

# 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 化學科

030217

黑色奇蹟－探討茭白筍殼碳化之功用

學校名稱：南投縣立大成國民中學

作者：  國二 楊三澤  國二 張翊筠  國二 林汶洳	指導老師：  鄭定祐  徐敏益
---	-----------------------------

關鍵詞：茭白筍殼、乾餹、碳

## 摘要

我們將茭白筍殼分頂、中、根 3 部分測量其含水量及含水率發現，根部含水量最多，中間其次，頂部最少，但含水率頂、中、根均接近，顯示茭白筍殼各部位含水量高，各部位均不容易乾燥且不易處理，經乾餾後收集的氣體溶於水後  $\text{pH} < 4$ ，而碳酸飽和溶液濃度  $\text{pH} = 5.6$ ，若經大量處理可得到茭白筍殼醋，但本實驗獲得的量極低，而剩餘黑色固體由其導電性可知為碳。由吸水性實驗可知，茭白筍殼碳可吸水量為原重 3~4 倍，有良好吸水及保濕效果，在農業利用上可減少水的用量，經由染料和甘胺酸的吸附可得到對有機物有良好吸附效果，且對於茭白筍田用水中亞硝酸鹽的吸附亦有不錯效果，故在處理廢水及農業過量肥料使用有實際的應用。

## 壹、研究動機

茭白筍是埔里地區常見的農作物，茭白筍採收過後所留下的茭白筍殼是為廢棄物，但茭白筍殼內含有菰菌，再加上水分含量過高等原因，以致其無法自然分解，所以農民只得將其堆棄在路旁(圖 1)，但卻也因此造成莫大的環境汙染問題，以及附近居民的諸多反映。這讓我們想到我們曾經在全國科展中看到的一件作品，是將茭白筍殼製成酒精後，使茭白筍殼得以再次利用(林，2016)，再加之我們於國中第四冊第五章有機化合物中學到了乾餾的實驗操作方式，並認識到經乾餾後所會產生的有機物和其他產物，於是我們決定藉由此種方式將茭白筍殼進行乾餾後，加以探討乾餾茭白筍殼後所留下的產物和其中的功用，希望藉由此種方式，將茭白筍殼進行廢物利用，並提高茭白筍所帶來的效益。



圖 1 堆棄在路旁的茭白筍殼

## 貳、研究目的

1. 探討茭白筍殼不同部分含水量及經乾燥研磨後性質。
2. 探討乾燥茭白筍殼粉末乾餾後的產物和性質。
3. 探討乾燥茭白筍殼乾餾後產生碳之性質。
4. 討論碳在染料中吸附情形，並對染料濃度及環境溫度的改變作研究。
5. 研究碳的在農業上及生活中的實際應用。

## 參、研究設備及器材

### 一、實驗設備

恆溫槽(CHANNEL)	加熱板	乾燥箱	手持式顯微鏡
果汁機	打錠機		

### 二、測量儀器




分光光度計(unico1205)	pH 計	電子秤(精密度 0.001g)

### 三、實驗器材

瓷漏斗、玻璃漏斗、濾紙(90mm)、塑膠漏斗、吸濾瓶、錐形瓶(250、500mL)、燒杯(100、250、500、1000mL)、滴管、量瓶(100、250mL、500mL)、硬試管、量筒(50、100mL)、坩鍋、酒精燈、陶瓷纖維網、膠水、培養皿、硝酸鹽/亞硝酸鹽試紙、廣用試紙、坩鍋鉗、

直流變壓器、玻璃紙、研鉢和杵、刻度吸量管(1、5、10、25mL)、安全吸球。

#### 四、實驗材料

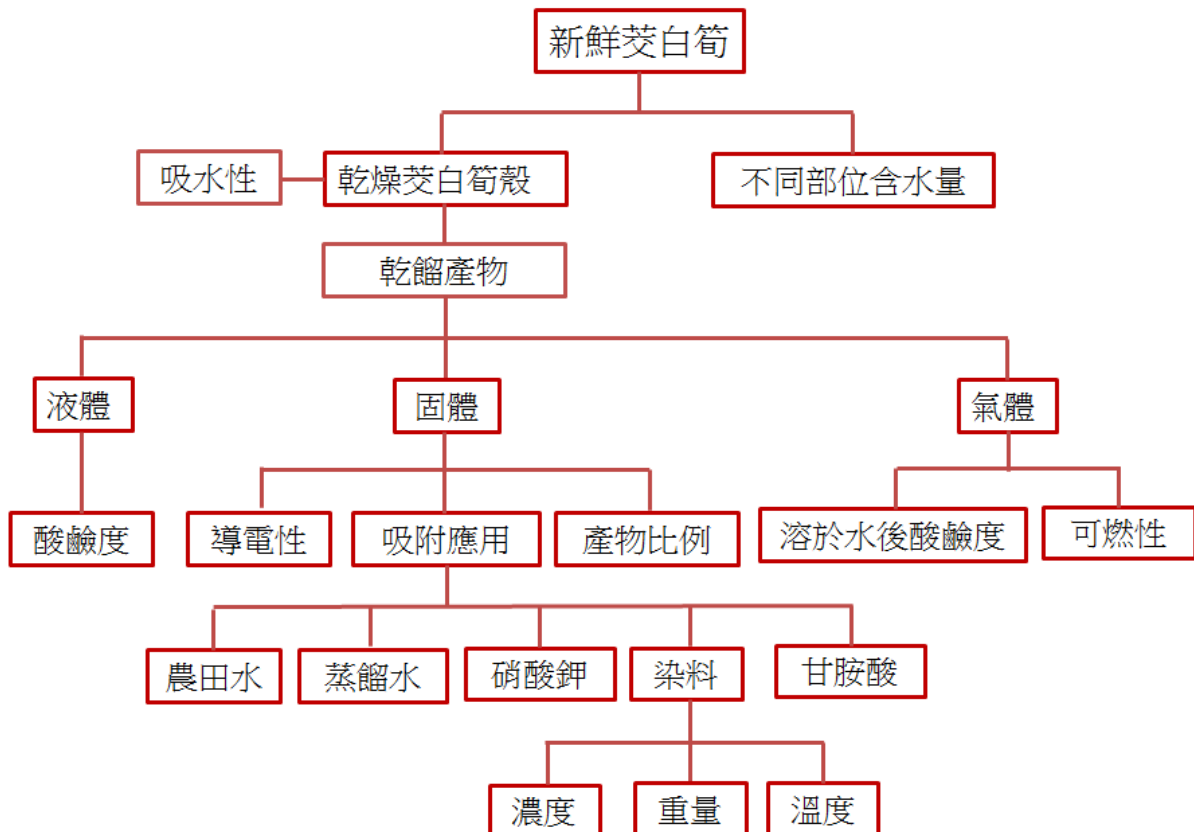
		
新鮮茭白筍殼	活性炭	農田水

#### 五、實驗藥品

蒸餾水、醋酸、硝酸鉀、靛胭脂、甘胺酸(Glycine)、醋酸鈉三水合物、冰醋酸、寧海準(Ninhydrin)溶液(3%(W/V)95%酒精溶液)。

### 肆、研究過程或方法

#### 一、實驗流程：



## 二、實驗原理：

### (一) 分光光度計原理(skoog, 2013)

分光光度計是由可發出不同波長的光源，經由分光產生特定波長，當光線通過樣品時，部分光線被吸收，可經由通過樣品的透光或吸收度，求出樣品濃度，而樣品濃度的吸收度會和其濃度成正比關係。

而根據比爾定律(Beer's Law)在單光輻射中吸收值直接正比於通過介質與濃度  $c$  之吸收物種的光徑  $b$ 。當光徑固定時，樣品濃度和吸光度成正比(圖 2)。

其關係是可表示成： $A = \epsilon bc$

$$T = \frac{P_{\text{溶液}}}{P_{\text{溶劑}}} = \frac{P}{P_0} \qquad A = \log \frac{P_{\text{溶劑}}}{P_{\text{溶液}}} \approx \log \frac{P_0}{P}$$

T：穿透率(以 T%表示)

A：吸收度  $\epsilon$ ：吸收係數(molar absorptivity)，單位為  $L \cdot g^{-1} \cdot cm^{-1}$

b：光徑，單位為 cm  $c$ ：濃度，單位為 mol/L

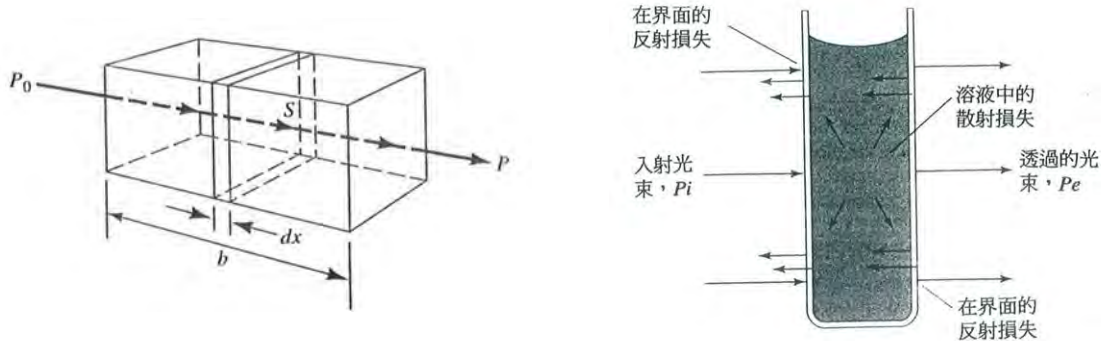


圖 2 最初功率  $P_0$  的輻射被含有  $c$  mol/L 吸收溶質及光徑  $b$  cm 之溶液的調減作用

比爾定律的限制

1. 樣品在低濃度下，其濃度會和吸收度成正比關係，但在高濃度情況下，會產生干擾，而造成線性關係的偏差
2. 樣品中有高濃度的其他成份或電解質亦會造成干擾
3. 樣品在溶液中會進行結合、解離、水解等化學反應時
4. 非單波長輻射
5. 儀器不準確

## (二) 吸附原理(邱，2004)

### 1. 活性碳特性：

活性碳為良好吸附材料，是利用木材、竹子、椰子殼等作為原料，經由物理和化學方法加工製成具有多孔性質及含有大表面積的材料，對於物質具有物理和化學吸附的能力，可以有選擇的吸附自來水中的各種物質，以達到脫色、除臭和去除化學污染以及揮發性有機物等去除污染的效果。

### 2. 活性碳吸附原理：

活性碳歸為良好為的吸附劑，而被吸附的物質則稱為吸附質。吸附作用通常是指某吸附質選擇性的凝聚或濃縮於吸附劑表面的現象，此現象僅發生於吸附劑與吸附質界面上。

活性碳在吸附時由表面和孔隙間進行，表面擴散為吸附質會沿活性碳孔隙表面移動，孔擴散為吸附質被傳輸進入孔隙中的流體(圖3)，而剛開始活性碳的吸附效果很好，但使用一段時間後，活性碳的吸附能力會減弱，吸附效果也隨之下降。

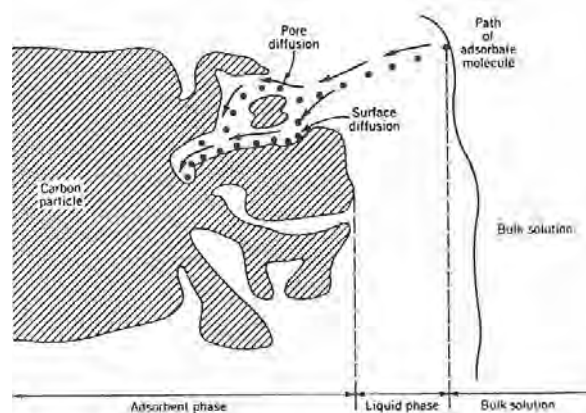


圖3 吸附質於活性炭表面與孔洞中的擴散

由於大分子不能進入活性碳小孔隙中，孔隙大小對於吸附物質有選擇性，吸附質分子的大小與孔隙大小越接近，越容易被吸附。活性碳除有大量孔隙和很大的表面積外，其組成以碳為主，能和表面氧、硫、氮、等原子形成官能基或表面結合物，當官能基性質不同時，被吸附的物質也有所不同，這種吸附靠的是吸附質與活性碳上的官能基產生化學鍵結，活性碳吸附除物理外還有化學吸附，除能有效脫色、除臭外，可去除水中大多有機污染物和某些無機物，包含某些有毒的重金屬。

### (三) 乾餾原理(尤，2017)

乾餾：隔絕空氣加熱,而使物質分解的方法

表 1 竹筴乾餾後的產物

產物狀態	產物名稱		附註
氣體	可燃	氫氣、一氧化碳、甲烷	1. 乾餾後的木炭仍然可以燃燒。
	不可燃	二氧化碳	
液體	黑褐色、黏度大的焦油		2. 筴殼中主要含有碳、氫、氧三種元素。
	使藍色石蕊試紙變紅的醋酸		
固體	黑色的木炭		

### 三、實驗步驟：

(一) 實驗一：將茭白筴殼分為三段後進行乾燥測其含水率

1. 將新鮮茭白筴殼依頂、中、根平均分為三部分(圖 4~6)。
2. 再將這三部分烘乾後秤其重量，求出其各部分含水率。

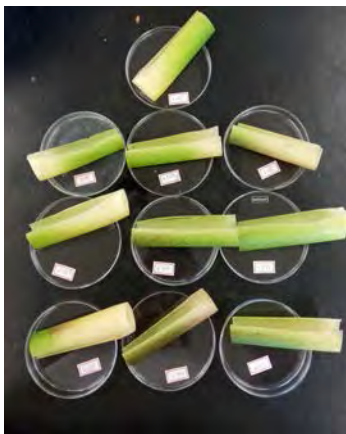


圖 4 茭白筴殼頂部



圖 5 茭白筴殼中部



圖 6 茭白筴殼根部

(二) 實驗二：測量 1g 乾燥後的茭白筴殼在 20℃，與培養皿中的水經由玻璃紙的滲透作用後，測其吸水程度(史，2017)

1. 取 1g 的乾燥後的茭白筴殼，放在玻璃紙上，再將其置於裝有蒸餾水的培養皿中，靜置一天後再測其重量(圖 7)。
2. 算出其含水量，並求出其吸水比例。

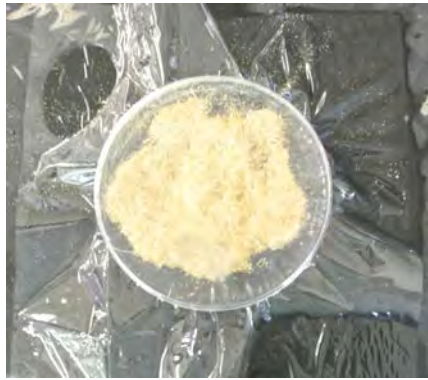


圖 7 茭白筍殼粉末吸水實驗裝置

(三) 實驗三：測量乾燥茭白筍殼粉末乾餾後其殘留碳的含量

1. 如下圖實驗裝置所示，將乾燥的茭白筍殼粉末，放入硬試管內，利用酒精燈進行乾餾(圖 8)。
2. 將乾餾後所殘餘的碳，置於電子秤上測量剩餘碳之含量。

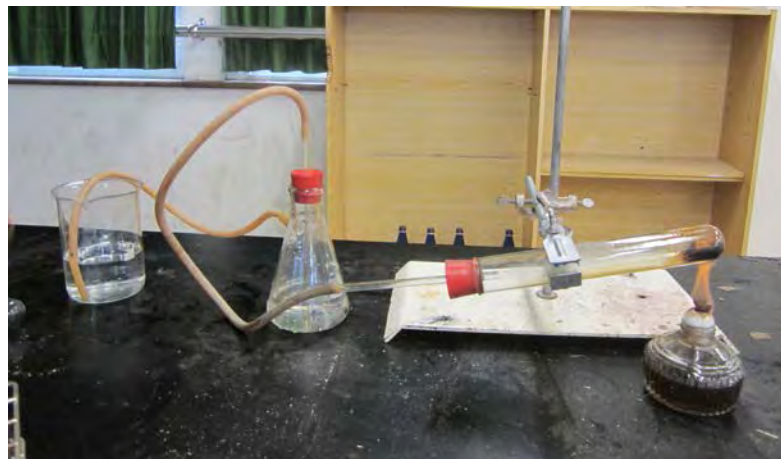


圖 8 乾燥茭白筍殼粉末乾餾實驗裝置

(四) 實驗四：測量茭白筍殼乾餾後所產生氣體溶於水的酸鹼值

1. 利用圖 8 實驗裝置，將乾餾茭白筍殼所產生的氣體溶於蒸餾水中，收集於吸濾瓶中，將其雜質過濾後，置於錐形瓶中。
2. 靜置一天後，以 pH 計測量其酸鹼度。

(五) 實驗五：測量茭白筍殼粉末經乾餾後所產生的碳置於水中後的水溶液酸鹼值

1. 將茭白筍殼乾餾後取 1 克的碳置於錐形瓶內，倒入 30ml 的水。
2. 靜置一天後，以 pH 計測量其酸鹼值。

(六) 實驗六：測量茭白筍殼乾餾後所殘留碳之導電性

1. 將燃燒後的碳和醋酸混合後，將其過濾後取出，加入膠水攪拌均勻，並塗抹於培



養皿中。

2. 等待其乾燥後，以直流變壓器和 LED 連結電路，測量是否導電。

(七) 實驗七：測量 1g 乾燥後的茭白筍殼碳在 20°C，與培養皿中的水經由玻璃紙的滲透作用後，測其吸水程度

1. 取 1g 的乾燥後的茭白筍殼碳，放在玻璃紙上，再將其置於裝有蒸餾水的培養皿中，靜置一天後再測其重量(圖 9)。

2. 算出其含水量，並求出其吸水比例。



圖 9 茭白筍殼碳吸水實驗裝置

(八) 實驗八：測量 0.5、1、1.5、2g、2.5 g 的茭白筍殼碳在 20°C 下，於不同濃度靛胭脂水溶液中的吸收度

1. 以量筒分別取 10~100ppm 的靛胭脂 100mL，置於裝有 0.5g 碳的錐形瓶內。
2. 於恆溫槽(20°C)中靜置一天後，經過濾取得濾液，以分光光度計測其吸收度。
3. 改變加入碳的量(1~5g)，重複上述步驟，求出其溶液吸收度。

(九) 實驗九：測量 1g 的茭白筍殼碳在 35°C 和 45°C 下，於不同濃度靛胭脂水溶液中的吸收度

1. 以量筒分別取 10~100ppm 的靛胭脂 100mL，置於裝有 1g 碳的錐形瓶內。
2. 於恆溫槽(35°C)中靜置一天後，經過濾取得濾液，以分光光度計測其吸收度。
3. 改變溫度(45°C)，重複上述步驟，求出其溶液吸收度。

(十) 實驗十：測量 0.5~2.5g 的茭白筍殼碳置於 10ppm 的靛胭脂中的吸收度

1. 以量筒分別取 10mL 的靛胭脂，和蒸餾水調配成 100mL 水溶液。
2. 以電子秤稱量 0.5、1、1.5、2、2.5 克的碳，分別倒入錐形瓶中，將 10ppm 的靛胭脂

脂溶液倒入置有碳的錐形瓶內。

3. 於恆溫槽（20℃）中靜置一天，過濾後以分光光度計測其吸收度。

(十一) 實驗十一：測量 1g 的市售活性碳在 20℃ 下，不同濃度靛胭脂水溶液中的吸收度

1. 配置 10~100ppm 靛胭脂水溶液，將其倒入 1g 活性碳的錐形瓶中。

2. 於恆溫槽（20℃）中靜置一天，經過濾取得濾液，以分光光度計測其吸收度

(十二) 實驗十二：測量 1g 的市售活性碳經磨碎後在 20℃ 下，於不同濃度靛胭脂水溶液中的吸收度

1. 將活性炭磨碎成粉末狀後置於錐形瓶內。

2. 配製 10~100ppm 靛胭脂水溶液，將其倒入 1g 活性碳的錐形瓶中。

3. 於恆溫槽（20℃）中靜置一天，經過濾取得濾液，以分光光度計測其吸收度

(十三) 實驗十三：測量 1g 的筍殼碳在 20℃ 下，於不同濃度硝酸鉀水溶液中的吸收度

1. 配製 10~100ppm 硝酸鉀溶液，將其倒入 1g 碳的錐形瓶中。

2. 於恆溫槽（20℃）中靜置一天，經過濾取得濾液，以硝酸鹽/亞硝酸鹽試紙，測其濃度。

(十四) 實驗十四：測量不同克數的筍殼碳在 20℃ 下，於農田水中的吸收情形

1. 以量筒分別取 100mL 的農田水 5 份。

2. 秤量 0.2、0.4、0.6、0.8、1 克的碳，分別到入錐形瓶中，將農田水倒入置有碳的錐形瓶內。

3. 於恆溫槽(20℃)下靜置一天，經過濾取得濾液，以硝酸鹽/亞硝酸鹽試紙測其濃度。

(十五) 實驗十五：測量 1g 的筍殼碳在 20℃ 下，於不同濃度甘胺酸溶液中的吸收度，並以寧海準(Ninhydrin)與胺基酸反應時產生有色物質，利用此物質含量與胺基酸濃度成比例的關係，比色定量試樣中的胺基酸含量。

1. 標準溶液之配製：

(1) 標準甘胺酸(Glycine)溶液：精秤約 0.1 克之甘胺酸，溶於水中後，稀釋為 100mL。再取 25mL 稀釋至 250mL 為標準溶液。

(2) 醋酸緩衝液(2M, pH 5.2) 秤取 19 克之醋酸鈉(CH<sub>3</sub>COONa · 3H<sub>2</sub>O)，溶於 50mL 水中後，加入 3.6mL 冰醋酸，加水稀釋至 100mL 備用。

## 2. 檢量線：

- (1) 取七根試管分別編號 1 至 7，再取甘胺酸標準液 0、0.3、0.4、0.5、0.7、0.8 及 1mL，分別加入 1 至 7 號 之試管內。
- (2) 取適當體積水，加入各試管中，使其總體積為 1mL。
- (3) 取 0.5mL 之醋酸緩衝液及 0.5mL 之寧海準試劑於各試管中，充分混合後，蓋上小玻璃珠。
- (4) 將各試管置於試管架內，並放入沸水浴中，加熱至沸騰並維持 15 分鐘。
- (5) 取出試管置於冷水浴中冷卻後，加入 10mL 的 50%酒精，充分混合，於 570nm 波長測定各溶液之吸收度。
- (6) 配製 60、80、90ppm 甘胺酸做樣品，經茭白筍殼碳過濾吸收後，測其前後吸收度。

## 伍、研究結果

### 一、測量茭白筍殼不同部分含水比例

#### (一) 茭白筍殼各部位含水量(圖 10)

由圖 10 可知筍殼含水率根 > 中 > 頂，根部遠比頂和中段部分高。

#### (二) 茭白筍殼各部位含水率(圖 11)

由圖 11 可知筍殼含水率根 ≈ 中 ≈ 頂，含水量約 80%。

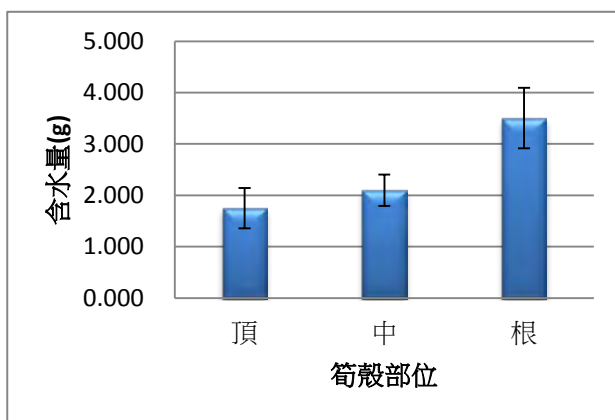


圖 10 茭白筍殼各部位的含水量

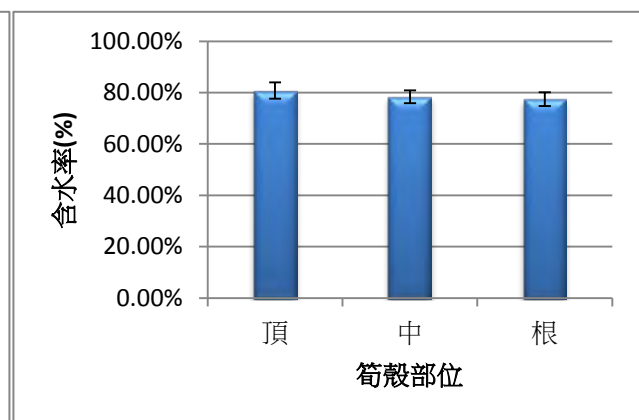


圖 11 茭白筍殼各部位的含水率

二、測量 1g 乾燥後的茭白筍殼粉末在常溫下(20°C)，與培養皿中的水經由玻璃紙的滲透作用吸水程度(表 2)。

表 2 乾燥後的茭白筍殼粉末在常溫下(20°C)吸水程度

測量次數	吸水量(g)	吸水(%)
1	4.005	400.50
2	4.135	413.50
3	4.460	446.00
4	4.625	462.50
5	4.270	427.00
6	4.575	457.50
7	4.460	446.00
平均值	4.361±0.200	436.14±20.04

三、測量乾燥茭白筍殼粉末乾餾後測其殘留碳的含量

(一) 由下表 3 可得知，乾燥的茭白筍殼經乾餾後產率大約為 40%。

表 3 乾餾後碳含量與其產率

乾燥筍殼重(g)	乾餾後碳重(g)	產率%
1	0.433±0.05	43.33
2	0.793±0.05	39.67
3	1.207±0.08	40.22
4	1.517±0.04	37.92
5	1.892±0.02	37.83

(二) 由圖 12 可知隨原乾燥筍殼重增加，經乾餾後的碳產量亦會隨之增加，碳含量並以約為等比例的關係上升。

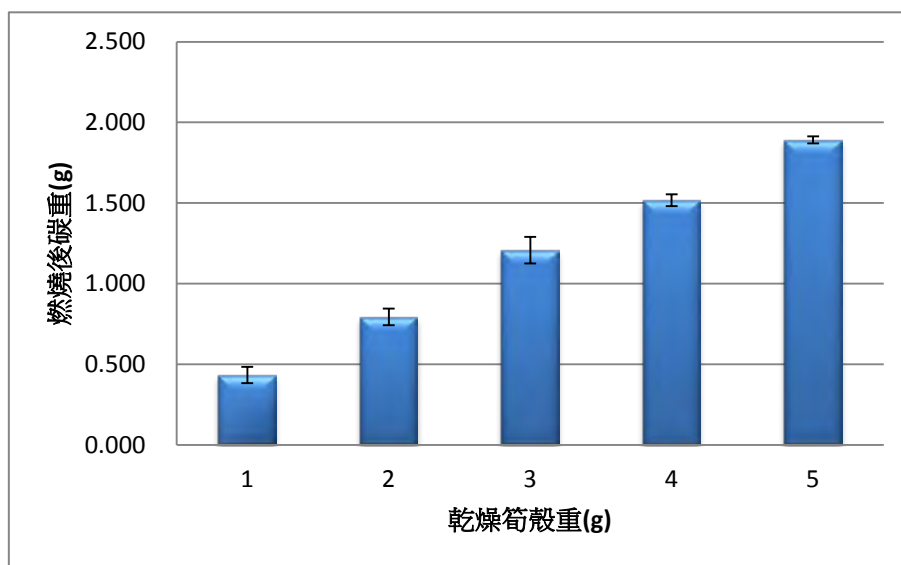


圖 12 茭白筍殼乾餾後所得碳含量

#### 四、測量茭白筍殼乾餾後所產生氣體溶於水的酸鹼度

(一) 由圖 13 可知乾餾不同克數的乾燥茭白筍殼所產生的氣體溶於 50mL 的蒸餾水後，pH 值大約為 4 左右偏酸性，在 1g 後即達最低。

(二) 由圖 14 可知乾餾不同克數的乾燥茭白筍殼所產生的氣體溶於 100mL 的蒸餾水後，pH 值大約為 4 左右偏酸性，水量增加後要乾餾 5g 的筍殼量才會達到最低。

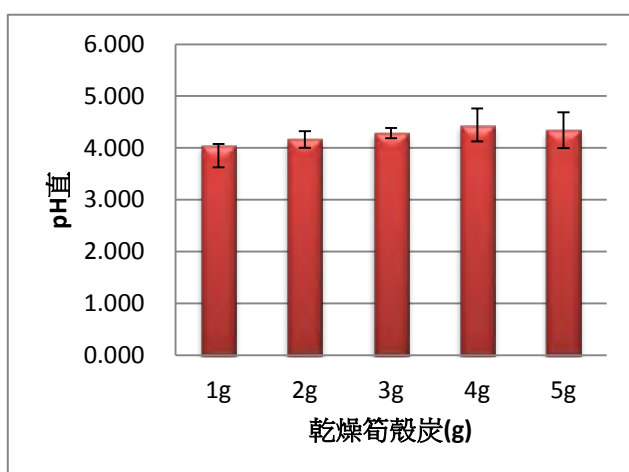


圖 13 乾餾後氣體在 50mL 水中的 pH 值

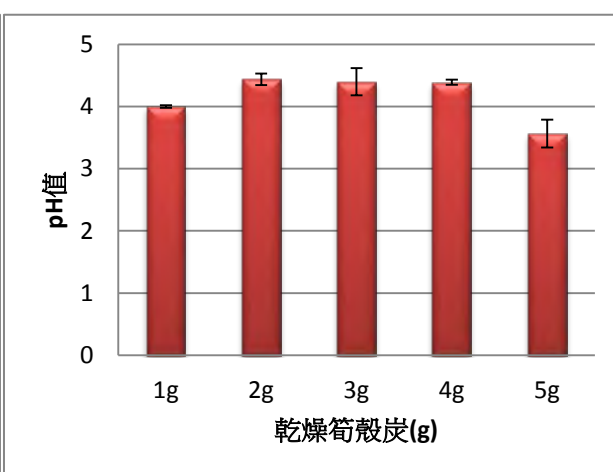


圖 14 乾餾後氣體在 100mL 水中的 pH 值

### 五、測量茭白筍殼粉末經乾餾後所產生的碳置於水中後的水溶液酸鹼值

由表 4 可知 1g 的茭白筍殼經乾餾後所產生的碳，靜置於 30mL 水中後所產生的水溶液酸鹼值為鹼性。

表 4 1g 茭白筍殼乾餾後的碳，靜置於 30mL 水中的酸鹼值

測量次數	1	2	3	4	5	6	平均值
pH 值	11.24	11.21	11.14	11.27	11.16	11.27	11.22±0.05

### 六、測量茭白筍殼乾餾後所留的碳之導電性

將燃燒後的碳和醋酸混合後，將其過濾後取出，加入膠水攪拌均勻，並塗抹於培養皿中。

由圖 16 可證實茭白筍殼乾餾的固體產物為碳可以導電。



圖 15 碳添加膠水固化



圖 16 以 LED 檢測其導電性

### 七、測量 1g 乾燥後的碳在常溫下(20°C)，與培養皿中的水經由玻璃紙的滲透作用吸水程度 (表 5)

表 5 乾燥後的碳在常溫下(20°C)吸水程度

測量次數	吸水量(g)	吸水(%)
1	3.58	358.00
2	3.23	323.00
3	4.275	427.50
4	3.39	339.00
5	3.52	352.00
平均值	3.599±0.359	359.9±35.87

八、測量 0.5~2.5g 的碳在 20°C，於不同濃度靛胭脂水溶液中的吸收度

(一) 測量靛胭脂在 10ppm 下最大吸收波長

最大吸收波長為 607nm

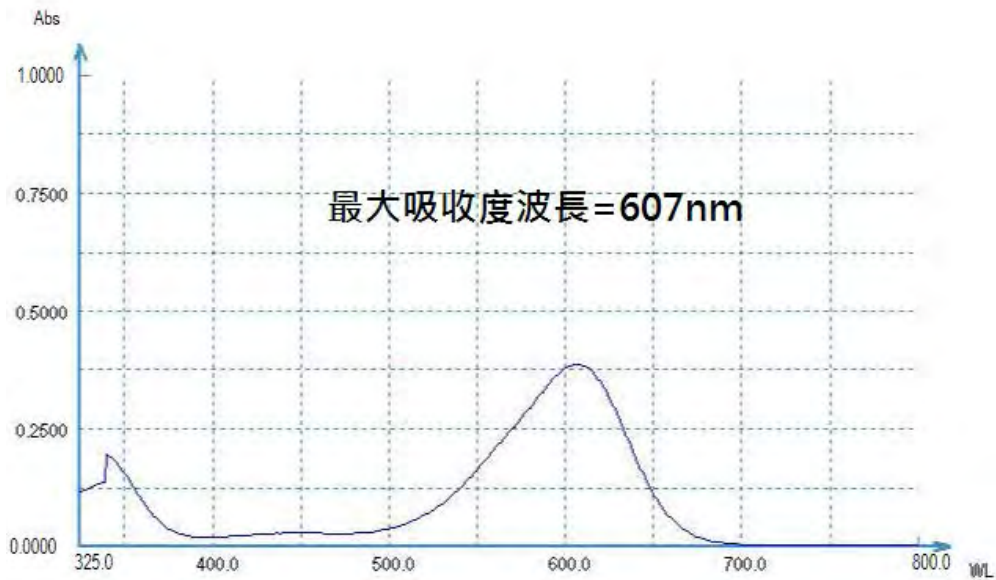


圖 17 靛胭脂在 10ppm 下的最大吸收波長

(二) 靛胭脂吸收度對濃度檢量線(如圖 18)

在 10~50ppm 之  $R^2 = 0.9987$ ，而 10~100ppm 之  $R^2 = 0.9156$  在低濃度下較符合線性關係。

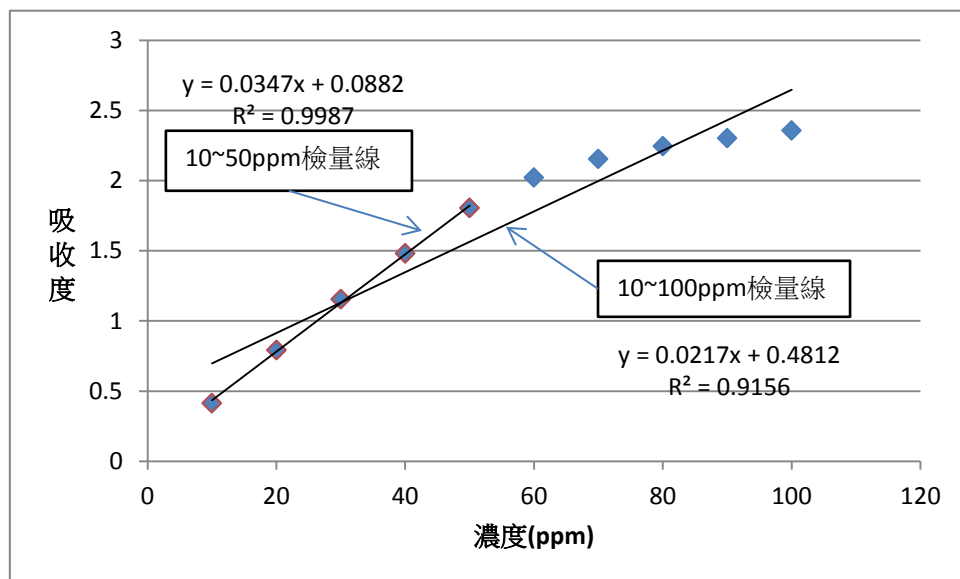


圖 18 靛胭脂吸收度對濃度檢量線

(三) 0.5g 的茭白筍殼碳在不同濃度下的靛胭脂水溶液中的情形

0.5g 的碳在 10~50ppm 靛胭脂吸收度對檢量線  $R^2 = 0.99328$  大於 10~100ppm 的  $R^2 = 0.9425$ ，表示 0.5g 的碳在高濃度下(10~100ppm)會產生偏差，在低濃度下(10~50ppm)呈線性關係(如圖 19)。如圖 20 在 60ppm 下 0.5g 的碳有較好的吸收效果。

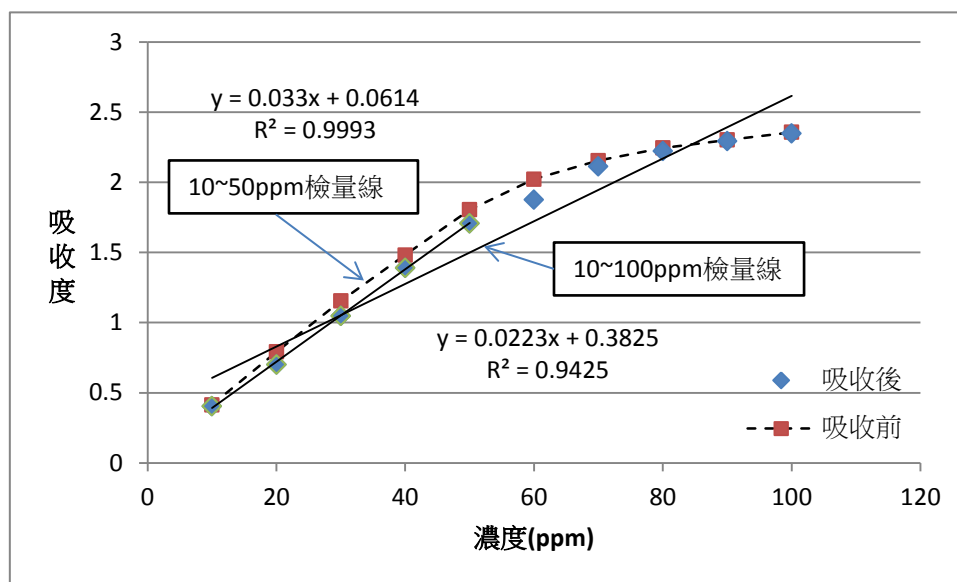


圖 19 0.5g 的碳在 10~50ppm，10~100ppm 靛胭脂吸收度對濃度檢量線

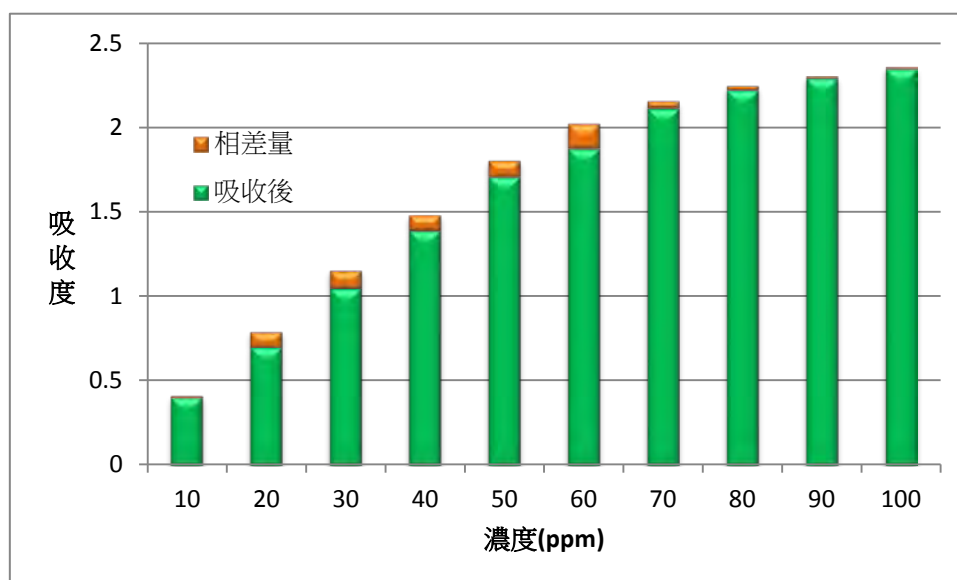


圖 20 0.5g 的碳在 10~50ppm 和 10~100ppm 靛胭脂相差吸收度長條圖



(四) 1g 的茭白筍殼碳在不同濃度下的靛胭脂水溶液中的情形

1g 的碳在 10~50ppm 靛胭脂吸收度對檢量線  $R^2 = 0.999$  大於 10~100ppm 的  $R^2 = 0.9774$ ，表示 1g 的碳在高濃度下(10~100ppm)會產生偏差，在低濃度下(10~50ppm)呈線性關係(如圖 21)。如圖 22 在 50ppm 下 1g 的碳有較好的吸收效果。

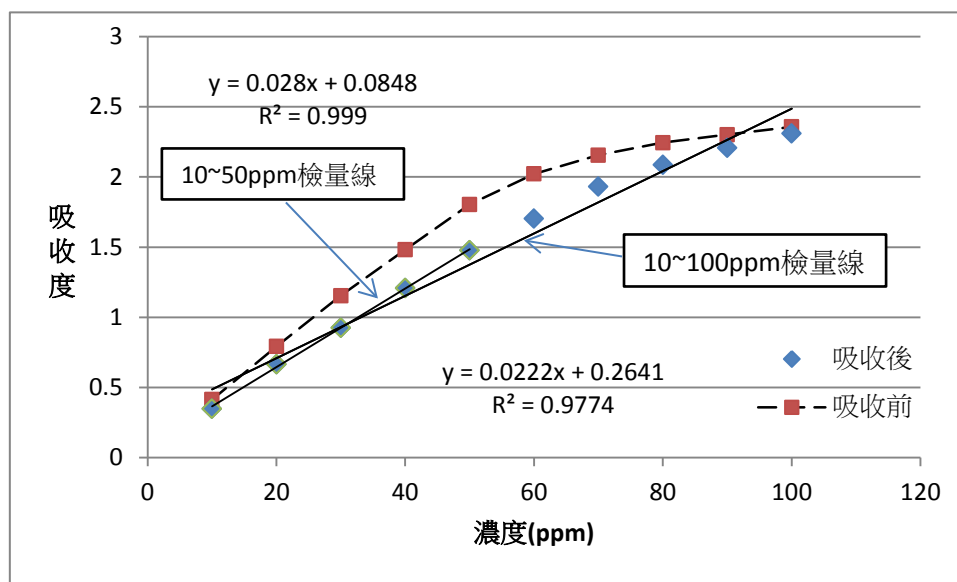


圖 21 1g 的碳在 10~50ppm，10~100ppm 靛胭脂吸收度對濃度檢量線

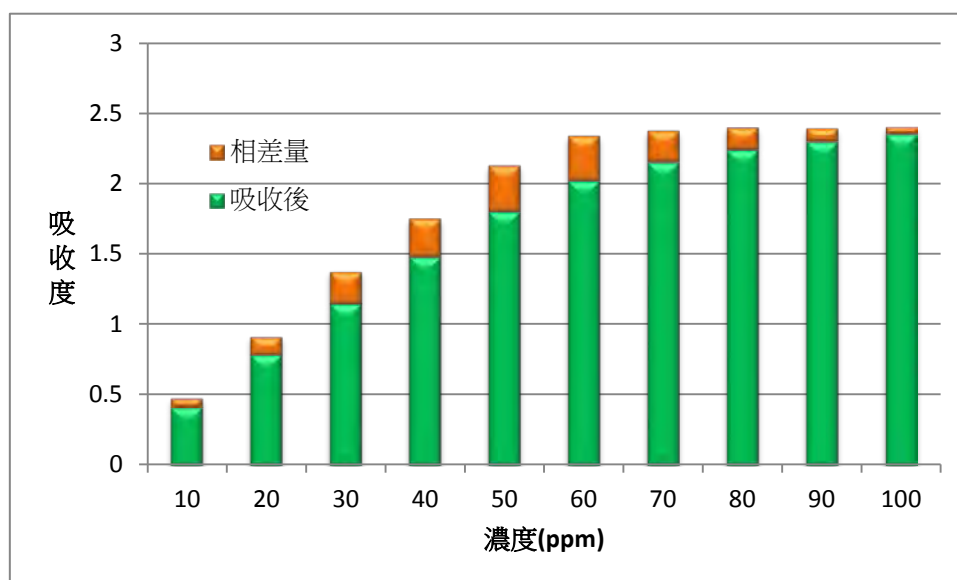


圖 22 1g 的碳在 10~50ppm 和 10~100ppm 靛胭脂相差吸收度長條圖

(五) 1.5g 的茛白筍殼碳在不同濃度下的靛胭脂水溶液中的情形

1.5g 的碳在 10~50ppm 靛胭脂吸收度對檢量線  $R^2 = 0.9986$  大於 10~100ppm 的

$R^2 = 0.9812$ ，表示 1.5g 的碳在高濃度下(10~100ppm)會產生偏差，在低濃度下(10~50ppm)

呈線性關係(如圖 23)。如圖 24 在 60ppm 下 1.5g 的碳有較好的吸收效果。

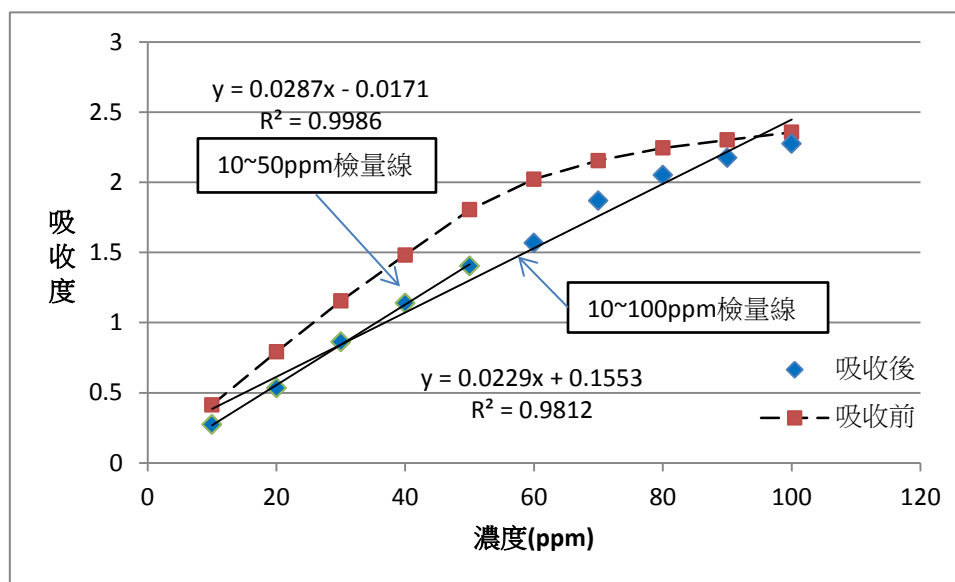


圖 23 1.5g 的碳在 10~50ppm，10~100ppm 靛胭脂吸收度對濃度檢量線

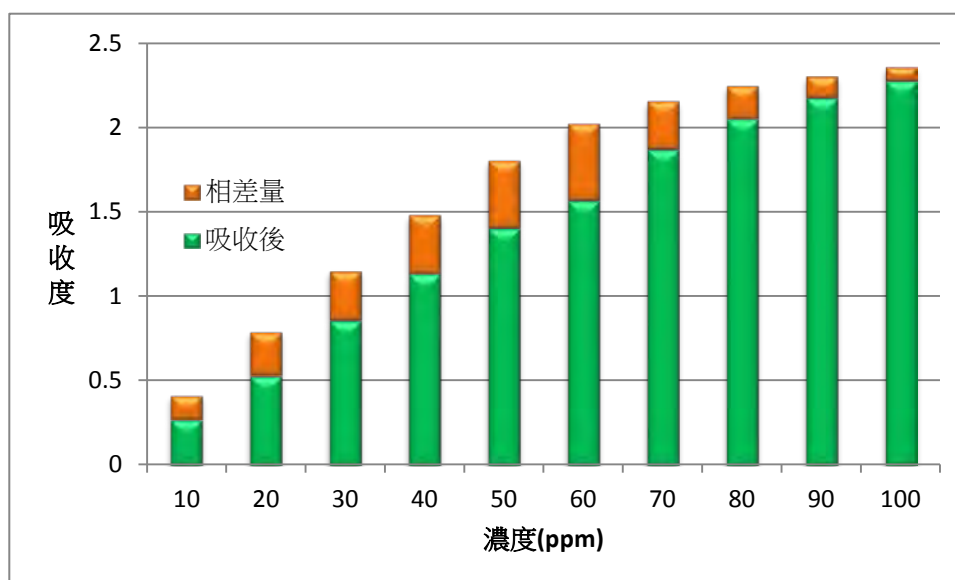


圖 24 1.5g 的碳在 10~50ppm 和 10~100ppm 靛胭脂相差吸收度長條圖

(六) 2g 的茭白筍殼碳在不同濃度下的靛胭脂水溶液中的情形

2g 的碳在 10~50ppm 靛胭脂吸收度對檢量線  $R^2 = 0.9867$  大於 10~100ppm 的  $R^2 = 0.9433$ ，表示 2g 的碳在高濃度下(10~100ppm)會產生偏差，在低濃度下(10~50ppm)呈線性關係(如圖 25)。如圖 26 在 60ppm 下 2g 的碳有較好的吸收效果。

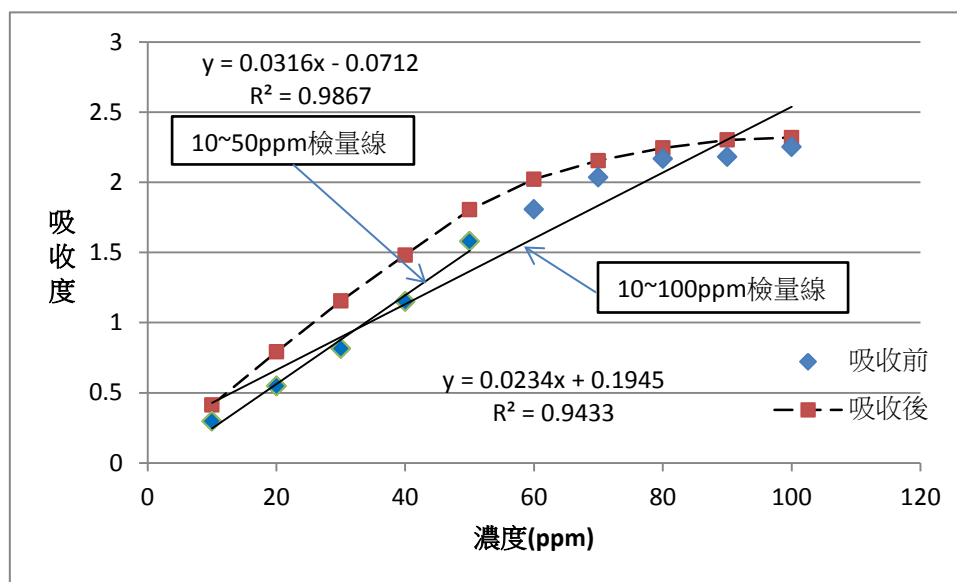


圖 25 2g 的碳在 10~50ppm，10~100ppm 靛胭脂吸收度對濃度檢量線

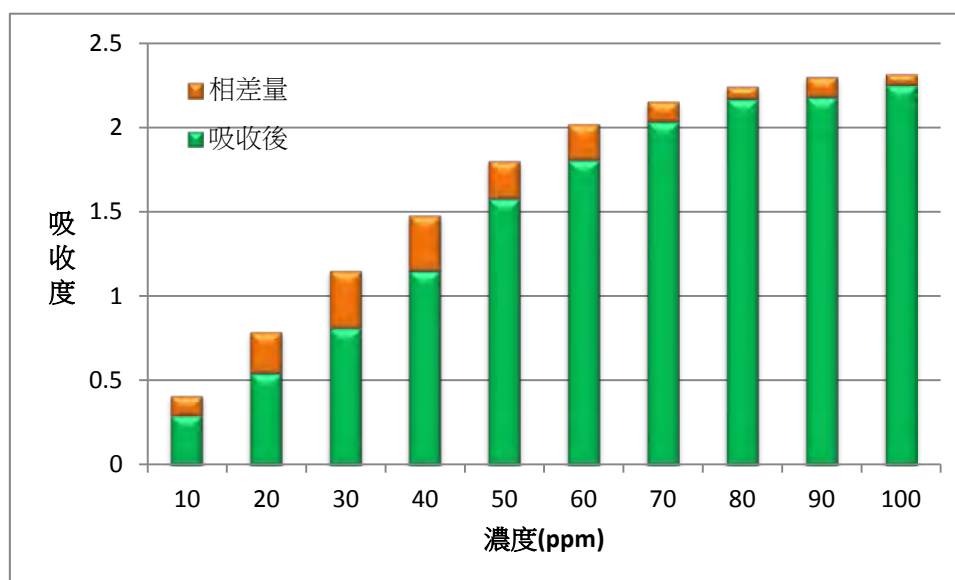


圖 26 2g 的碳在 10~50ppm 和 10~100ppm 靛胭脂相差吸收度長條圖

(七) 2.5g 的茛白筍殼碳在不同濃度下的靛胭脂水溶液中的情形

2.5g 的碳在 10~50ppm 靛胭脂吸收度對檢量線  $R^2 = 0.9981$  大於 10~100ppm 的  $R^2 = 0.9739$ ，表示 2.5g 的碳在高濃度下(10~100ppm)會產生偏差，在低濃度下(10~50ppm)呈線性關係(如圖 27)。如圖 28 在 50ppm 下 2.5g 的碳有較好的吸收效果。

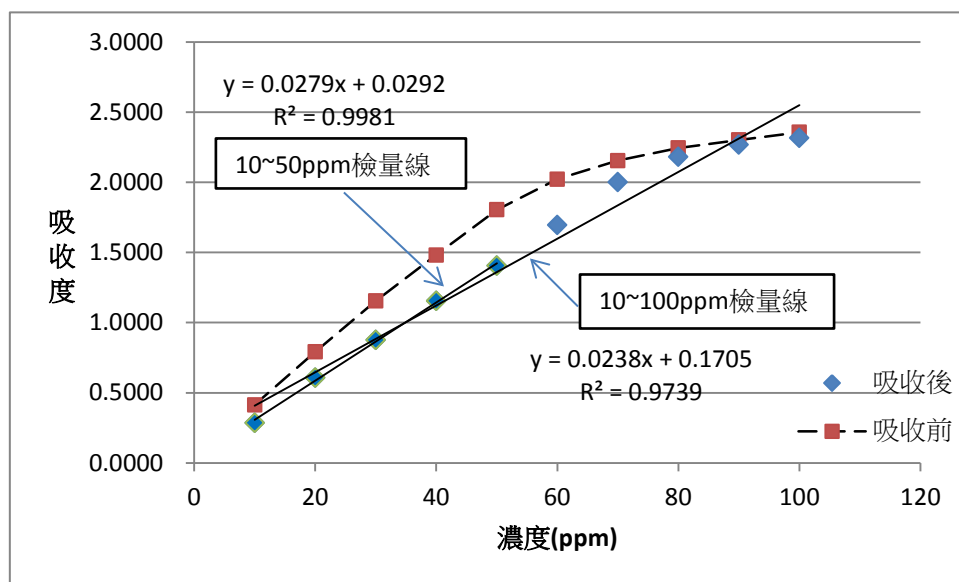


圖 27 2.5g 的碳在 10~50ppm，10~100ppm 靛胭脂吸收度對濃度檢量線

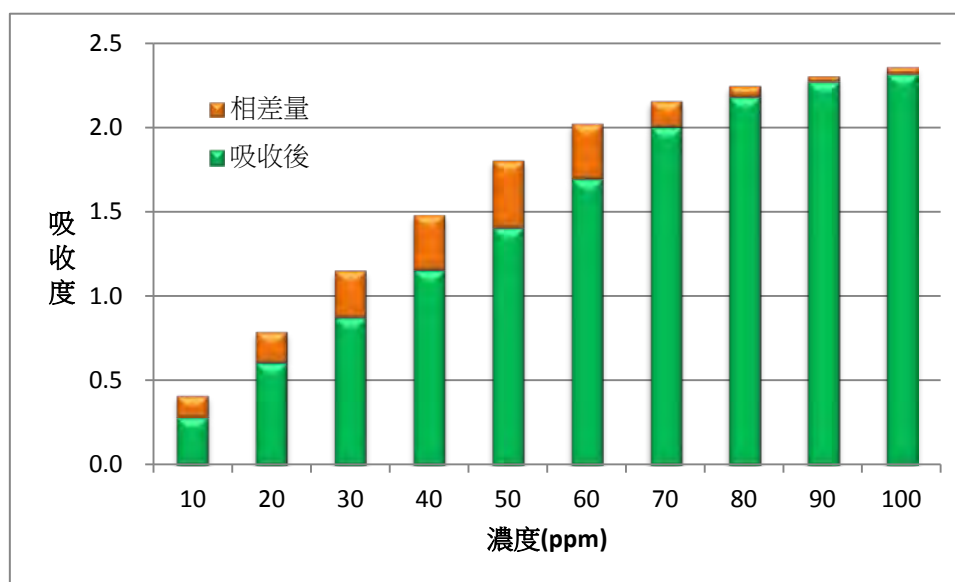


圖 28 2.5g 的碳在 10~50ppm 和 10~100ppm 靛胭脂相差吸收度長條圖

八、測量 1g 的碳在 35°C 和 45°C 下，於不同濃度鯊腦脂水溶液中的吸收度

(一) 1g 筍殼碳於常溫、35°C、45°C 下於 10~50ppm 鯊腦脂水溶液中的吸收度。從圖 29 在常溫與 35°C 下無太大差異但在 45°C 下有明顯的下降，且線性關係較適用。

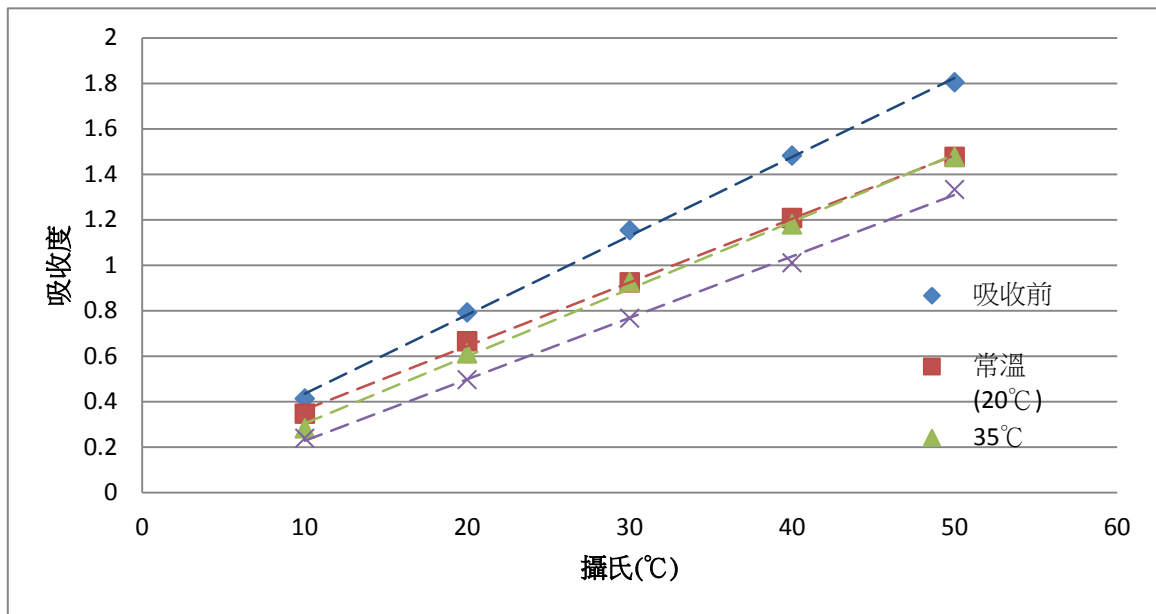


圖 29 不同溫度下 1g 的碳在 10~50ppm 鯊腦脂吸收度

(二) 1g 筍殼碳於常溫、35°C、45°C 下於 10~100ppm 鯊腦脂水溶液中的吸收度。從圖 30 在常溫與 35°C 下無太大差異但在 45°C 下有明顯的下降，且線性關係在高濃度下較不適用。

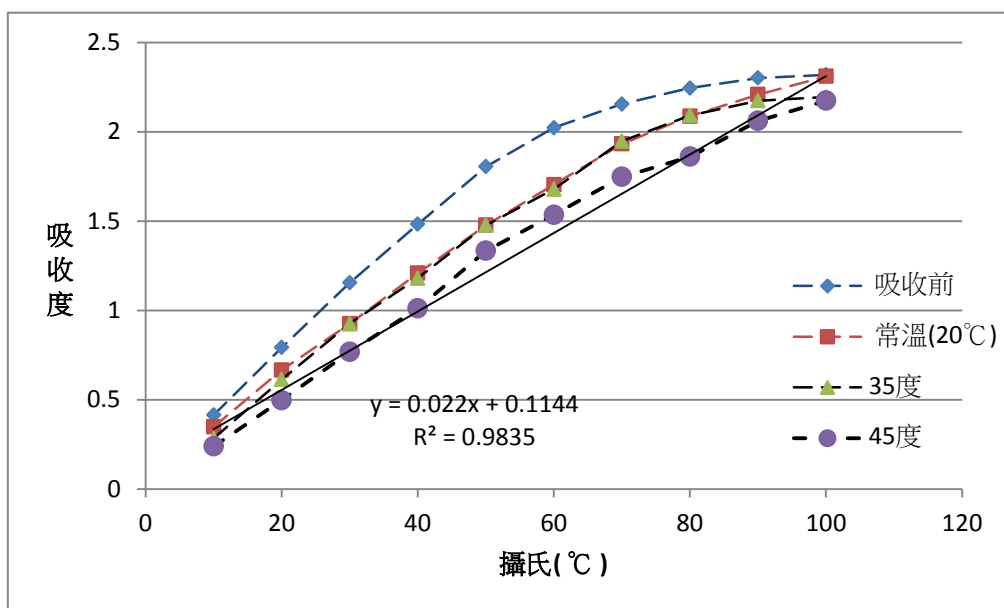


圖 30 不同溫度下 1g 的碳在 10~100ppm 鯊腦脂吸收度

九、測量 0.5~2.5g 的碳置於 10ppm 的靛胭脂中的吸收度(20°C)

(一) 0.5~2.5g 的碳於 10ppm 的靛胭脂中的吸收度(20°C)從圖 31 可知在 1.5g 即達飽和，且在 1.5g 後無太大差異。

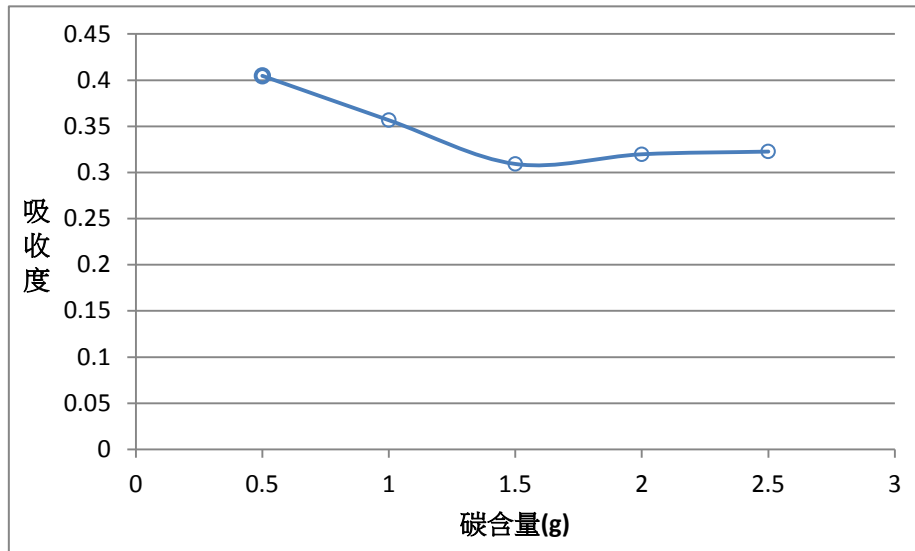


圖 31 0.5~2.5g 筍殼碳在相同濃度、溫度下的吸收度

十、測量 1g 的市售活性碳在 20°C 下，於不同濃度靛胭脂水溶液中的吸收度

(一) 1g 的活性碳在 20°C 下，於靛胭脂水溶液中的吸收度，從圖 32 可知，活性碳在低濃度下線性關係較適用，在高濃度下線性關係較不適用。

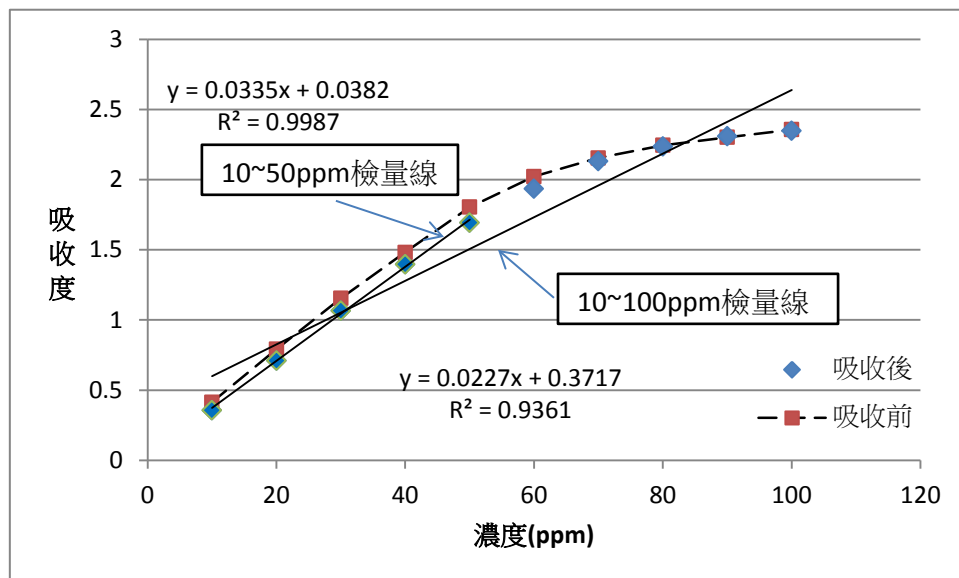


圖 32 市售活性碳在 10~50ppm 和 10~100ppm 靛胭脂中的吸收度對濃度檢量線

十一、測量 1g 的市售活性碳粉末在 20°C 下，於不同濃度靛胭脂水溶液中的吸收度

(一) 1g 的活性碳粉末在 20°C 下，於靛胭脂水溶液中的吸收度，從圖 33 可知，活性碳在低濃度下線性關係較適用，在高濃度下線性關係較不適用。

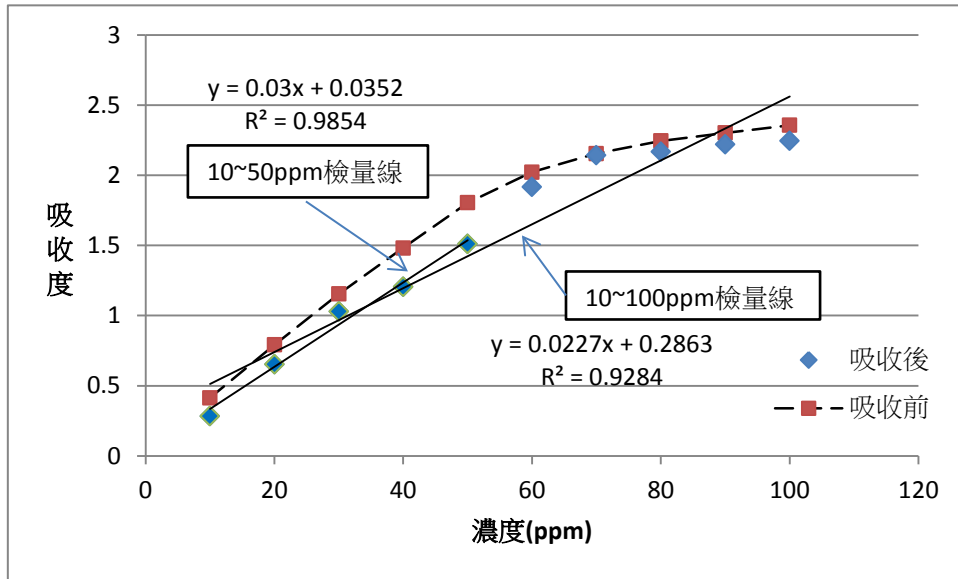













圖 33 活性碳粉末在 10~50ppm，10~100ppm 靛胭脂中的吸收度對濃度檢量線

十二、測量 1g 的茭白筍殼碳在常溫(20°C)下，於不同濃度(10~100ppm)硝酸鉀水溶液中的吸收情形(表 6)

(一) 1g 的筍殼碳在常溫(20°C)下，於 10~100ppm 硝酸鉀水溶液中的吸收情形，從圖 34 可知，筍殼碳在硝酸鉀水溶液下有良好的吸附效果，故對肥料有良好的吸附效果。







表 6 1g 的筍殼碳在常溫(20°C)下，於 10~100ppm 硝酸鉀水溶液中的吸收情形

濃度	原本	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
顏色											
剩餘濃度	>50	1	1	2	2	5	10	10	20	20	50

十三、測量不同克數的碳在常溫(20°C)，於農田水中吸收情形(表 7)

(一) 1g 的筍殼碳在常溫(20°C)下，於農田水中的吸收情形，從圖 35 可知，筍殼碳在農田水有良好的吸附效果，且在 0.4g 後並無太大差異。

表 7 1g 的筍殼碳在常溫(20°C)下，於農田水中的吸收情形。

碳含量	原本	0.2g	0.4g	0.6g	0.8g	1g
顏色變化						
剩餘濃度	1	0.3	0.15	0.15	0.15	0.15

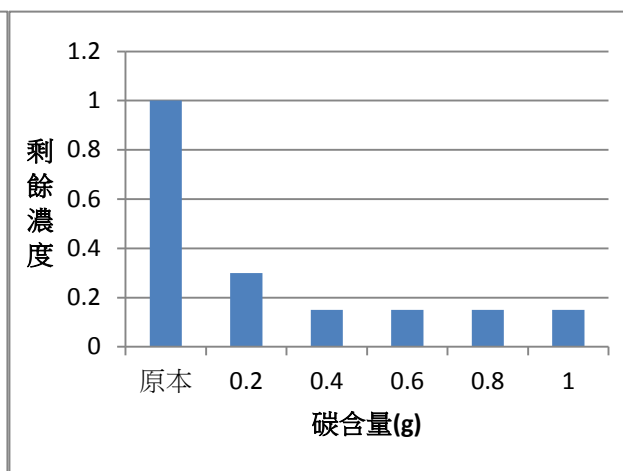
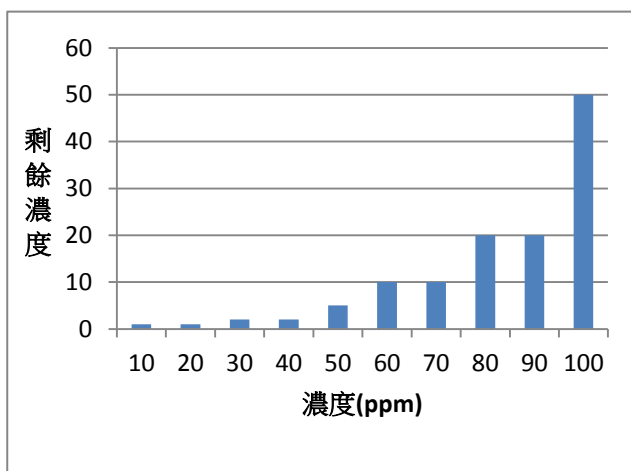


圖 34 碳對於硝酸鉀之吸收度

圖 35 碳對於農田水之吸收度

十四、測量 1g 的碳在 20°C 下，於不同濃度甘胺酸水溶液中的吸收度

(一) 1g 的筍殼碳在 20°C 下，於 30~100ppm 甘胺酸水溶液中的吸收度，從圖 37 可知對甘胺酸有良好的吸附效果，故對其他胺基酸也應有良好的吸附效果。



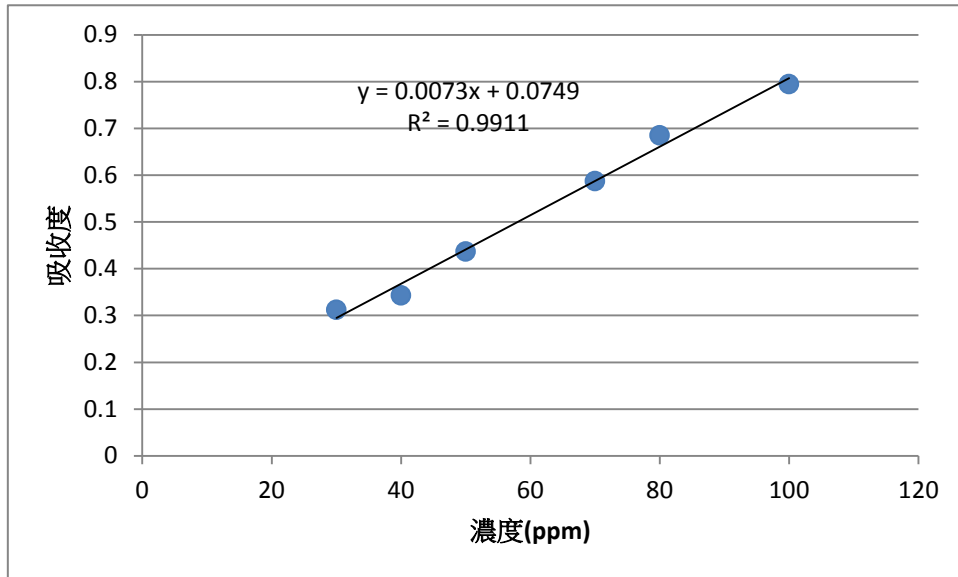


圖 36 甘胺酸檢量線

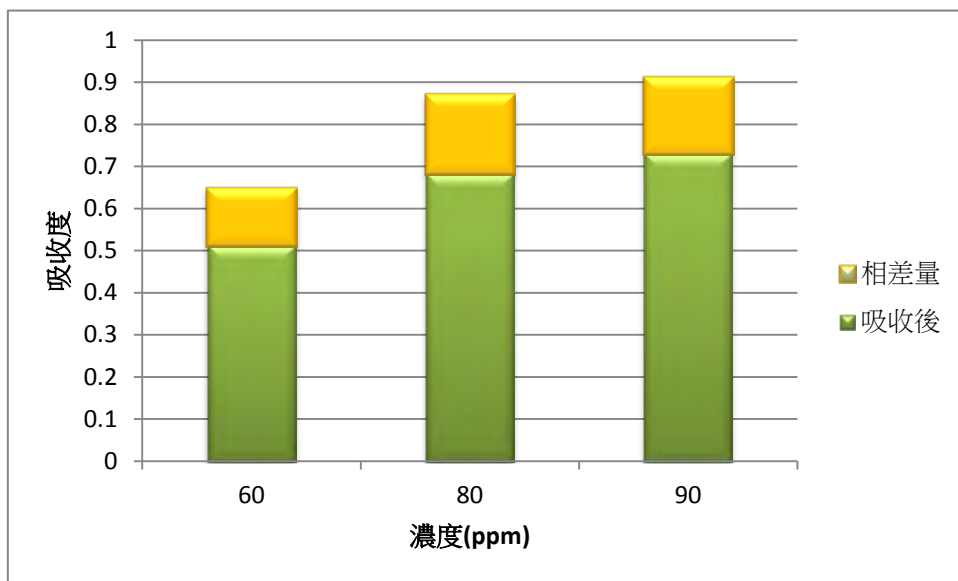


圖 37 1g 的碳在 60、80、90ppm 甘胺酸相差吸收度長條圖

## 陸、討論

- 一、由新鮮茭白筍各部分的測量可知：含水量差異頗大，含水量根>中>頂，由於水分由根部由下往上輸送，故越接近下方水分會較多；而含水率頂 $\approx$ 中 $\approx$ 根，彼此比例接近差異不大，我們發現乾燥後根部也較重，而植物生長是由下往上生長，故越往根部越粗且纖維量越多，符合一般植物生長情形，而茭白筍生長在水中，故水分含量豐富各部位差異並不大。
- 二、由茭白筍殼乾餾的實驗中可知，可乾餾出液體、氣體、固體等產物，液體為酸性(圖 38)，氣體具可燃性(圖 39)，固體為黑色的碳(圖 40)，且在高溫下產生未凝結的醋酸(氣態)，實驗結果如課本中竹筴乾餾。且經乾餾產生碳的比例佔約 40%(表 3)。



圖 38 乾餾後的液體為酸性



圖 39 乾餾出的氣體具有可燃性



圖 40 乾餾後得到的固體產物為碳

- 三、經由乾餾得到的碳以 LED 測其導電性可知，新製成的碳本身有很多孔隙，會造成電路斷路的現象，導致不能發亮，故我們以膠水加以黏結製成碳膠後，再以 12V 的直流電通電後就可以發亮，證明經乾餾產生的黑色物質為碳。
- 四、筍殼在粉末狀的吸水量為原重 4~5 倍，較未處理前 22 倍低(林，2016)，原因為未處理前維管素內有較多空餘可儲存水分，在打碎後大空隙消失，只剩粉末本身小孔隙可吸水。
- 五、經由乾餾後的碳測其吸水度可知，其吸水量為原本重量的 3~4 倍，具有良好的吸水能力。
- 六、由 0.5g、1g、1.5g、2g、2.5g 的碳在 20°C 條件下(圖 19~28)，並置於 10~100ppm 靛胭脂下吸附 1 天，我們發現不論在哪種重量下 10~50ppm 的  $R^2$  均大於 10~100ppm，顯示推論其線性關係適用濃度應在 10~50ppm 較低濃度下，這可由圖 41 發現碳 0.5g~1.5g 碳數增加吸收量增加，而在 2g、2.5g 的碳增加吸收量相對減少。

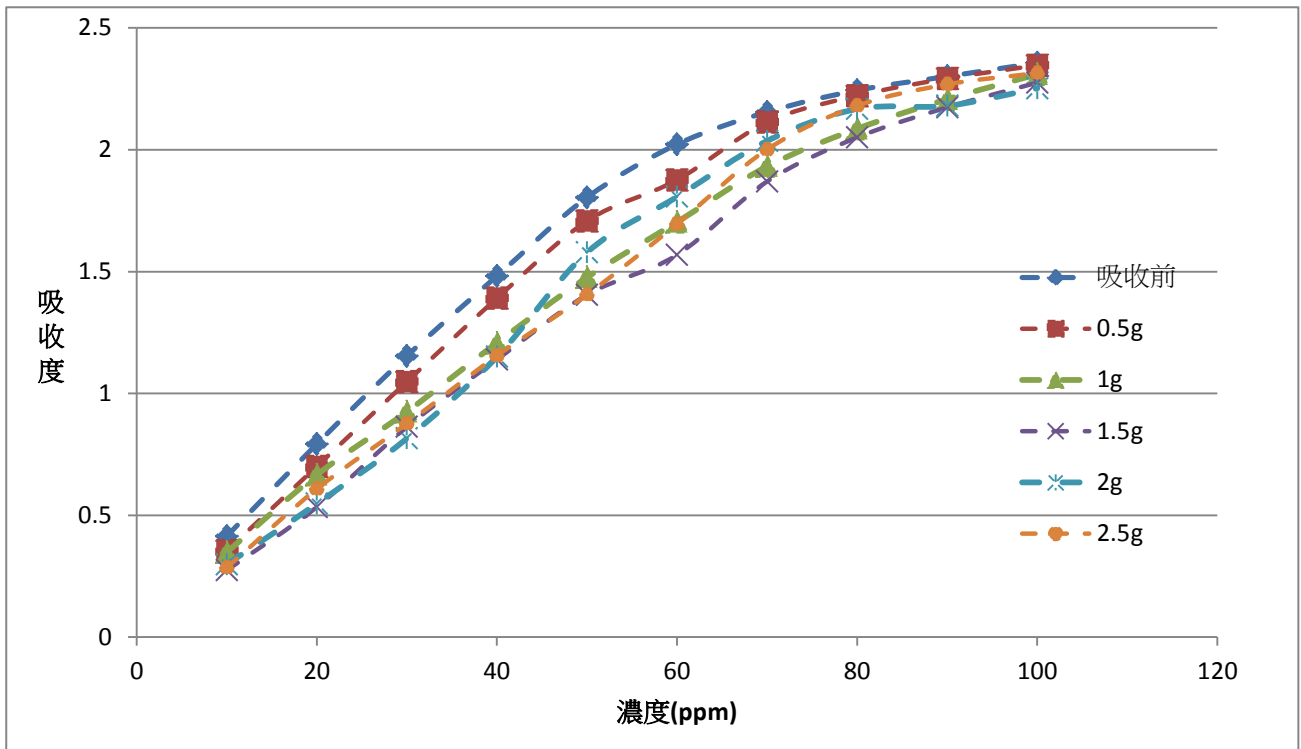


圖 41 0.5~2.5g 筍殼碳在常溫下於不同濃度靛胭脂之吸收度

在同溫度(20°C)、同濃度(10ppm)下，比較茭白筍殼碳在不同重量下吸附結果相同，但超過 1.5g 後，吸附量反而下降，可能原因為加入太多的碳，反而造成碳粒間凝聚在一起，減少其吸附表面積，反而造成吸附下降。

不同溫度下比較，發現常溫跟 35°C 並無差異，在台灣夏天(35°C)較高溫度下，在其吸附量在低濃度下均接近，而在 35°C 條件下高濃度部分才有明顯下降，其結果顯示在低濃度下一般環境(20~35°C)，茭白筍殼碳吸收程度接近，再加熱至 45°C 後，整體吸收量的變化才會增加較多。

七、經由和市售的活性碳比較(圖 42)，我們自製的茭白筍殼碳有較好的吸附效果，在和磨碎的活性碳比較，則磨碎後的活性碳略佳，顯示活性碳吸附能力和其表面積大小有關，不論哪一種活性碳均和自製茭白筍殼碳吸附能力相近，故我們以手持式顯微鏡拍攝其表面結構發現，表面凹凸不平有較大的表面積，和活性碳吸附原理相同，故有良好的吸附能力(圖 43、44)。

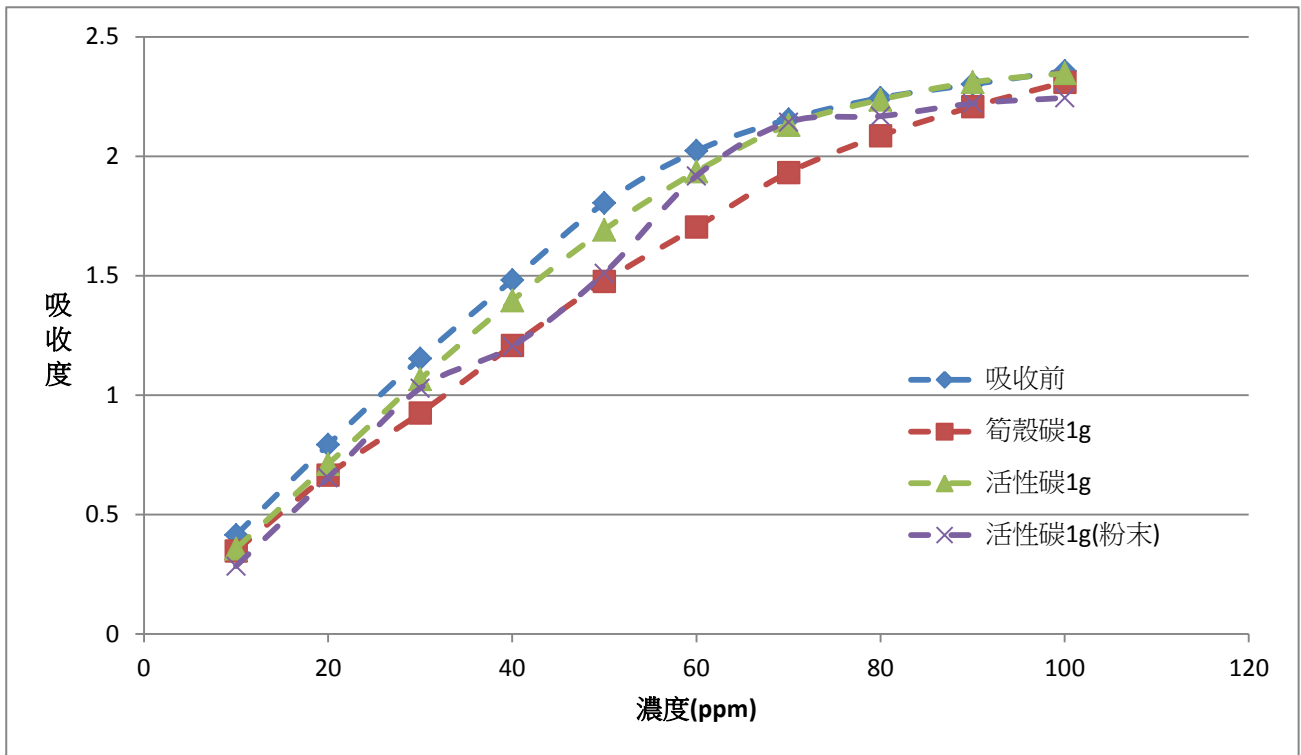


圖 42 比較筍殼碳和活性碳吸附能力檢量線



圖 43 筍殼碳放大圖



圖 44 筍殼碳放大圖

八、經由硝酸鹽試紙測試，茭白筍殼碳對於硝酸鉀有良好吸附效果，在硝酸鉀濃度 90ppm 以下吸附，可使其剩餘濃度降至 20ppm，硝酸鉀濃度 20ppm 以下，則其剩餘濃度則降至 1ppm。取附近茭白筍田的水做測試，農田中的水施肥後含有亞硝酸鹽，由試紙測試原農田含有 1ppm 亞硝酸鹽，每 100mL 農田水以茭白筍殼碳 0.4g 處理後可降至 0.15ppm。

九、經由寧海準測試可知，寧海準與胺基酸結合會形成藍紫色，可有效判斷水中胺基酸，經由圖 37 選用 60、80、90ppm 作為樣品測試，且因胺基酸可轉換為含氮化合物，而產生臭味，所以我們經由筍殼碳的吸附可減少胺基酸含量並減少臭味的孳生，顯示茭白筍殼碳對於甘胺酸有良好吸附效果，故對其他胺基酸也可能有良好的吸附效果。

## 柒、結論

- 一、茭白筍殼含水量豐富，各部位含水比例均高不易腐敗，為難以處理的環境問題。
- 二、茭白筍殼在乾餾後得到固體的產率大約為 40%，經由導電度測試證實為碳。
- 三、茭白筍殼乾餾後所產生的氣體除可燃性氣體和  $\text{CO}_2$  外，其餘的應為未凝結的醋酸，具有刺鼻味，其水溶液  $\text{pH} < 4$ ，以 50mL 及 100mL 收集 pH 差異不大，為節省用水量以 50mL 水收集即可達飽和，而乾餾後的酸類似竹醋液，剛產生收集為黃色液體時(圖 45)，再經脫色，並萃取可獲得另一種農業附產品(茭白筍殼醋液)，增加利用價值。



圖 45 茭白筍殼乾餾後剛收集的醋

- 四、茭白筍殼碳吸水量可達原重 3~4 倍，具有良好吸水性及保濕性，可覆蓋在農田上避免水分散失，保持土壤濕潤以節約用水。
- 五、茭白筍殼碳對於染料有良好吸附性，相較市售活性碳毫不遜色，在台灣氣候下(20~35°C)在低濃度均有良好的吸附效果，故對於有機物亦有相同結果。
- 六、茭白筍殼碳對於硝酸鹽及亞硝酸鹽有良好的吸附效果，可像市售活性碳在水族用途，去除過多的含氮廢物，而用在農業中，可吸附過多的肥料避免土壤的酸化，而未以水清洗過的茭白筍殼碳其水溶液為鹼性，性質類似草木灰，可調整土壤的酸鹼值，以增進土壤的再利用。
- 七、蛋白質分解後所產生的胺基酸，經代謝後有異味，而生物排泄物常作為肥料，造成肥料過剩及臭味，使用茭白筍殼碳的製品(圖 46)，可吸收胺基酸等含氮有機肥料，有效解決肥料及生物排泄物造成異味的問題可促進埔里地區農業廢棄物再利用，並有效解決汙染問題。



圖 46 茭白筍殼和碳由打錠機製成的貓砂

## 捌、參考資料

1. 林詩雅(2016)。「茭」糖釀的酒，第 56 屆中小學科展。南投縣立大成國民中學
2. 尤丁攻(2017)。自然與生活科技課第四冊。台南市：南一書局。
3. 史家瑩(2017)。自然與生活科技課本第一冊。台南市：翰林文教。
4. 邱誌忠(2004)。半導體產業高濃度含砷廢水之處理-化學沈降法與活性炭吸附法之評估，國立中興大學碩士論文，未出版，台中市。
5. 潘敏用(2013)。利用茭白筍殼加工製造新型態飲料之探討，國立中興大學碩士論文，未出版，台中市。
6. 張婉如、許寶茹、黃于綺、謝盈宇(2008)。木炭竹炭誰好"色"，第48屆中小學科展。國立善化高級中學。
7. 黃彥鈞、蔡至翔、李暉婷、陳怡臻(2006)。竹炭的製備與竹炭水，第46屆中小學科展。國立草屯高級商工職業學校桃園縣私立新興高級中學。
8. 吳沛學、吳東承(2011)。「水」中送「碳」—活性炭對各類水溶液的吸附研究，第51屆中小學科展，國立高雄師範大學附屬高級中學。

## 【評語】 030217

優點：

結合生活中經驗並進而追求實用，兼具環保和應用，符合綠能減廢精神，將茭白筍殼的再利用做完整的研究。

建議：

實驗設計應考慮欲吸附物質特性才歸納結論，建議可自製儀器觀測吸附前後之濃度差異或是可增廣欲吸附物之種類，勢必可使本件作品增色不少。

作品海報

# 摘要

我們將茭白筍殼分頂、中、根3部分測量其含水量及含水率發現，根部含水量最多，中間其次，頂部最少，但含水率頂、中、根均接近，顯示茭白筍殼各部位含水量高，各部位均不容易乾燥且不易處理，經乾餾後收集的氣體溶於水後pH<4，而碳酸飽和溶液濃度pH=5.6，若經大量處理可得到茭白筍殼醋，但本實驗獲得的量極低，而剩餘黑色固體由其導電性可知為碳。由吸水性實驗可知，茭白筍殼碳可吸水量為原重3~4倍，有良好吸水及保濕效果，在農業利用上可減少水的用量，經由染料和甘胺酸的吸附可得到對有機物有良好吸附效果，且對於茭白筍田用水中亞硝酸鹽的吸附亦有不錯效果，故在處理廢水及農業過量肥料使用有實際的應用。

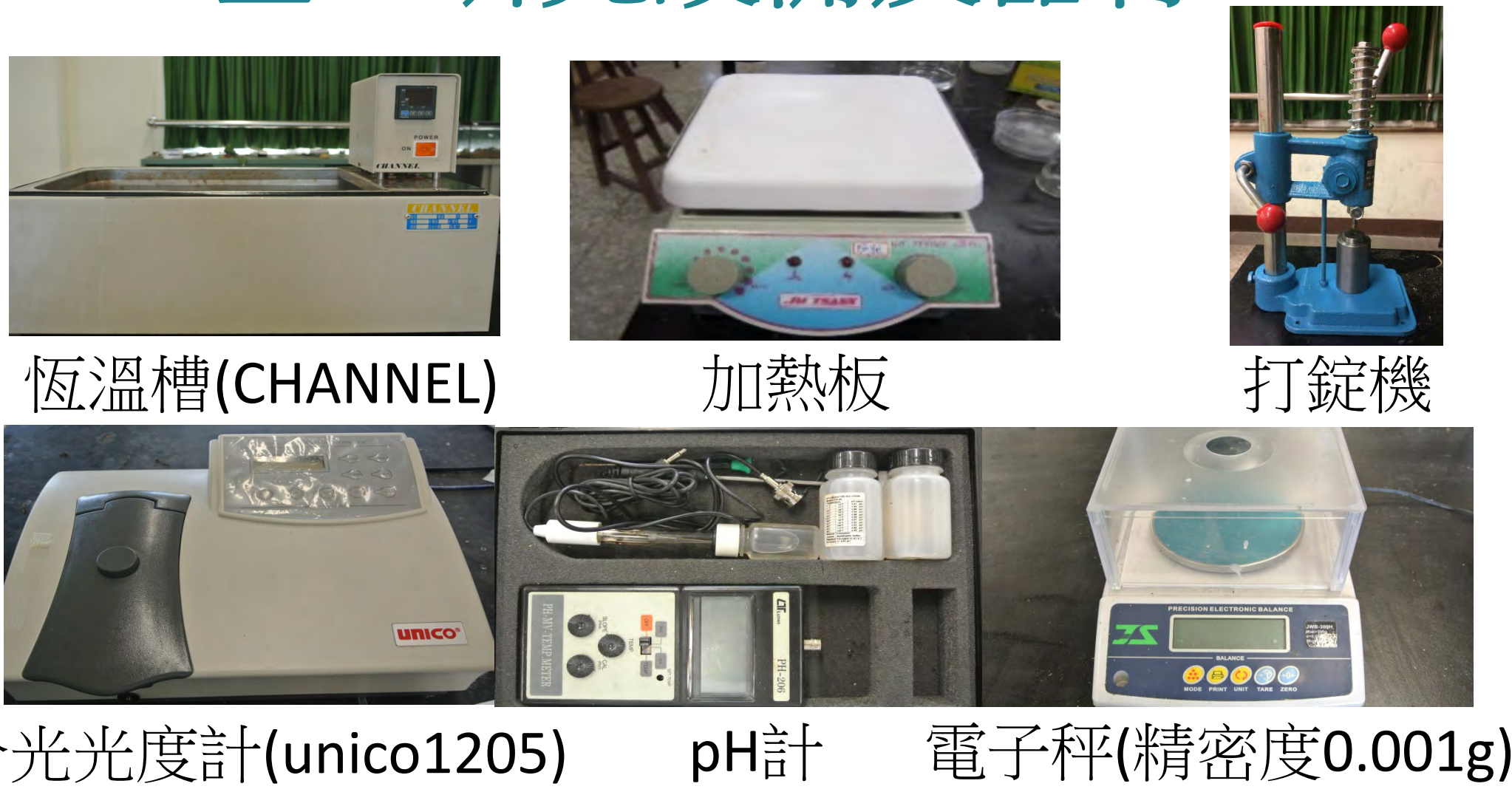
## 壹、研究動機

茭白筍殼內含有菰菌，且水分含量過高，無法自然分解，農民只得將其堆棄在路旁，卻也造成莫大的環境問題。於是我們決定藉由乾餾的方式，將茭白筍殼碳化後，探討乾餾後所留下的產物和其中的功用，希望藉由此種方式，將茭白筍殼進行廢物利用，並提高茭白筍所帶來的效益。

## 貳、研究目的

1. 探討茭白筍殼不同部分含水量及經乾燥研磨後性質。
2. 探討乾燥茭白筍殼粉末乾餾後的產物和性質。
3. 探討乾燥茭白筍殼乾餾後產生碳之性質。
4. 討論碳在染料中吸附情形，並對染料濃度及環境溫度的改變作研究。
5. 研究碳的在農業上及生活中的實際應用。

## 參、研究設備及器材



## 肆、研究過程或方法

### 一、分光光度計原理(skoog, 2013):

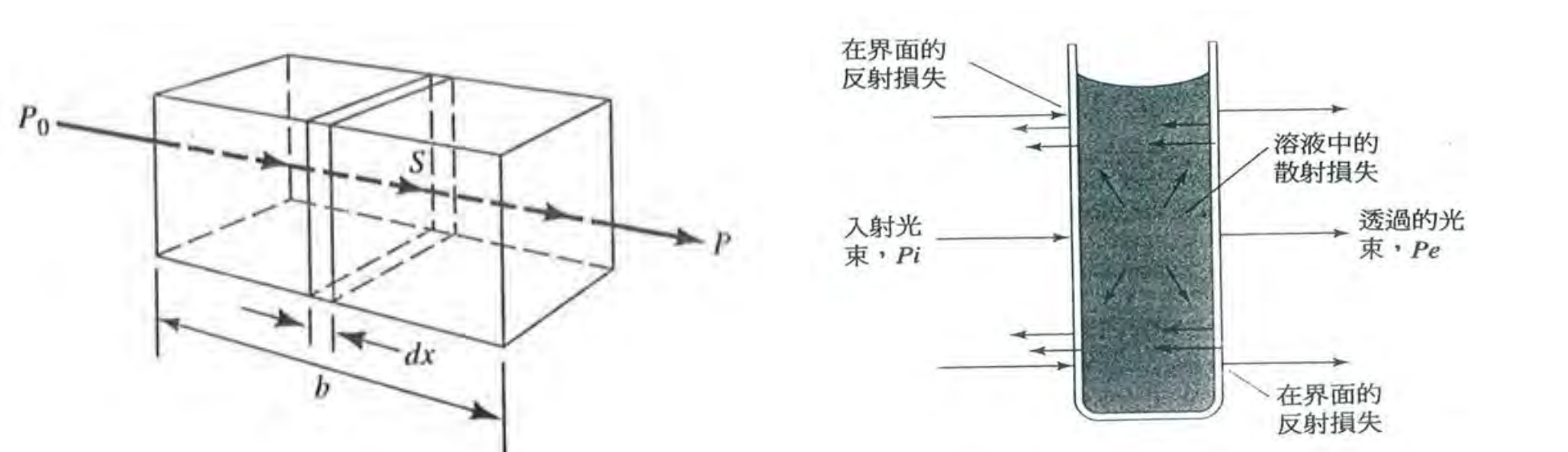


圖1 最初功率 $P_0$ 的輻射被含有  $c$  mol/L 吸收溶質及光徑  $b$  cm 之溶液的調減作用。

### 二、吸附原理(邱, 2004)

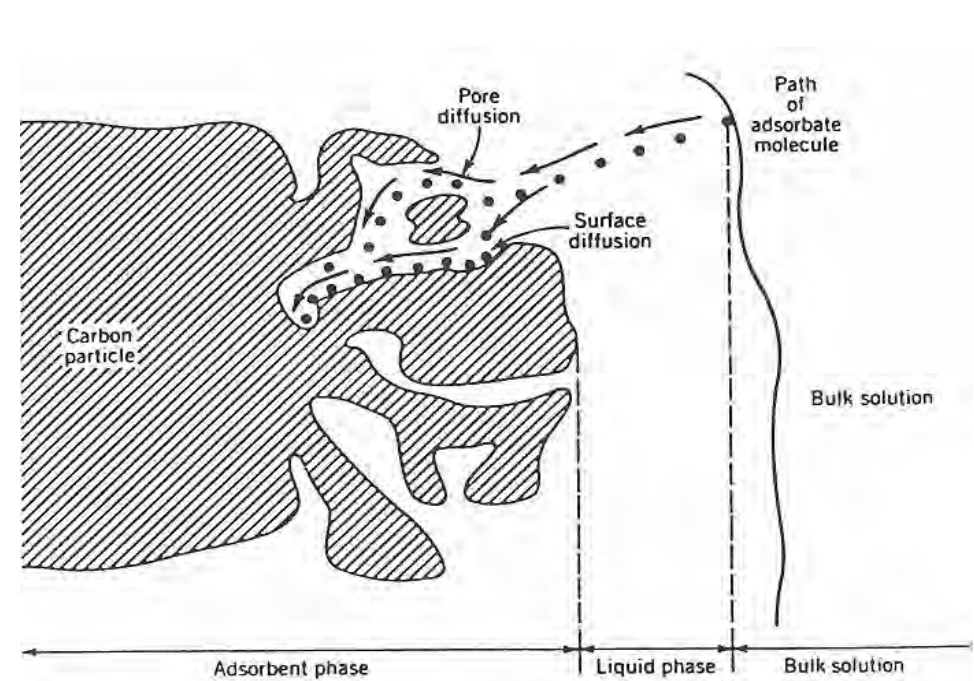


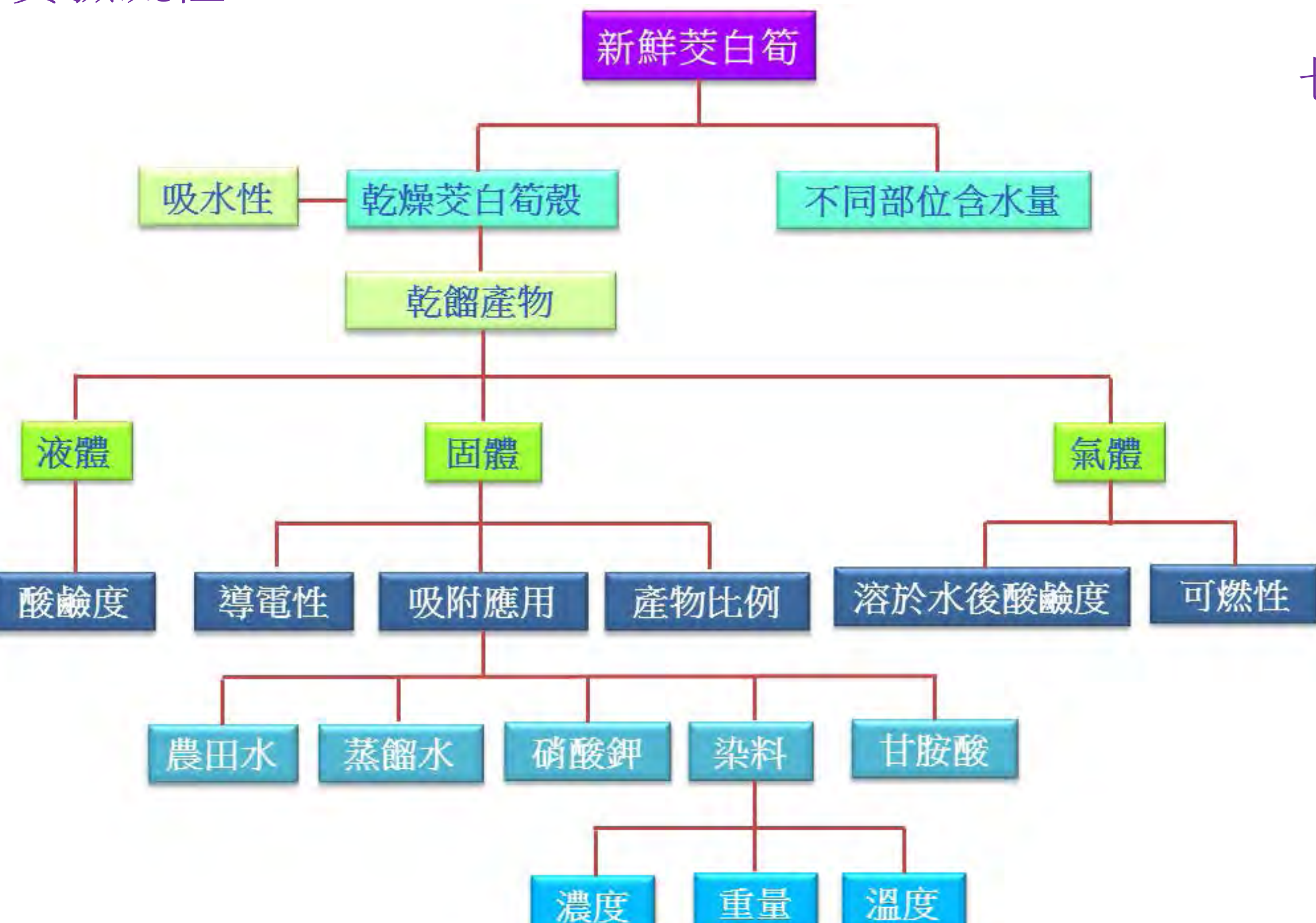
圖2 吸附質於活性炭表面與孔洞中的擴散

### 三、乾餾原理(尤, 2017)

表1 竹筴乾餾後的產物

產物狀態	產物名稱
氣體	氫氣、一氧化碳、甲烷、二氧化碳
液體	黑褐色、黏度大的焦油 使藍色石蕊試紙變紅的醋酸
固體	黑色的木炭

實驗流程：



# 伍、研究結果

## 一、測量茭白筍殼不同部分含水比例

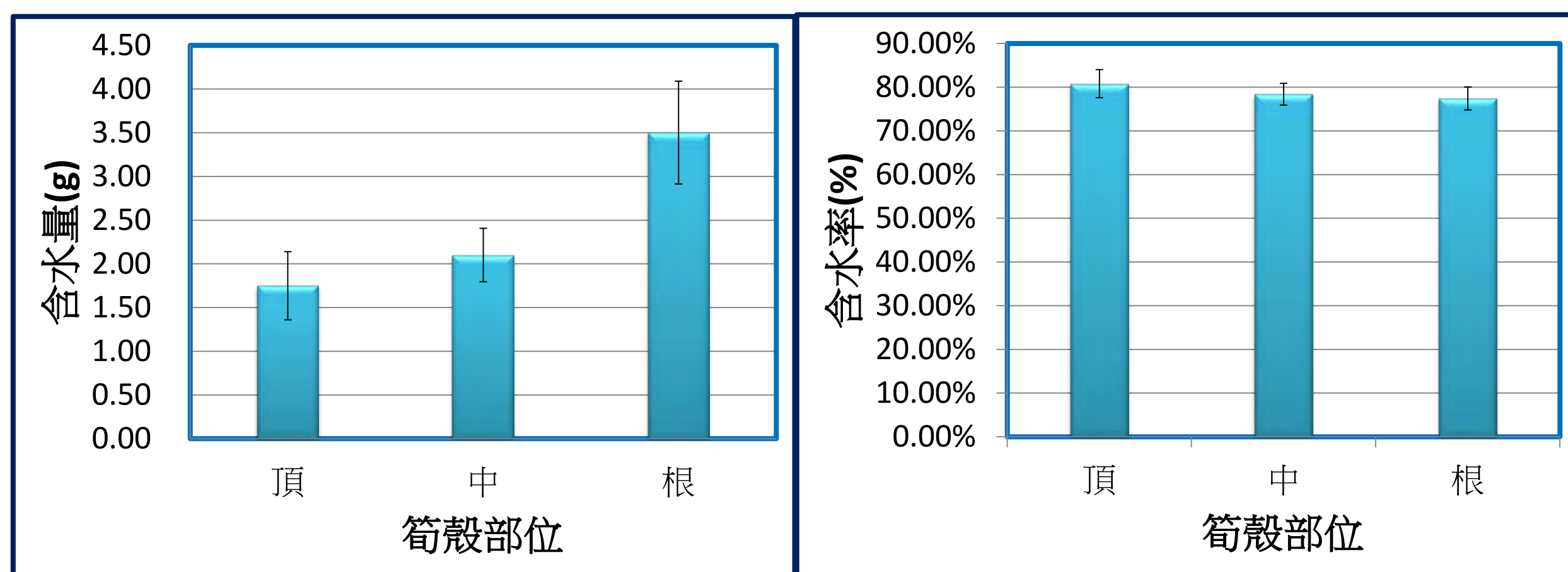


圖3 茭白筍殼各部位的含水量

圖4 茭白筍殼各部位的含水率

茭白筍殼含水量豐富，各部位含水比例均高不易腐敗。

## 二、測量乾燥茭白筍殼粉末乾餾後測其殘留碳的含量

表2 乾餾後碳含量與其產率

乾燥筍殼重(g)	乾餾後碳重(g)	產率%
1	0.433±0.05	43.33
2	0.793±0.05	39.67
3	1.207±0.08	40.22
4	1.517±0.04	37.92
5	1.892±0.02	37.83

茭白筍殼在乾餾後得到固體的產率大約為40%。

## 六、測量茭白筍殼乾餾後所留的碳之導電性



圖7 碳添加膠水固化

圖8 以LED檢測其導電性

由圖8可證實茭白筍殼乾餾的固體產物為碳可以導電。

## 三、測量茭白筍殼乾餾後所產生氣體溶於水的酸鹼值

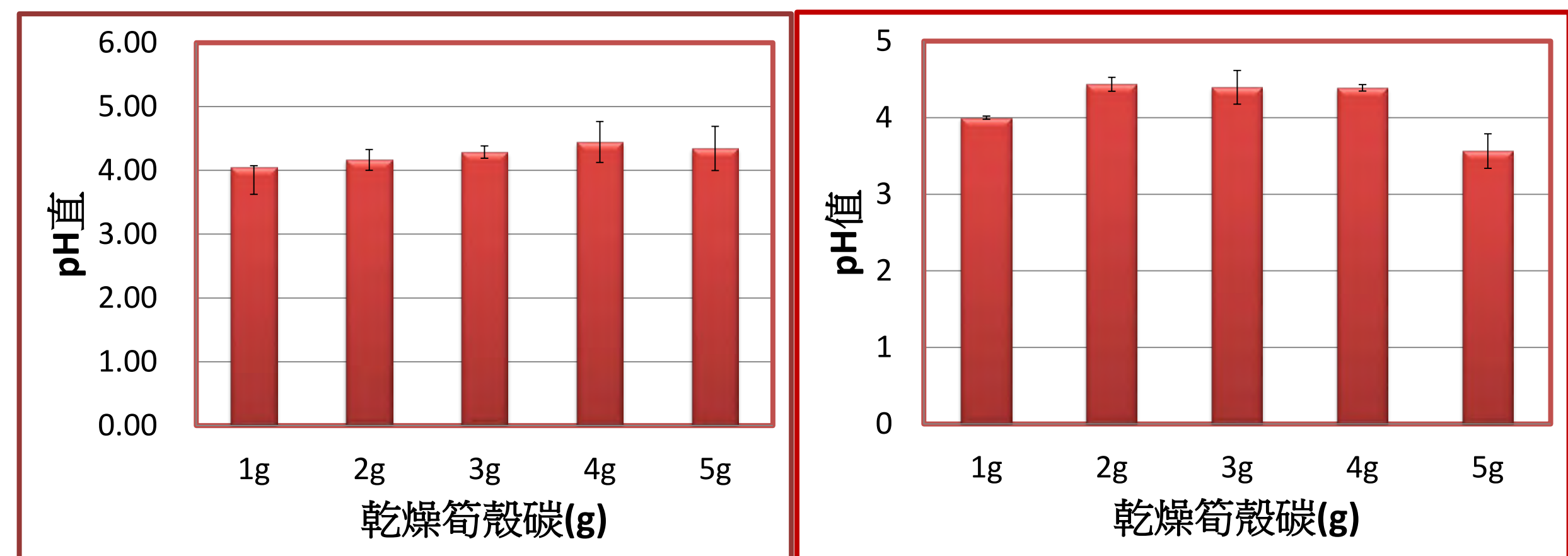


圖5 乾餾後氣體在50mL水中的pH值

圖6 乾餾後氣體在100mL水中的pH值

茭白筍殼乾餾後應產生未凝結的醋酸，具有刺鼻味，其水溶液pH<4，以50mL及100mL收集pH差異不大。

## 四、測量筍殼粉末乾餾後所得碳於水中溶液酸鹼值(表3)

表3 1g 茭白筍殼乾餾後的碳，靜置於30mL水中的酸鹼值

測量次數	1	2	3	4	5	6	平均值
pH值	11.24	11.21	11.14	11.27	11.16	11.27	11.22±0.05

茭白筍殼碳置於水中後，pH值大約為11為強鹼性

## 五、測量1g乾燥後的碳在常溫下(20°C)吸水程度(表4)

表4 乾燥後的碳在常溫下(20°C)吸水程度

測量次數	吸水量(g)	吸水(%)
1	3.58	358.00
2	3.23	323.00
3	4.275	427.50
4	3.39	339.00
5	3.52	352.00
平均值	3.599±0.36	359.9±35.87

筍殼碳的吸水量約為原重3~4倍。

## 七、測量1g茭白筍殼粉末在常溫下(20°C)的吸水程度(表5)

表5 乾燥後的茭白筍殼粉末在常溫下(20°C)吸水程度

測量次數	吸水量(g)	吸水(%)
1	4.135	413.50
2	4.460	446.00
3	4.270	427.00
4	4.575	457.50
5	4.460	446.00
平均值	4.380±0.143	457.62±14.31

茭白筍殼粉末吸水量為原重4~5倍



八、測量0.5、1、1.5、2、2.5g碳在20°C，於不同濃度靛胭脂水溶液中的吸收度

(一) 靛胭脂吸收度對濃度檢量線(如圖9)

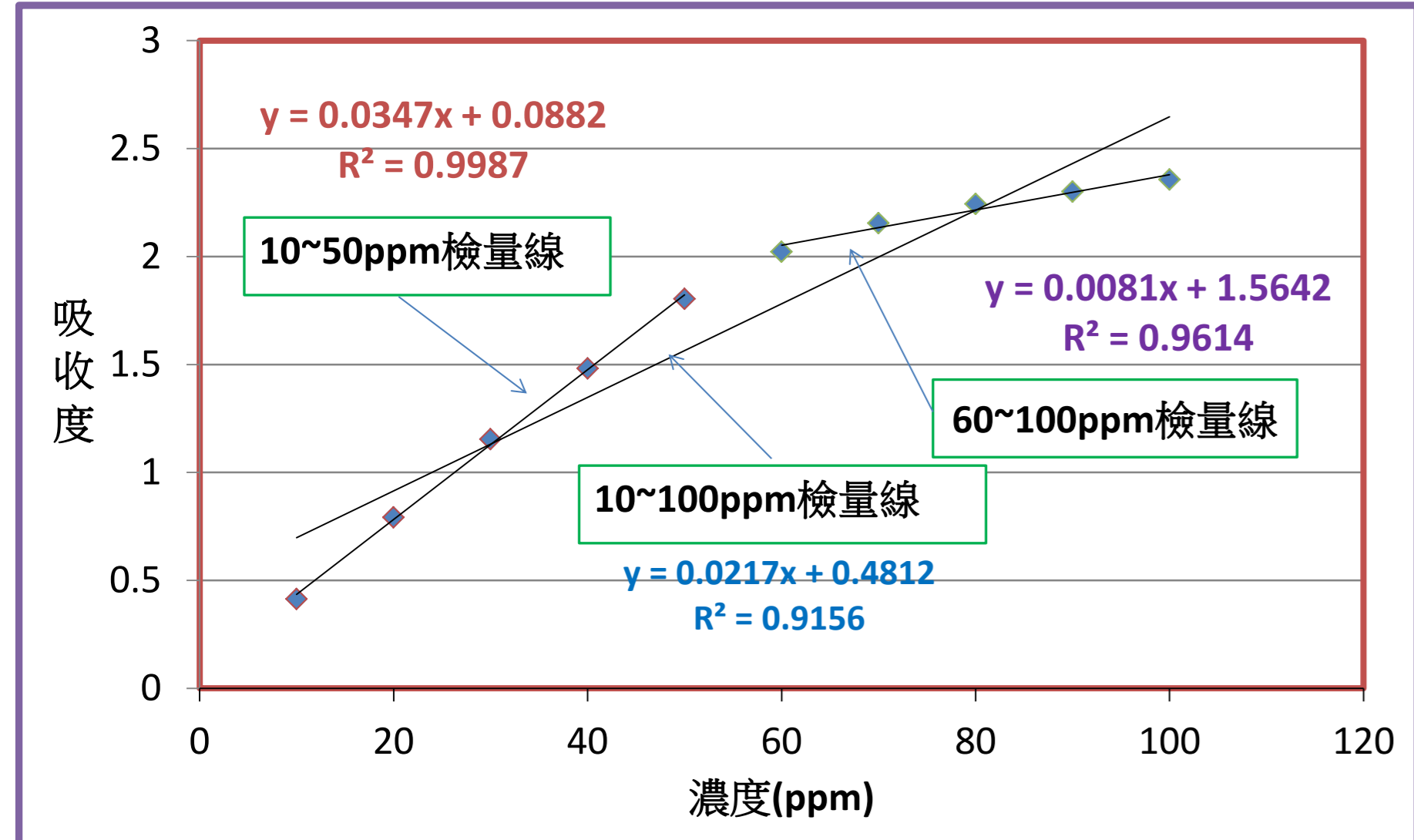


圖9 靛胭脂吸收度對濃度檢量線

(二) 0.5g的筍殼碳於靛胭脂的吸收度

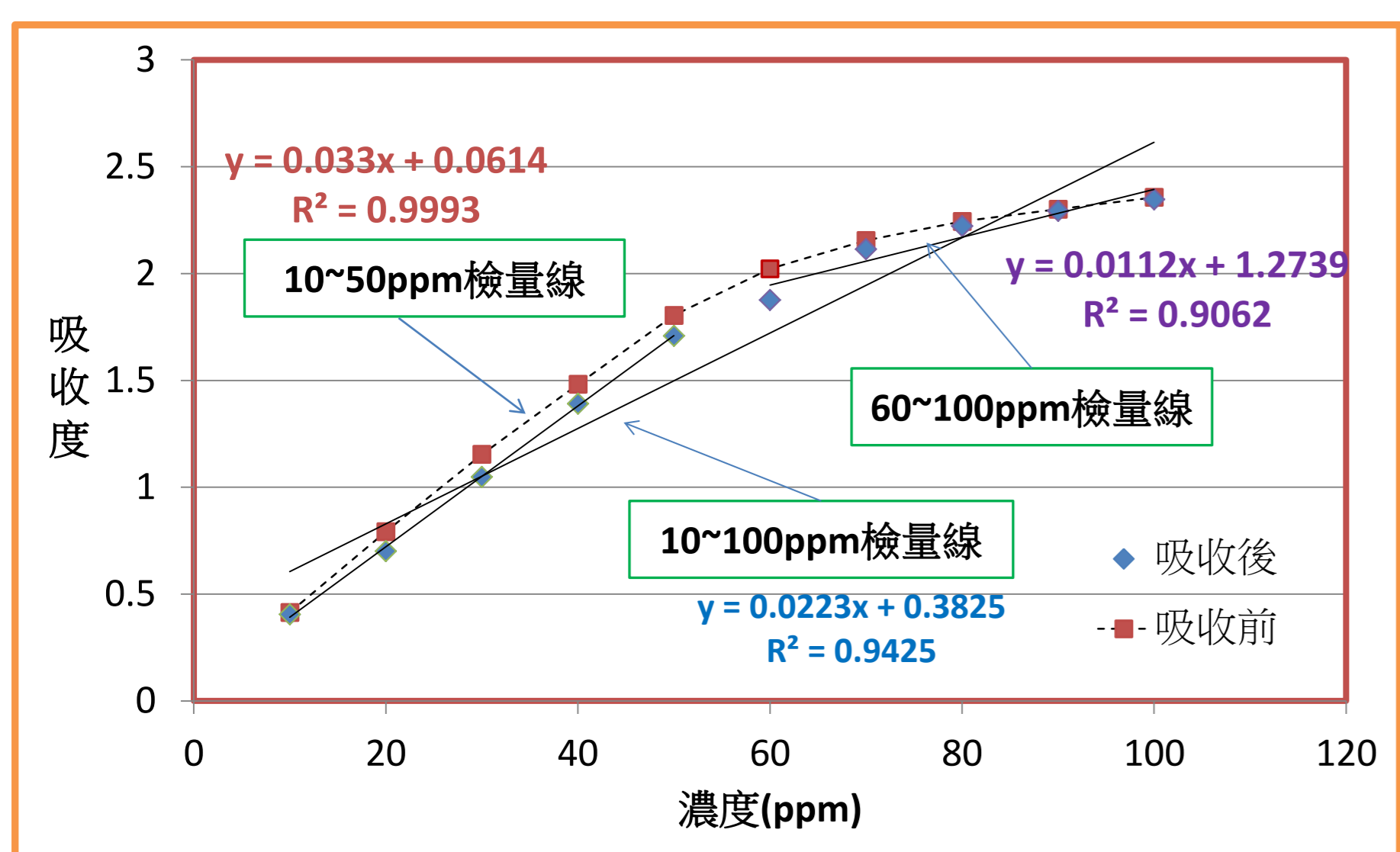


圖10 0.5g碳在10~50ppm，10~100ppm吸收度對濃度檢量線

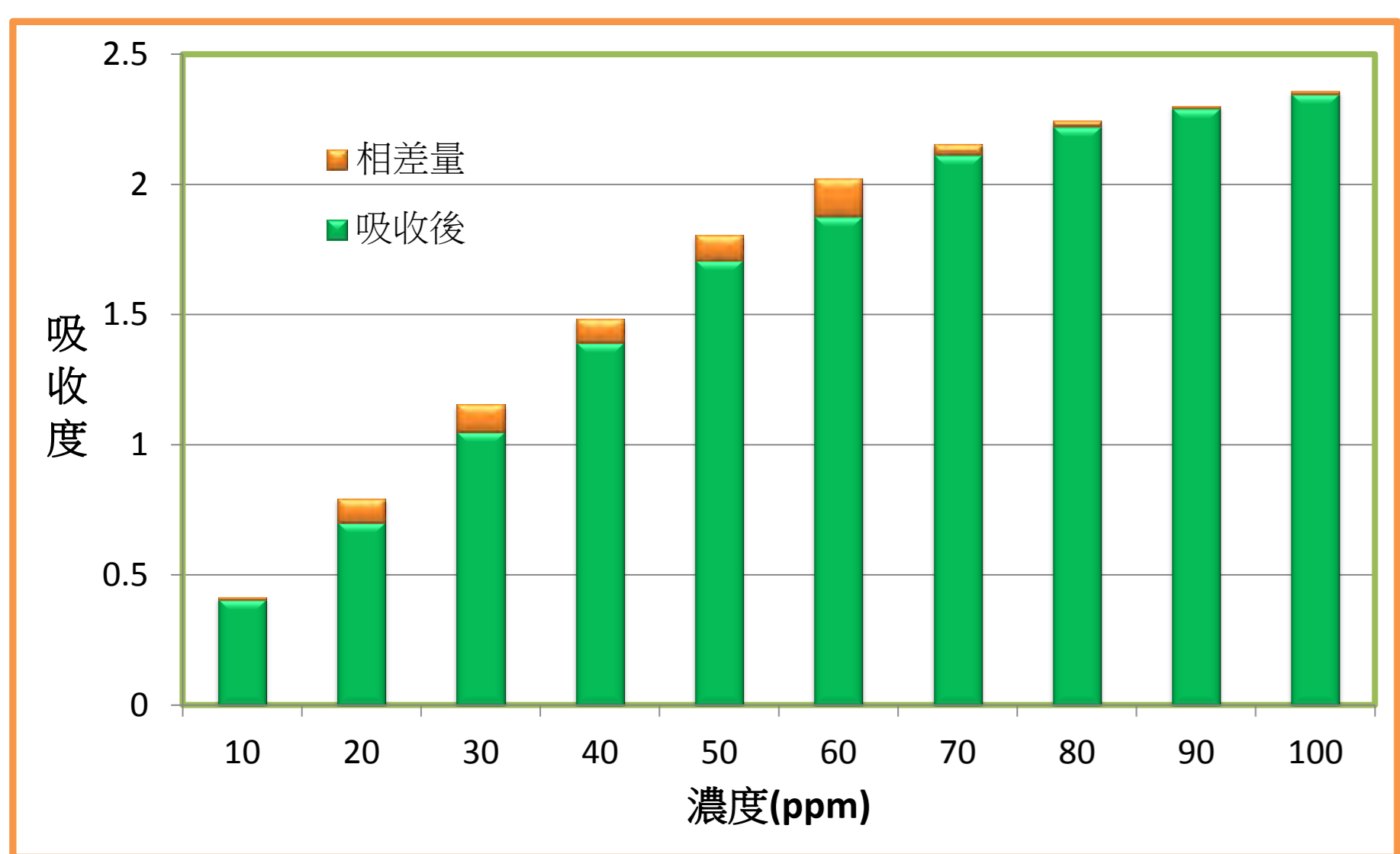


圖11 0.5g碳在10~50ppm，10~100ppm相差吸收量長條圖

(三) 1g的筍殼碳於靛胭脂中的吸收度

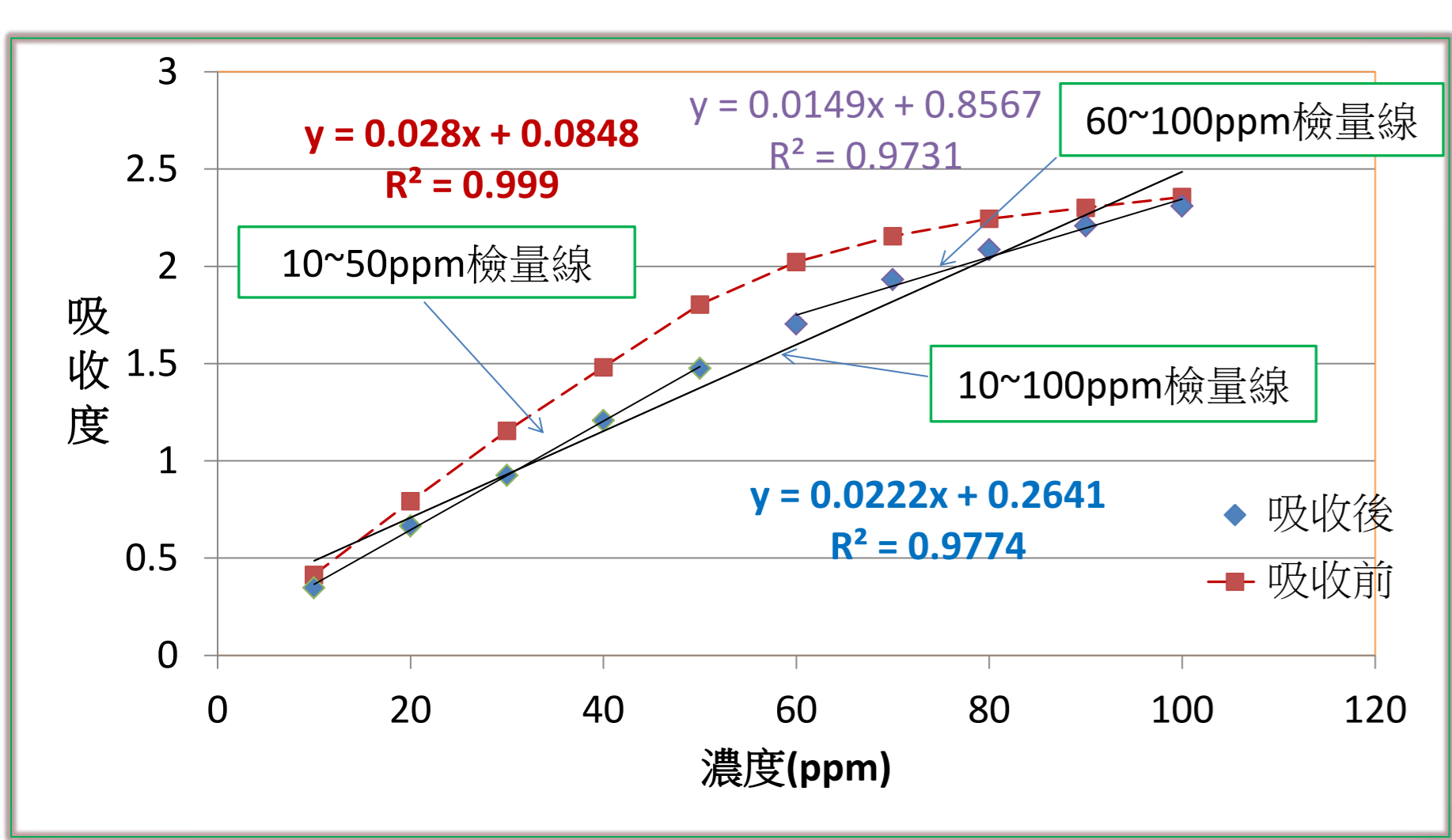


圖12 1g碳在10~50ppm，10~100ppm吸收度對濃度檢量線

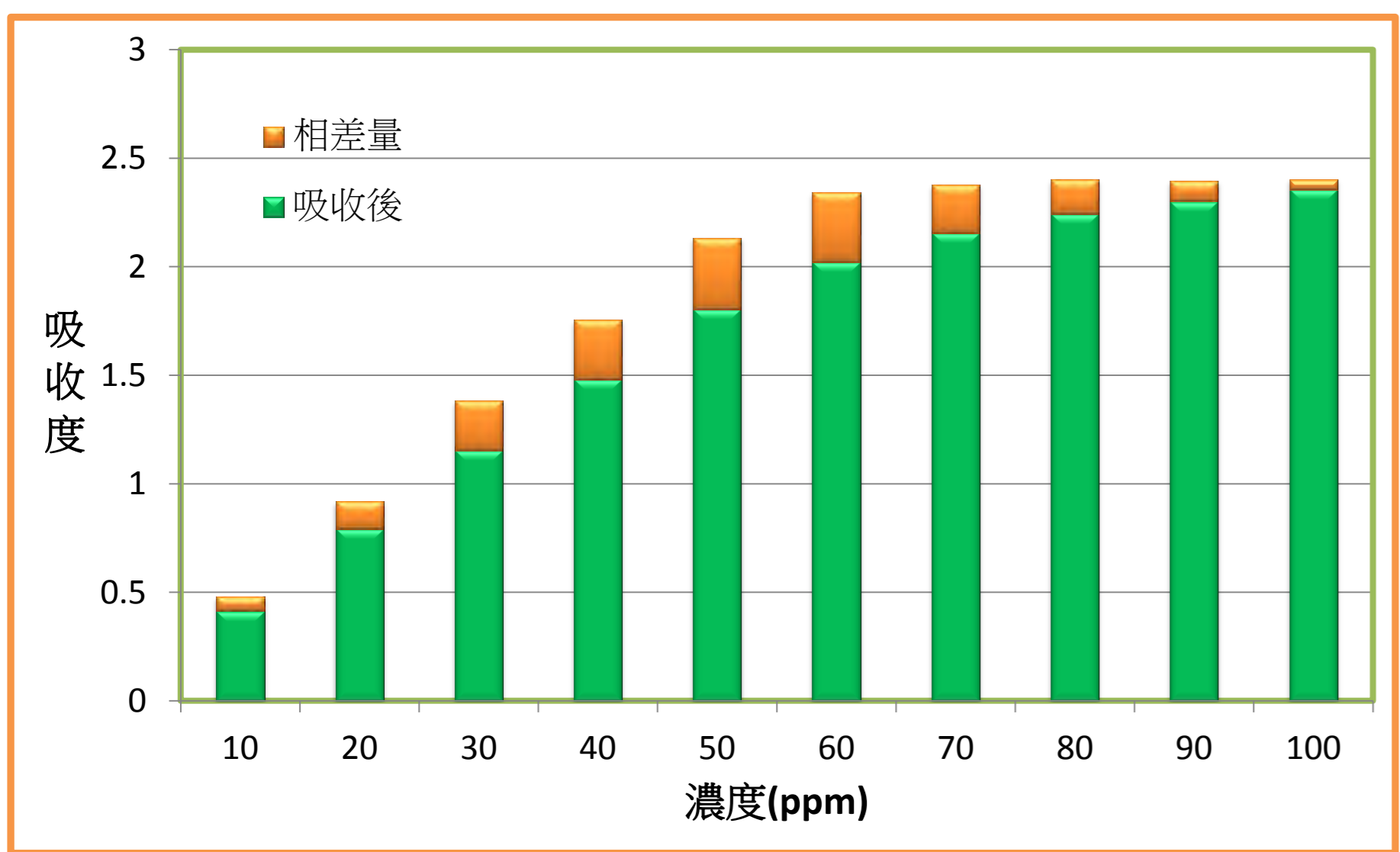


圖13 1g碳在10~50ppm，10~100ppm相差吸收量長條圖

(四) 1.5g的筍殼碳於靛胭脂中的吸收度

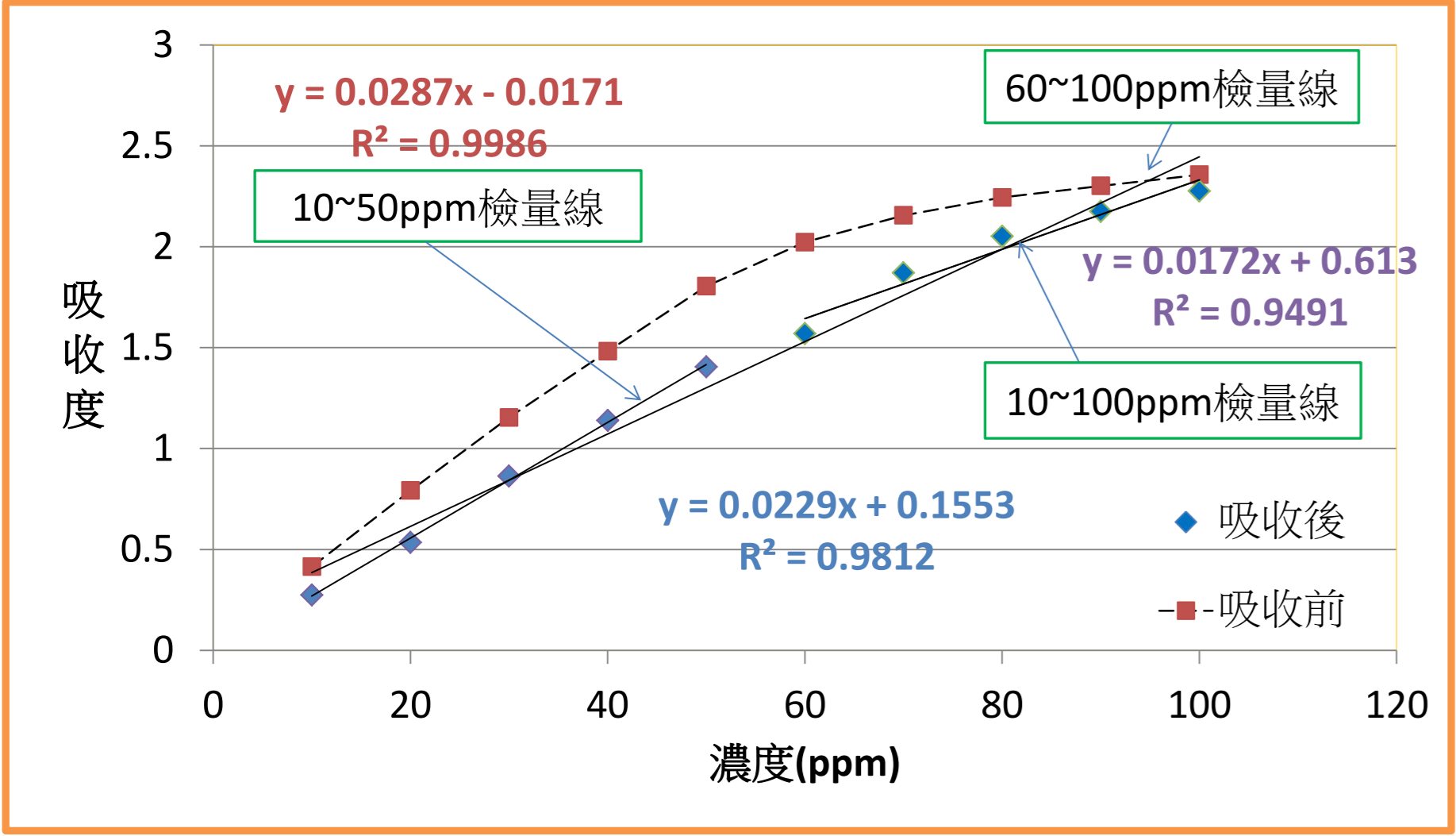


圖14 1.5g碳在10~50ppm，10~100ppm吸收度對濃度檢量線

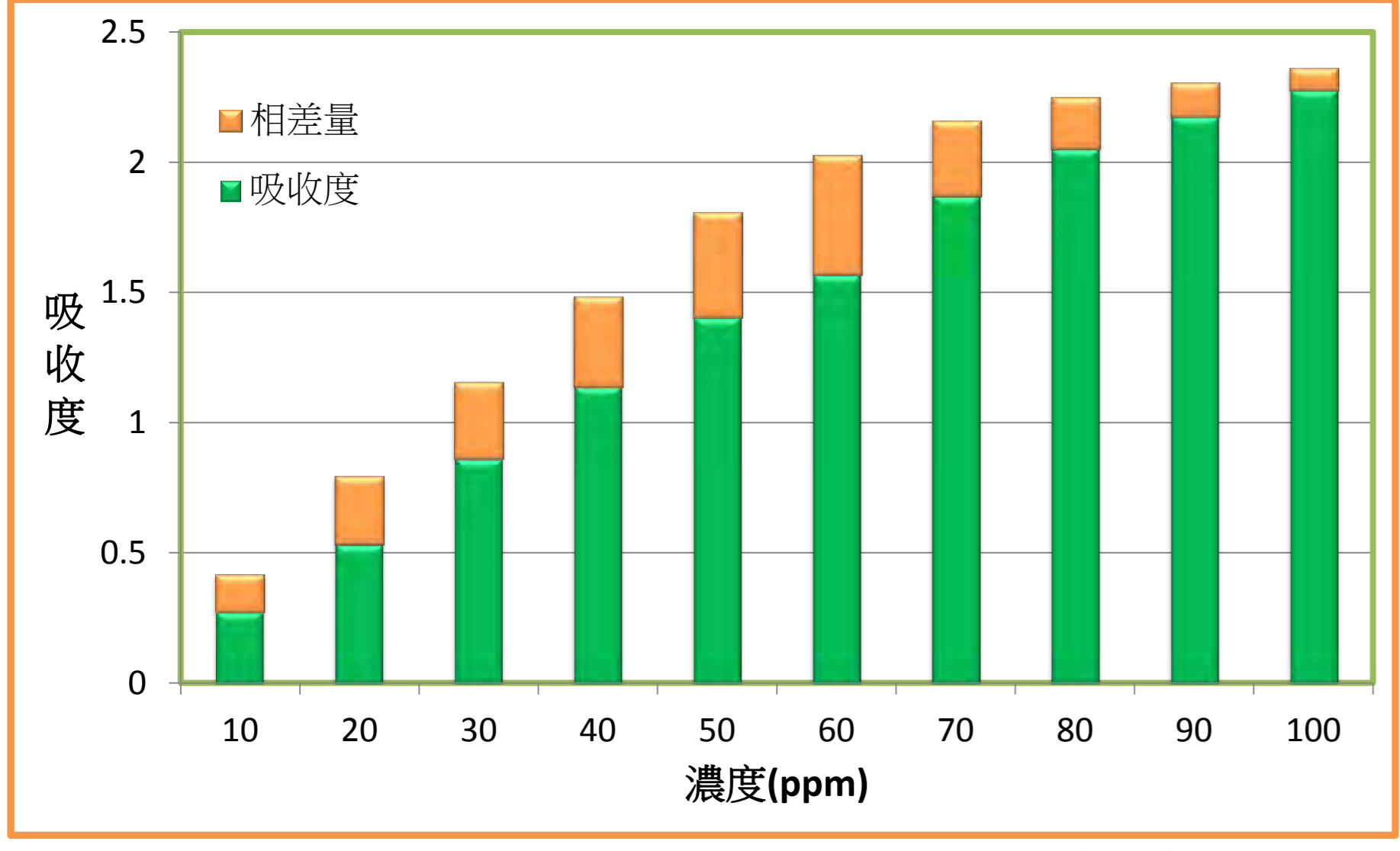


圖15 1.5g的碳在10~50ppm，10~100ppm相差吸收度長條圖

(五) 2g的筍殼碳於靛胭脂中的吸收度

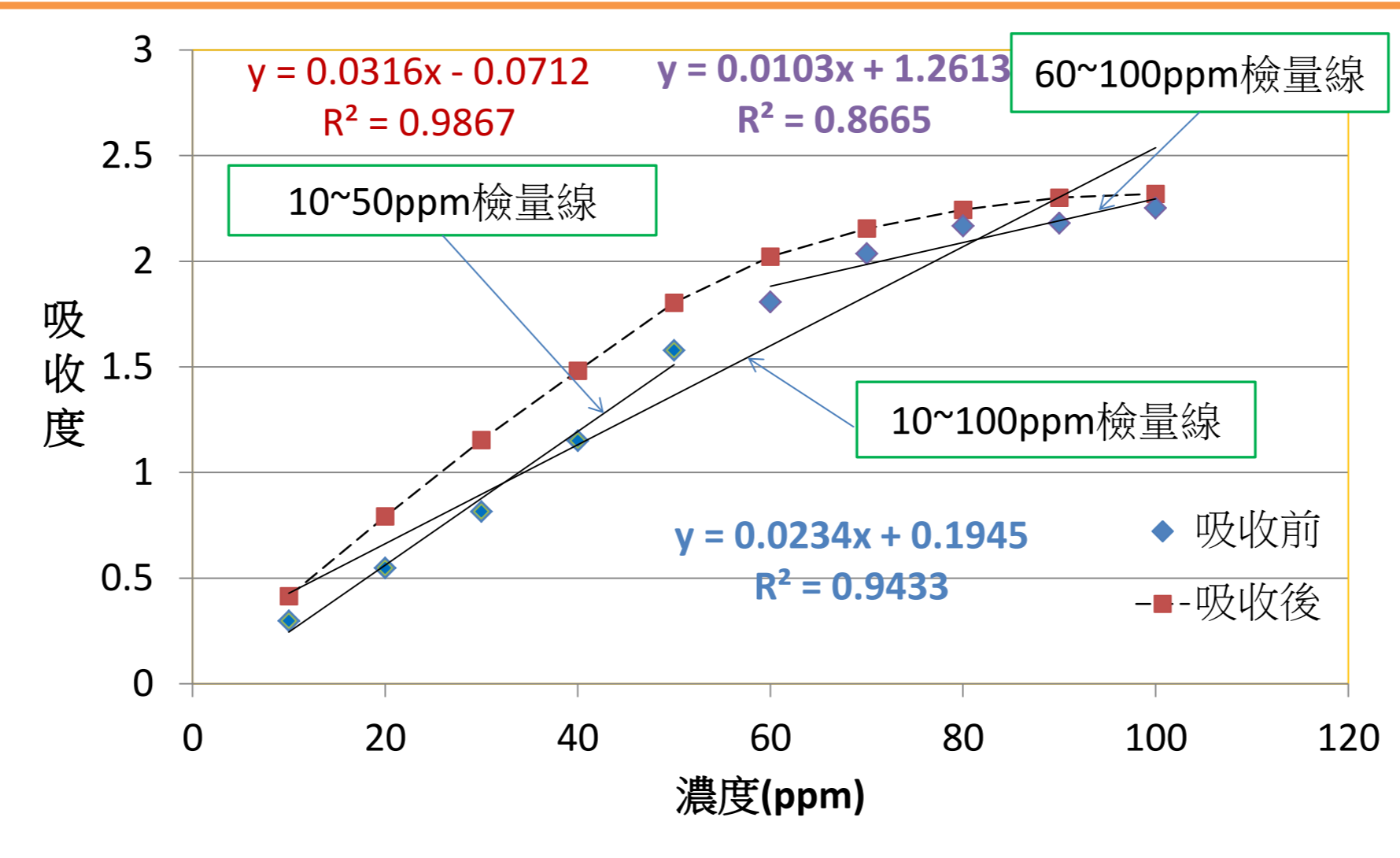


圖16 2g的碳在10~50ppm，10~100ppm吸收度對濃度檢量線

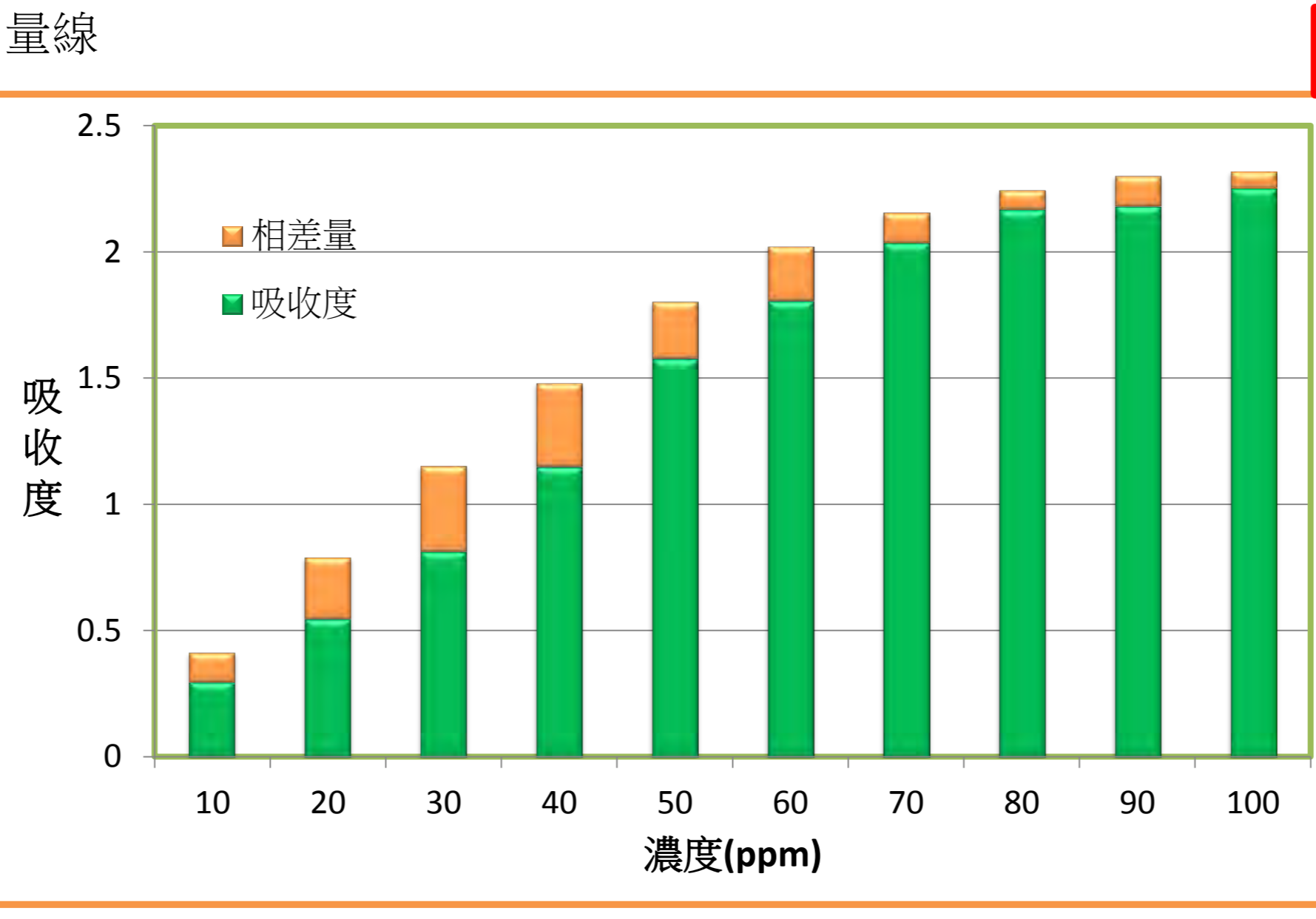


圖17 2g碳在10~50ppm，10~100ppm相差吸收度長條圖

(六) 2.5g的筍殼碳於靛胭脂中的吸收度

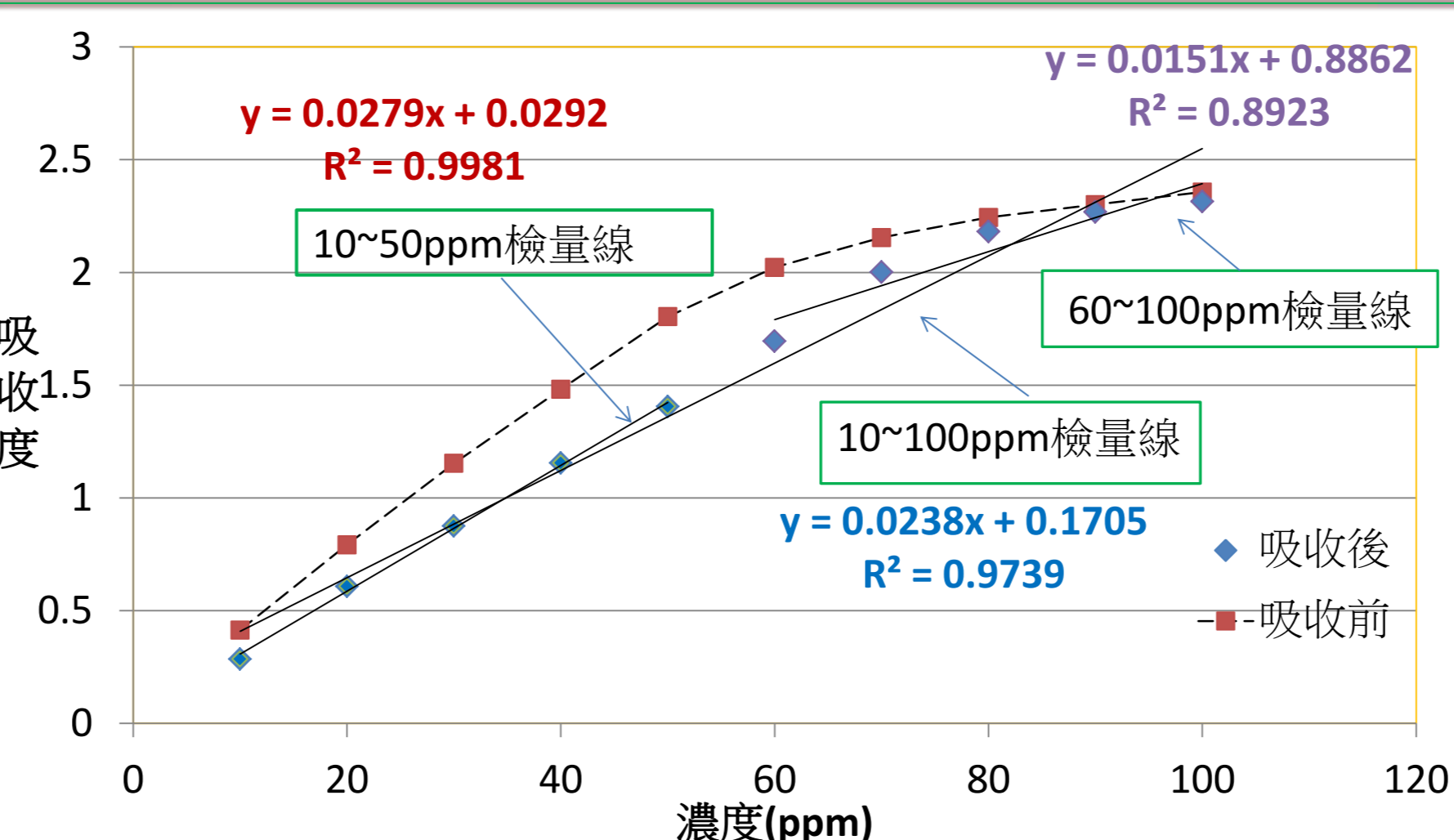


圖18 2.5g的碳在10~50ppm，10~100ppm吸收度對濃度檢量線

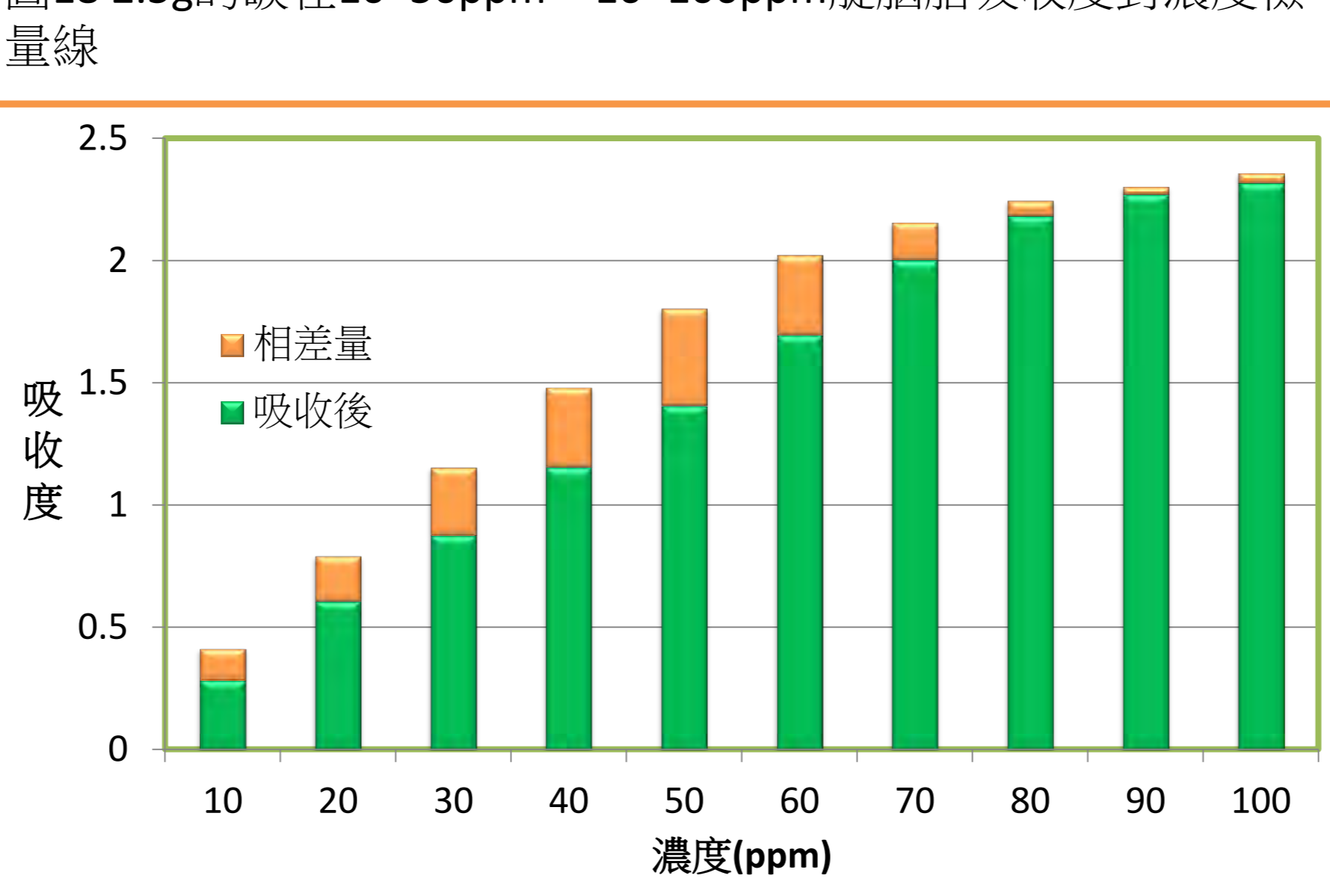


圖19 2.5g的碳在10~50ppm，10~100ppm相差吸收度長條圖

0.5g~2.5g的碳在高濃度下皆(10~100ppm)會產生偏差，在低濃度下(10~50ppm)呈線性關係，且0.5g、1.5g、2g碳於60ppm下有較好的吸收效果，1g、2.5g碳於50ppm下有較好的吸附效果

八、測量1g的碳在常溫、35°C和45°C下，於不同濃度靛胭脂水溶液中的吸收度

(一) 於10~50ppm靛胭脂水溶液中的吸收度。

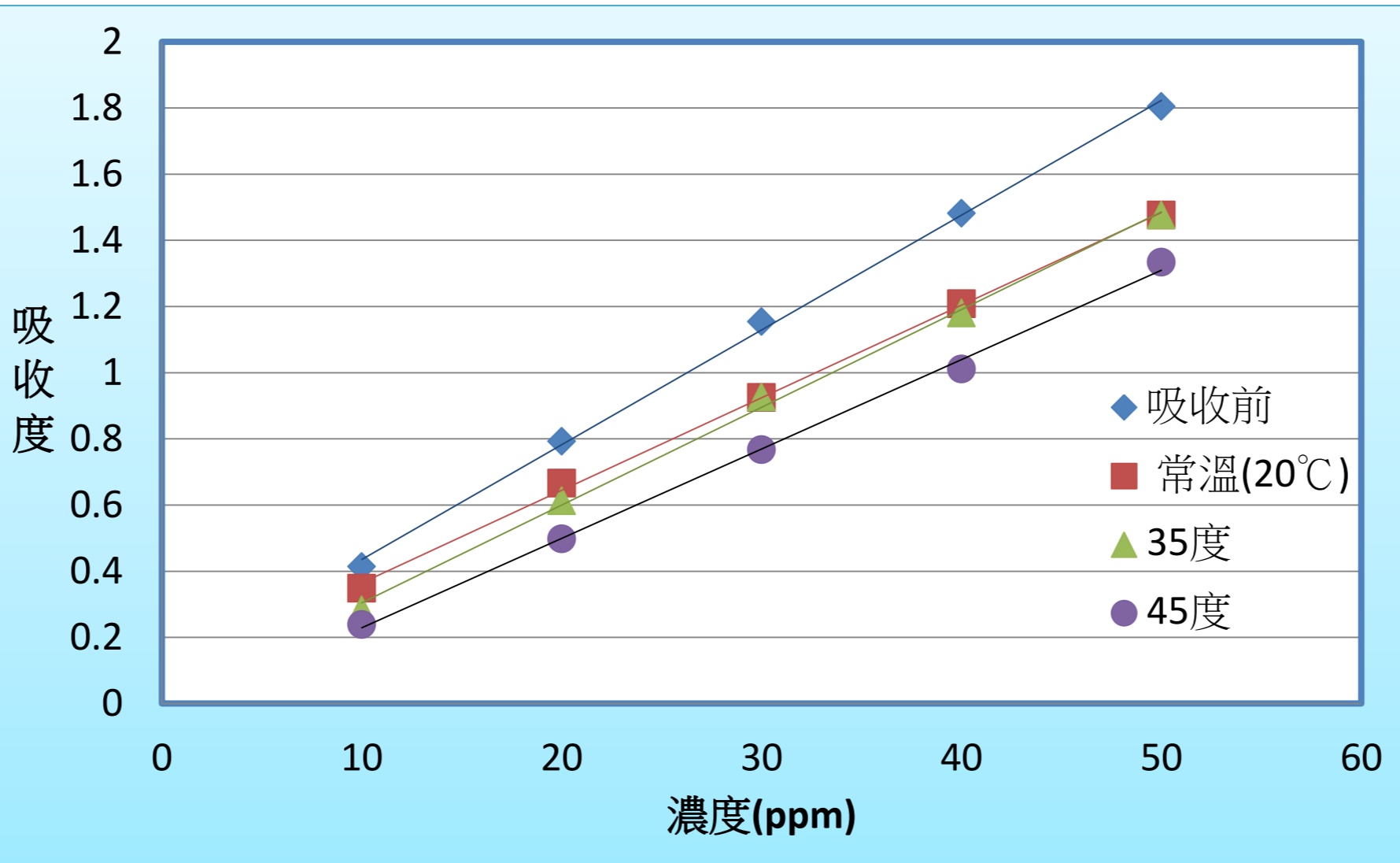


圖20 不同溫度下1g的碳在10~50ppm靛胭脂吸收度

(二) 於60~100ppm靛胭脂水溶液中的吸收度。

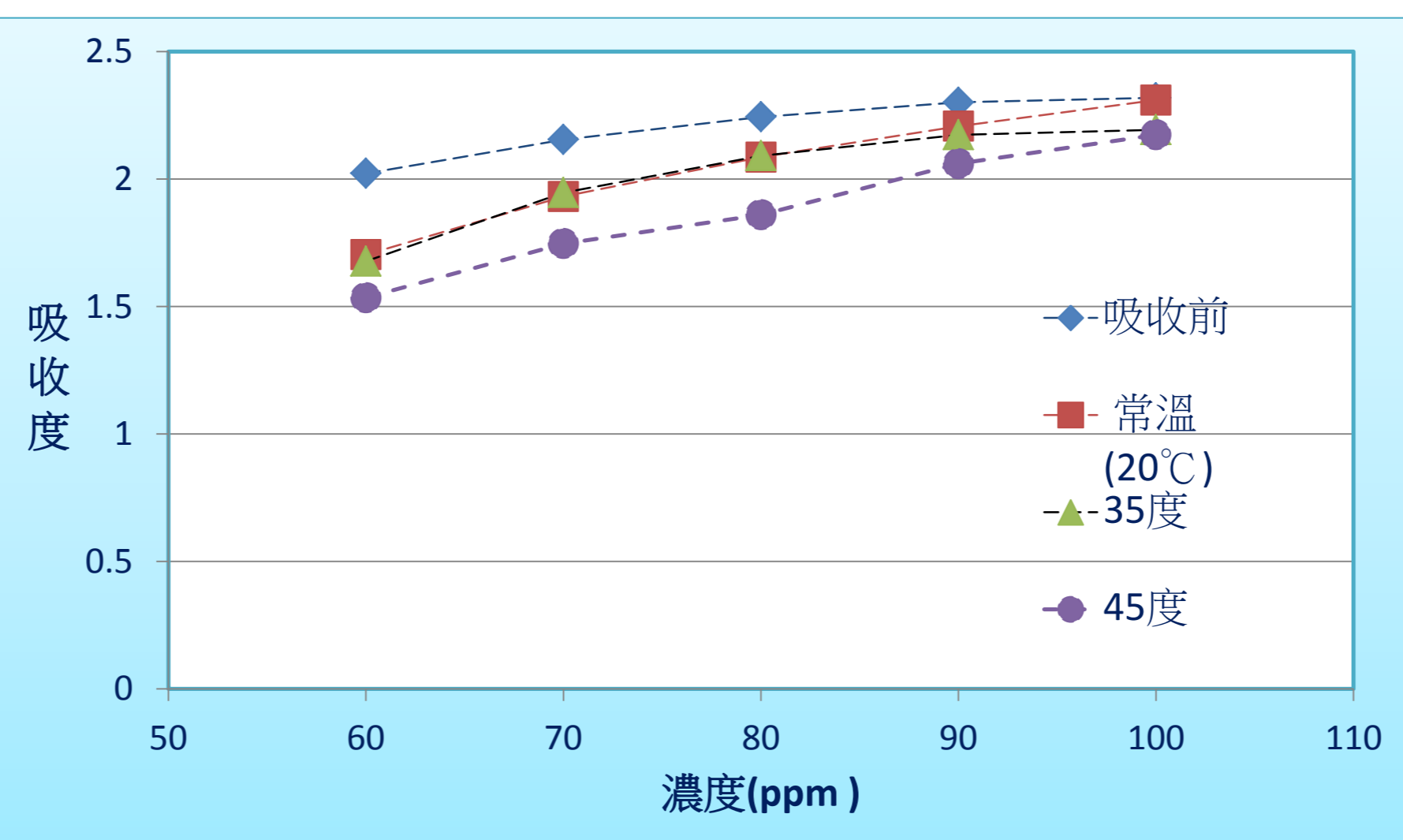


圖21 不同溫度下1g的碳在60~100ppm靛胭脂吸收度

吸收度在常溫與35°C下無太大差異，但45°C下有明顯的下降。圖20線性關係較適用，圖21線性關係在高濃度下較不適用

九、測量0.5~2.5g碳於10ppm靛胭脂中吸收度(20°C)

(一) 0.5~2.5g的碳於10ppm的靛胭脂中的吸收度(20°C)

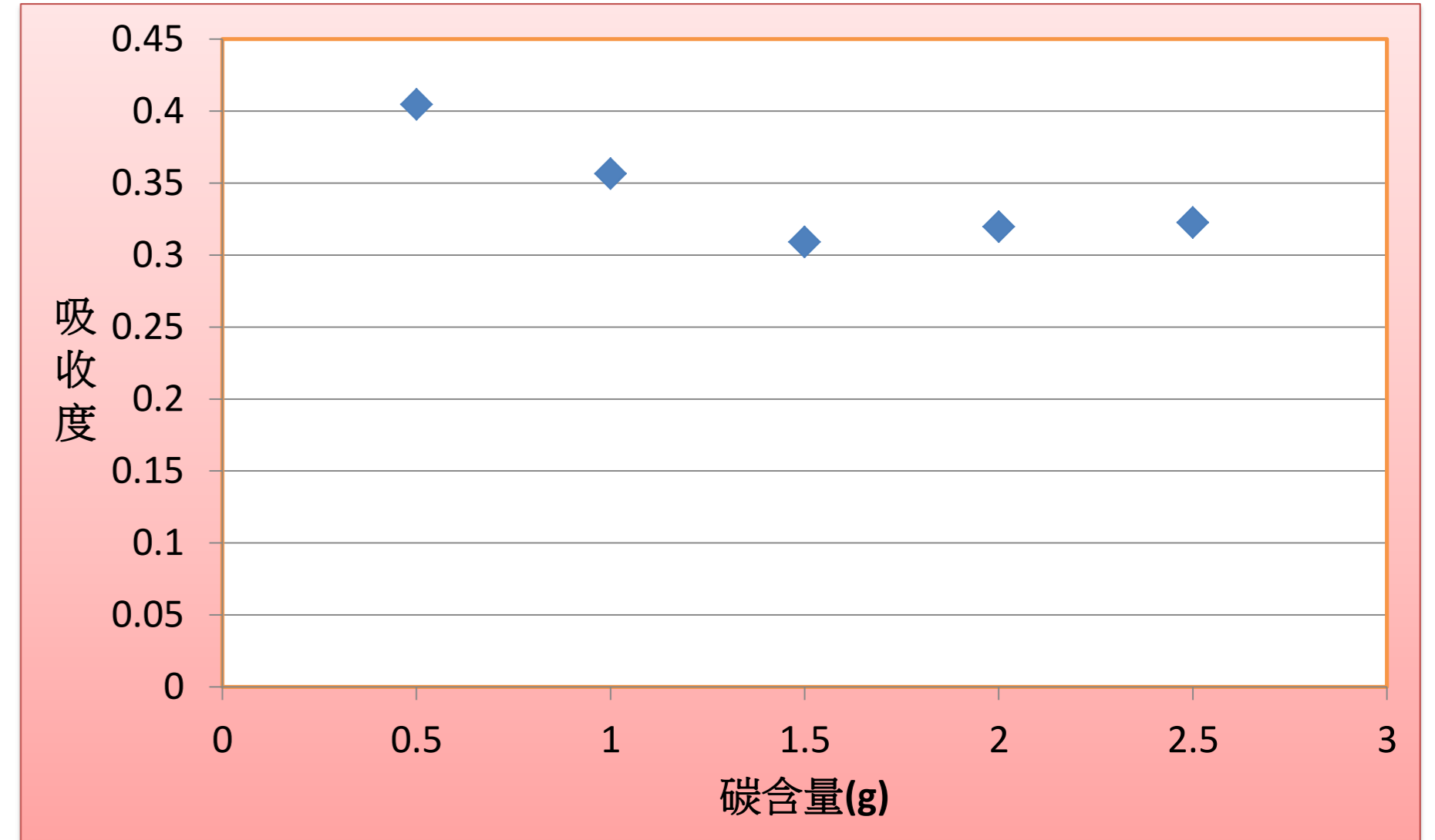


圖22 0.5~2.5g筍殼碳在相同濃度、溫度下的吸收度

從圖22可知在1.5g即達飽和，且在1.5g後無太大差異。

十、測量1g的市售活性炭在20°C下，於不同濃度靛胭脂水溶液中的吸收度

(一) 1g的活性炭在20°C下，於靛胭脂水溶液中的吸收度

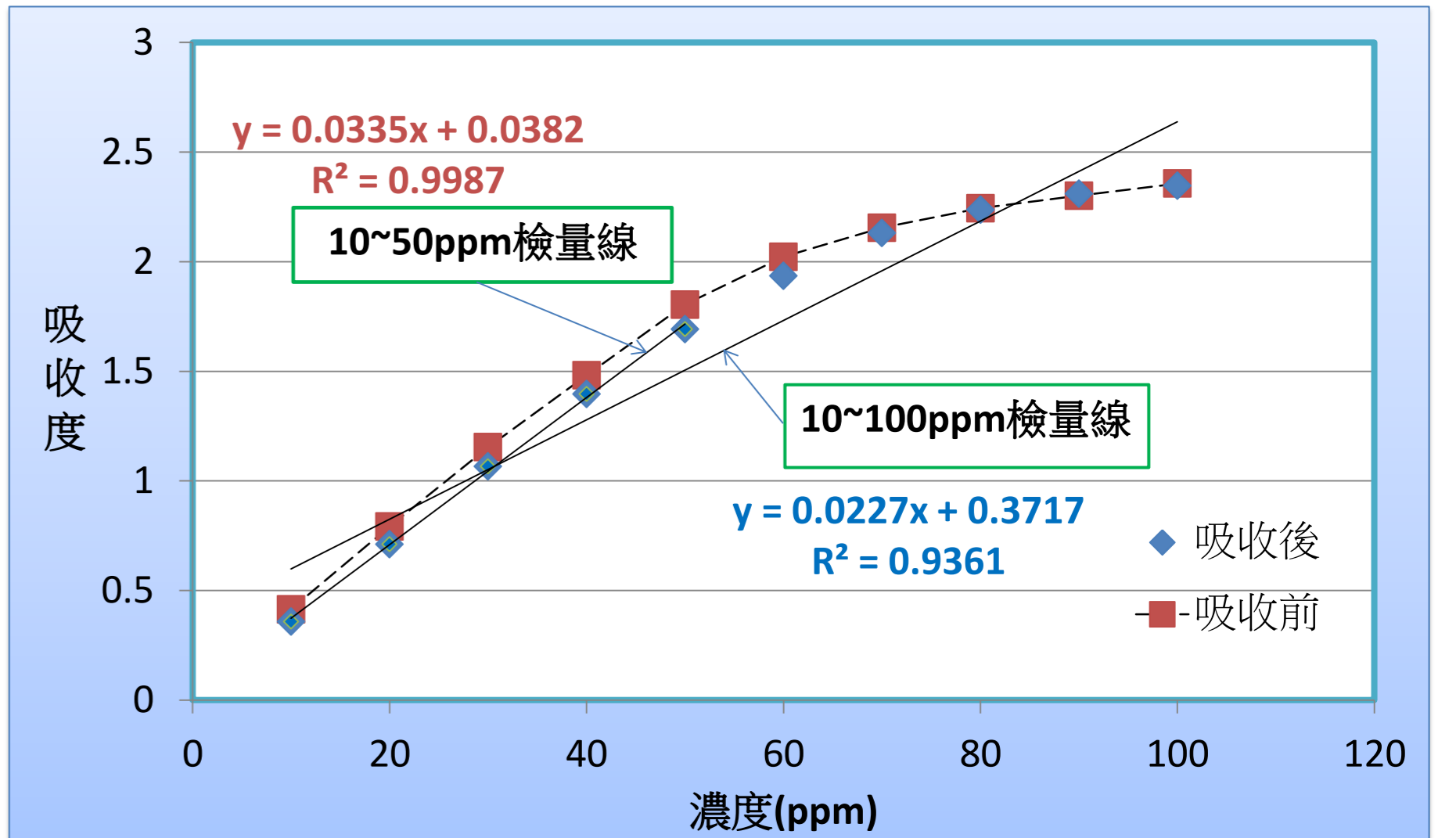


圖23 市售活性炭在10~50ppm，10~100ppm靛胭脂中的吸收度對濃度檢量線

十一、測量1g的市售活性炭粉末在20°C下，於不同濃度靛胭脂水溶液中的吸收度

(一) 1g的活性炭粉末在20°C下，於靛胭脂水溶液中的吸收度

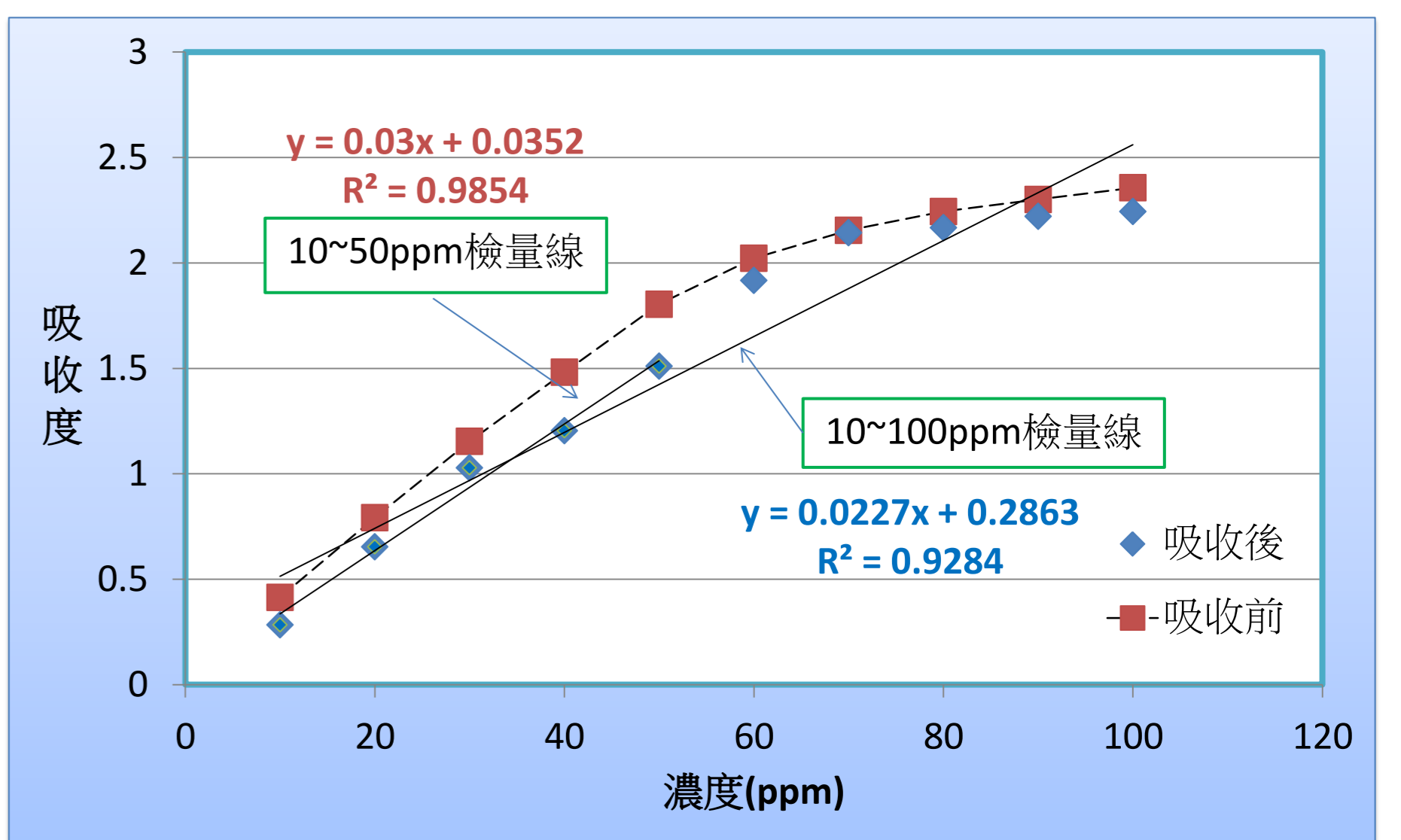


圖24 活性炭粉末在10~50ppm，10~100ppm靛胭脂中的吸收度對濃度檢量線

十二、測量1g的茭白筍殼碳在常溫下，於不同濃度硝酸鉀水溶液中的吸收情形(表6)

(一) 於10~100ppm硝酸鉀水溶液中的吸收情形

表6 1g的筍殼碳在常溫(20°C)下，於10~100ppm硝酸鉀水溶液中的吸收情形

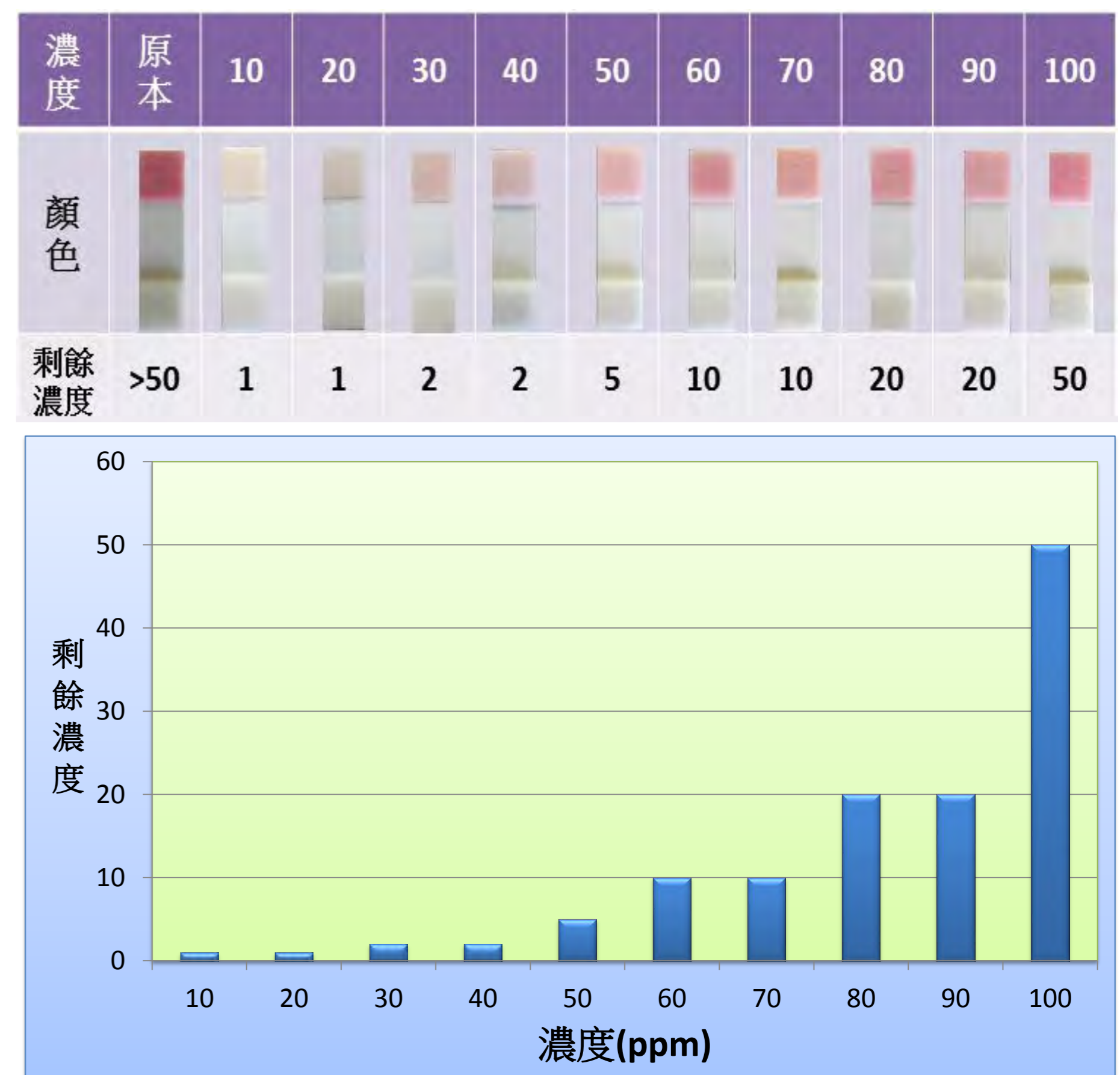


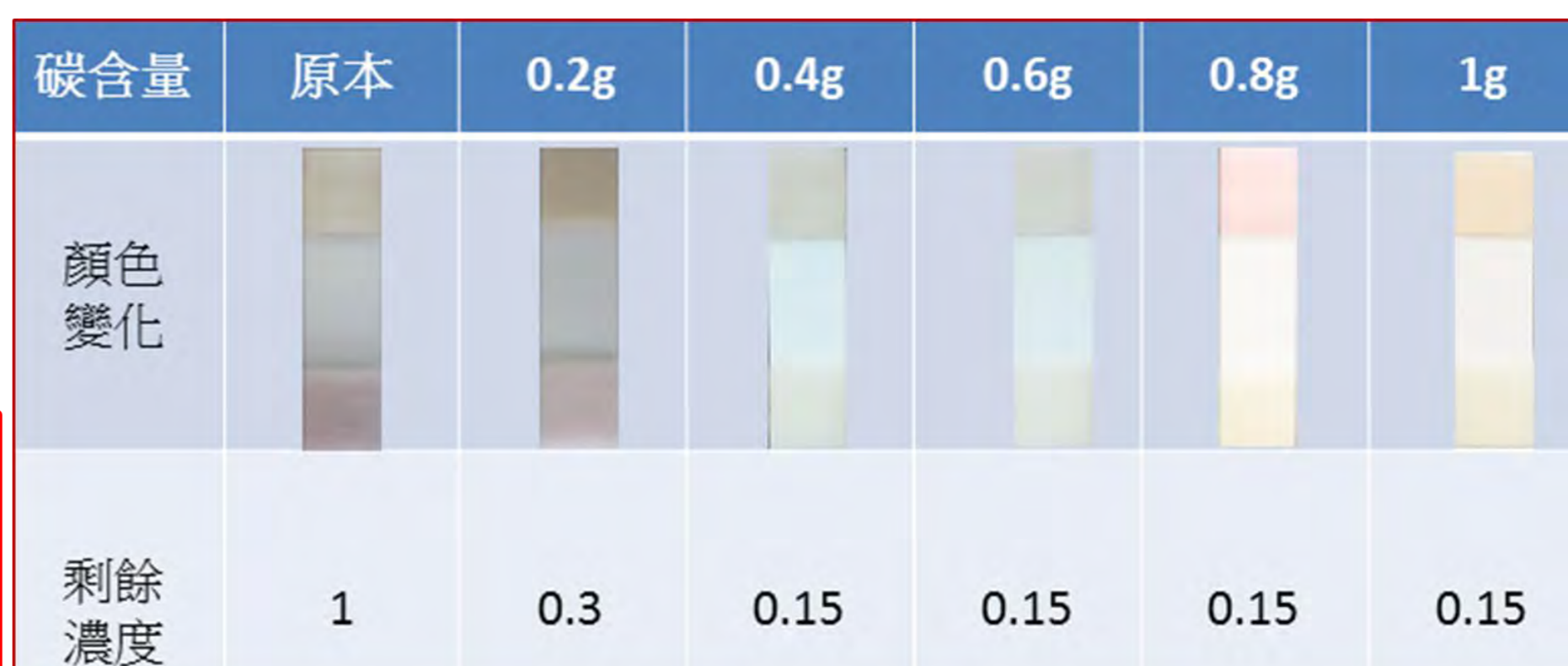
圖25 碳對於硝酸鉀之吸收度

從圖25可知，筍殼碳在硝酸鉀水溶液下有良好的吸附效果，故對肥料有良好的吸附效果。

十三、測量不同克數的碳在常溫(20°C)下，於農田水中吸收情形(表7)

(一) 1g的筍殼碳在常溫(20°C)下，於農田水中的吸收情形

表7 1g的筍殼碳在常溫(20°C)下，於農田水中的吸收情形



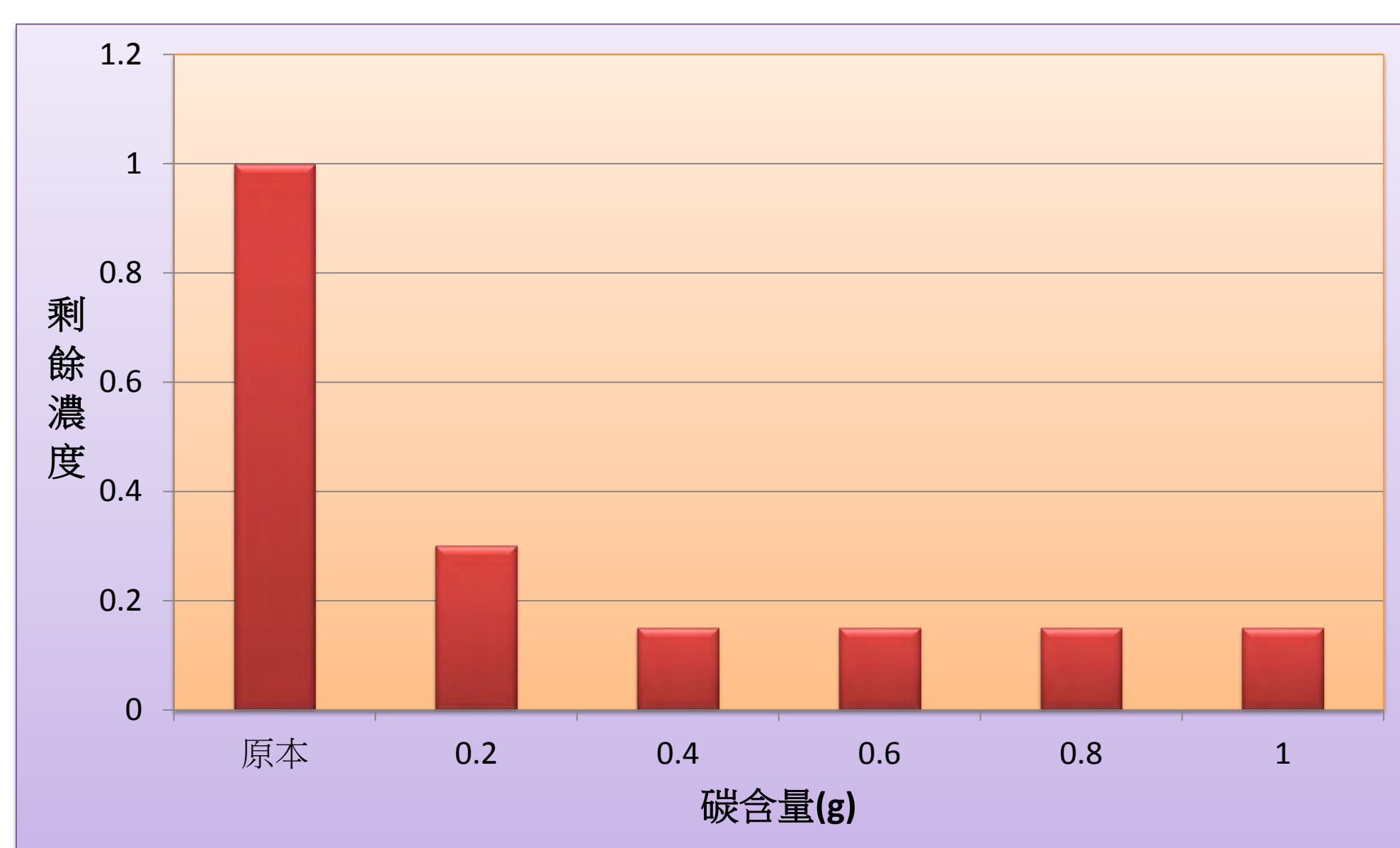


圖26 碳對於農田水之吸收度

從圖26可知，筍殼碳在農田水有良好的吸附效果，且在0.4g後並無太大差異。

#### 十四、測量1g的碳在20°C下，於不同濃度甘胺酸水溶液中的吸收度

(一) 1g的筍殼碳在20°C下，於30~100ppm甘胺酸水溶液中的吸收度

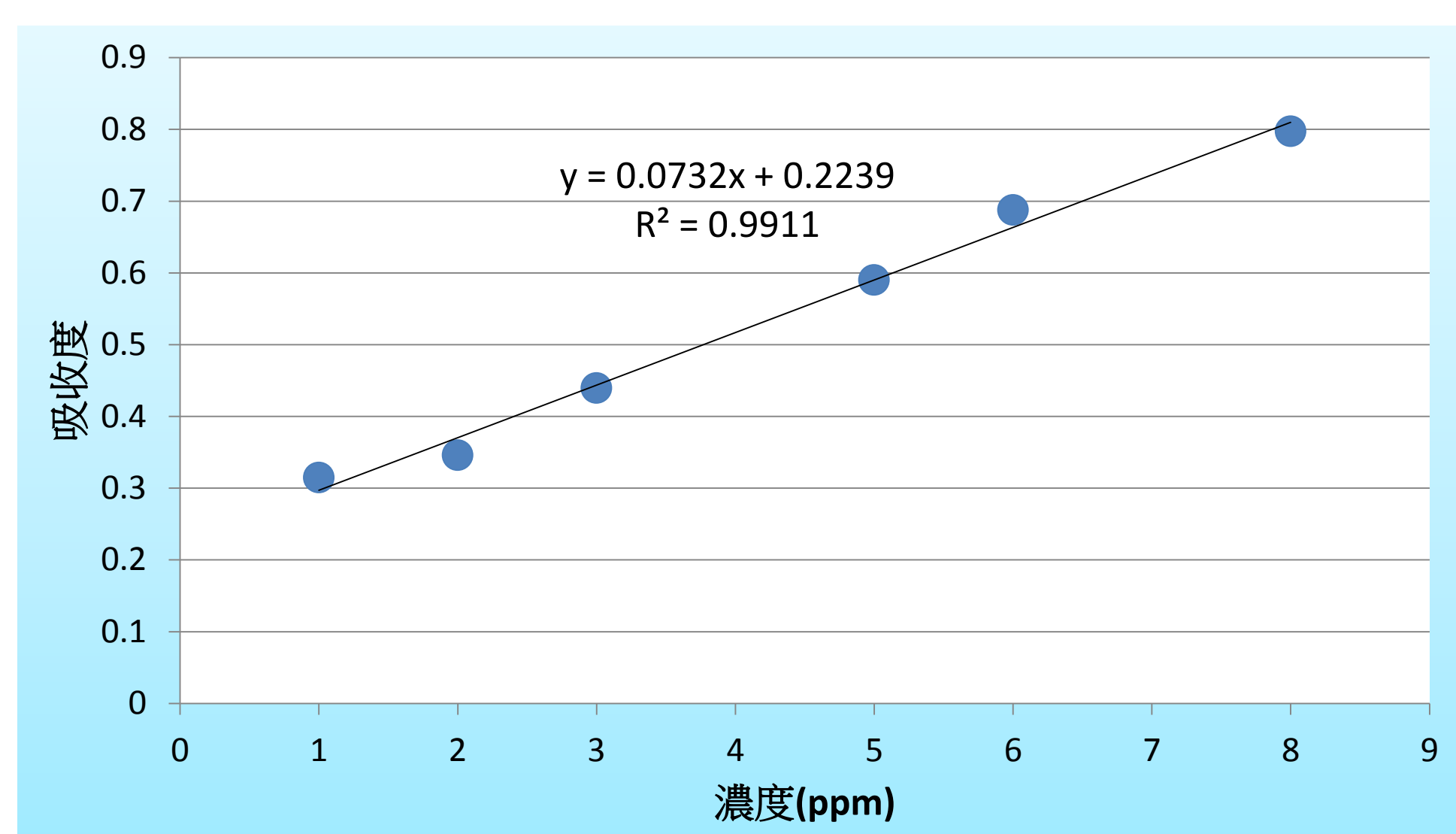


圖27 甘胺酸檢量線

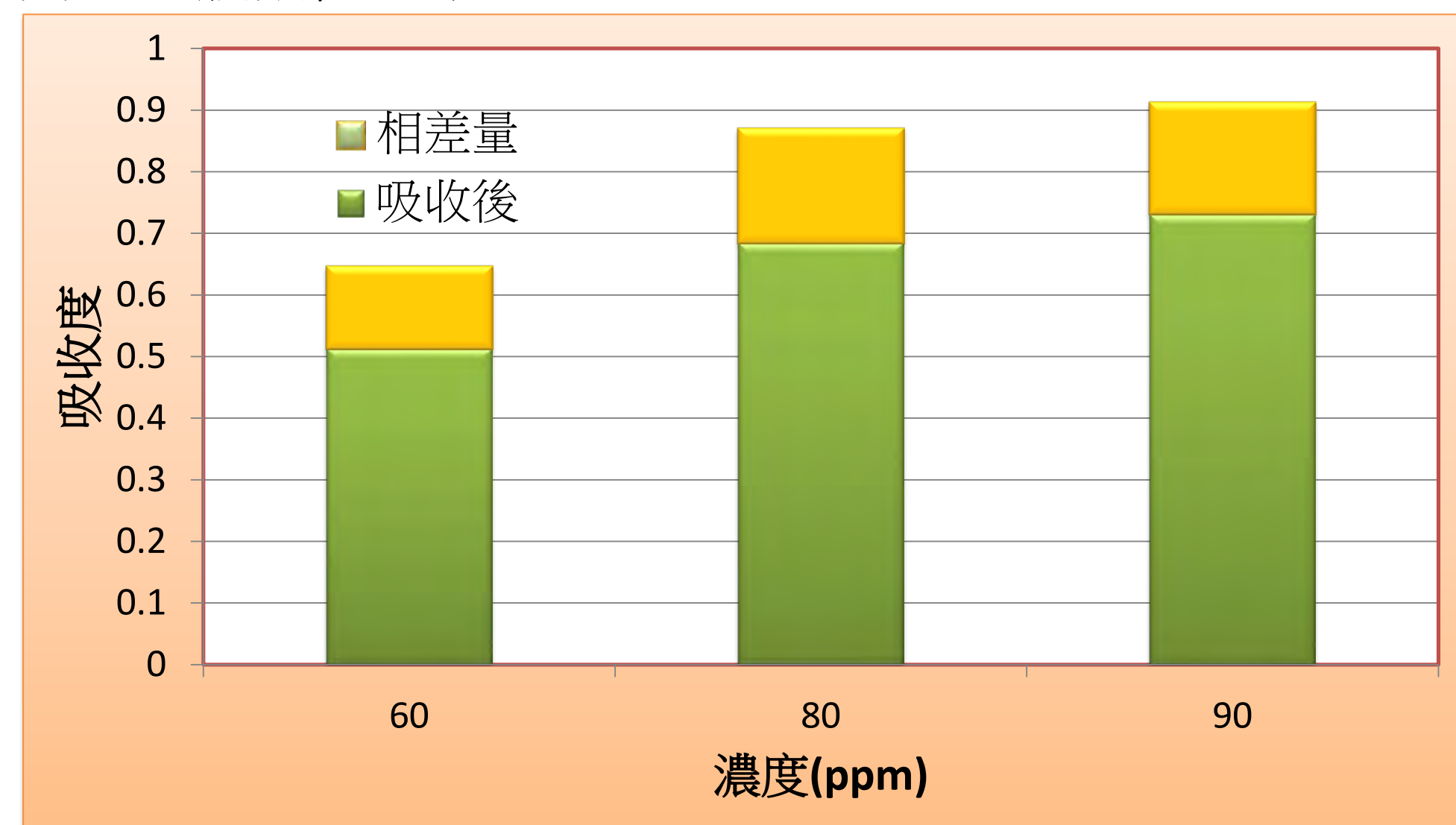


圖28 1g的碳在60、80、90ppm甘胺酸相差吸收度長條圖

圖28可知對甘胺酸有良好的吸附效果，故對其他胺基酸也應有良好的吸附效果。

## 陸、討論

一、新鮮茭白筍各部位含水量差異頗大，根>中>頂；而含水率頂≡中≡根，植物是由下往上生長，越往根部纖維量越多，而茭白筍各部位水分含量皆豐富。

二、茭白筍殼乾餾後會產生液體、氣體、固體等產物，液體為酸性(圖29)，氣體具可燃性(圖30)，固體為黑色的碳(圖31)，且高溫下產生未凝結的醋酸(氣態)，乾餾產生碳的比例約40%(表3)。



圖29乾餾的液體為酸性 圖30乾餾的氣體具有可燃性 圖31乾餾的固體產物為碳

三、測其導電性可知，新製成的碳本身有很多孔隙，會造成電路斷路的現象，導致不能發亮，故我們以膠水加以黏結製成碳膠後，再以12V的直流電通電後就可以發亮，證明經乾餾產生的黑色物質為碳。

四、筍殼粉末的吸水量為原重4~5倍，較未處理前22倍低(林，2016)，原因為未處理前維管素內有較多空餘可儲存水分，在打碎後大空隙消失，只剩粉末本身小孔隙可吸水。

五、乾餾後的碳吸水量為原本重量的3~4倍，具有良好的吸水能力。

六、碳在20°C條件下(圖10~19)，並於10~100ppm靛胭脂下吸附1天，不論在哪種重量下10~50ppm的R2均大於10~100ppm，推論線性關係適用10~50ppm較低濃度下，由圖32可發現吸收量會隨碳數增加，但2g、2.5g的碳增加吸收量相對減少。

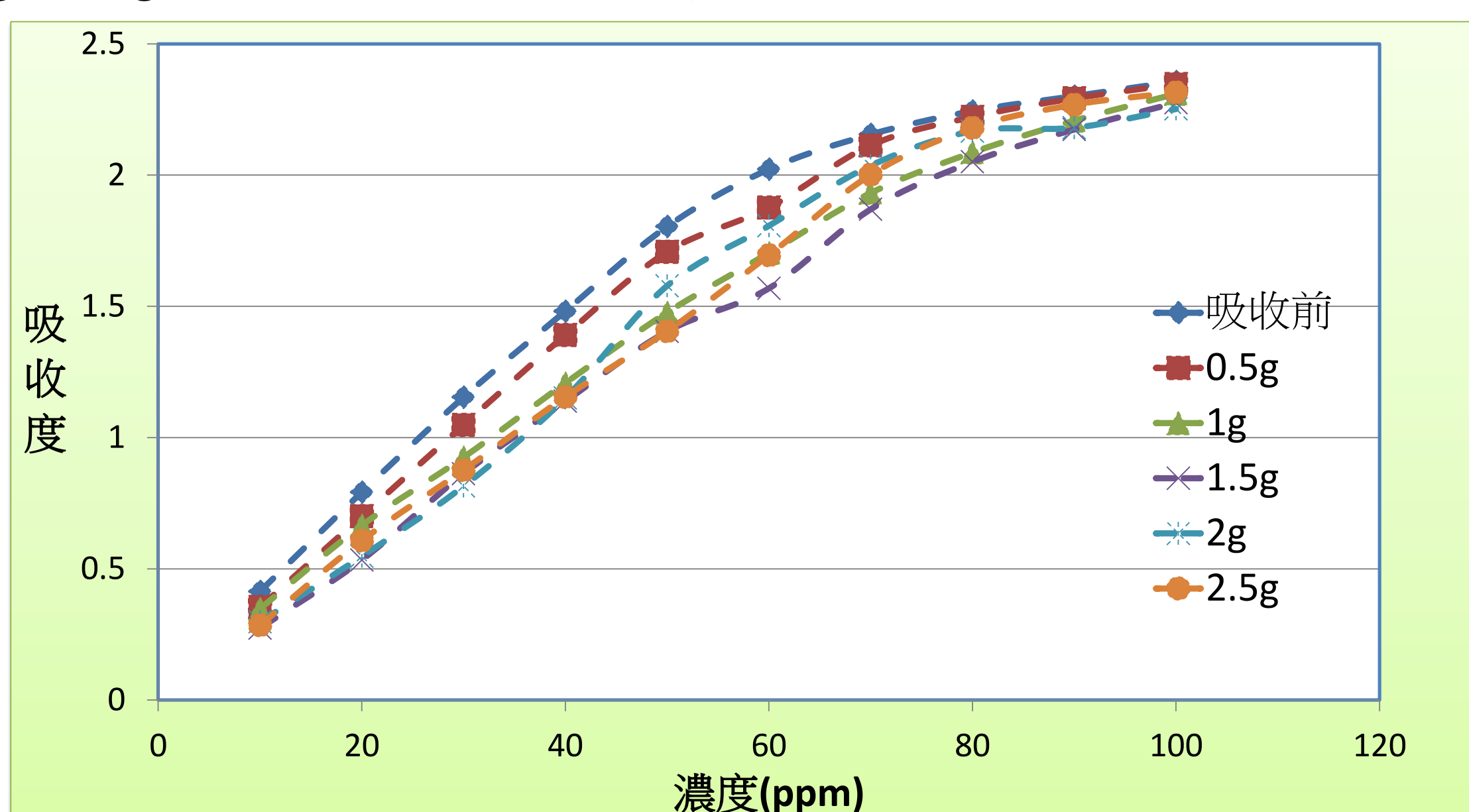


圖32 0.5~2.5g筍殼碳在常溫下於不同濃度靛胭脂之吸收度

在同溫度(20°C)、同濃度(10ppm)下，茭白筍殼碳超過1.5g後，吸附量反而下降，可能為碳粒間凝聚在一起，使吸附表面積減少。不同溫度下比較，在台灣夏天(35°C)較高溫度下，其在高濃度部分才有明顯下降，顯示在低濃度下一般環境(20~35°C)，茭白筍殼碳吸收程度接近，加熱至45°C後，整體吸收量的變化才會增加較多。

七、和市售的活性碳比較(圖33)，自製的茭白筍殼碳有較好的吸附效果，而磨碎後的活性碳較自製略佳，顯示活性碳吸附能力和表面積大小有關，以手持式顯微鏡拍攝其表面結構發現，表面凹凸不平有較大的表面積，和活性碳吸附原理相同，(圖34、35)。

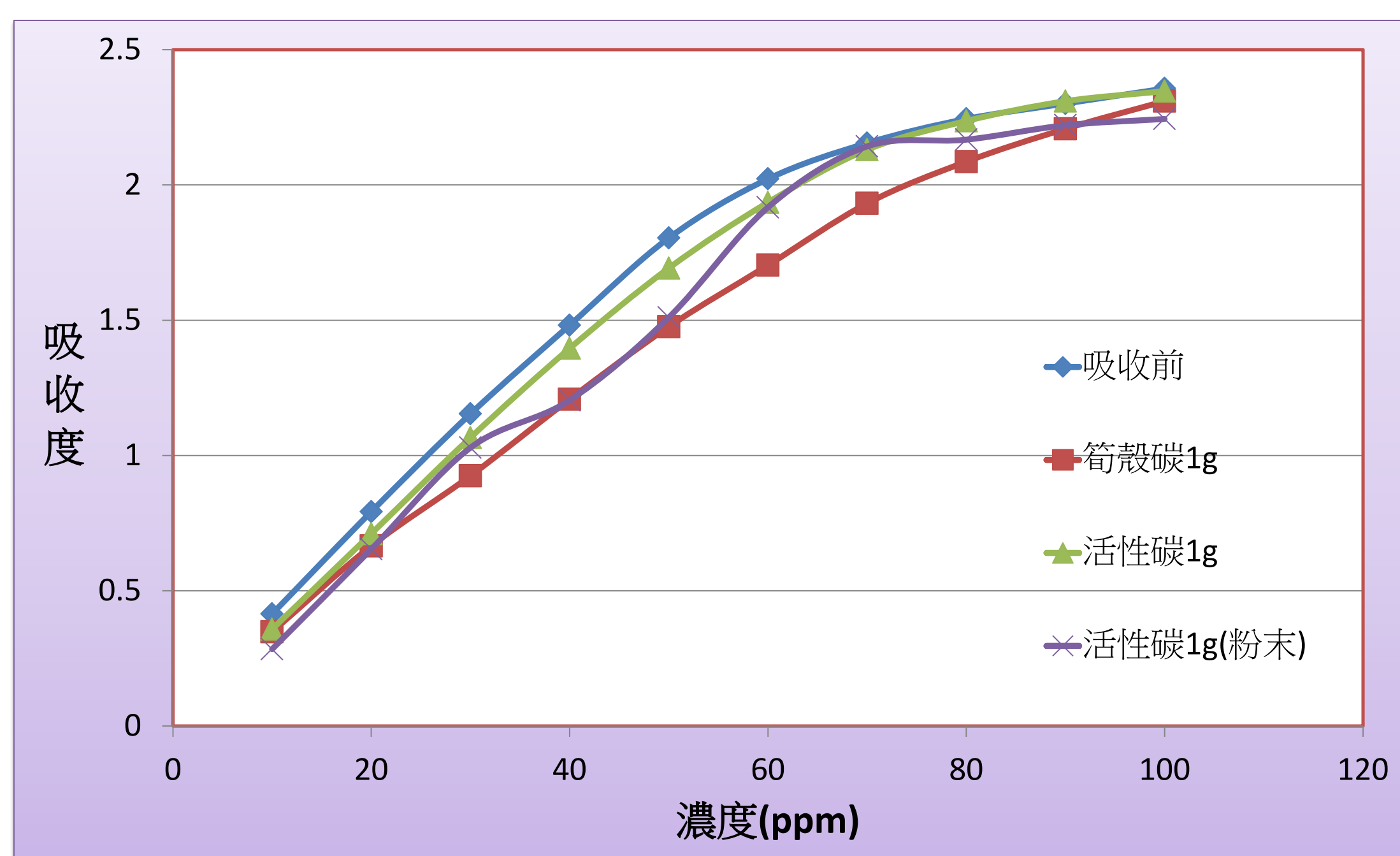


圖33比較筍殼碳和活性碳吸附能力



圖34筍殼碳放大圖



圖35筍殼碳放大圖

八、茭白筍殼碳對於硝酸鉀有良好吸附效果，在硝酸鉀濃度90ppm以下，可使剩餘濃度降至20ppm。農田中的水施肥後含有亞硝酸鹽，原農田含有1ppm亞硝酸鹽，每100mL農田水以茭白筍殼碳0.4g處理後可降至0.15ppm。

九、經由寧海準測試可知，寧海準與胺基酸結合會形成藍紫色，可有效判斷水中胺基酸，圖37選用60、80、90ppm作為樣品測試，胺基酸可轉換為含氮化合物，產生臭味，經由筍殼碳的吸附可減少其含量進而減少臭味的孳生，顯示茭白筍殼碳對於甘胺酸有良好的吸附效果，故對其他胺基酸也可能如此。

## 柒、結論

- 一、茭白筍殼各部位含水比例均高不易腐敗，為難以處理的原因。
- 二、茭白筍殼在乾餾後固體產率約為40%，經導電度測試證實為碳。
- 三、茭白筍殼乾餾所產生的氣體除可燃性氣體和CO<sub>2</sub>外，其餘的應為未凝結的醋酸，具有刺鼻味，水溶液pH<4，以50mL及100mL收集pH差異不大，為節省用水量以50mL水收集即可，而乾餾後的酸類似竹醋液，剛產生收集為黃色液體時(圖36)，再經脫色，並萃取可獲得另一種農業附產品(茭白筍殼醋液)。

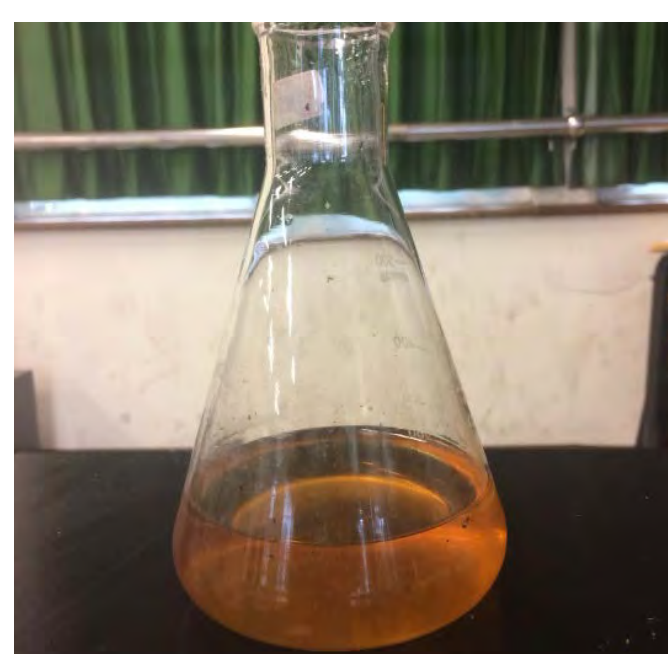


圖36茭白筍殼乾餾後剛收集的醋 圖37 茭白筍殼和碳由打錠機製成的貓砂



四、茭白筍殼碳吸水量可達原重3~4倍，可覆蓋在農田上避免水分散失，保持土壤濕潤以節約用水。

五、茭白筍殼碳對於染料有良好的吸附性，台灣氣候下(20~35°C)在低濃度均有良好的吸附效果，對於有機物亦有相同結果。

六、茭白筍殼碳對於硝酸鹽及亞硝酸鹽有良好的吸附效果，可像市售活性碳在水族用途，去除過多的含氮廢物，而用在農業中，可吸附過多的肥料避免土壤的酸化，未以水清洗過的茭白筍殼碳水溶液為鹼性，性質類似草木灰，可調整土壤的酸鹼值。

七、蛋白質分解後所產生的胺基酸，經代謝後有異味，而生物排泄物常作為肥料，造成肥料過剩及臭味，使用茭白筍殼碳的製品(圖37)，可吸收胺基酸等含氮有機肥料，有效解決肥料及生物排泄物造成異味的問題可促進埔里地區農業廢棄物再利用，並有效解決汙染問題。

## 捌、參考資料

1. 林詩雅(2016)。「茭」糖釀的酒，第56屆中小學科展。南投縣立大成國民中學
2. 邱誌忠(2004)。半導體產業高濃度含砷廢水之處理-化學沈降法與活性炭吸附法之評估，國立中興大學碩士論文，未出版，台中市。
3. 潘敏用(2013)。利用茭白筍殼加工製造新型態飲料之探討，國立中興大學碩士論文，未出版，台中市。
4. 黃彥鈞、蔡至翔、李曄婷、陳怡臻(2006)。竹炭的製備與竹碳水，第46屆中小學科展。國立草屯高級商工職業學校桃園縣私立新興高級中學。
5. 潘敏用(2013)。利用茭白筍殼加工製造新型態飲料之探討，國立中興大學碩士論文，未出版，台中市。
6. 張婉如、許寶茹、黃于綺、謝盈宇(2008)。木炭竹炭誰好「色」，第48屆中小學科展。國立善化高級中學。
7. 黃彥鈞、蔡至翔、李曄婷、陳怡臻(2006)。竹炭的製備與竹碳水，第46屆中小學科展。國立草屯高級商工職業學校桃園縣私立新興高級中學。
8. 吳沛學、吳東承(2011)。「水」中送「碳」—活性碳對各類水溶液的吸附研究，第51屆中小學科展，國立高雄師範大學附屬高級中學。