

# 2021 年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

作品編號 080016

參展科別 生物化學

作品名稱 菇光十色-秀珍菇中醣類與蛋白質含量探討

就讀學校 國立宜蘭高級中學

指導教師 馮淑卿

作者姓名 林瑞泰、林奕帆、蔡敬倫

關鍵詞 秀珍菇、醣類、蛋白質

## 作者簡介



左：蔡敬倫 中：林瑞泰 右：林奕帆

大家好!我們是宜蘭高中數理資優班的好夥伴，我們來自不同國中，就在高一入學後自行分組意外代表學校參賽，在本研究過程讓我們實質體會，想要完整的做出一篇研究報告，是需要付出相當的時間與心力，其中反覆觀察與熟練實驗技術是必然的歷程；但最重要的仍是最初的目標與實驗定向，在實驗計畫裏，需整合每一實驗步驟並仔細凝鍊想法，再藉由繁複的實驗頻率、建立團隊默契，才能於時效內完成研究成果。

## 摘 要

本研究選擇秀珍菇作為研究的題材，藉由不同波長(白光、藍光、綠光、紅光)與不同瓦數(9W、3W、1W)低溫型 LED 燈照射(每日 12 小時，共 5 天)菌菇太空包，發現在高瓦數(9W)的燈照下其生長最快、3W 次之、1W 最慢；另在藍光下，秀珍菇生長最茂盛-蕈柄最為茂密粗壯、蕈傘顏色最深，次為白光、再者綠光、紅光下的生長則最慢-蕈柄較稀疏且細、蕈傘顏色最淺。

接續將採收的秀珍菇(以低溫烘乾 $<40^{\circ}\text{C}$ )，取單位乾重(0.5 公克)分別檢測其蛋白質及醣類的含量進行比較，其結果發現蕈菇在紅光下生長其含醣量較高、綠光次之、再者白光、末者藍光；而蛋白質含量由高至低依序為藍光、白光、綠光、紅光；相同色光不同瓦數下的含量分析結果顯示，含醣量以低瓦數較佳，蛋白質含量以高瓦數較佳。

### Abstract

The fungal space bags were irradiated with different wavelengths (white, blue, green and red) and intensities (9w.3w and 1w) of low temperature LED light for 12 h a day, and for 5 days. Our results showed that the growth rate of these fungi was proportional to the light intensity applied, the higher the better. Under the blue light, the fungi grew furiously, the stalks were stocky, and the gills were darker. The growth effect of light decreased in the order of blue, white, green and red.

The fungi were baked at low temperature (below  $40^{\circ}\text{C}$ ) and their carbohydrate and protein contents were determined. The results showed the carbohydrate content of fungi was highest under the red light and decreased in the order of green, white and blue. However, the protein content was highest under the blue light and decreased in the order of white, green and red. In addition, when the fungi were irradiated with light of same wavelength, the carbohydrate content was higher in the low light intensity and the protein content was higher in the higher intensity.

# 壹、前言

## 一、研究動機

在日常生活中，蕈類常被當作食材、藥材使用，其營養價值不容小覷，在參觀農場的時候，發現菇類與光之間有著密不可分的關係，不同生長時期的蕈類需要的光源都不太一樣，光更會影響到其營養價值，而高中生物教材中也提到光對生物的生長有所影響，所以我們想要探究光對於蕈類生長的影響，查閱文獻資料發現，蕈類具有向光性，且在黑暗中生長時，其蕈柄較在光亮中生長得較細長，而蕈傘則在黑暗中較肥厚，於是，我們想以不同的光線波長以及亮度條件栽種蕈類，並測定其醣類與蛋白質含量，進而探討光線對於蕈類生長的影響之應用。

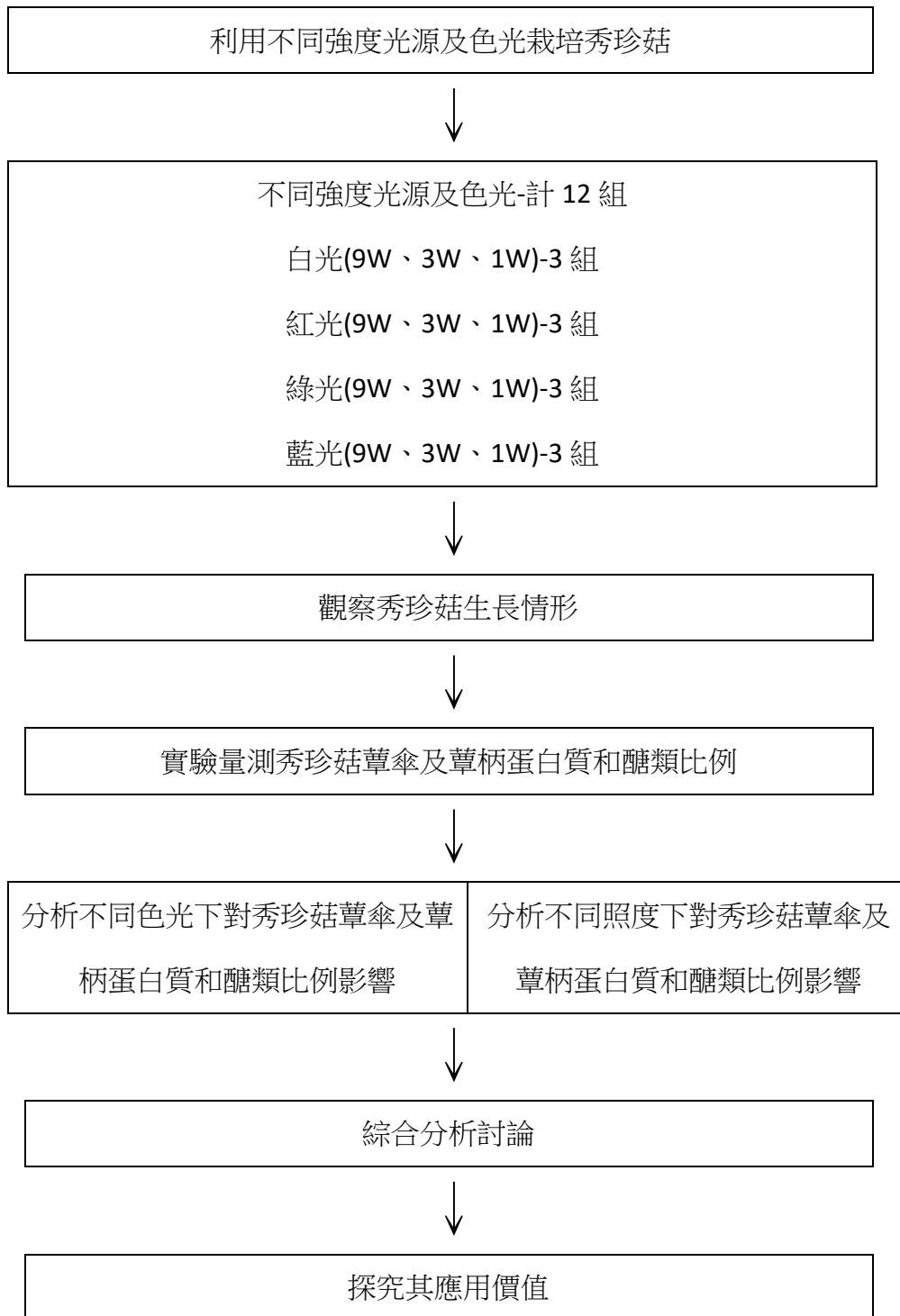
經實際走訪養菇農場，查探目前市面上容易取得的蕈類太空包，考量溫度、季節性生長及蕈柄、蕈傘的外觀性容易觀察等特性，最後選擇了秀珍菇作為我們此次研究的對象(蕈柄、蕈傘明確、季節性溫度適中)，並希望在這次實驗能夠藉由光的波長變化及照度的差異性，來探討蕈類生長過程中醣類及蛋白質的變化度，並探究其未來在其他領域的應用價值。

## 二、研究目的

- 1.探討在不同顏色光源與不同瓦數的照度培養下，秀珍菇子實體蕈柄與蕈傘生長的差異。
- 2.探討在不同顏色光源與不同瓦數的照度培養下，秀珍菇子實體的醣類與蛋白質含量的差異。

## 貳、研究方法或過程

### 一、研究計畫流程



## 二、研究設備及器材

### (一)儀器設備器材：













1.恆溫烘烤箱	2.數位式光照計(LM-81LX)	3. 分光光度計
4.自製間隔式紙箱	5.燈照時間控制器 2 個	6. 溫、溼度計一組
7. LED 燈泡 1W(紅光、綠光、藍光、白光)各 4 個。	8. LED 燈泡 9W(紅光、綠光、藍光、白光)各 1 個。	9. LED 燈泡座 20 個。
10. 電子式天秤	11.電子游標尺	

### (二)生物材料、藥品和其他器材：

生物材料：第一輪秀珍菇太空包-36 個、第二輪秀珍菇太空包-36 個
藥品：1.草酸鈉、飽和醋酸鉛、蔥酮(C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> O)、葡萄糖
2.考馬斯亮藍 G-250、牛血清白蛋白、乙醇 95%、磷酸 85%
其他器材：研鉢、燒杯、容量瓶、三角燒瓶、試管、移液管、漏斗、紗布、濾紙、滴管、酒精燈

### 三、研究步驟與秀珍菇培養環境的設定與紀錄

將秀珍菇太空包分成 12 組(每組 3 包，共計 36 包)，分別設定在 1、白光(9W、3W、1W) 2、藍光(9W、3W、1W) 3、綠光(9W、3W、1W)、 4、紅光(9W、3W、1W)等 12 種不同燈照(控制變因)條件下生長，如下方照片配置：

		
白光 9W	白光 3W	白光 1W
		
藍光 9W	藍光 3W	藍光 1W
		
綠光 9W	綠光 3W	綠光 1W
		
紅光 9W	紅光 3W	紅光 1W

將第一輪秀珍菇太空包分成 12 組(每組 3 包，共計 36 包)，每日照射 12hr(早 6:30 至晚 6:30)，將生長環境因素(溫、濕度及燈照時間)控制在一樣的基準下(不變的變因)，光源的變化度成為主要的控制變因。因春季適合栽種秀珍菇(生長溫度 18~25 度)，分別於 2020 年 3/18~3/22 及 3/30~04/03，種植第一輪與第二輪秀珍菇包，分別將其溫、溼度紀錄觀察如下表所列：


2020 年 3/17~3/22 種植第一輪秀珍菇包溫、溼度觀察紀錄表

日期	早/晚	時間	溫度	濕度
3/18	晚	7:00	21.5	85%
3/19	晚	7:00	22	88%
3/20	晚	7:00	22.5	88%
3/21	晚	7:00	22.5	90%
3/22	晚	7:00	23.5	92%

2020 年 03/31~04/04 種植第二輪秀珍菇包溫、溼度觀察紀錄表













日期	早/晚	時間	溫度	濕度
3/31	晚	7:00	24	82%
4/01	晚	7:00	24.5	87%
4/02	晚	7:00	24.5	88%
4/03	晚	7:00	23.5	90%
4/04	晚	7:00	24.5	92%

2020 年 3/18~3/22 種植第一輪秀珍菇包，在 12 組不同燈源下的生長成果照片

日期	光源	9W	3W	1W
3/22	白光			
	藍光			
	綠光			
	紅光			



2020 年 3/31~04/04 種植第二輪秀珍菇包，在 12 組不同燈源下的生長成果照片

日期	光源	9W	3W	1W
4/4	白光			
	藍光			
	綠光			
	紅光			

#### 四、秀珍菇中醣類及蛋白質含量的實驗檢測方法:

##### (一)醣類的測定方法(蔥酮比色法 anthrone colorimetry)

**原理：**醣類(包括多醣)在硫酸作用下，脫水生成糠醛或經甲基糠醛，然後蔥酮與糠醛或經甲基糠醛經脫水縮合，產生藍綠色的糠醛衍生物，顏色的深淺即可作為定量的依據，在 10 ~ 100/  $\mu$ g 範圍內，其顏色的深淺與醣類含量成正比。該法具有較高靈敏度，適於微量測定，所需試劑簡單,操作也較簡便方法簡便，對於大部分的碳水化合物都能與蔥酮反應，產生顏色。

- 1、葡萄糖標準溶液：稱取已在 80°C 烘箱中烘乾至恆重的葡萄糖 100mg，配製成 500ml 溶液，即得每 ml 含糖為 200  $\mu$ g 的標準溶液。
- 2、蔥酮試劑：稱取 1g 經過純化的蔥酮，溶解於 1000ml 稀硫酸中即得。
- 3、硫酸溶液配置：由 760ml 濃硫酸（比重 1.84)稀釋成 1000ml 而成。

## 實驗操作步驟

### 1、可溶性糖的提取製作

稱取重 0.5g 的乾燥秀珍菇，於研鉢中仔細研磨成均勻的漿狀物，倒入燒杯中，用蒸餾水洗滌研鉢，洗液併入燒杯中，再加蒸餾水 30—40ml。將燒杯放在水浴鍋中加熱，保持溫度 70—80°C 約半小時，冷卻後 1 滴 1 滴地加入飽和中性醋酸鉛，以除去蛋白質，直至加入醋酸鉛時不再形成白色沉澱為止。然後將此混合物連同殘渣一併洗入 100ml 容量瓶中，加水至刻度，充分振盪。以乾燥漏斗將濾液過濾於一乾燥的三角燒瓶中，瓶中事先放有少量（約 0.2—0.4g）草酸鈉粉末，以除去濾液中過量的醋酸鉛，使生成草酸鉛沉澱，再行過濾，所得的透明濾液即為可溶性糖提取液。

### 2、顯色及比色的操作

吸取上述糖提取液 1ml，放入一乾潔的試管中，加蔥酮試劑 5ml 混合之，於沸水浴中煮沸 10 分鐘，取出冷卻，然後於分光光度計上進行測定，波長為 625nm，測得吸光度。從標準曲線上查得濾液中的糖含量（迴歸公式計算），然後再行計算樣品中含糖百分數。

### 3、繪製標準曲線

取標準葡萄糖溶液將其釋成一系列不同濃度的溶液，濃度分別為每 ml 含糖 10、20、30、40、50、60、70、80、90、100  $\mu$ g。按上述方法分別測得其吸光度，然後繪製糖濃度曲線，進行直線回歸求得直線方程。

### 4、計算樣品中含糖百分數計算式： $\% = C \times V / (W \times 1000000) \times 100\%$

式中 V 為配置提取液總體積(ml)

C 為提取液的含糖量( $\mu$ g/ml)

W 為秀珍菇組織乾重(g)

## (二)蛋白質的測定方法（考馬斯亮藍法 coomassie blue staining）

原理結構：考馬斯亮藍 G-250 染料在酸性條件下與蛋白質結合，染料主要是與蛋白質中的鹼性氨基酸(特別是精氨酸)和芳香族氨基酸殘基相結合，使染料的最大吸收峰的位置由 465 nm 變為 595 nm，溶液的顏色也由棕黑色變為藍色，形成的藍色蛋白質染料複合物在 595nm 處有最大吸光度；在一定的蛋白質濃度範圍內，蛋白質染料複合物在 595nm 處的吸光度與蛋白質含量成正比,因此可用於蛋白質含量測定，這是目前靈敏度最高的測定法。

### 實驗操作步驟

#### 1、Bradford 濃染液的配製：

將 100mg 考馬斯亮藍 G-250 溶於 50ml 95%乙醇，加入 100ml 濃磷酸(85%)，然後，用蒸餾水補充至 200ml，使用時再稀釋 5 倍成為染料。

#### 2、蛋白質的提取製作：

將 0.5g 乾燥秀珍菇於研鉢中加入少許緩衝溶液(PBS)仔細研磨成均勻的漿狀物，再以緩衝溶液(PBS)加至 100ml 製成提取液，該緩衝溶液應與製作標準曲線的緩衝溶液相同(用 PBS)。

#### 3、顯色及比色的操作：

每個樣本加 5ml 稀釋的染料結合溶液，作用 5~30min。染液與蛋白質結合後，將由紅色變為藍色，在 595nm 波長下測定其吸光度，再根據標準曲線計算待測樣本的濃度。注意：顯色反應不得超過 30min。

#### 4、標準曲線計的製作

使用牛血清蛋白作為標準蛋白，其濃度分別為每 ml 蛋白質含量 10、20、30、40、50、60、70、80、90、100  $\mu$ g。按上述方法分別測得其吸光度，然後繪製蛋白質濃度標準曲線，進行直線回歸求得直線方程。

### 實驗結果計算

公式樣品蛋白質含量計算式： $\% = C \times V / (W \times 1000000) \times 100\%$

式中 V 為配置提取液總體積(ml)

C 為提取液查標準曲線所得蛋白質含量( $\mu$ g/ml)

W 為秀珍菇組織乾重(g)













## 參、研究結果與討論

### 一、秀珍菇生長紀錄與分析結果

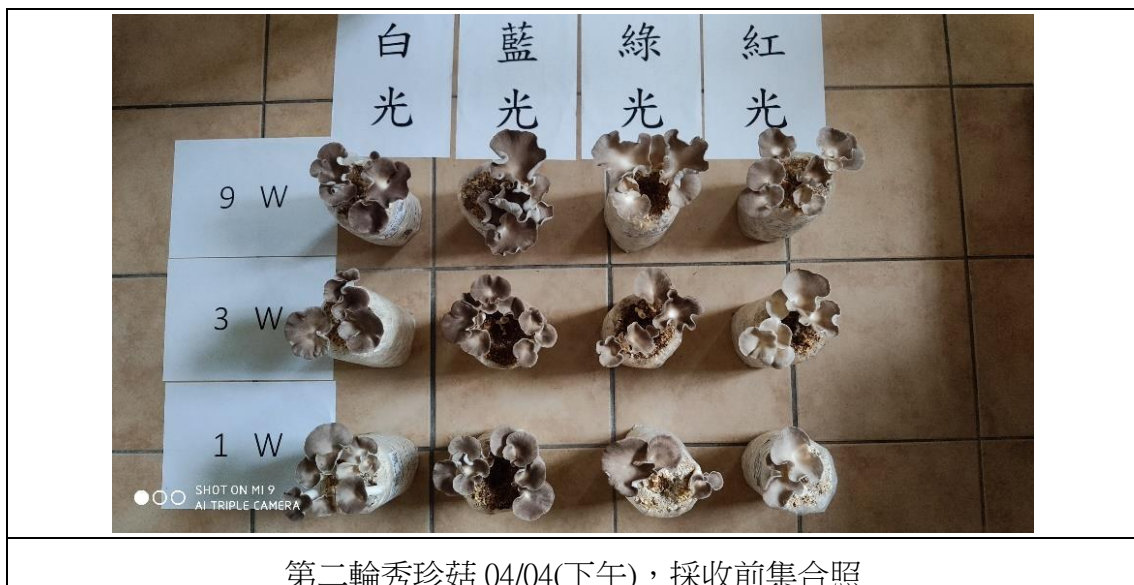
經觀察(03/18~03/22 及 03/31~04/04)等兩輪秀珍菇生長歷程紀錄照片，發現平均在高瓦數(9W)的燈照下其生長過程發展最快、3W次之、1W最慢，故當低瓦數生長完成時(蕈傘面較圓潤)，高瓦數蕈傘面已產生皺摺向上收握；另在高頻光源(藍光)下，秀珍菇生長最茂盛-蕈柄最為茂密粗壯(如下表)、蕈傘面大、顏色最深，低頻光源(紅光)下生長最慢-蕈柄較稀疏且細、蕈傘面圓潤較無皺摺、顏色最淺，其中以藍光最佳、次為白光、再者綠光、末者紅光；又再比較相同頻率的光源中，高瓦數(9W)生長狀態較低瓦數(1W)生長狀態為佳，在高瓦數(9W)下其蕈傘面大並產生皺摺、蕈柄粗壯，低瓦數(1W)下生長蕈傘面較小、蕈柄較細。

將採樣前照片整理如下，另將採收後的兩輪秀珍菇以電子游標尺丈量各組蕈柄直徑(選前12大)紀錄，並計算其平均直徑(D)數值如下表所示，經觀測其平均直徑的大小與蕈傘面成熟度呈現高度正相關性，平均直徑越粗壯者，其蕈傘面大、皺褶度高；且在高瓦數(9W)下蕈柄較低瓦數(1W)下蕈柄粗壯，高能量光源(藍光)下蕈柄亦較低能量(紅光)下光源的蕈柄粗壯。綜論，整體秀珍菇生長(蕈傘、蕈柄密度及直徑粗細)以高瓦數(9W)及高能量光源(藍光)最快，而以低瓦數(1W)及紅光最慢。

光源	兩輪秀珍菇蕈柄直徑-選前12大 紀錄直徑(D)-單位:mm								
	9W-D:mm			3W-D:mm			1W-D:mm		
白光	平均D=	24.1	mm	平均D=	19.8	mm	平均D=	18.4	mm
藍光	平均D=	25.6	mm	平均D=	24.9	mm	平均D=	20.5	mm
綠光	平均D=	21.8	mm	平均D=	18.2	mm	平均D=	16.5	mm
紅光	平均D=	19.9	mm	平均D=	18.0	mm	平均D=	15.5	mm

光源	9W	3W	1W
白光			
藍光			
綠光			
紅光			

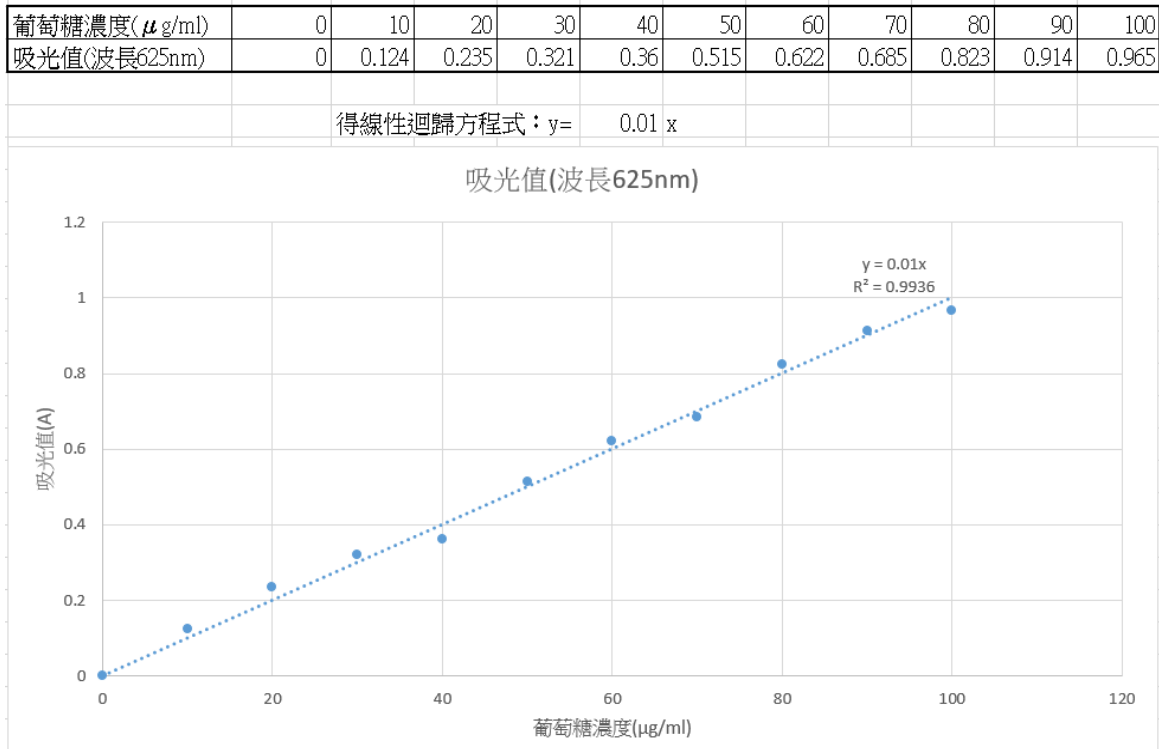
第一輪秀珍菇 3/22(下午)，採收前集合照



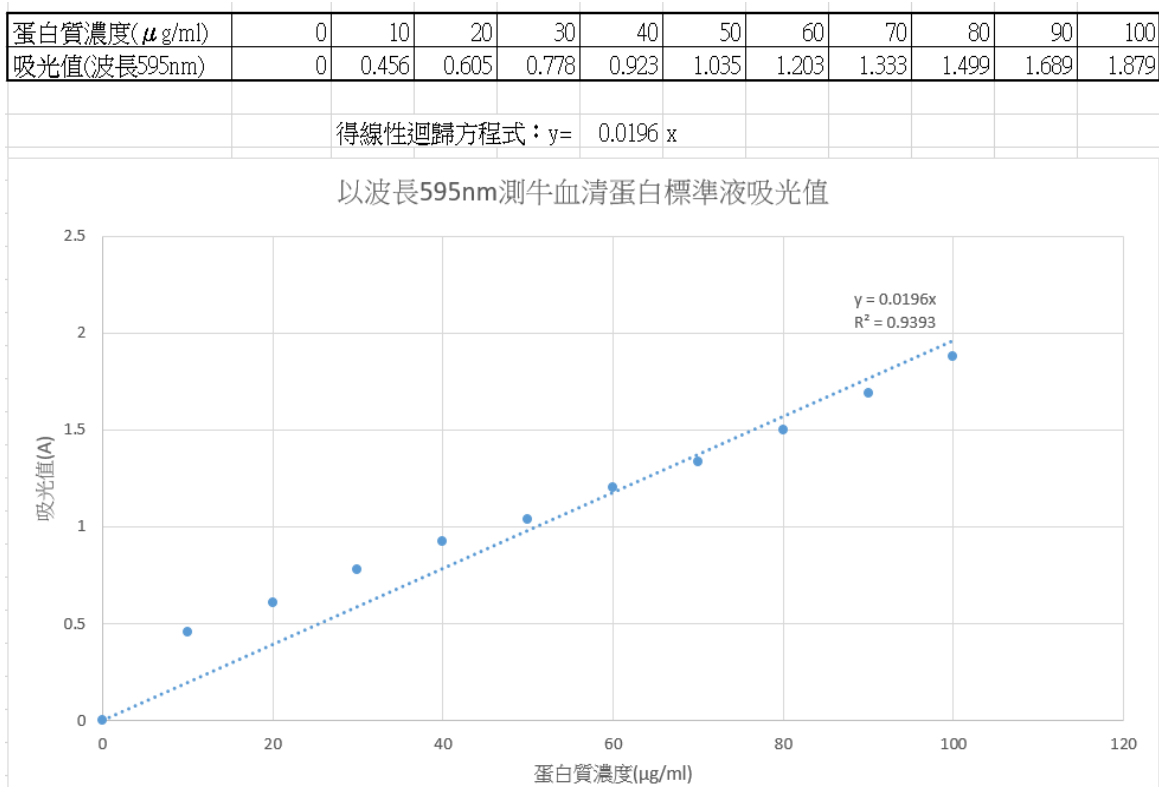
註：蕈傘生長過程中，其傘面至一定成熟度後，傘面即呈現向上收握，而非呈現開傘狀態(故在蕈傘面的量測有其困難度)，所以在高頻、高瓦數光源下均有上述情形，勿誤判生長情形。

## 二、實驗繪製標準曲線製作：

(一)醣類標準曲線製作：取標準葡萄糖溶液將其稀釋成一系列不同濃度的溶液，濃度分別為每 ml 含糖 10、20、30、40、50、60、70、80、90、100  $\mu\text{g}$ 。按上述方法分別測得其吸光度，然後繪製糖濃度曲線，進行直線迴歸求得直線方程。



(二)蛋白質標準曲線製作：使用牛血清蛋白作為標準蛋白，在 10 $\mu\text{g}$ —100 $\mu\text{g}/1\text{ml}$  之間繪製標準曲線，進行直線迴歸求得直線方程。

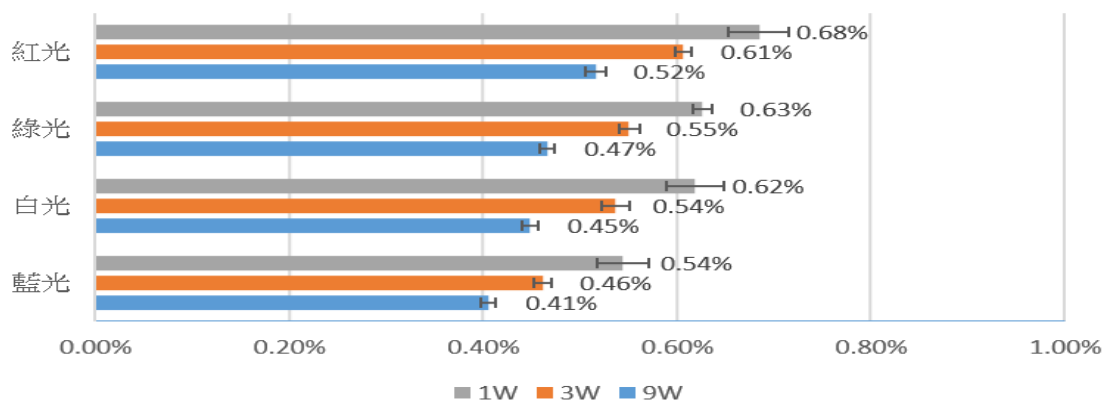


### 三、秀珍菇含醣量與蛋白質研究測定結果：

(一)檢測秀珍菇含醣量的吸光值(蕈傘與蕈柄分別取樣 0.5g 做三重複檢測，其中配置提取液總體積 100ml，測定使用提取液體積 1ml)，將實驗紀錄如下表示：

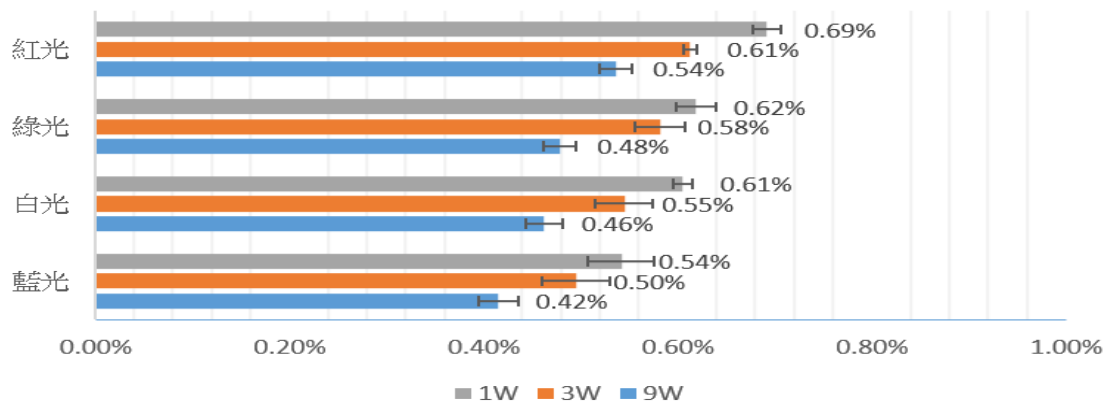
(0318-0322)蕈傘含醣量吸光值測定結果						(0318-0322)蕈傘含醣%測定結果					
光源		吸光值	試驗次數	9W	3W	1W	迴歸方程式 $y=0.01x$				
蕈傘取樣0.5g 提取液1ml 配置提取液總體積(V)-100ml											
藍光	吸光值(y)-A	平均值		0.203	0.231	0.272	藍光	平均值	0.41%	0.46%	0.54%
		標準差		0.004	0.004	0.013		標準差	0.008%	0.009%	0.027%
白光	吸光值(y)-A	平均值		0.224	0.268	0.309	白光	平均值	0.45%	0.54%	0.62%
		標準差		0.004	0.007	0.015		標準差	0.008%	0.015%	0.030%
綠光	吸光值(y)-A	平均值		0.233	0.275	0.313	綠光	平均值	0.47%	0.55%	0.63%
		標準差		0.004	0.005	0.005		標準差	0.007%	0.010%	0.010%
紅光	吸光值(y)-A	平均值		0.258	0.303	0.342	紅光	平均值	0.52%	0.61%	0.68%
		標準差		0.005	0.004	0.016		標準差	0.011%	0.008%	0.031%

(0318-0322)蕈傘含醣%測定結果



(0331-0404)蕈傘含醣量吸光值測定結果						(0331-0404)蕈傘含醣%測定結果					
光源		吸光值	試驗次數	9W	3W	1W	迴歸方程式 $y=0.01x$				
蕈傘取樣0.5g 提取液1ml 配置提取液總體積(V)-100ml											
藍光	吸光值(y)-A	平均值		0.208	0.248	0.271	藍光	平均值	0.42%	0.50%	0.54%
		標準差		0.010	0.017	0.017		標準差	0.021%	0.034%	0.034%
白光	吸光值(y)-A	平均值		0.231	0.273	0.303	白光	平均值	0.46%	0.55%	0.61%
		標準差		0.010	0.015	0.005		標準差	0.019%	0.030%	0.009%
綠光	吸光值(y)-A	平均值		0.239	0.291	0.310	綠光	平均值	0.48%	0.58%	0.62%
		標準差		0.009	0.013	0.010		標準差	0.017%	0.025%	0.021%
紅光	吸光值(y)-A	平均值		0.268	0.306	0.346	紅光	平均值	0.54%	0.61%	0.69%
		標準差		0.008	0.003	0.007		標準差	0.017%	0.007%	0.015%

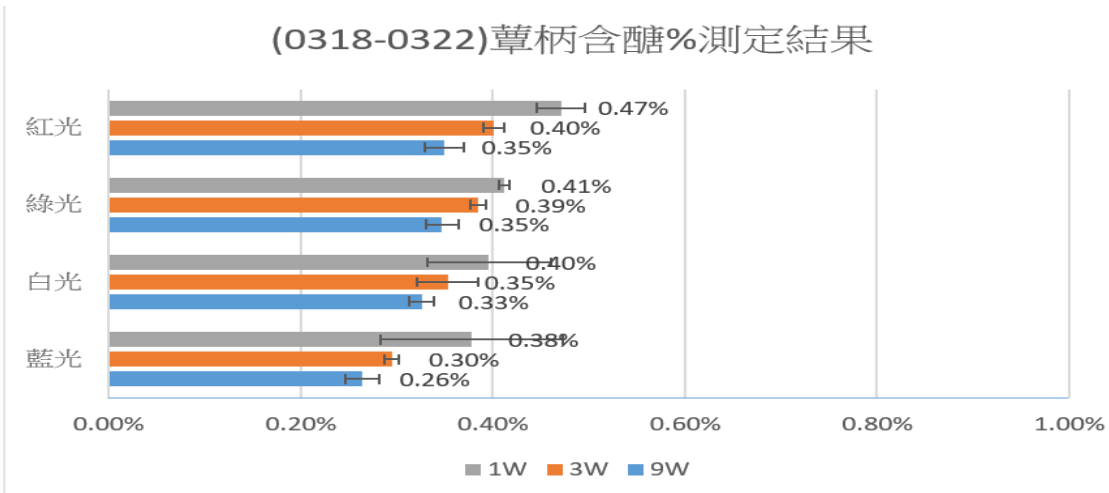
(0331-0404)蕈傘含醣%測定結果



蕈傘含醣量紅光明顯較高、次者綠光、再者白光、末者藍光；另低瓦數(1W)光源下含醣量亦為較高。

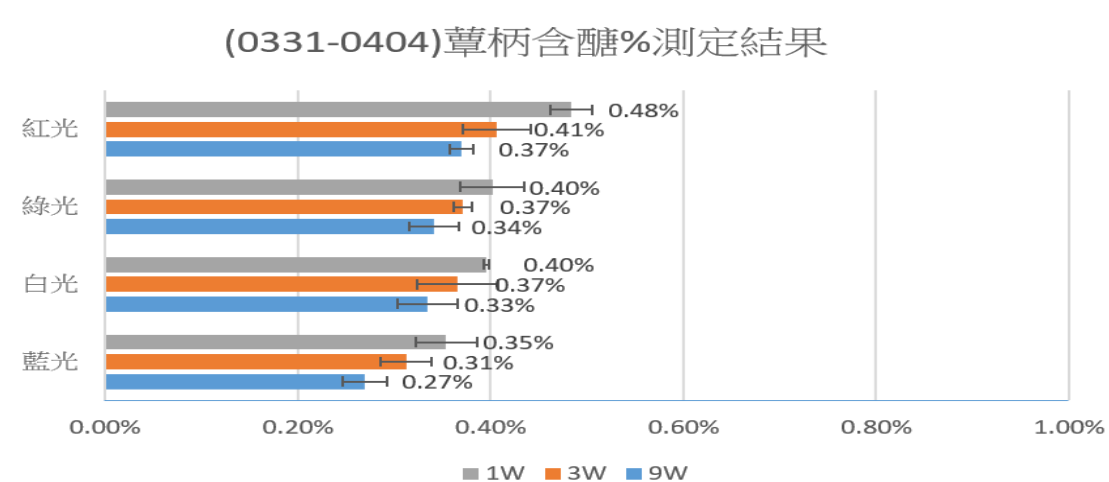
(0318-0322)葦柄含醣量吸光值測定結果						(0318-0322)葦柄含醣%測定結果					
葦柄取樣0.5g 提取液1ml 配置提取液總體積(V)-100ml						迴歸方程式y=0.01x					
光源	吸光值	試驗次數	9W	3W	1W	光源	試驗次數	9W	3W	1W	
藍光	吸光值(y)-A	平均值	0.132	0.148	0.189	藍光	平均值	0.26%	0.30%	0.38%	
		標準差	0.009	0.004	0.047		標準差	0.017%	0.007%	0.095%	
白光	吸光值(y)-A	平均值	0.163	0.177	0.198	白光	平均值	0.33%	0.35%	0.40%	
		標準差	0.007	0.016	0.032		標準差	0.013%	0.032%	0.064%	
綠光	吸光值(y)-A	平均值	0.174	0.193	0.206	綠光	平均值	0.35%	0.39%	0.41%	
		標準差	0.008	0.004	0.003		標準差	0.017%	0.008%	0.006%	
紅光	吸光值(y)-A	平均值	0.175	0.200	0.236	紅光	平均值	0.35%	0.40%	0.47%	
		標準差	0.010	0.005	0.013		標準差	0.020%	0.011%	0.025%	

(0318-0322)葦柄含醣%測定結果



(0331-0404)葦柄含醣量吸光值測定結果						(0331-0404)葦柄含醣%測定結果					
葦柄取樣0.5g 提取液1ml 配置提取液總體積(V)-100ml						迴歸方程式y=0.01x					
光源	吸光值	試驗次數	9W	3W	1W	光源	試驗次數	9W	3W	1W	
藍光	吸光值(y)-A	平均值	0.135	0.156	0.177	藍光	平均值	0.27%	0.31%	0.35%	
		標準差	0.012	0.013	0.016		標準差	0.023%	0.026%	0.032%	
白光	吸光值(y)-A	平均值	0.167	0.183	0.198	白光	平均值	0.33%	0.37%	0.40%	
		標準差	0.016	0.021	0.001		標準差	0.031%	0.042%	0.003%	
綠光	吸光值(y)-A	平均值	0.171	0.186	0.201	綠光	平均值	0.34%	0.37%	0.40%	
		標準差	0.013	0.005	0.017		標準差	0.026%	0.010%	0.034%	
紅光	吸光值(y)-A	平均值	0.185	0.203	0.242	紅光	平均值	0.37%	0.41%	0.48%	
		標準差	0.006	0.018	0.011		標準差	0.012%	0.035%	0.022%	

(0331-0404)葦柄含醣%測定結果



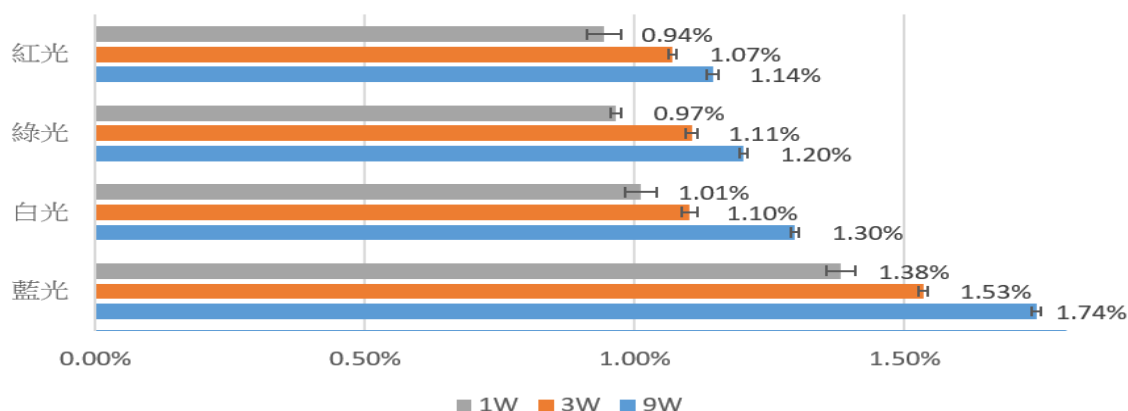
葦柄含醣量紅光明顯較高、次者綠光、再者白光、末者藍光；另低瓦數(1W)光源下含醣量亦為較高。



(二)檢測秀珍菇蛋白質含量的吸光值(蕈傘與蕈柄分別取樣 0.5g 做三重複檢測，其中配置提取液總體積 100ml，測定使用提取液體積 1ml)，將實驗結果紀錄如下表示：

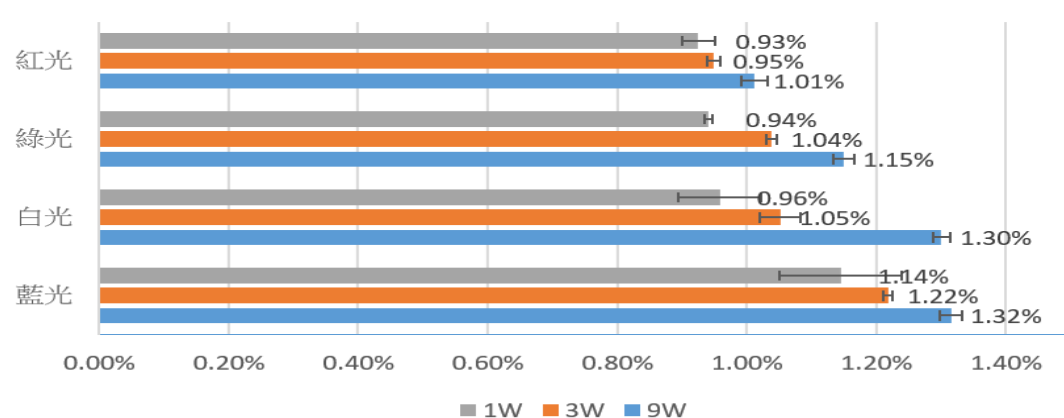
(0318-0322)蕈傘蛋白質含量吸光值測定結果						(0318-0322)蕈傘蛋白質含量測定結果					
蕈傘取樣0.5g 提取液1ml 配置提取液總體積(V)-100ml						迴歸方程式y=0.0196x					
光源	吸光值	試驗次數	9W	3W	1W	光源	試驗次數	9W	3W	1W	
藍光	吸光值(y)-A	平均值	1.710	1.504	1.356	藍光	平均值	1.74%	1.53%	1.38%	
		標準差	0.048	0.055	0.222		標準差	0.049%	0.056%	0.227%	
白光	吸光值(y)-A	平均值	1.271	1.080	0.992	白光	平均值	1.30%	1.10%	1.01%	
		標準差	0.064	0.079	0.023		標準差	0.065%	0.080%	0.023%	
綠光	吸光值(y)-A	平均值	1.178	1.083	0.947	綠光	平均值	1.20%	1.11%	0.97%	
		標準差	0.008	0.037	0.039		標準差	0.008%	0.038%	0.040%	
紅光	吸光值(y)-A	平均值	1.122	1.049	0.925	紅光	平均值	1.14%	1.07%	0.94%	
		標準差	0.017	0.019	0.144		標準差	0.017%	0.019%	0.147%	

(0318-0322)蕈傘蛋白質含量%測定結果



(0331-0404)蕈傘蛋白質含量吸光值測定結果						(0331-0404)蕈傘蛋白質含量測定結果					
蕈傘取樣0.5g 提取液1ml 配置提取液總體積(V)-100ml						迴歸方程式y=0.0196x					
光源	吸光值	試驗次數	9W	3W	1W	光源	試驗次數	9W	3W	1W	
藍光	吸光值(y)-A	平均值	1.680	1.496	1.367	藍光	平均值	1.71%	1.53%	1.40%	
		標準差	0.031	0.031	0.100		標準差	0.031%	0.031%	0.102%	
白光	吸光值(y)-A	平均值	1.277	1.083	0.991	白光	平均值	1.30%	1.11%	1.01%	
		標準差	0.050	0.040	0.009		標準差	0.051%	0.040%	0.009%	
綠光	吸光值(y)-A	平均值	1.176	1.080	0.977	綠光	平均值	1.20%	1.10%	1.00%	
		標準差	0.024	0.016	0.069		標準差	0.024%	0.016%	0.071%	
紅光	吸光值(y)-A	平均值	1.076	1.043	0.914	紅光	平均值	1.10%	1.06%	0.93%	
		標準差	0.015	0.024	0.036		標準差	0.015%	0.025%	0.037%	

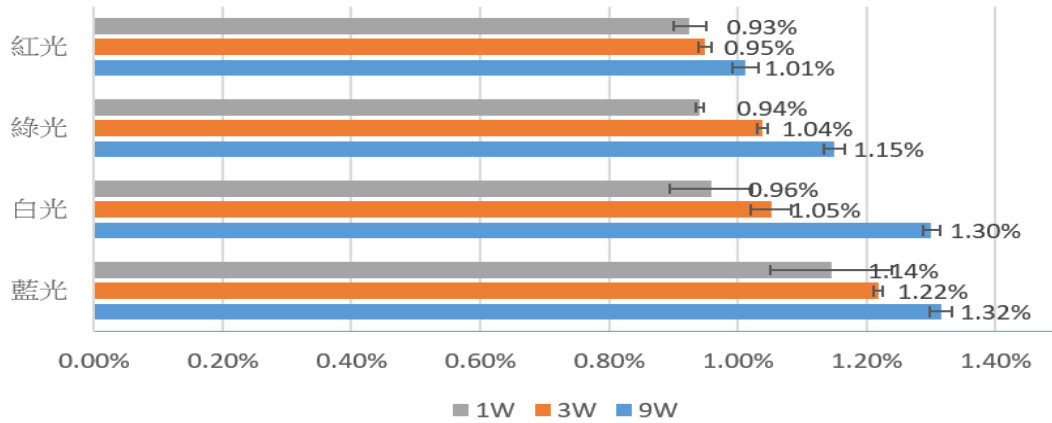
(0318-0322)蕈柄蛋白質含量%測定結果



蛋白質含量在蕈傘部分藍光明顯較高、次者白光、再者綠光、末者紅光，且高瓦光源蛋白質含量較高。

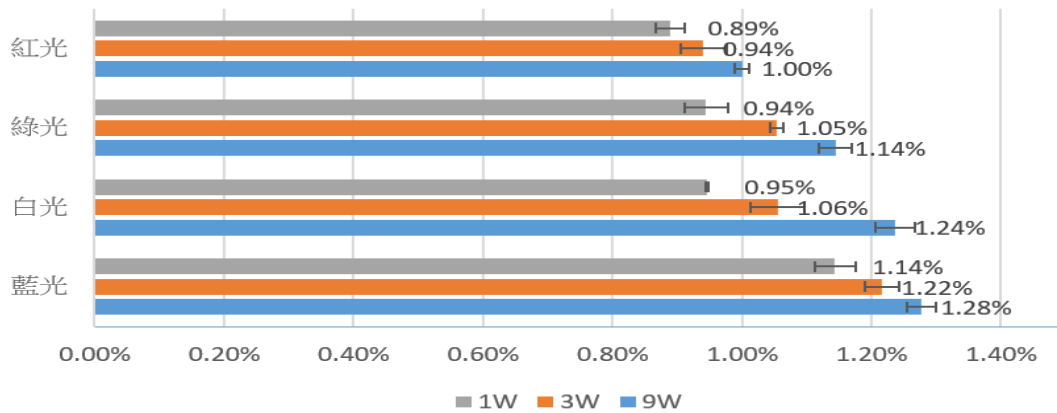
(0318-0322)蕈柄蛋白質含量吸光值測定結果						(0318-0322)蕈柄蛋白質含量測定結果				
蕈柄取樣0.5g 提取液1ml 配置提取液總體積(V)-100ml						迴歸方程式y=0.0196x				
光源	吸光值	試驗次數	9W	3W	1W	光源	試驗次數	9W	3W	1W
藍光	吸光值(y)-A	平均值	1.290	1.194	1.122	藍光	平均值	1.32%	1.22%	1.14%
		標準差	0.031	0.009	0.007		標準差	0.032%	0.009%	0.007%
白光	吸光值(y)-A	平均值	1.274	1.030	0.939	白光	平均值	1.30%	1.05%	0.96%
		標準差	0.067	0.051	0.063		標準差	0.069%	0.052%	0.065%
綠光	吸光值(y)-A	平均值	1.127	1.018	0.922	綠光	平均值	1.15%	1.04%	0.94%
		標準差	0.015	0.036	0.054		標準差	0.015%	0.037%	0.055%
紅光	吸光值(y)-A	平均值	0.991	0.930	0.907	紅光	平均值	1.01%	0.95%	0.93%
		標準差	0.025	0.048	0.092		標準差	0.025%	0.049%	0.094%

### (0318-0322)蕈柄蛋白質含量%測定結果



(0331-0404)蕈柄蛋白質含量吸光值測定結果						(0331-0404)蕈柄蛋白質含量測定結果				
蕈柄取樣0.5g 提取液1ml 配置提取液總體積(V)-100ml						迴歸方程式y=0.0196x				
光源	吸光值	試驗次數	9W	3W	1W	光源	試驗次數	9W	3W	1W
藍光	吸光值(y)-A	平均值	1.252	1.192	1.121	藍光	平均值	1.28%	1.22%	1.14%
		標準差	0.070	0.032	0.013		標準差	0.071%	0.033%	0.013%
白光	吸光值(y)-A	平均值	1.212	1.034	0.927	白光	平均值	1.24%	1.06%	0.95%
		標準差	0.037	0.007	0.030		標準差	0.038%	0.007%	0.031%
綠光	吸光值(y)-A	平均值	1.121	1.033	0.926	綠光	平均值	1.14%	1.05%	0.94%
		標準差	0.007	0.016	0.078		標準差	0.007%	0.016%	0.079%
紅光	吸光值(y)-A	平均值	0.980	0.922	0.872	紅光	平均值	1.00%	0.94%	0.89%
		標準差	0.041	0.077	0.042		標準差	0.042%	0.079%	0.043%

### (0331-0404)蕈柄蛋白質含量%測定結果



蛋白質含量在蕈柄部分藍光明顯較高、次者白光、再者綠光、末者紅光，且高瓦光源蛋白質含量較高。

## 四、測定結果分析討論

### (一)秀珍菇含醣量的探討

#### 1、不同照度下含醣量的探討：

依實驗結果發現各光源下低瓦數(1W)的含醣量均比高瓦數(9W)含醣量多，依次為 1W、3W、9W，且從蕈傘及蕈柄的含量分析中發現，蕈傘的含醣量明顯多於蕈柄的含醣量；由此可知光源照度增加，並未提升秀珍菇的含醣量，反而低瓦數(1W)光源的含醣量優於高瓦數(9W)光源。

#### 2、不同色光下含醣量的探討：

依實驗結果發現在相同瓦數下低頻光源(紅光)的含醣量優於高頻光源(藍光)含醣量，另從蕈傘及蕈柄的含量分析中發現，蕈傘的含醣量明顯多於蕈柄的含醣量，且細探可知紅光的含醣量在蕈傘與蕈柄部分明顯較高、次者綠光、再者白光、末者藍光；由此可知高頻的藍光的照射生長下的秀珍菇，其含醣量並未隨之提升，反而低頻的紅光的含醣量較佳。

#### 3、分析 12 組試驗下含醣量的探討：

在交叉比對兩次試驗的數值中，發現蕈傘含醣量明顯優於蕈柄，在同瓦數下，無論蕈傘或蕈柄，以低頻光源(紅光)含醣量最高、次著綠光、再者白光、末者藍光，其中綠光與白光差距不大，但仍以綠光略優於白光；又比較同頻率光源下，以低瓦數(1W)的含醣量優於高瓦數(9W)。我們推測高能量光源可促進細胞分裂，造成藍光和白強光組的菌體在細胞分裂時消耗了較多醣類，產生 ATP 以合成 DNA，而使它們的醣類含量偏低，經查閱今年最新文獻資料後發現，經過轉錄組學分析秀珍菇在不同光源下生長的基因表現差異，發現藍光會促進醣酵解和戊醣磷酸途徑的相關基因表現，進而降低了秀珍菇含醣量。

### (二)秀珍菇蛋白質含量的探討：

#### 1、不同照度下蛋白質含量的探討：

依實驗結果發現各光源下高瓦數(9W)的蛋白質含量均比低瓦數(1W)含量多，依次為 9W、3W、1W，且從蕈傘及蕈柄的含量分析中發現，蕈傘蛋白質含量優於蕈柄的蛋白質含量，由此可發現光源照度增加，可提升秀珍菇蛋白質含量。

## 2、不同色光下蛋白質含量的探討：

依實驗結果發現在相同瓦數下高頻光源(藍光)的蛋白質含量優於低頻光源(紅光)蛋白質含量，另從蕈傘及蕈柄的含量分析中發現，蕈傘的蛋白質含量多於蕈柄的蛋白質含量，且細探可知藍光的蛋白質含量在蕈傘與蕈柄部分明顯較高、次者白光、再者綠光、末者紅光，由此可發現高頻光源照射生長下的秀珍菇，其蛋白質含量會隨之提升。

## 3、分析 12 組試驗下蛋白質含量的探討：

在交叉比對兩次試驗的數值中，發現蕈傘蛋白質含量多於蕈柄，在同瓦數下，無論蕈傘或蕈柄，以高頻光源(藍光)蛋白質含量最高、次著白光、再者綠光、末者紅光，其中白光與綠光差距不大，但仍以白光略優於綠光；又比較同頻率光源下，以高瓦數(9W)的蛋白質含量優於低瓦數(1W)。我們推測在高能量及高瓦數光源促進細胞分裂時，造成藍光和白強光組的菌體細胞密集度較高(其可印證在觀養過程中高能量光源下，蕈柄較為茂密粗壯，蕈傘面顏色較深、較成熟)，而使得蛋白質含量在單位重量中的百分比提高了，經過查閱文獻資料後得知，藍光對於真菌的光受器會產生生理調控影響，以紅麴菌為例，將促進胺基丁酸合成，進而影響蛋白質之產量。

# 肆、結論與運用

## 一、研究結論

### (一)秀珍菇含醣量實驗的結論:

經過測定不同光源下栽種的秀珍菇蕈柄及蕈傘中的醣類含量後，發現低頻率和低照度的光源皆能提升秀珍菇的醣類含量，且低頻光源的效果略為顯著，經分析發現光所提供的能量越多，其含醣量會隨之減少，也就是說，如果想要提升秀珍菇的含醣量，必須利用能量較低能量的光源來栽種它。

### (二)秀珍菇蛋白質含量實驗的結論:

經過測定不同光源下栽種的秀珍菇蕈柄及蕈傘中的蛋白質含量後，發現高頻率和高照度的光源皆能提升秀珍菇的蛋白質含量，且高頻光源的效果較為顯著，而低照度和低頻率光源蛋白質含量較低，兩者含量差異不大，分析後發現，光所提供的能量越多，蛋白質含量會隨之增加，如果想增加秀珍菇蛋白質含量，可利用高能量的光源來栽種。

## 二、運用價值

### (一)秀珍菇醣類含量實驗的運用價值:

查閱資料後發現，蕈類中含有葡萄糖以 $\beta$ 鍵結方式連結之葡聚醣，稱作多醣體。多醣體可刺激腸壁上的免疫淋巴細胞，使細胞產生細胞激素，如IL-1、IL-2等，可強化免疫系統。另外，IL-1細胞激素也能刺激胰島素分泌，能夠達到降血糖的功效，對於糖尿病患者非常有幫助。

多醣體也可提昇人體內超氧化歧化酶之產量，進而清除過氧化自由基以及氫氧自由基，體內若累積過多自由基，會造成細胞失去正常功能，造成疾病。若將實驗結果運用在其他蕈類上，例如，靈芝、巴西蘑菇等富含多醣體的蕈類，可大幅提升多醣體的產量，運用於抗癌健康食品的開發。

### (二)秀珍菇蛋白質含量實驗的運用價值

查閱資料後發現，一般生活中食用蕈類蛋白質比例頗高，且富含9種人體必需的氨基酸，比例與人體較接近，易被人體吸收利用，營養價值高，對於長年食素者而言，可選擇較為深色的秀珍菇來補充身體所需的蛋白質(顏色越深，蛋白質含量越高)，若將此次實驗結果運用在其他蕈類栽植上，可提升蕈類中蛋白質產量。

## 伍、參考文獻

一、指導老師：陳莉蓉，學生：吳芯妍、金湘雲-第 54 屆科展國中組生物科「菇 go!非「光」不可」。

二、陳隆鐘、蘇秋建(2005)「香菇子實體發育期間之細胞行為及細胞核數變化之研究」國立中興大學植物病理學系，未出版，台中市。

三、蔥酮比色法-華人百科。

<https://www.itsfun.com.tw/%E8%92%BD%E9%85%AE%E6%AF%94%E8%89%B2%E6%B3%95/wiki-8897126-5005006>

四、竺巧玲、俞薇(2014)蔥酮-硫酸法測定蛋糕總糖含量的研究 食品安全質量檢測學報第五卷第五期，寧波市。

五、考馬斯亮藍法-華人百科。

<https://www.itsfun.com.tw/%E8%80%83%E9%A6%AC%E6%96%AF%E4%BA%AE%E8%97%8D%E6%B3%95/wiki-2205395-1922275>

六、劉麗雲、蔡佳芬、陳石松、周薰修、曾素香(2014)。食品分析與檢驗，華信出版。

七、作者:林柔均、蘇筱晴。指導教師：廖凱玲、高善。認識菇蕈中的多醣體，臺北市立內湖高級中學，未出版。

八、蔣大程；曲阜師範大學生命科學學院；蔣大程；高珊；高海倫；邱念偉；曲阜師範大學生命科學學院,山東曲阜,273165 考馬斯亮藍法測定蛋白質含量中的細節問題 The Details of Protein Content Determination by Coomassie Brilliant Blue Staining(P143-147)。

九、CAMPBELL 生物學第十版下冊第 31 章，偉明圖書有限公司(2019-09)。

十、生物資源及保存中心主題；環境因子“光”對真菌代謝的調控(2010-01-14)。

[https://www.bcrc.firdi.org.tw/wwwbcrc/detail\\_news.do?newsid=223792412](https://www.bcrc.firdi.org.tw/wwwbcrc/detail_news.do?newsid=223792412)

十一、Huan Wang<sup>1</sup>, Xidan Tong<sup>2</sup>, Fenghua Tian<sup>3</sup>, Chuanwen Jia<sup>2</sup>, Changtian Li<sup>2</sup> and Yu Li<sup>2</sup>(2020)。  
Transcriptomic profiling sheds light on the blue-light and red-light response of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) 。AMB Express 卷 10。

## 【評語】 080016

本研究選擇秀珍菇作為研究的題材，藉由不同波長(白光、藍光、綠光、紅光)與不同瓦數 (9W、3W、1W)低溫型 LED 燈照射(每日 12 小時，共 5 天)菌菇太空包，發現在高瓦數(9W)的燈照射下其生長最快、3W 次之、1W 最慢；另在藍光下，秀珍菇生長最茂盛-菌柄最為茂密粗壯、菌傘顏色最深，次為白光、再者綠光、紅光下的生長則最慢-菌柄較稀疏且細、菌傘顏色最淺。接續將採收的秀珍菇(以低溫烘乾 $<40^{\circ}\text{C}$ )，取單位乾重(0.5 公克)分別檢測其蛋白質及醣類的含量進行比較，其結果發現菌菇在紅光下生長其含醣量較高、綠光次之、再者白光、末者藍光；而蛋白質含量由高至低依序為藍光、白光、綠光、紅光；相同色光不同瓦數下的含量分析結果顯示，含醣量以低瓦數較佳，蛋白質含量以高瓦數較佳。

優點：研究主題相當明確且容易吸引讀者的目光，整體的研究工作具有應用價值，值得鼓勵持續研究。

缺點：

1. 依實驗結果發現各光源下低瓦數(1W)的含醣量均比高瓦數(9W)含醣量多，依次為 1W、3W、9W，由此可知光源照度

增加，並未提升秀珍菇的含醣量，反而低瓦數(1W)光源的含醣量優於高瓦數(9W)光源。這個結論有點怪，在用高瓦數光源下，菇長的質量確實較大顆，為何含醣量較低？還是單位克重的含醣量較低？

2. 如果想要提升秀珍菇的含醣量，必須利用較低能量的光源來栽種它。如果想增加秀珍菇蛋白質含量，可利用高能量的光源來栽種。那到底要用較低能量或高能量的光源來栽種？