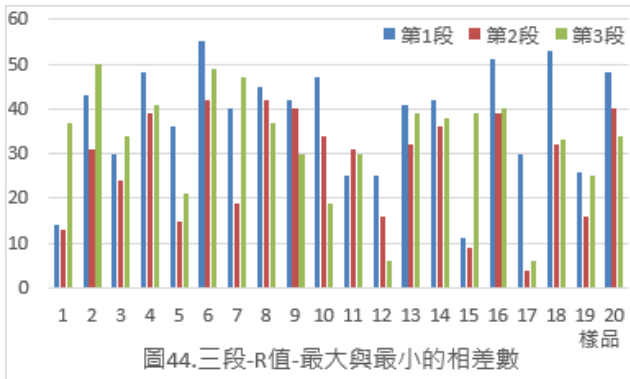
- 1.由圖44、45所測得每個樣品三段中，RG 值最大平均與最小平均的差異可以看出來，

中間第二段的差異比較小一些，也比較穩定，因此後續實驗決定測試區域為中間段。

2.測量時要測5個點，並且要平均分散，不能只測綠色或白色，否則會造成誤差。

3.本研究考量影響顏色辨識時的環境條件、裝置檢測的距離、桌面照度等因素，以提高檢測準確度。

(圖 44-45 由第 2 作者繪製)



#### 四、利用色相分析軟體找出內部有黑的茭白筍

##### (一)綠殼茭白筍外皮的 RGB 數值

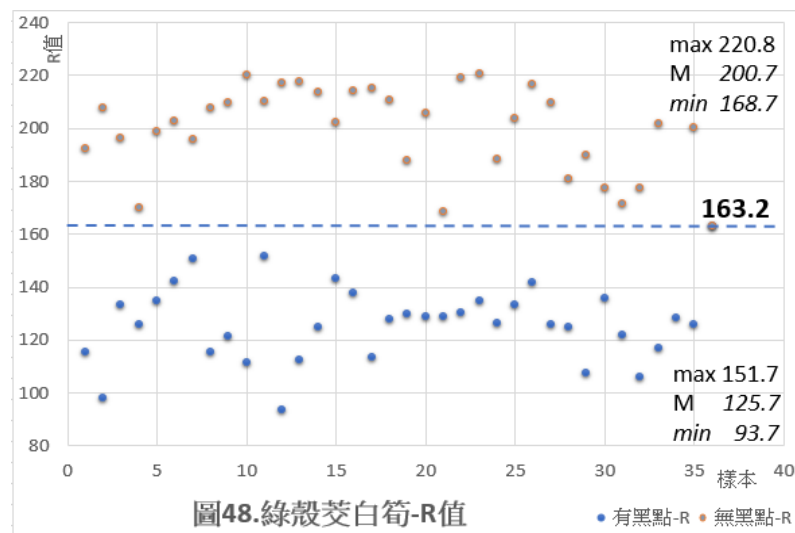
1.切開後沒有黑點的茭白筍，他的組織看起來比較均勻、細緻(圖 46)，煮熟後吃起來纖維短、口感佳；圖 47 有黑點的看起來比較粗糙，切面的顏色有淺棕色、棕色、灰色到黑色，大小不一，非連續性，吃起來纖維粗糙、韌性大、沒甜甜的味道。



圖 46.無黑點綠殼茭白筍的切面



圖 47.有黑點綠殼茭白筍的切面(圖 46-47 第 2 作者拍攝)



(圖48-50第 1、2作者 共同繪製)

2.實驗結果如圖 48,有黑點綠殼茭白筍外皮 R 值的總平均 125.7,無黑點的總平均 200.7,兩者之間有一條明顯的界線,因此認為綠殼茭白筍 R 在 160 以下時,內部是有黑點。

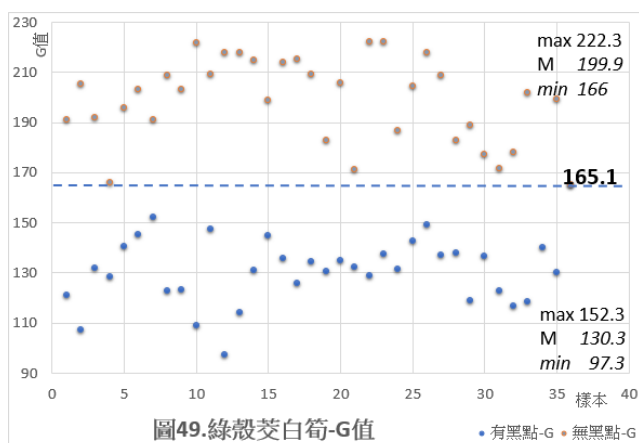


圖49.綠殼茭白筍-G值

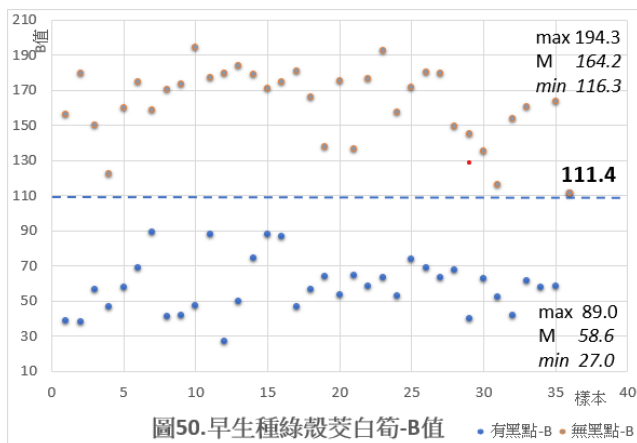


圖50.早生種綠殼茭白筍-B值

3.如圖 49 有黑點綠殼茭白筍外皮 G 值的總平均 130.30,無黑點的總平均 199.9,兩者之間有一條明顯的界線,因此認為綠殼茭白筍 G 在 165 以下時,內部是有黑點。

4.如圖 50 有黑點綠殼茭白筍外皮 B 值的總平均 58.6,無黑點的總平均 164.2,兩者之間有一條明顯的界線,因此認為綠殼茭白筍 B 在 110 以下時,內部是有黑點。

## (二)紅殼茭白筍外皮的 RGB 數值

1.由圖 51 和 52 可以看出,紅殼茭白筍更加白皙,有黑點的組織比較粗糙。



圖51.無黑點紅殼茭白筍

圖52.有黑點紅殼茭白筍(圖51-52第2作者拍攝與製作)

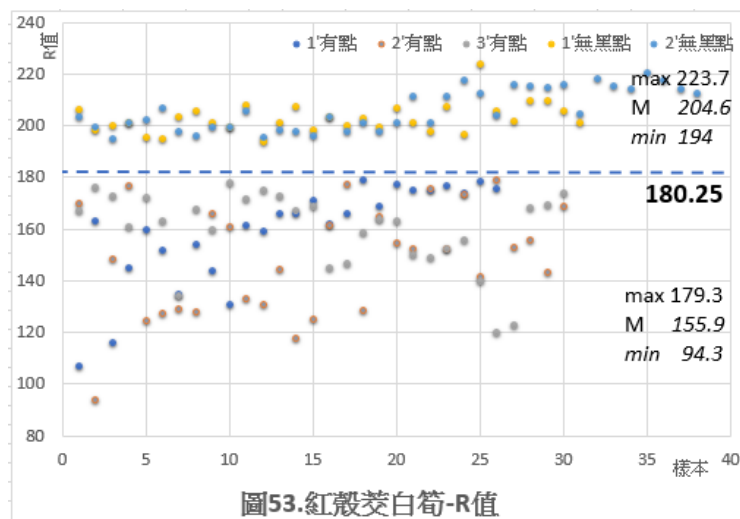
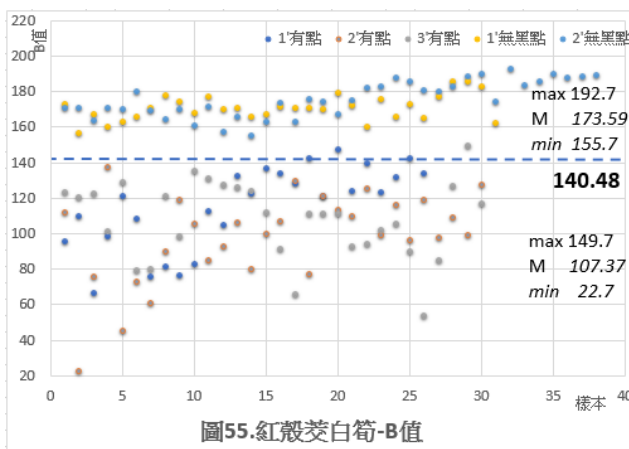
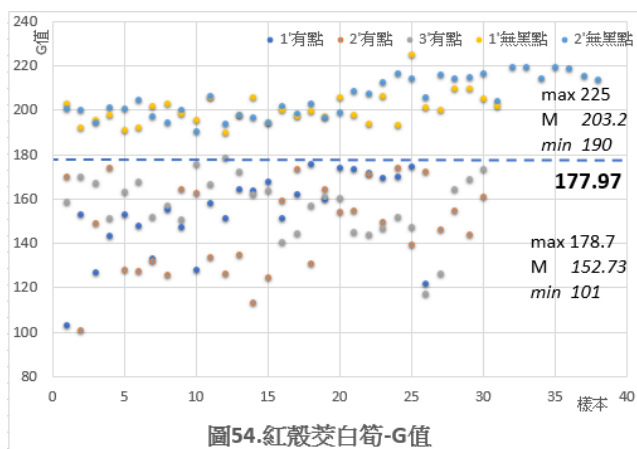


圖53.紅殼茭白筍-R值

(圖53-55圖  
第1、2作者  
共同繪製)

2.實驗結果(圖 53),有黑點紅殼茭白筍外皮 R 值的總平均 155.90,無黑點的總平均 204.6,兩者之間有一條明顯的界線,因此認為紅殼茭白筍 R 在 180 以下時,內部是有黑點。



3.有黑點紅殼茭白筍外皮 G 值的總平均 152.73,無黑點的總平均 203.20,兩者之間如圖

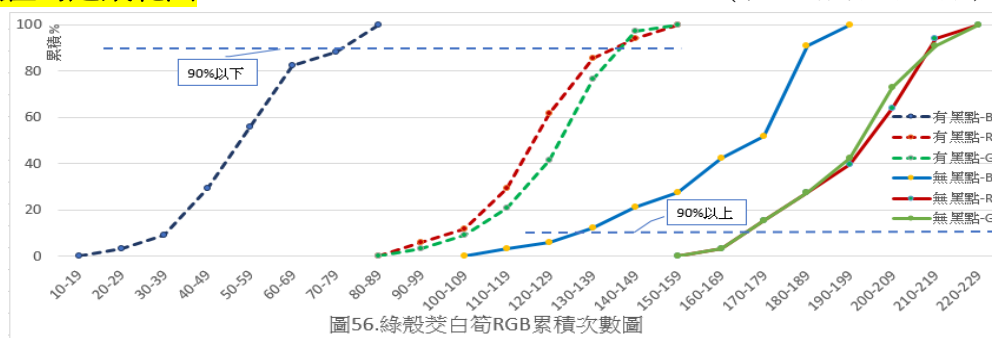
54 有一條明顯的界線,因此認為紅殼茭白筍 G 在 180 以下時,內部是有黑點。

4.有黑點紅殼茭白筍外皮 B 值的總平均 107.37;無黑點的總平均 173.59,兩者之間如圖

55 有一條明顯的界線,因此認為紅殼茭白筍 B 在 140 以下時,內部是有黑點。

### (三) RGB 數值的建議範圍

(第 1、2 作者共同繪製)



1.如圖 56 綠殼茭白筍 RGB 累積次數圖,無黑點的其 Red 值有 90%在 173.1 以上,Green 值有 90%在 173.4 以上,Blue 值有 90%在 135.6 以上;有黑點的 Red 值有 90%在 142.1 以下,Green 值有 90%在 145 以下,Blue 值有 90%在 79.4 以下。

2.考慮綠殼茭白筍外皮有無點的 RGB 數值的平均值與 90%的建議範圍,繪製如圖 57 供農友使用時參考。

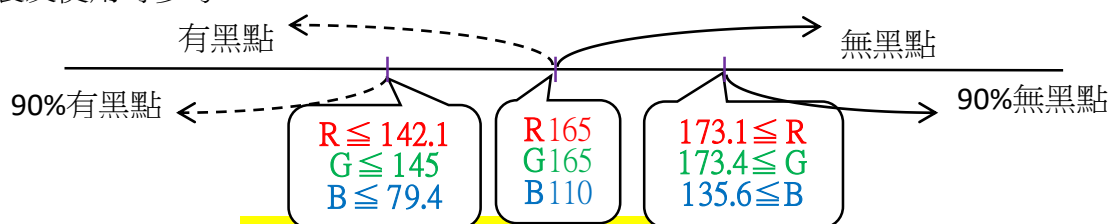


圖 57.綠殼茭白筍 RGB 數值的建議範圍 (第 1、2 作者共同繪製)

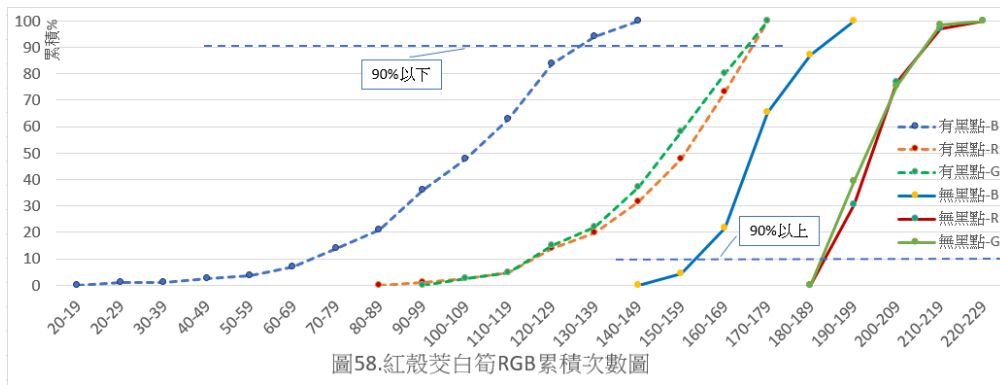


圖58.紅殼茭白筍RGB累積次數圖

3. 如圖 58 紅殼茭白筍 RGB 累積次數圖，無黑點的其 Red 值有 90% 在 196.3 以上，Green 值有 90% 在 194 以上，Blue 值有 90% 在 162.6 以上；有黑點的其 Red 值有 90% 在 175.9 以下，Green 值有 90% 在 173.3 以下，Blue 值有 90% 在 134 以下。

4. 考慮紅殼茭白筍外皮有無點的 RGB 數值的平均值與 90% 的建議範圍，繪製如圖 59 供農友使用時參考。

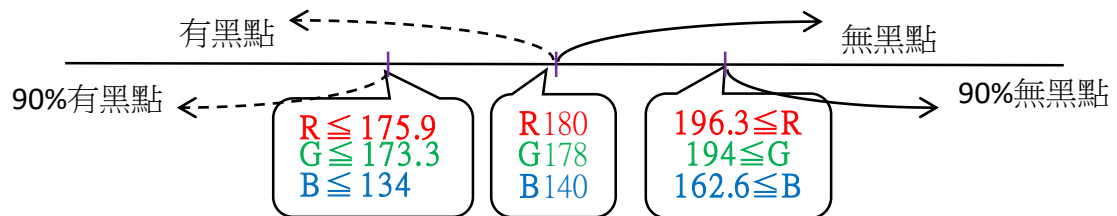


圖59.紅殼茭白筍 RGB 數值的建議範圍 (圖58-59第1、2作者繪製)

#### (四) 利用此技術檢測茭白筍的正確率

1. 檢測樣品綠殼(早生種)40 支樣品，每支測 5 點，共測 200 點。
2. 比對建議範圍(圖 57)發現有沒有黑點的茭白筍符合平均值的有 141 點，佔 70.5%，不符合建議範圍的佔有 29.5%，樣品符合 90% 範圍者的有 58.0%，表示用此測驗方法，可以檢驗出內部有沒有黑點的正確機率超過 7 成。

### 五、利用色相分析檢測為剝殼茭白筍建立分級制度

(第 1、2 作者共同繪製)

(一) 圖 60 是不同等級茭白筍色相 RGB 的平均值，第一級特優品的 R、G 值在 190 以上、B 值 150 以上。

(二) 第二級優良品的 R 和 G 值在 150-190、B 值在 95-150。

(三) 第三級良品的 R、G 值在 150 以下、B 值 95 以下，茭白筍分級時，可參考這個範圍。

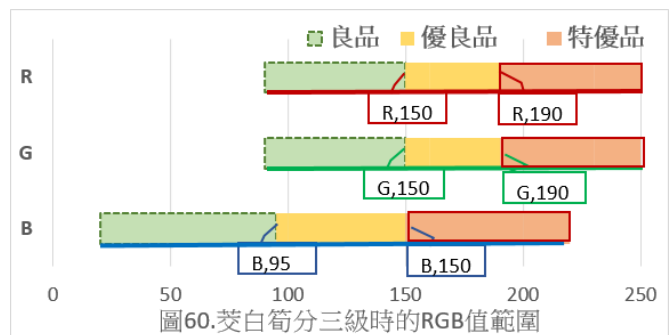


圖60.茭白筍分三級時的RGB值範圍

## 六、利用色相分析檢測為茭白筍分辨品種

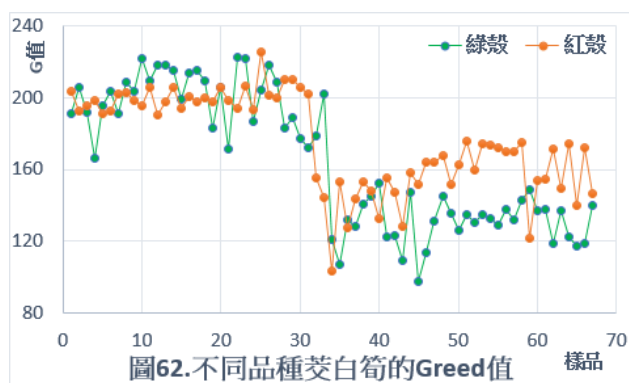
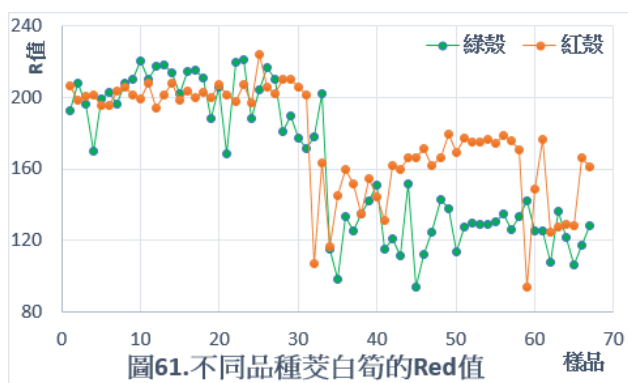
### (一)帶殼茭白筍的色相分析值

- 1.綠殼茭白筍的色相分析結果，R 值在 137-188、G 值在 174-220、B 值在 78-132。
- 2.紅殼茭白筍的色相分析結果，R 值在 193-230，G 值在 160-201，B 值在 82-162。
- 3.品種間，紅殼的 Red 值 $>190$ ，比綠殼的高，綠殼的 Green 值比較高，兩者的 Blue 值差異不大；帶殼茭白筍不同的品種可以藉由 R 值辨別。

### (二)剝殼茭白筍的色相分析值

- 1.由圖 61、62 可以知道不同品種(綠殼和紅殼)的 RGB 值都很接近，無法辨識出剝殼茭白筍品種間的差異。
- 2.當他們帶有黑點時，RGB 色相值比較分散，綠殼茭白筍的數值比較低、比較綠，但仍然不易分辨出不同品種剝殼時的差異。

(圖 61-62 第 2 作者繪製)



## 七、利用色相分析檢測為茭白筍建立最佳採收時機

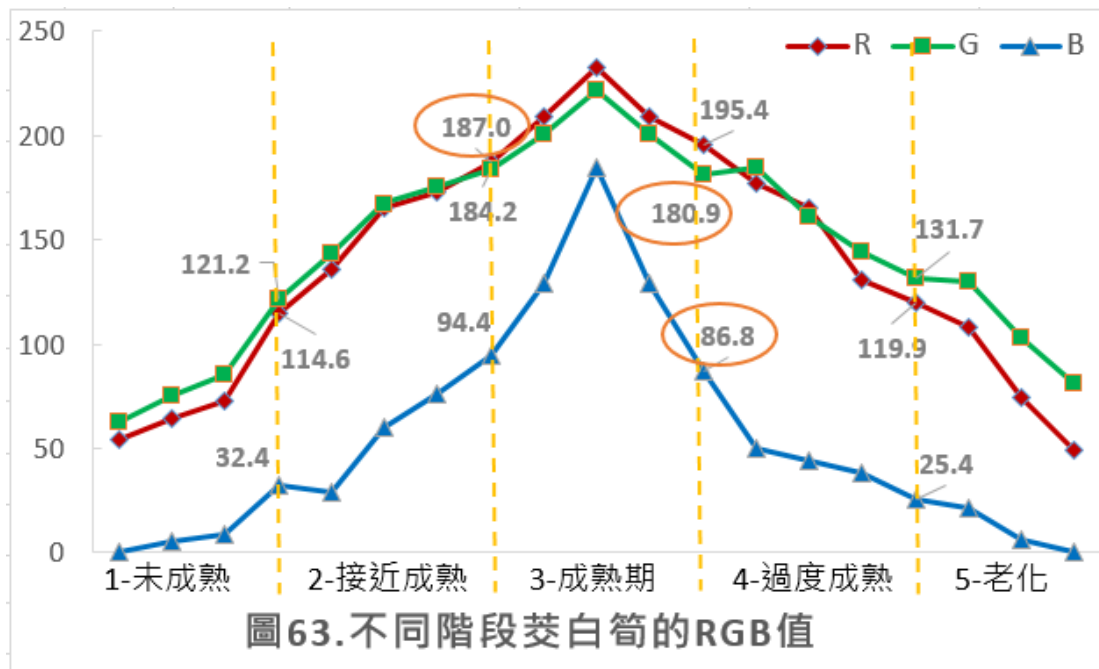
- (一)由表 10 可以知道，茭白筍最外面葉子的色相值 R 值平均 23.1，G 值平均 40.4，越往裡面顏色越淺。當茭白筍開始進入成熟期，葉子的 R、G 值會變大，顏色較淺。

表 10.茭白筍葉子的色相平均值

葉子	R	G	B
第 1 片	23.1	40.4	5.8
第 2 片	90.7	101.1	50.6
第 3 片	139.6	145.3	83.7
第 4 片	174.3	174.4	110.6

- (二)第一階段未成熟測得的是最外面葉子，第

二階段是已經展露出來的內葉，RGB 值接近無黑點的數據，第三階段**成熟期的 R 值  $\geq 187.0$ 、G 值  $\geq 180.9$ 、B 值  $\geq 86.8$** ，無點的建議範圍，第四階段和第五階段測到的是變綠色的茭白筍，此時的數據也剛好落在有點的建議範圍。



(第1、2作者共同繪製)

(三)實驗結果，**最佳採收期是：R 值 $\geq$ 209、G 值 $\geq$ 200、B 值 $\geq$ 130**。糖度王的數值更高，R 值在 230 以上，G 值在 235 以上，B 值在 150 以上。

## 八、意外發現~~烏趺趺(oo-sô-sô)的茭白筍

(一)黑趺趺(oo-sô-sô)的茭白筍比一般的美人腿還要粗胖、短小，剝掉葉子後(圖 64)，如圖 65 裡面的**黑點會透出表皮**，如圖 66 組織內佈滿黑點，切口放 30 分鐘後，如圖 67 黑點會持續生長冒出來，用手摸、刮它，有粉粉的顆粒感。



圖 64.剝掉外皮



圖 65.外皮



圖 66.斜切第二節



圖 67.第一節切口 (圖 64-67 第 1 作者拍攝)

(二)切口全黑者，平均重量 17.5g，體積 21.5cm<sup>3</sup>，平均密度高達 0.93，比沒有黑點的密度更高，可以說是**又黑又短小又重**。

表 11. 色相分析黑趣趣的茭白筍的數據總整理

平均	R	G	B	H	L	S
最大值	176	179	164	81	60	100
總平均	130.1	135.4	79.5	63.9	41.9	33.3
最小值	24	44	0	39	9	8

(三)當葉子完整包覆時，表皮比較白，由表 11 可以知道，R 最高可達 176，G 值更達 179，接近無黑點的數值，但是，他的黑是從很小時就有，不像其他黑點的是逐漸形成的。

## 伍、討論

### 一、茭白筍的種植歷程與田間管理

(一)植株型態：莖分成地下根狀莖及地上莖，根狀莖長側芽，側芽可以長成新株。地上莖由葉鞘包著呈短縮狀，接近成熟時期前一週開始長出茭白筍。

(二)種植循環歷程：選種→育苗→苗生長→分株種植→植株生長→成熟與採收→休眠。

(三)農友做了以下工作，以減少筍體產生黑點：

- 1.選種育苗：選擇外型整齊、產率高、且成熟較一致者的**優良母莖**，作為種苗。
- 2.土壤與水送檢驗分析，了解種植環境與建議，依照檢測結果，調整施肥。
- 3.水溫管理1：田間用水隨時保持流動，並放養浮萍，**降低水溫**。

表12.中央氣象署 CODiS 氣候資料報表 中文站名：三芝 站碼：C0AD00

觀測時間	112.04	112.05	112.06	112.07	112.08	112.09	112.10	112.11	113.04	113.05
最高氣溫>30℃的天數	3	7	25	30	29	26	1	4	6	3

4.水溫管理 2：表 13 根據中央氣象署 CODiS 氣候資料服務系統得知，4-11 月三芝地區最高氣溫≥30℃的天數，考慮栽種情形後，4-5 月育苗區與 6-10 月植株區在 10 點氣溫超過 28℃時，建議利用加壓馬達抽水、灑水降低溫度，**預防水溫超過 30℃**。

5.植株會長出各種形態的茭白筍，有優良品質、半天筍、全黑的，甚至於不會長的，這



些農友在採收過程做記號，為選種做準備。

6.接近成熟期時每日巡視田區，檢視筍體成熟狀況，**把握採收時機**。

7.採收後茭白筍如圖68**泡水降低溫度**，接著冷藏，預防茭白筍老化，商品價值降低。



圖68.採收後泡水(第1作者拍攝)

## 二、茭白筍的基本特性

(一)品種：綠殼茭白筍(早生種)與紅殼茭白筍(晚生種)兩者**產期會重疊**，紅殼茭白筍最外面葉子帶點微微紅褐色，且筍肉較白皙；一般人不容易分辨出兩者的差異。

(二)外觀：茭白筍在 4-5 節之間，當筍體過熟、氣溫炎熱與溫度變化大時，筍子末端容易彎曲，葉子會脫離筍體，呈現打開的樣子。

(三)外型：茭白筍的長短、粗細、筆直度差異很大，與栽培管理、採收時的成熟度有關。

(四)密度：<1，有黑點的密度比較小，平均 0.75，無黑點的平均 0.87。

(五)糖度：4.1-6.6<sup>o</sup>Bx，平均 5.69<sup>o</sup>Bx。

(六)黑點：不是隨著植物纖維連續生長，由褐色逐漸加深到全黑，無黑點的茭白筍纖維較細、吃起來比較甜，有黑點的纖維組織比較粗，口感不佳。

(七)黑點比率：**專業農友**挑選的茭白筍有 56.6%有黑點，他的不準確率將近 6 成，**沒有黑點的正確率有 43.4%**；實驗室檢測的樣本有 6 成有黑點，農友整理茭白筍貨品時，無法輕易從外觀判斷裡面是否有黑點，因此容易造成品質管理上的困擾

## 三、利用色相分析軟體測茭白筍的條件

(一)R、G、B 和 L 值會隨著彼此的增加而增加，尤其 R 與 G 值幾乎呈現直線增加的關係。

(二)檢測區域取數值穩定、差異小的**中間段**。

(三)色相分析是精密的測驗工具，要**考量影響顏色辨識時外在因素**，以提高檢測準確度。

## 四、利用色相分析軟體找出內部有黑的茭白筍

(一)綠殼茭白筍外皮的 RGB 數值

- 1.有黑點綠殼茭白筍外皮 R 值的總平均值是 125.7；無黑點綠殼外皮 R 值的總平均值是 200.7，因此認為綠殼茭白筍 R 值在 160 以下時，內部是有黑點。
- 2.有黑點綠殼茭白筍外皮 G 值的總平均值是 130.30；無黑點綠殼外皮 G 值的總平均值是 199.9，因此認為綠殼茭白筍 G 值在 165 以下時，內部是有黑點。
- 3.有黑點綠殼茭白筍外皮 B 值的總平均值是 58.6；無黑點綠殼外皮 B 值的，總平均值是 164.2，因此認為綠殼茭白筍 B 值在 110 以下時，內部是有黑點。

## (二)紅殼茭白筍外皮的 RGB 數值

- 1.有黑點紅殼茭白筍外皮 R 值的總平均值是 155.90；無黑點紅殼茭白筍外皮 R 值的總平均值是 204.6，因此認為紅殼茭白筍 R 值在 180 以下時，內部是有黑點。
- 2.有黑點紅殼茭白筍外皮 G 值的總平均值是 152.73；無黑點紅殼茭白筍外皮 G 值的總平均值是 203.20，因此認為紅殼茭白筍 G 值在 180 以下時，內部是有黑點。
- 3.有黑點紅殼茭白筍外皮 B 值的總平均值是 107.37；無黑點紅殼茭白筍外皮 B 值的總平均值是 173.59，因此認為紅殼茭白筍 B 值在 140 以下時，內部是有黑點。

## (三)RGB 數值的建議範圍

- 1.無黑點的綠殼茭白筍有 90%其 Red 值  $\geq 173.1$ 、Green 值  $\geq 173.4$ 、Blue 值  $\geq 135.6$ ；有黑點的有 90%Red 值  $\leq 142.1$ 、Green 值  $\leq 145$ 、Blue 值  $\leq 79.4$ 。
- 2.無黑點的紅殼茭白筍有 90%其 Red 值  $\geq 196.3$ 、Green 值  $\geq 194$ 、Blue 值  $\geq 162.6$ ；有黑點的有 90%Red 值  $\leq 175.9$ 、Green 值  $\leq 173.3$ 、Blue 值  $\leq 134$ 。
- 3.當消費者不知道品種時，只好保守的取範圍，Red 值無黑點在 196.3 以上，有黑點的在 142.1 以下；Green 值無黑點的在 194 以上，有黑點的在 145 以下；Blue 值無黑點在 162.6 以上，有黑點的在 79.4 以下。

## (四)利用此技術檢測茭白筍的正確率

- 1.檢測樣品綠殼(早生種)樣品，比對建議範圍發現符合平均值的超過 7 成，不符合的樣品點佔有 3 成；有黑點的樣品符合 90%以下範圍者的也有 6 成。
- 2.知道樣品的品種，可以提高檢測正確率，不知道樣品品種時，比對範圍太過狹隘，檢測準確度會降低。

## 五、利用色相分析檢測為剝殼茭白筍建立分級制度

(一)第一級特優品的 R、G 值在 180 以上、B 值 140 以上。(圖 71)

(二)第三級良品的 R、G 值在 150 以下、B 值 90 以下，第二級優良品的 RGB 值在第一、二級中間。

## 六、利用色相分析檢測為茭白筍分辨品種

(一)帶殼的品種間，綠殼的 Green 值比較高，紅殼的 Red 值比較高，兩者的 Blue 值差異不大，可以由 R、G 值分辨出差異。

(二)剝殼的茭白筍，不同品種間 RGB 值都很接近，無法辨識出品種間的差異。

## 七、利用色相分析檢測為茭白筍建立最佳採收時機

(一)平時外葉包覆著筍體，當茭白筍膨大成熟，逐漸展露出來白白的美人腿，最後曬成綠色的胖胖腿。最佳的採收時機，主要在**筍肉逐漸不被包覆，露出白皙的地方時**。

(二)農友表示筍肉長大約需 6-8 天，成熟到老化只是 2 天左右，半天就會有很大的變化，因此採收期間每天都需要下田巡視。

(三)由色相分析結果，第三階段**成熟期的 R 值>187.0、G 值>180.9、B 值>86.8**，跟無點的建議範圍一樣，**最佳採收期是：R 值>209、G 值>200、B 值>130**。糖度王的數值更高，R 值在 230 以上，G 值在 235 以上，B 值在 150 以上。

(四)考慮到包裝與運送所需的時間，因此在接近成熟期、筍肉還包覆的情況下就要採收。

## 八、意外發現~~烏趑趑(oo-sô-sô)的茭白筍

(一)黑趑趑(oo-sô-sô)的茭白筍短小，裡面的黑點會透出表皮，黑點會持續生長，用手摸、刮它，有**粉粉的顆粒感**。

(二)這種切口全黑者，**密度高達 0.93**。

## 陸、結論

### 一、茭白筍的生長歷程與田間管理

(一)**種植循環歷程**：選種→育苗→生長→分株種植→成熟與採收→休眠，歷經一年。

(二)農友做了以下的工作，以減少筍體產生黑點：

- 1.選擇外型整齊、產率高、且成熟較一致者的優良母莖，作為種苗。
- 2.土壤與水送檢驗分析，調整施肥比例。
- 3.維持灌溉用水流動，並放養青萍防曬與降低水溫。
- 4.早上10點氣溫 $>28^{\circ}\text{C}$ 時，建議用加壓馬達抽水、灑水，預防水溫超過 $30^{\circ}\text{C}$ 。
- 5.筍體成熟前莖部瘦小，當茭白筍膨大露出白白的肚子時是最佳採收時機，接著葉子逐漸張開，筍體也會逐漸變深綠色與老化，商品價值會逐漸降低。
- 6.採收後泡水降溫和冷藏，保持新鮮以提高商品價值。

(三)未來希望能透過篩選優質黑穗菌的品種，來達到增加品質與產量的目的。

## 二、茭白筍的基本特性

(一)綠殼茭白筍與紅殼茭白筍的產期會重疊，紅殼茭白筍最外面葉子帶點微微紅褐色，且筍肉較白皙，不容易分辨出兩者的差異。

(二)茭白筍的長度 5-31cm、重量 10.7-90.2g，體積 11.8-127.4  $\text{cm}^3$ ，節數是 4-5 節，包覆 6-8 片葉子，筍肉筆直；糖度 4.1-6.6 $^{\circ}\text{Bx}$ ，平均 5.69 $^{\circ}\text{Bx}$ 。

(三)有黑點的茭白筍密度比無黑點的小，平均 0.75，無黑點的平均 0.87，我們可以利用 95% 的酒精(比重 0.81)協助判斷，浮上來的是有黑點。

(四)黑點是非連續性的分散在茭白筍內部，由淺褐色逐漸加深到全黑，實驗樣品有 61.2% 有黑點，且無黑點的纖維組織較均勻、細緻、比較甜整體口感佳。

(五)有經驗的農友挑選的茭白筍，有 56.6% 內部有黑點；加上切口無黑點，不代表內部無黑點，這些讓農友很困擾。

## 三、利用色相分析軟體測茭白筍的條件

(一)色相分析所得的 R、G、B、L 值之間，會隨著彼此的增加而增加，其中 R 值與 G 值幾乎呈現直線增加的關係。

(二)檢測區域取 RGB 數值差異小、穩定的中間段。

(三)色相分析是個精密的測驗工具，實驗操作時需要注意控制變因，以提高實驗準確度。

#### 四、利用色相分析軟體找出內部有黑點的茭白筍

- (一)綠殼茭白筍內部是有黑點的參考值是 R 值 $<160$ 、G 值 $<165$  和 B 值 $<110$ 。
- (二)紅殼茭白筍內部是有黑點的參考值是 R 值 $<180$ 、G 值 $<180$  和 B 值 $<140$  時。
- (三)綠殼茭白筍 90%內部無黑點的參考值是 R 值 $>173.1$ 、G 值 $>173.4$  和 B 值 $>135.6$ ；90% 內部有黑點的參考值是 R 值 $<142.1$ 、G 值 $<145$  和 B 值 $<79.4$ 。
- (四)紅殼茭白筍 90%內部無黑點的參考值是 R 值 $>196.3$ 、G 值 $>194$  和 B 值 $>162.6$ ；90%內 部有黑點的參考值是 R 值 $<175.9$ 、G 值 $<173.3$ 、B 值 $<134$ 。
- (五)專業農友挑選沒有黑點的正確率有 43.4%，我們實測綠殼茭白筍，符合參考值作為判斷建議範圍的佔有 7 成，不符合的佔有 3 成；有黑點的樣品符合 90%以下範圍者的也有 6 成，顯示這是一個有效的檢驗方式。
- (六)繪製圖 69 供農友使用時參考。

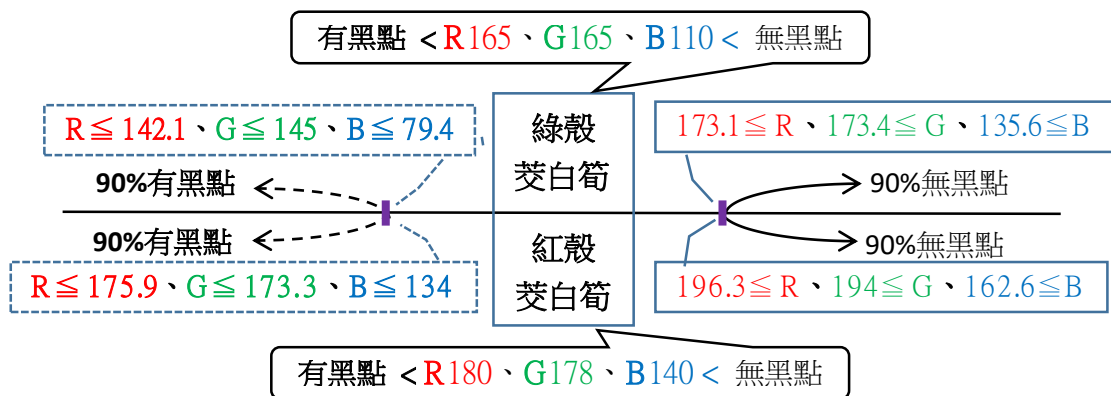


圖 69. 茭白筍 RGB 數值的建議範圍 (第 1、2 作者共同繪製)

#### 五、利用色相分析檢測為剝殼茭白筍建立分級制度

- (一)第一級特優品的 R 和 G 值 $>190$ 、B 值 $>150$ 。
- (二)第二級優良品  $150 < R, G < 190, 95 < B < 150$ 。
- (三)第三級良品的 R、G 值 $<150$ 、B 值 $<95$ 。

(第 1、2 作者共同繪製)

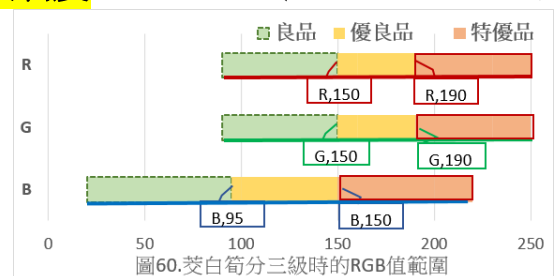


圖60. 茭白筍分三級時的RGB值範圍

#### 六、利用色相分析檢測為茭白筍分辨品種

- (一)辨識帶殼茭白筍的判斷方式是綠殼的 Green 值比較高，紅殼的 Red 值比較高，而且紅殼茭白筍的 R 值 $>190$ 。
- (二)剝殼茭白筍無法藉由此色相分析條件辨識出品種間的差異。

## 七、利用色相分析檢測為茭白筍建立最佳採收時機

- (一)當茭白筍的膨大成熟，逐漸露出白皙的美人腿，此第三階段成熟期的 R 值>187.0、G 值>180.9、B 值>86.8，跟無點的建议範圍一樣，成熟期中的最佳的採收時機：R 值>209、G 值>200 和 B 值>130，此時品質最佳，品質競賽冠軍甜度王 RGB 數據更高，其 R 值>230、G 值>235 和 B 值>150。
- (二)考慮到儲存運送建議在接近成熟期、還包覆葉子的情況採收，以維持產品的新鮮度。

## 九、意外發現~~烏趣趣(oo-sô-sô)的茭白筍

- (一)黑趣趣(oo-sô-sô)的黑心茭白筍密度高達 0.93，黑點會透出表皮，且有粉粉的顆粒感。
- (二)表皮的 R 值最高可達 176，G 值 179，接近無黑點的數值，但，只是表皮白，他的黑是密集、從很小時就有，不像其他花心的黑點是分散、逐漸形成的。
- (三)全黑的茭白筍，菌含量超高的，但是上不了餐桌，有什麼方式可以做成大家能接受的食用形式，是我們好奇的地方。

## 十、未來展望

- (一)茭白筍因為有孤黑穗菌所以莖部會膨大，農友才有收穫，但此菌也會造成茭白筍內部有黑點，是否能透過品種的篩選或接種，以及怎樣的栽培管理才會降低黑點發生機率，提高品質，都是我們未來努力的方向。
- (二)氣候變遷，氣溫與水溫上升也是造成茭白筍品質不穩定的因素之一，雖然保持用水流動狀態與灑水可以降溫，但最根本的是愛護環境的行動。
- (三)色相分析可以應用在很多其他方面，例如空氣汙染、水質檢測……等，協助我們生活更便利。

## 柒、參考文獻資料

- 一、楊志維、簡禎佑、林孟輝。(2012/05) 北部地區茭白筍栽培管理技術，《桃園區農業技術專輯》8期Pp.9-13。取自 <https://doi.org/10.29568/BGY.201205.0004>
- 二、蔡正宏(2012)。茭白與黑穗菌的相互關係。台中區農業改良場一〇一年專題討論專集。台中市: 台中區農業改良場。

[https://www.tcdares.gov.tw/upload/tdais/files/web\\_structure/8187/TC0211637.pdf](https://www.tcdares.gov.tw/upload/tdais/files/web_structure/8187/TC0211637.pdf)

三、鄭志德，2010年。基於關聯式分析之車輛顏色辨識技術，國立台灣科技大學，碩士論文。

四、陳冠蓉，2022年。基於物聯網之顏色辨識語音指引系統，國立勤益科技大學，碩士論文。

五、彭佳悅、彭佳怡(2014)。花開花飛花滿天—以手機應用軟體色差計探討植物色素對酸鹼與重金屬之色差值可行性。2023/10/26，取自中華民國第54屆中小學科學展覽會

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/pdf/030213.pdf>

六、鄭安愉、吳庭妤、謝佩筠(2022)威錫先生—從錳來看反應速率。2023/10/27，取自中華民國第62屆中小學科學展覽會

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/62/pdf/NPHSF2022-050202.pdf?0.7069997959770262>

七、張信富、劉恆宏(2017/10/22)。「美人腿」茭白筍原來不是筍？快速去殼就用這招!取自

<https://food.ltn.com.tw/article/4289> (2023/10/24)

八、(2019/12/05)為什麼茭白筍有黑點？菰黑穗菌與茭白筍黑點的秘密關係(密集恐懼者慎入)。

[https://waterbamboo.com/trivia/ustilago-esculenta/\(2023/10/27\)](https://waterbamboo.com/trivia/ustilago-esculenta/(2023/10/27))

九、臺北運銷股份有限公司的蔬菜分級包裝~茭白筍 (109年)

<http://www.tapmc.com.taipei/Pages/Market/Packing/G0003A>

十、採後與保鮮分級100/10/26,茭白筍主題館-農業知識入口網。

<https://kmweb.moa.gov.tw/subject/subject.php?id=31937>

十一、測站資料-三芝，站碼：C0AD00,中央氣象署 CODiS 氣候資料服務系統

<https://codis.cwa.gov.tw/StationData>

## 【評語】 082914

此研究探討了一種利用手機應用軟體 Color Analyzer 來檢測茭白筍內部黑點的方法，研究成果證明了色相分析法可作為檢測工具的可行性，這種方法簡便、環保、不具破壞性且低成本，有助於農友及時採收並檢查內部是否有黑點，提升農產品的經濟價值。幾點建議如下：

1. 色相分析法為非侵入性檢測方法，具有極佳的實用性。
2. 雖然此檢測方法具有一定準確性，但內部黑點檢測的準確率僅達到七成，這意味著仍有相當比例的茭白筍可能無法被準確檢測出來，存在漏檢或誤檢的風險。此外，未能檢測出黑點的可能原因建議進一步討論。
3. 檢測以帶殼的茭白筍葉片 RGB 值具有指標性意義，但葉片如何挑選？以第幾片具有較佳的準確性？為什麼？
4. 實驗結果會受到光線、亮度等實驗環境的影響而造成誤差，因此，實驗環境的控制及變因的操控需要更留意，請問實驗過程如何控制這些因素？



## 作品簡報



# ～無所遁形～



利用色相分析找出內部有黑點的茭白筍



有黑點 ← 無黑點

綠殼茭白筍 R=165、G=165、B=110  
紅殼茭白筍 R=180、G=180、B=140

分級：特優品的 R ≥ 190、G 值 ≥ 190、B 值 ≥ 150  
最佳採收時機：R 值 ≥ 210、G 值 ≥ 200、B 值 ≥ 130

此實驗證明了：使用色相分析軟體為可行的檢驗方式，是簡便、環保、不具破壞性又低成本的，可以幫助農友及時採收並檢查內部是否有黑點，以提高農產品的經濟價值。

## 壹、前言

### 一、研究動機

切開茭白筍檢查內部時會有損耗，研究如何可以不用切，只檢查外表就能知道茭白筍內部組織是否有黑點的方法，希望這項研究能找到既簡便又有效的檢測方式，來幫農友解決這個問題，以掌握採收時間，提高農產品的經濟價值，增加更多收入。

### 二、研究目的

- (一)了解茭白筍的種植歷程與田間管理。
- (二)了解茭白筍的基本特性與黑點比例。
- (三)利用手機色相分析軟體測表皮的色相RGB值，找出判斷**內部有黑點的建議範圍**。
- (四)利用此方法測茭白筍外表的色相RGB值，以分辨品種、**分級**和建立**最佳採收時機**。



圖1. 有黑點紅殼茭白筍



## 貳、研究設備及器材

- 一、茭白筍田：位於三芝區埔頭里與福德里
- 二、樣品：綠殼茭白筍、紅殼茭白筍。



圖2. 綠殼茭白筍 (一善農林休閒農場提供) 圖3. 紅殼茭白筍

- 三、設備：手機 EMUI-JKM-LX2、數位式照度錶 TENMARS YF-170 和手持式糖度計法 (Brix)。
- 四、器材：電子磅秤、量筒、手機、Double A 白紙、手機支架、滴管、裝水容器2個、刀、托盤數個、溫度計。
- 五、色相分析軟體 (Color Analyzer)：版本2.0.2，做色相 RGBHLS 數值的分析。

## 參、研究過程與方法

### 一、研究架構

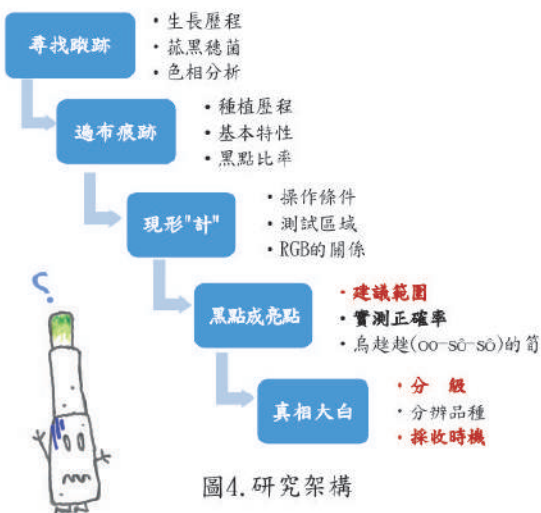


圖4. 研究架構

### 二、擬訂色相分析軟體測茭白筍的實驗操作條件

#### 1. 裝置：



圖5. 手機檢測茭白筍的示意圖

#### 2. 光源：T8 LED燈，實驗

桌的亮度在 600-750Lux，平均 688.7Lux；調整手機架角度與高度，L值設定為70。

#### 3. 時間：午休，因為這個時間教室與走廊比較無人移動，可以減少光線的干擾，也可以加裝隔板，避免光線受到光影干擾。

#### 4. 樣品檢測區域：茭白筍剝殼，每次旋轉約70-80度及位移約1公分，每段測5個點；找出適合的檢測區域。

## 肆、研究結果與討論

### 一、茭白筍的種植歷程與田間管理

#### (一)種植循環歷程：



圖6. 茭白筍生長歷程

#### (二)農友做了以下的工作，以減少筍體產生黑點：

1. 選擇**優良母筍**，作為種苗。
2. 合理化施肥。
3. 灌溉用水流動，並放養青萍降低水溫。
4. 氣溫>28°C時，**抽水、灑水**，預防水溫超過30°C。
5. 適時採收。
6. 採收後泡水降溫和冷藏，保持新鮮以提高商品價值。



圖7. 種植茭白筍+浮萍田區

圖8. 田區噴水情形

## 二、茭白筍的基本特性



(一)外型：

表8. 茭白筍的特性

圖9. 茭白筍

樣品	長度 (cm)	筍體有黑點			筍體無黑點		
		平均重量 (g)	平均體積 (cm <sup>3</sup> )	平均密度 (g/cm <sup>3</sup> )	平均重量 (g)	平均體積 (cm <sup>3</sup> )	平均密度 (g/cm <sup>3</sup> )
綠殼	5-20	42.98	57.55	0.76	22.72	27.00	0.87
紅殼	8-31	37.52	52.29	0.73	23.29	26.74	0.88

(二)密度：有黑點的密度比無黑點的小，平均 0.75，無黑點的平均 0.87，我們可以利用 **95%的酒精** (比重 0.81) 協助判斷，**浮上來的是有黑點**。

(三)黑點：非連續性的分散在內部，由淺褐色逐漸加深到全黑，實驗樣品有 61.2% 有黑點。有經驗的農友挑選的茭白筍，有 56.6% 內部有黑點；加上切口無黑點，不代表內部無黑點，這些讓農友很困擾。



圖 10. 有黑點的茭白筍表皮與縱切剖半後內部情形

## 三、利用色相分析軟體測茭白筍的條件

- (一) R、G、B、L 值之間，會隨著彼此的增加而增加。
- (二) 中間第二段的差異比較小，也比較穩定。

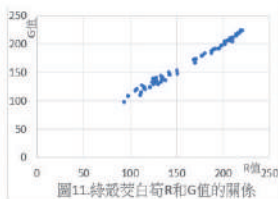


圖11. 綠殼茭白筍R和G值的關係

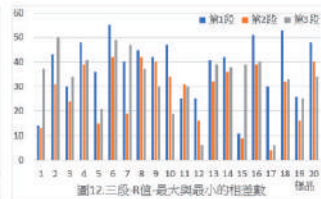


圖12. 三段 R 值 最大與最小的相差數

## 四、利用色相分析軟體找出內部有黑的茭白筍

(一)綠殼茭白筍外皮的 RGB 數值



圖 13. 有黑點綠殼茭白筍的切面 圖 14. 無黑點綠殼茭白筍的切面

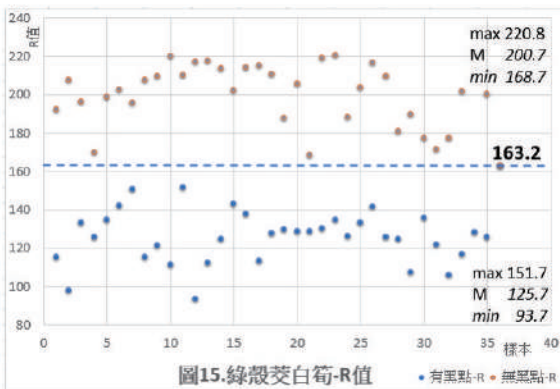


圖15. 綠殼茭白筍-R值

1. 綠殼、無黑點的參考值： $R > 160$ 、 $G > 165$  和  $B > 110$ 。

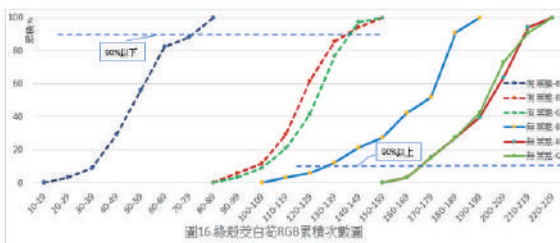


圖16. 綠殼茭白筍RGB累積次數圖

- 2. 綠殼、無黑點的其 Red 值有 90% 在 173.1 以上，Green 值有 90% 在 173.4 以上，Blue 值有 90% 在 135.6 以上；有黑點的 Red 值有 90% 在 142.1 以下，Green 值有 90% 在 145 以下，Blue 值有 90% 在 79.4 以下。

## 3. 綠殼茭白筍 RGB 數值的建議範圍

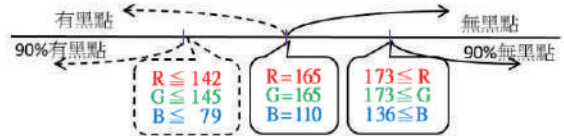


圖 17. 綠殼茭白筍 RGB 數值的建議範圍

(二)紅殼茭白筍外皮的 RGB 數值



圖 18. 無黑點紅殼茭白筍 圖 19. 有黑點紅殼茭白筍

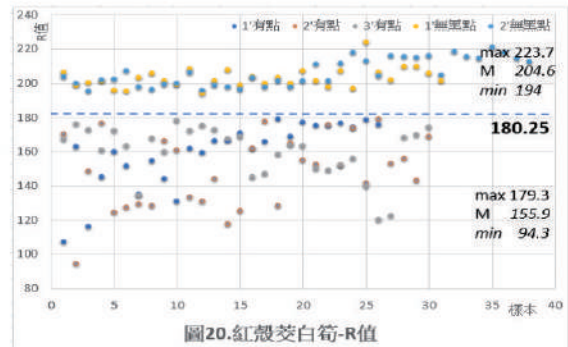


圖20. 紅殼茭白筍-R值

1. 紅殼、無黑點的參考值是  $R > 180$ 、 $G > 180$  和  $B > 140$ 。

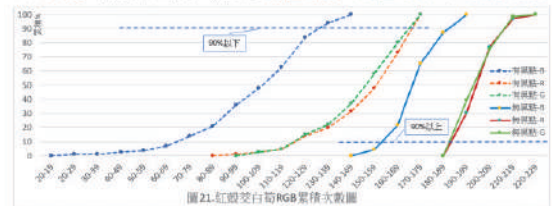


圖 21. 紅殼茭白筍 RGB 累積次數圖

- 2. 紅殼、無黑點的其 Red 值有 90% 在 196.3 以上，Green 值有 90% 在 194 以上，Blue 值有 90% 在 162.6 以上；有黑點的 Red 值有 90% 在 175.9 以下，Green 值有 90% 在 173.3 以下，Blue 值有 90% 在 134 以下。

## 3. 紅殼茭白筍 RGB 數值的建議範圍

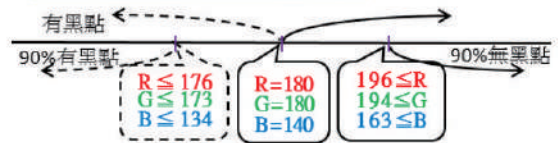


圖 22. 紅殼茭白筍 RGB 數值的建議範圍

(三)利用此技術檢測茭白筍的正確率

- 1. 檢測樣品綠殼。比對建議範圍(圖 57)發現有沒有黑點的茭白筍符合平均值的有 141 點，佔 70.5%，不符合建議範圍的佔有 29.5%，樣品符合 90% 範圍者的有 58.0%，表示用此測驗方法，可以檢驗出內部有沒有黑點的正確機率超過 7 成。

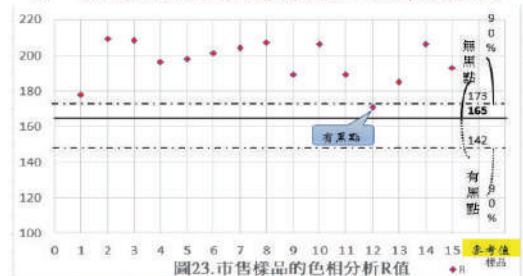
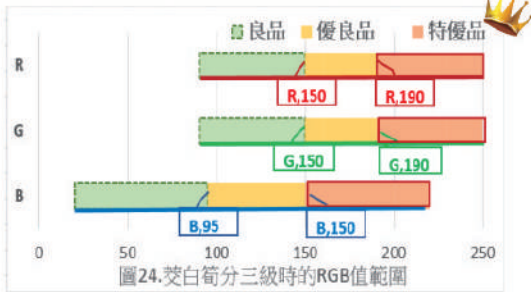


圖23. 市售樣品的色相分析R值

- 2. 市售其他品種的實際測量，並利用建議範圍做比對，判斷建議範圍的準確率，結果準確率高達 93%。

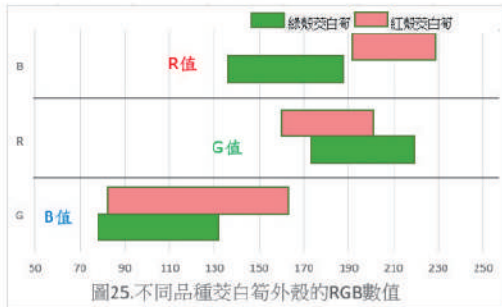
## 五、利用色相分析檢測為剝殼茭白筍建立分級制度



- (一)第一級特優品的R、G值在190以上、B值150以上。
- (二)優良品的R和G值在150-190、B值在95-150。
- (三)第三級良品的R、G值在150以下-90、B值95以下-20，茭白筍分級時，可參考這個範圍。

## 六、利用色相分析檢測為茭白筍分辨品種

### (一)帶殼茭白筍的色相分析值



品種間，紅殼的Red值>190，比綠殼的高，綠殼的Green值比較高，兩者的Blue值差異不大；不同品種的帶殼茭白筍可以藉由R值辨別。

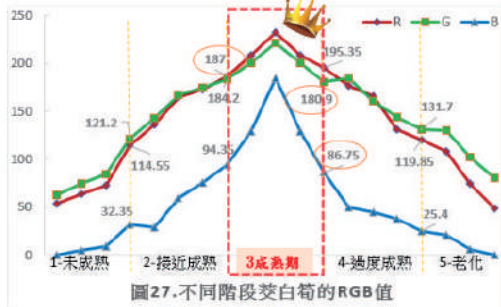
### (二)剝殼茭白筍的色相分析值：無法辨識出品種間的差異。

## 七、利用色相分析檢測為茭白筍建立最佳採收時機

### (一)最外面葉子的色相值R值平均23.1，G值平均40.4。



圖26. 五個茭白筍外觀變化的階段



### (二)第三階段成熟期的R值≥187、G值≥181、B值≥87，第四、五階段測到的是變綠色的茭白筍，此時的數據也剛好落在有殼的建議範圍。

### (三)最佳採收期：R值≥209、G值≥200、B值≥130



## 八、意外發現--烏越越(oo-sō-sō)的茭白筍



圖28. 斜切第二節

圖29. 第一節切口

- (一)黑越越(oo-sō-sō)的茭白筍比一般的美人腿還要粗胖、短小，剝掉葉子後，裡面的黑點會透出表皮，切口放30分鐘後，黑點會持續生長冒出來，用手摸、刮它，有粉粉的顆粒感。
- (二)切口全黑者，平均密度高達0.93，又黑又短小又重。
- (三)他的黑是從很小時就有，不像其他黑點的是逐漸形成的。

## 伍、結論

### 一、利用色相分析軟體找出內部有黑點的茭白筍

- (一)專業農友挑選沒有黑點的正确率有43.4%，我們實測綠殼茭白筍，符合參考值作為判斷建議範圍的佔有7成，不符合的佔有3成；有黑點的樣品符合90%以下範圍的也有6成，顯示這是一個有效的檢驗方式。

### (二)繪製茭白筍RGB數值的建議範圍供農友使用時參考。

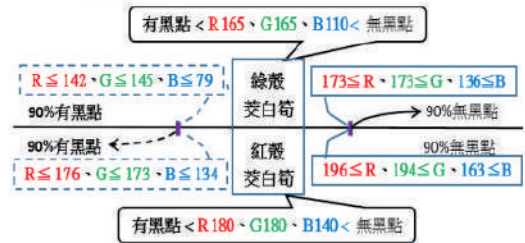


圖30. 茭白筍RGB數值的建議範圍

## 二、未來展望

### (一)茭白筍自動篩選機

應用色相分析APP，自動篩選出品質優良的茭白筍，農友參考“建議範圍表”，先作自我做茭白筍的檢查。



### (二)減少蕈黑穗菌產生斑點：是否能透過品種的篩選或接種，以及怎樣的栽培管理才會降低黑點發生機率，提高品質，都是我們未來努力的方向。

### (三)色相分析可以應用在很多其他方面，例如空氣汙染、水質檢測……等，協助我們生活更便利。

## 陸、參考文獻資料

- 楊志雄、簡頌佑、林孟輝。(2012/05) 北部地區茭白筍栽培管理技術，《桃園區農業技術專輯》8期pp. 9-13，取自 <https://doi.org/10.29568/RGY.201205.0004>
- 蔡正宏(2012)。茭白與黑穗菌的相互關係。台中區農業改良場一〇一年專題討論專集。台中市：台中區農業改良場。  
<https://www.tcdares.gov.tw/upload/tdais/files/web-structure/8187/TC0211637.pdf>
- 陳冠蓉。2022年。基於物聯網之顏色辨識语音指引系統，國立勤益科技大學，碩士論文。
- 彭佳悅、彭佳怡(2014)。花開花飛花滿天—以手機應用軟體色差計探討植物色素對醱酸與重金屬之色差值可行性。2023/10/26，取自中華民國第54屆中小學科學展覽會  
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/54/pdf/030213.pdf>
- 臺北運銷股份有限公司的蔬菜分級包裝-茭白筍(109年)  
<http://www.tapmc.com.taipei/Pages/Market/Packing/G0003A>
- 採後與保鮮分級100/10/26. 茭白筍主題館-農業知識入口網。  
<https://kweb.moa.gov.tw/subject/subject.php?id=31937>
- 測站資料-三芝，站碼：COAD00，中央氣象署CODIS氣候資料服務系統<https://codis.cwa.gov.tw/StationData>