

# 中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

高級中等學校組 農業與食品學科  
(鄉土)教材獎

052210

「拿」麼厲害—綠拿鐵的最佳配方與抗氧化能力研究

學校名稱：新北市立清水高級中學

作者：	指導老師：
高二 賴柏誠	詹簾恩
高二 林毓修	
高二 郭明翰	

關鍵詞：綠拿鐵、抗氧化、亞甲基藍

# 「拿」麼厲害—綠拿鐵的最佳配方與抗氧化能力研究

## 摘要

本研究比較不同綠拿鐵配方的抗氧化能力，並結合盲測評估消費者接受度。首先，以地瓜葉為主體，使用氧化還原滴定與分光光度儀測定，發現分光光度儀更準確且效率高，因此後續皆採用分光光度儀進行抗氧化能力測定。我們選用菠菜、青江菜、冰花、地瓜葉、香蕉、奇異果、鳳梨、蘋果及芭樂，進行單一蔬果與四十組配方測試，並選出抗氧化能力較佳的前五組與市售綠拿鐵進行盲測。結果顯示，市售綠拿鐵抗氧化能力明顯低於新鮮現打綠拿鐵，但因為糖度較高而獲得消費者較佳的口感評價，顯示美味與健康效益不一定成正比。研究中發現菠菜、青江菜、冰花、香蕉、奇異果及菠菜、青江菜、冰花、香蕉、鳳梨這兩組配方在抗氧化力與口感評比中表現最亮眼。

## 壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

### 一、研究動機

近幾年，從流感、腸病毒一直到 covid-19，有各式各樣的細菌與病毒充斥在我們生活中，在新聞上看到增加抗氧化力蔬果的攝取可以增強抵抗力，也觀察到青少年對於手搖飲成癮，於是我們想要做一個健康的飲品。我們發現周圍同學，包括自己也常常都沒有攝取足量的蔬果，希望可以研究抗氧化能力強又好喝的五蔬果綠拿鐵，同時對綠拿鐵成分中的抗氧化能力覺得很好奇，於是，我們決定來進行單一成分的蔬果與綠拿鐵不同配方的抗氧化能力研究。

### 二、文獻回顧

#### (一)蔬果抗氧化的原理與主要成分

##### 1、抗氧化原理

自由基為含有一個或一個以上不成對電子的化合物或元素，在人體正常代謝生理過程中會產生。生成的自由基會和體內其他分子發生反應，使得細胞發炎、損傷、老化並帶來疾病。蔬果中富含抗氧化物質，其能減少自由基、保護身體、避免發炎、增加人體抗老化的能力。

##### 2、抗氧化主要成分

(1)維生素：維生素 C(又稱為抗敗血酸)為蔬果中常見之水溶性抗氧化物，而維生素 E(又稱生育酚)則是常見的脂溶性抗氧化物。維他命 C 可提供兩個電子來去除自由基或是高活性分子。而維生素 E 可保護細胞膜上之多元不飽和脂肪酸被脂質過氧化。

(2)類胡蘿蔔素：類胡蘿蔔素是由多異戊二烯聚合，含有 40 個碳的對稱二聚體，可以終

止自由基的連鎖反應、抑制脂質過氧化，而  $\beta$ -胡蘿蔔素可輔助其他抗氧化物如維生素 C 及 E 的作用。常見的有  $\alpha$ -及  $\beta$ -胡蘿蔔素、茄紅素、葉黃素、蝦紅素和玉米黃素。

(3) 酚類化合物：存在於植物中約有八千種不同的結構，它可以提供氫原子或電子來消除體內的自由基。酚酸、類黃酮酸、類黃酮及木質素為蔬果中主要的酚類化合物。其中類黃酮是最大的一群，其中包括黃酮醇、黃酮、花青素。

(4) 矽礦物與其他化合物：蔬果中許多抗氧化酵素反應中心是矽礦物元素，所以矽礦物元素也具有抗氧化能力，如硒、銅、鋅、錳、鐵等，大部分為抗氧化酶的輔因子，能夠協助清除過氧化物和自由基。

### 3、本研究所選用的蔬果營養成分列表

表一、蔬果營養成分列表

蔬果名稱	主要營養成分
菠菜	維生素 A、 $\beta$ -胡蘿蔔素、維生素 E、葉酸、鐵、鎂、鈉、鉀、鈣、磷
青江菜	維生素 A、 $\beta$ -胡蘿蔔素、鈣、鉀、鎂、維生素 K、維生素 C、葉酸、類黃酮
地瓜葉	維生素 A、 $\beta$ -胡蘿蔔素、維生素 C、葉酸、鈉、鉀、鈣、鐵、類黃酮
冰花	維生素 A、 $\beta$ -胡蘿蔔素、鈉、鉀、維生素 K、葉酸、類黃酮
珍珠芭樂	維生素 A、鉀、維生素 C、葉酸、類黃酮
蘋果	鉀、維生素 C、類黃酮、花青素
香蕉	維生素 C、葉酸、鉀、鎂、磷、 $\beta$ -胡蘿蔔素、維生素 B6
金鑽鳳梨	維生素 A、鉀、鎂、維生素 C、葉酸、菠蘿蛋白酶
黃金奇異果	維生素 A、 $\beta$ -胡蘿蔔素、維生素 C、鉀、鈣、磷、維生素 E

(來源：衛生福利部食品藥物管理署 - 食品營養成分資料庫)

### (二) 分光光度計

使用分光光度計進行定量分析是利用已知濃度溶液對特定波長光線的吸收程度，來判定其他未知溶液特定溶質的濃度。當光線水平穿過一特定厚度、盛裝某溶液的比色管之後，在比色管的另外一面，光線強度會衰減，在行程中，部份光線被樣品與比色管吸收。

在一定的波長下，吸收度與樣品中吸光物質的濃度之間關係式，稱為比爾-朗伯定律 (the Beer-Lambert law)，簡稱比爾定律。比爾定律的公式如下：

$$A = a \cdot b \cdot c$$

其中，A 為吸收度，a 則與樣品在特定的波長下的吸光能力有關，稱為吸光係數 (absorptivity)，b 是光穿過樣品的路徑長度，c 是樣品中吸光物質的濃度。

### (三)氧化還原滴定

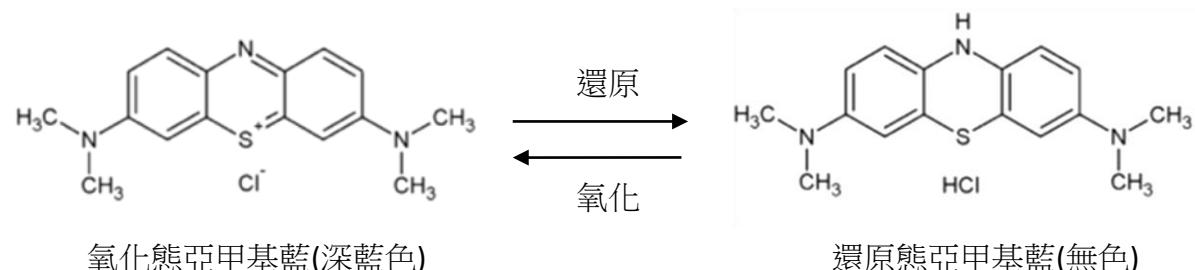
氧化還原滴定是利用已知濃度的氧化劑（或還原劑），逐滴加入待測的還原劑（或氧化劑）中，以求得待測還原劑（或氧化劑）的濃度。

#### 1、碘直接滴定

使用碘氧化滴定進行直接滴定， $I_2$ 被還原產生  $I^-$ ， $I_2$ 遇澱粉呈藍色，達滴定終點時，因加入的碘過量，所以溶液顏色會由無色轉變成藍色，待測物(還原劑)失去的電子莫耳數等於  $I_2$ 得到的電子莫耳數。若是沒有加入澱粉的話， $I_2$ 被還原產生無色  $I^-$ ，過量  $I_2$ 遇  $I^-$ 呈黃棕色  $I_3^-$ ，達滴定終點時，溶液顏色則會呈黃棕色。

#### 2、亞甲基藍滴定

使用亞甲藍溶液進行滴定，是利用氧化態亞甲基藍溶液為深藍色，使其與抗氧化劑反應，反應過程中，氧化態亞甲基藍溶液會被還原，顏色會由深藍色轉變成無色。



圖一、亞甲基藍的氧化態與還原態

(來源：吳鑫俞、蕭次融（無日期）。藍瓶反應。台灣網路科教館生活科學補給站。)

### (四)綠拿鐵簡介

綠拿鐵是一種以新鮮蔬菜、水果、堅果、優質蛋白質和健康脂肪為主要成分的飲品，目的在快速補充日常所需的營養素。其中常見的綠拿鐵公式為

蔬菜 + 水果 + 水 + 配角(可放可不放，如：堅果)=綠拿鐵

喝綠拿鐵的營養價值有以下三點：

- 1、維持消化道機能：非水溶性纖維有助於腸道蠕動，建議綠拿鐵盡量不要濾渣。
- 2、含有膳食纖維：蔬果富含膳食纖維可以增加飽足感，有助於幫助維持理想體重。
- 3、養顏美容：豐富的  $\beta$ -胡蘿蔔素，增進皮膚與黏膜健康，而維生素 C 具抗氧化作用。

### 三、研究目的

- (一) 探討測定抗氧化能力的最佳方法
- (二) 探討九種單一成分蔬果的抗氧化能力
- (三) 比較不同配方綠拿鐵的抗氧化能力
- (四) 比較不同綠拿鐵配方的消費者喜好度

## 貳、研究設備及器材

### 一、研究設備與器材

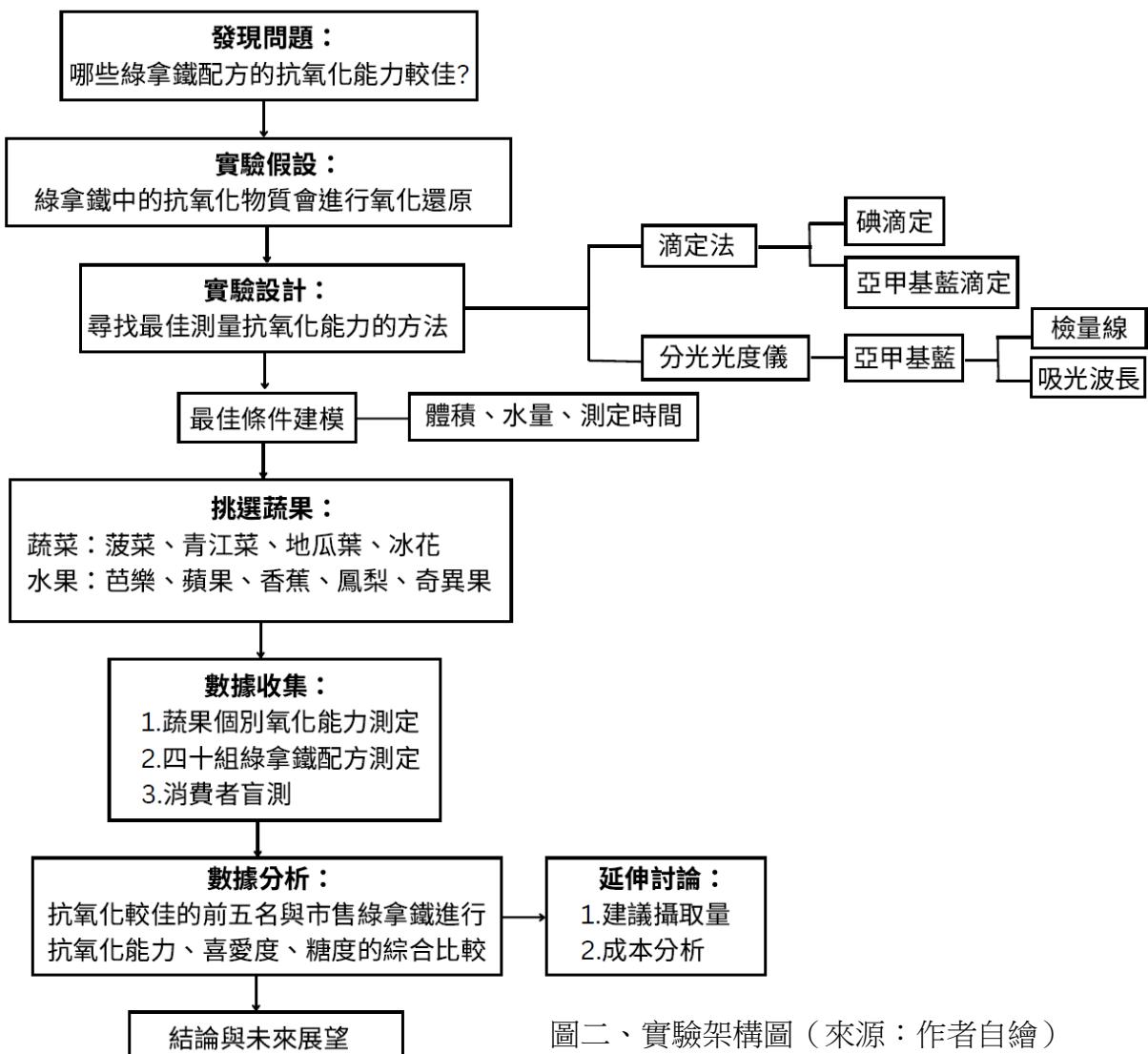
分光光度儀、小型果汁機、微量吸管、甜度計、離心管、離心機、震盪器、玻棒、漏斗、滴定管、錐形瓶、燒杯、量筒、電子天秤、滴管

### 二、研究藥品與蔬果

1%碘液、0.1%亞甲基藍、A 超商綠拿鐵、B 超商綠拿鐵、國產菠菜、國產青江菜、國產地瓜葉、國產冰花、珍珠芭樂、進口蘋果、蕉滴滴香蕉、金鑽鳳梨、黃金奇異果

## 參、研究過程或方法

### 一、實驗架構圖



## 二、實驗方法與步驟

(一) 實驗一：以地瓜葉為主體，以滴定法與分光光度法進行三種抗氧化能力的測定

### 1、地瓜葉的取樣處理

(1) 將地瓜葉用清水洗淨後輕甩風乾

(2) 以地瓜葉和飲用水重量比為 1:1 置入果汁機打 10 秒後，吸取至離心管後進行離心 10 秒，取上層乾淨菜液進行實驗。

(3) 使用乾淨滴管取樣所需的體積，每次實驗前皆重新使用果汁機並離心處理取樣

### 2、使用亞甲基藍氧化還原滴定測定地瓜葉之抗氧化能力

(1) 配置 0.01% 亞甲基藍水溶液，並將其置於滴定管中

(2) 將 1mL 已處理的地瓜葉菜液和 30mL 的水置於錐形瓶中

(3) 進行滴定，並記錄數值，直到滴定終點並重複實驗滴定

### 3、使用碘滴定測定地瓜葉之抗氧化能力

(1) 將 0.1% 碘液置於滴定管中

(2) 將 1mL 已處理的地瓜葉菜液和 30mL 的水置於錐形瓶中

(3) 進行滴定，並記錄數值，直到滴定終點並重複實驗滴定

### 4、使用分光光度儀與亞甲基藍測定地瓜葉之氧化能力

(1) 使用不同濃度的亞甲基藍溶液來找出分光光度儀的最佳吸收波長

(2) 使用不同濃度的亞甲基藍溶液來做檢量線，並確認  $r^2$  值大於 0.99

(3) 將  $50 \mu\text{L}$  已處理的地瓜葉菜液滴入已放置 0.004% 亞甲基藍溶液 3.5mL 的比色槽中，並震盪 3 秒後進行分光儀測定，每 30 秒記錄一次吸收值，直到 540 秒。

(4) 將  $100 \mu\text{L}$  已處理的地瓜葉菜液滴入已放置 0.004% 亞甲基藍溶液 3.5mL 的比色槽中，並震盪 3 秒後進行分光儀測定，每 30 秒記錄一次吸收值，直到 540 秒。

(5) 將  $150 \mu\text{L}$  已處理的地瓜葉菜液滴入已放置 0.004% 亞甲基藍溶液 3.5mL 的比色槽中，並震盪 3 秒後進行分光儀測定，每 30 秒記錄一次吸收值，直到 540 秒。

(二) 實驗二：找出適合實驗蔬果並進行單一成分抗氧化能力測試

### 1、進行市場調查，鎖定實驗的蔬果

(1) 從北農網站檢索十二月份蔬果銷售量以及 A、B 超商販賣的綠拿鐵中取蔬果的交集

(2) 由以上資料選定四種國產蔬菜(菠菜、青江菜、地瓜葉、冰花)與五種水果(珍珠芭樂、美國進口蘋果、蕉滴滴香蕉、金鑽鳳梨、黃金奇異果)

## 2、以定量水測試不同重量地瓜葉的最佳檢測比例

- (1)取地瓜葉15g，放入果汁機中，加入飲用水100mL後，啟動果汁機15秒進行打勻後移至離心管中進行離心10秒，取上層澄清菜液進行後續實驗。
- (2)將100 $\mu$ L已處理的地瓜葉菜液滴入已放置0.004%亞甲基藍溶液3.5mL的比色槽中並震盪3秒後，進行分光儀測定，每30秒記錄一次吸收值，直到330秒。
- (3)取地瓜葉30g，放入果汁機中，加入飲用水100mL後，啟動果汁機15秒進行打勻後移至離心管中進行離心10秒，取上層澄清菜液進行後續實驗。
- (4)將100 $\mu$ L已處理的地瓜葉菜液滴入已放置0.004%亞甲基藍溶液3.5mL的比色槽中並震盪3秒後，進行分光儀測定，每30秒記錄一次吸收值，直到330秒。

## 3、定量的條件下進行單一成分蔬果抗氧化能力與糖度檢測

- (1)取菠菜30g，放入果汁機中，加入飲用水100mL後，啟動果汁機15秒進行打勻後移至離心管中進行離心10秒，取上層澄清菜液進行後續實驗。
- (2)將100 $\mu$ L已處理的菜液滴入已放置0.004%亞甲基藍溶液3.5mL的比色槽中並震盪3秒後，進行分光儀測定，每30秒記錄一次吸收值，直到330秒。
- (3)將青江菜、地瓜葉、冰花、芭樂、蘋果、香蕉、鳳梨、奇異果蔬果，皆分別使用上述實驗步驟(1)、(2)進行測定。
- (4)分別取樣上述實驗步驟(1)之單一成分蔬果試樣進行甜度計測定

### (三)實驗三：進行綠拿鐵水量比例測試與不同配方的抗氧化能力測定

#### 1、將定量蔬果以不同水量檢測，找出最佳檢測水量

- (1)取菠菜、青江菜、地瓜葉各33g，取芭樂、蘋果各25g放入果汁機中，加入飲用水100mL後，啟動果汁機15秒進行打勻成綠拿鐵。
- (2)將綠拿鐵移至離心管中進行離心10秒，取上層澄清菜液進行後續實驗。
- (3)將100 $\mu$ L的綠拿鐵滴入已放置0.004%亞甲基藍溶液3.5mL的比色槽中，進行震盪3秒，均勻混合後，進行分光儀測定，每30秒記錄一次吸收值，直到330秒。
- (4)一樣取菠菜、青江菜、地瓜葉各33g，取芭樂、蘋果各25g放入果汁機中，飲用水增加至200mL後，啟動果汁機15秒進行打勻成綠拿鐵，以離心機處理，並以上述相同的條件進行測定。

#### 2、將四十組綠拿鐵進行分光儀定量檢測

- (1)將選定四種蔬菜(菠菜、青江菜、地瓜葉、冰花)與五種水果(芭樂、蘋果、香蕉、鳳

梨、奇異果)，四種蔬果取三種加上五種水果取兩種的四十種排列列出。

- (2) 每一組的三種蔬菜皆取各33g，兩種水果皆取各25g 放入果汁機中，加入飲用水200mL 後，啟動果汁機15秒打勻成綠拿鐵，以離心機處理，並以上述相同的條件進行測定。
- (3) 將 100 μL 的綠拿鐵滴入已放置 0.004%亞甲基藍溶液 3.5mL 的比色槽中並震盪 3 秒後，進行分光儀測定，每 30 秒記錄一次吸收值，直到 330 秒。

### 3、計算抗氧化數值

- (1) 將四十組的紀錄進行整理，並做出綠拿鐵與亞甲基藍反應之吸光度與時間關係圖。
- (2) 使用吸光度數值公式將四十組數據轉換成抗氧化數值：

$$\frac{0\text{秒吸光值} - 330\text{秒吸光值}}{0\text{秒吸光值}} \times 100\%$$

### (四) 實驗四：最佳抗氧化能力綠拿鐵配方組合的消費者喜好度測試

#### 1、將四十組綠拿鐵排名與測定市售綠拿鐵商品

- (1) 由四十組的綠拿鐵抗氧化數值，找出最佳的前五名。
- (2) 分別測定 A、B 超商販賣的綠拿鐵之吸光度轉換成抗氧化值，取較佳者當對照組。

#### 2、進行消費者盲測

- (1) 將上方實驗結果得到的綠拿鐵重複依照相同比例製作後，放入容量外觀一致的紙杯中。
- (2) 將五杯綠拿鐵、A 超商販賣的綠拿鐵(對照組)、水(安慰劑)隨機標示編號1~7。
- (3) 將25位已簽署知情同意書的受試者進行盲測，分別以個人喜愛的口味給分，由最喜愛到最不喜愛，由高至低：10、8、6、4、2、1、0。
- (4) 同時將五杯綠拿鐵、A 超商販賣的綠拿鐵(對照組)、水(安慰劑)以甜度計測試糖度。
- (5) 統計25位受試者的盲測分數，將口味最受喜愛組合進行排名並和抗氧化能力、糖度排名加以分析。

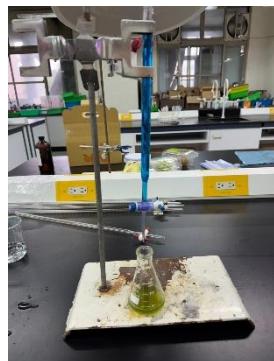
### 3、延伸討論：建議攝取量與綠拿鐵成本分析

- (1) 由衛福部食藥署的食品營養成分資料庫取得的資料去計算蔬果的膳食纖維與維他命 C 含量並依衛生福利部國人建議飲食攝取量進行劑量效應與消費者警示。
- (2) 使用甜度計測量糖度，並換算每杯綠拿鐵的含糖量，進而計算含糖量約為幾顆方糖。
- (3) 以大賣場中購買的蔬果單價來計算所有綠拿鐵配方的單杯成本，將抗氧化能力前五名的新鮮現打綠拿鐵與市售綠拿鐵進行成本比較。

## 肆、研究結果

一、實驗一：以地瓜葉為主體，以滴定法與分光光度法進行三種抗氧化能力的測定

(一)使用亞甲基藍氧化還原滴定測定地瓜葉之抗氧化能力



圖三、使用亞甲基藍滴定

(來源：作者自行拍攝)



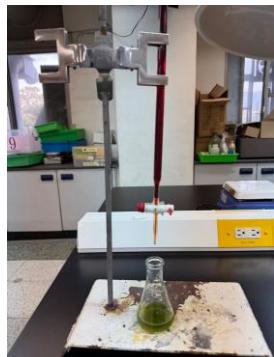
圖四、滴定終點(左)與標準地瓜葉汁(右)比較

(來源：作者自行拍攝)

表二、使用亞甲基藍氧化還原滴定測定地瓜葉汁數據

滴定次數	滴定前刻度(mL)	滴定後刻度(mL)	滴定總量(mL)	平均值(mL)
第一次	50	44.1	5.9	
第二次	44	38.7	5.3	5.53
第三次	38	32.6	5.4	

(二)使用碘滴定測定地瓜葉之抗氧化能力



圖五、使用碘滴定

(來源：作者自行拍攝)



圖六、滴定終點(左)與標準地瓜葉汁(右)比較

(來源：作者自行拍攝)

表三、使用碘滴定測定地瓜葉汁數據

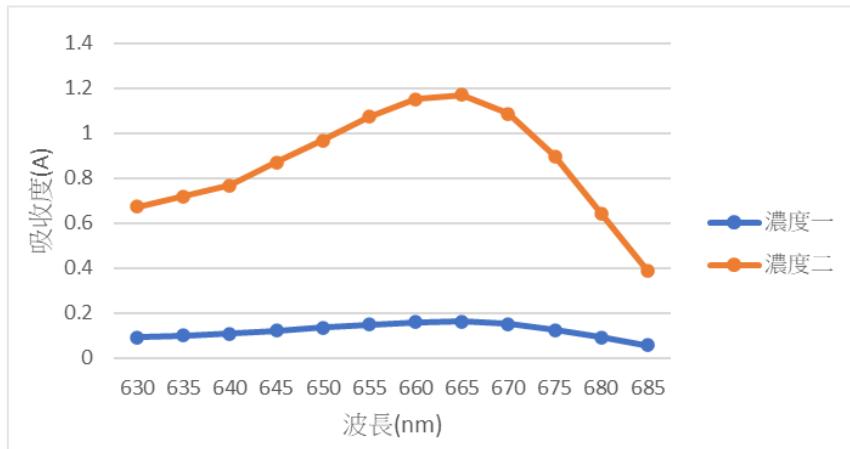
滴定次數	滴定前刻度(mL)	滴定後刻度(mL)	滴定總量(mL)	平均值(mL)
第一次	30	26.6	3.4	
第二次	26	23.1	2.9	3.17
第三次	23	19.8	3.2	

### (三) 使用分光光度儀與亞甲基藍測定地瓜葉之抗氧化能力

1、使用不同濃度的亞甲基藍溶液來找出分光光度儀的最佳吸收波長

表四、不同濃度的亞甲基藍溶液在不同波長下測定之吸光度

波長(nm)	630	635	640	645	650	655
濃度一吸光度(A)	0.091	0.100	0.107	0.121	0.134	0.148
濃度二吸光度(A)	0.672	0.719	0.767	0.870	0.967	1.072
波長(nm)	660	665	670	675	680	685
濃度一吸光度(A)	0.160	0.162 A	0.150	0.124	0.092	0.056
濃度二吸光度(A)	1.150	1.169	1.085	0.896	0.643	0.388

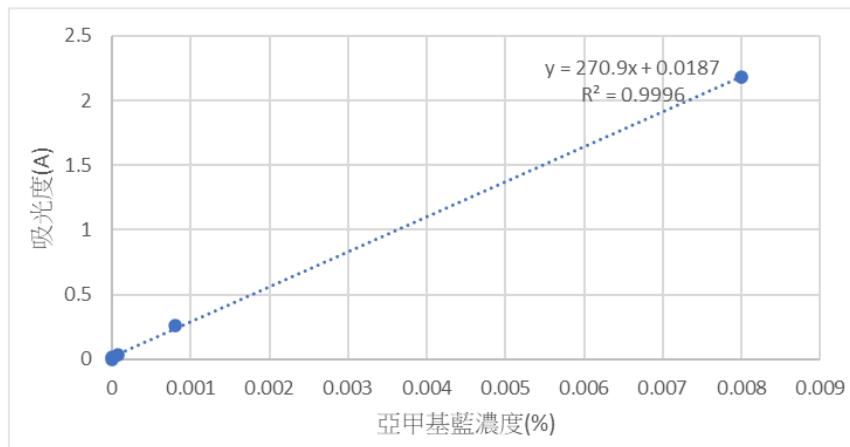


圖七、分光光度儀之吸光度與波長對照圖（來源：作者自繪）

2、使用不同濃度的亞甲基藍溶液來做檢量線，並確認  $R^2$  值是否大於 0.99

表五、不同濃度的亞甲基藍溶液測定之吸光度

濃度(%)	0	0.000008	0.00008	0.0008	0.008
吸光度(A)	0	0.018	0.033	0.265	2.183



圖八、不同濃度亞甲基藍溶液吸光度檢量線（來源：作者自繪）

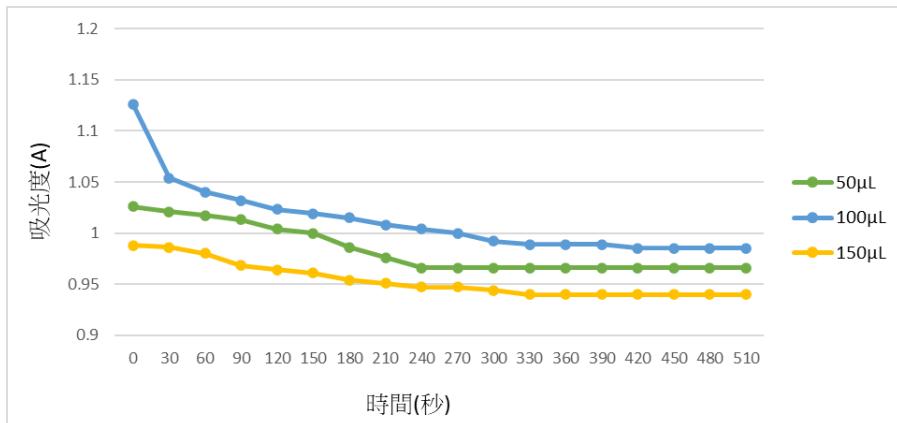
由不同濃度的亞甲基藍溶液與吸光度作圖得到的  $R^2$  值為 0.9996，為大於 0.99 的有效檢量線。

### 3、使用不同滴數的地瓜葉菜液與 0.004%亞甲基藍溶液，進行分光儀的反應測試

在比色槽放置 3.5mL 的 0.004%亞甲基藍溶液，使用滴管取  $50\mu\text{L}$ ~ $150\mu\text{L}$  滴已打好之地瓜葉菜液，滴入比色槽進行測量，每 30 秒測定一次，直到 510 秒。

表六、不同體積的地瓜葉汁吸光度

時間(秒)	0	30	60	90	120	150
$50\mu\text{L}$ 吸光度(A)	1.026	1.021	1.017	1.013	1.004	1.000
$100\mu\text{L}$ 吸光度(A)	1.126	1.054	1.040	1.032	1.023	1.019
$150\mu\text{L}$ 吸光度(A)	0.988	0.986	0.980	0.968	0.964	0.961
時間(秒)	180	210	240	270	300	330
$50\mu\text{L}$ 吸光度(A)	0.986	0.976	0.966	0.966	0.966	0.966
$100\mu\text{L}$ 吸光度(A)	1.015	1.008	1.004	1.000	0.992	0.989
$150\mu\text{L}$ 吸光度(A)	0.954	0.951	0.947	0.947	0.944	0.940
時間(秒)	360	390	420	450	480	510
$50\mu\text{L}$ 吸光度(A)	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966
$100\mu\text{L}$ 吸光度(A)	0.989	0.989	0.985	0.985	0.985	0.985
$150\mu\text{L}$ 吸光度(A)	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940



圖九、不同體積的地瓜葉汁吸光度與時間關係圖（來源：作者自繪）

### 二、實驗二：找出適合實驗蔬果並進行單一成分抗氧化能力測試

#### (一)進行市場調查，鎖定實驗的蔬果

我們去查詢了北農的銷售量排名以及市售的綠拿鐵成分，蔬菜的部分，我們除了選用了當中銷售排名前幾名的深色蔬菜：菠菜、青江菜、地瓜葉以外，我們還選用了溫室種植的冰花葉，其產季剛好在冬天。而水果的部分則是選用了芭樂、蘋果、香蕉、鳳梨、奇異果，將四種蔬果取三種加上五種水果取兩種進行排列組合，可得四十種排列。

表七、A、B 超商綠拿鐵成分表

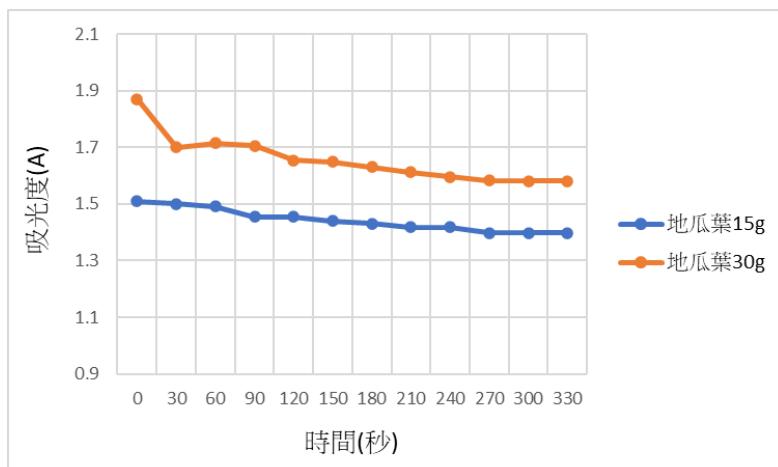
品牌	成分
A 超商綠拿鐵	水、奇異果汁、香蕉原汁、白桃果肉、芭樂原汁、地瓜葉原汁、白葡萄濃縮汁
B 超商綠拿鐵	水、芭樂原汁、蘋果果肉、奇異果原汁(含籽)、白葡萄濃縮汁、地瓜葉原汁、羽衣甘藍原汁

## (二) 以定量水測試不同重量地瓜葉的最佳檢測比例

將地瓜葉分別取15克與30克，放入果汁機中，加入飲用水100mL 後，啟動果汁機15秒進行打勻後離心。將 $100\mu\text{L}$  上層菜液滴入已放置0.004%亞甲基藍溶液3.5mL 的比色槽中並震盪3秒後，進行分光儀測定，每30秒記錄一次吸收值直到330秒。以此方法進行不同重量的測定。

表八、不同重量的地瓜葉吸光度數據

時間(秒)	0	30	60	90	120	150
地瓜葉 15g(A)	1.510	1.500	1.491	1.455	1.455	1.440
地瓜葉 30g(A)	1.870	1.699	1.715	1.706	1.654	1.648
時間(秒)	180	210	240	270	300	330
地瓜葉 15g(A)	1.430	1.418	1.417	1.397	1.397	1.397
地瓜葉 30g(A)	1.631	1.612	1.596	1.582	1.580	1.580



圖十、不同重量地瓜葉之吸光度與時間關係圖（來源：作者自繪）

菜重15g 抗氧化力計算： $(1.510-1.397)/1.510 * 100\% = 7.48\%$

菜重 30g 抗氧化力計算： $(1.870-1.580)/1.870 * 100\% = 15.51\%$

### (三) 定量的條件下進行單一成分蔬果抗氧化能力與糖度檢測

取30g 菠菜放入果汁機中，加入飲用水100mL 後，啟動果汁機15秒進行打勻後離心。將100  $\mu$ L 上層菜液滴入已放置0.004%亞甲基藍溶液3.5mL 的比色槽中並震盪3秒後，進行分光儀測定，每30秒記錄一次吸收值，直到330秒。以此方法進行單一成分蔬果的測定。由抗氧化值公式來計算抗氧化值，將三次抗氧化值計算平均抗氧化值及標準差。同時，也將已處理的單一成分蔬果取樣進行甜度計測試糖度值。

表九、單一蔬果的分光儀測定吸光值與抗氧化值

蔬果	第一次測定			第二次測定			第三次測定		
	0s(A)	330s(A)	抗氧化值(%)	0s(A)	330s(A)	抗氧化值(%)	0s(A)	330s(A)	抗氧化值(%)
菠菜	1.737	1.509	13.13	1.811	1.58	12.76	1.753	1.545	11.87
青江菜	1.858	1.692	8.93	1.846	1.731	6.23	1.906	1.749	8.24
地瓜葉	1.870	1.580	15.51	1.468	1.251	14.78	1.498	1.260	15.89
冰花	2.099	1.755	16.39	1.846	1.532	17.01	1.963	1.632	16.86
芭樂	1.650	1.381	16.30	1.613	1.425	11.66	1.534	1.266	17.47
蘋果	1.620	1.443	10.93	1.541	1.338	13.17	1.543	1.340	13.16
香蕉	1.839	1.040	43.45	1.968	1.113	43.45	1.876	1.186	36.78
鳳梨	1.844	1.636	11.28	1.584	1.335	15.72	1.744	1.510	13.42
奇異果	1.881	1.830	2.71	1.723	1.625	5.69	1.866	1.791	4.02

表十、單一蔬果的平均抗氧化值與平均糖度(n=3)

蔬菜名稱	平均抗氧化值(%)	糖度( $^{\circ}$ Brix)	水果名稱	平均抗氧化值(%)	糖度( $^{\circ}$ Brix)
菠菜	12.58 $\pm$ 0.53	0.68 $\pm$ 0.03	芭樂	15.14 $\pm$ 2.51	1.93 $\pm$ 0.06
青江菜	7.80 $\pm$ 1.15	0.30 $\pm$ 0.00	蘋果	12.42 $\pm$ 1.06	2.97 $\pm$ 0.06
地瓜葉	15.39 $\pm$ 0.46	1.37 $\pm$ 0.06	香蕉	41.22 $\pm$ 3.14	4.10 $\pm$ 0.00
冰花	16.75 $\pm$ 0.26	1.57 $\pm$ 0.06	鳳梨	13.47 $\pm$ 1.81	1.93 $\pm$ 0.06
			奇異果	4.14 $\pm$ 1.22	3.00 $\pm$ 0.00

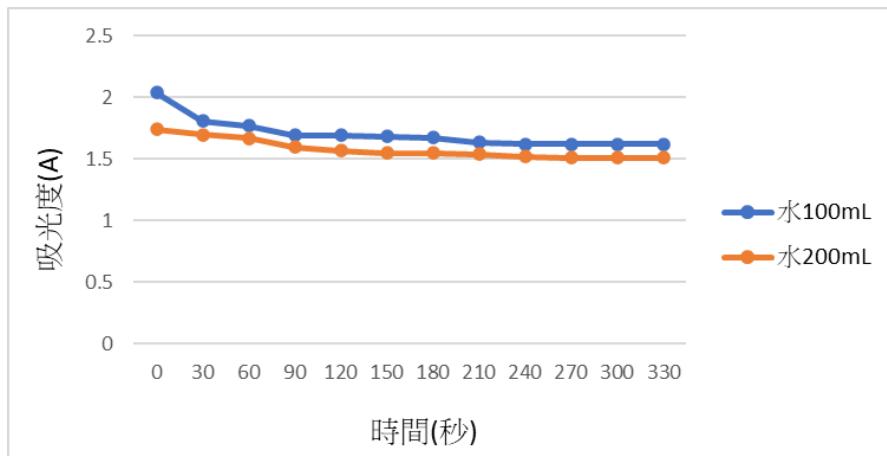
## 二、實驗三：進行綠拿鐵水量比例測試與不同配方的抗氧化能力測定

### (一)將定量蔬果以不同水量檢測，找出最佳檢測水量

菠菜、青江菜、地瓜葉皆取各 33g，芭樂、蘋果皆取各 25g 放入果汁機中，分別加入飲用水 100mL 及 200mL 後，啟動果汁機 15 秒進行打勻成綠拿鐵進行離心處理。將  $100 \mu\text{L}$  的綠拿鐵滴入已放置 0.004% 亞甲基藍溶液 3.5mL 的比色槽中，震盪 3 秒後進行分光儀測定，每 30 秒記錄一次吸收值。

表十一、不同水量綠拿鐵之吸光度數值

時間(秒)	0	30	60	90	120	150
水 100mL(A)	2.036	1.804	1.766	1.691	1.691	1.682
水 200mL(A)	1.737	1.694	1.667	1.597	1.564	1.549
時間(秒)	180	210	240	270	300	330
水 100mL(A)	1.671	1.635	1.619	1.619	1.619	1.619
水 200mL(A)	1.549	1.535	1.520	1.509	1.509	1.509



圖十一、不同水量綠拿鐵之吸光度與時間關係圖（來源：作者自繪）

水量100mL 抗氧化力計算： $(2.036-1.619)/2.036*100\% = 20.48\%$

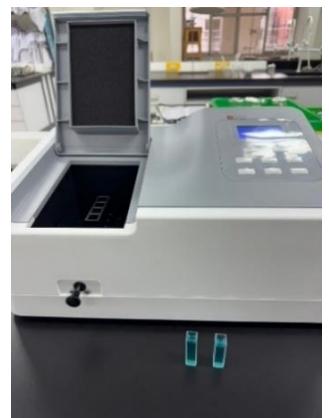
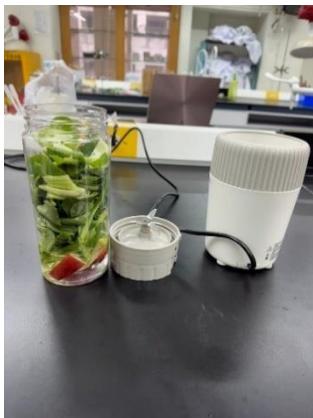
水量200mL 抗氧化力計算： $(1.737-1.509)/1.737*100\% = 13.13\%$

### (二)將四十組綠拿鐵進行分光儀定量檢測與計算抗氧化值

我們將選用的四種蔬菜當中選擇三種，五種水果選擇兩種，則會有以下四十種組合。將三種蔬菜皆取各 33g，兩種水果皆取各 25g 放入果汁機中，加入飲用水 200mL 後，啟動果汁機 15 秒進行打勻成綠拿鐵經過離心處理後，將  $100 \mu\text{L}$  的綠拿鐵滴入已放置 0.004% 亞甲基藍溶液 3.5mL 的比色槽中進行震盪與分光儀測定，每 30 秒記錄一次吸收值，直到 330 秒。以此方法進行四十組配方之吸光值數值並取樣測定三次。以下我們列出四十種綠拿鐵配方組合的蔬菜水果列表及綠拿鐵製作過程的拍攝照片。

表十二、四十種綠拿鐵組合之蔬果配方列表

組合編號	蔬菜與水果配方
組合一	菠菜、青江菜、地瓜葉 + 芭樂、蘋果
組合二	菠菜、青江菜、地瓜葉 + 芭樂、香蕉
組合三	菠菜、青江菜、地瓜葉 + 芭樂、鳳梨
組合四	菠菜、青江菜、地瓜葉 + 芭樂、奇異果
組合五	菠菜、青江菜、地瓜葉 + 蘋果、香蕉
組合六	菠菜、青江菜、地瓜葉 + 蘋果、鳳梨
組合七	菠菜、青江菜、地瓜葉 + 蘋果、奇異果
組合八	菠菜、青江菜、地瓜葉 + 香蕉、鳳梨
組合九	菠菜、青江菜、地瓜葉 + 香蕉、奇異果
組合十	菠菜、青江菜、地瓜葉 + 凤梨、奇異果
組合十一	菠菜、青江菜、冰花 + 芭樂、蘋果
組合十二	菠菜、青江菜、冰花 + 芭樂、香蕉
組合十三	菠菜、青江菜、冰花 + 芭樂、鳳梨
組合十四	菠菜、青江菜、冰花 + 芭樂、奇異果
組合十五	菠菜、青江菜、冰花 + 蘋果、香蕉
組合十六	菠菜、青江菜、冰花 + 蘋果、鳳梨
組合十七	菠菜、青江菜、冰花 + 蘋果、奇異果
組合十八	菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、鳳梨
組合十九	菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果
組合二十	菠菜、青江菜、冰花 + 凤梨、奇異果
組合二十一	菠菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、蘋果
組合二十二	菠菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉
組合二十三	菠菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、鳳梨
組合二十四	菠菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、奇異果
組合二十五	菠菜、地瓜葉、冰花 + 蘋果、香蕉
組合二十六	菠菜、地瓜葉、冰花 + 蘋果、鳳梨
組合二十七	菠菜、地瓜葉、冰花 + 蘋果、奇異果
組合二十八	菠菜、地瓜葉、冰花 + 香蕉、鳳梨
組合二十九	菠菜、地瓜葉、冰花 + 香蕉、奇異果
組合三十	菠菜、地瓜葉、冰花 + 凤梨、奇異果
組合三十一	青江菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、蘋果
組合三十二	青江菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉
組合三十三	青江菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、鳳梨
組合三十四	青江菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、奇異果
組合三十五	青江菜、地瓜葉、冰花 + 蘋果、香蕉
組合三十六	青江菜、地瓜葉、冰花 + 蘋果、鳳梨
組合三十七	青江菜、地瓜葉、冰花 + 蘋果、奇異果
組合三十八	青江菜、地瓜葉、冰花 + 香蕉、鳳梨
組合三十九	青江菜、地瓜葉、冰花 + 香蕉、奇異果
組合四十	青江菜、地瓜葉、冰花 + 凤梨、奇異果



圖十二、綠拿鐵材料

圖十三、綠拿鐵

圖十四、離心處理後

圖十五、分光儀

(圖十二、圖十三、圖十四、圖十五來源：作者自行拍攝)

以抗氧化值公式計算抗氧化值僅需 0 秒與 330 秒的數據，所以在下方僅列出 0 秒與 330 秒的吸光值，但由於數據眾多，我們僅列出了抗氧化值最佳的前五組以及最差的後五組配方數據，其餘實驗過程數值皆紀錄於實驗本中，以下為三次實驗的吸光度數值與抗氧化值、平均抗氧化值，如表十三至表二十二。

以下列出最佳抗氧化值配方之吸光值與抗氧化值，將平均抗氧化值( $n=3$ )由大到小列出，分別為組合十九、組合三十八、組合十八、組合二十二、組合三十二，如表十三至表十七。

表十三、組合十九：菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s 吸光值(A)	330s 吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	2.364	1.637	30.75	
第二次	1.806	1.299	28.07	28.36±1.85
第三次	2.362	1.742	26.25	

表十四、組合三十八：青江菜、地瓜葉、冰花 + 香蕉、鳳梨之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s 吸光值(A)	330s 吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	2.555	2.080	18.59	
第二次	1.886	1.453	22.96	21.67±2.19
第三次	1.658	1.269	23.46	

表十五、組合十八：菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、鳳梨之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s 吸光值(A)	330s 吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	1.952	1.573	19.42	
第二次	1.706	1.368	19.81	20.75±1.61
第三次	2.077	1.599	23.01	

表十六、組合二十二：菠菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s 吸光值(A)	330s 吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	1.596	1.314	17.67	
第二次	1.656	1.322	19.57	20.00±2.10
第三次	1.705	1.317	22.76	

表十七、組合三十二：青江菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s 吸光值(A)	330s 吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	1.791	1.453	18.87	
第二次	1.745	1.423	18.45	19.87±1.72
第三次	1.803	1.401	22.30	

以下列出最差抗氧化值配方之吸光值與抗氧化值，將平均抗氧化值(n=3)由小到大列出，分別為組合四、組合七、組合十七、組合四十、組合八，如表十八至表二十二。

表十八、組合四：菠菜、青江菜、地瓜葉 + 芭樂、奇異果之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s 吸光值(A)	330s 吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	1.654	1.533	7.32	
第二次	1.582	1.543	2.47	5.24±2.04
第三次	1.831	1.722	5.95	

表十九、組合七：菠菜、青江菜、地瓜葉 + 蘋果、奇異果之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s 吸光值(A)	330s 吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	1.642	1.500	8.65	
第二次	1.557	1.471	5.52	5.95±2.05
第三次	1.766	1.701	3.68	

表二十、組合十七：菠菜、青江菜、冰花 + 蘋果、奇異果之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s 吸光值(A)	330s 吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	2.314	2.220	4.06	
第二次	2.131	1.896	11.03	7.62±2.85
第三次	2.060	1.900	7.77	

表二十一、組合四十：青江菜、地瓜葉、冰花 + 凤梨、奇異果之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s 吸光值(A)	330s 吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	1.678	1.524	9.18	
第二次	1.639	1.514	7.63	7.82±1.04
第三次	1.834	1.712	6.65	

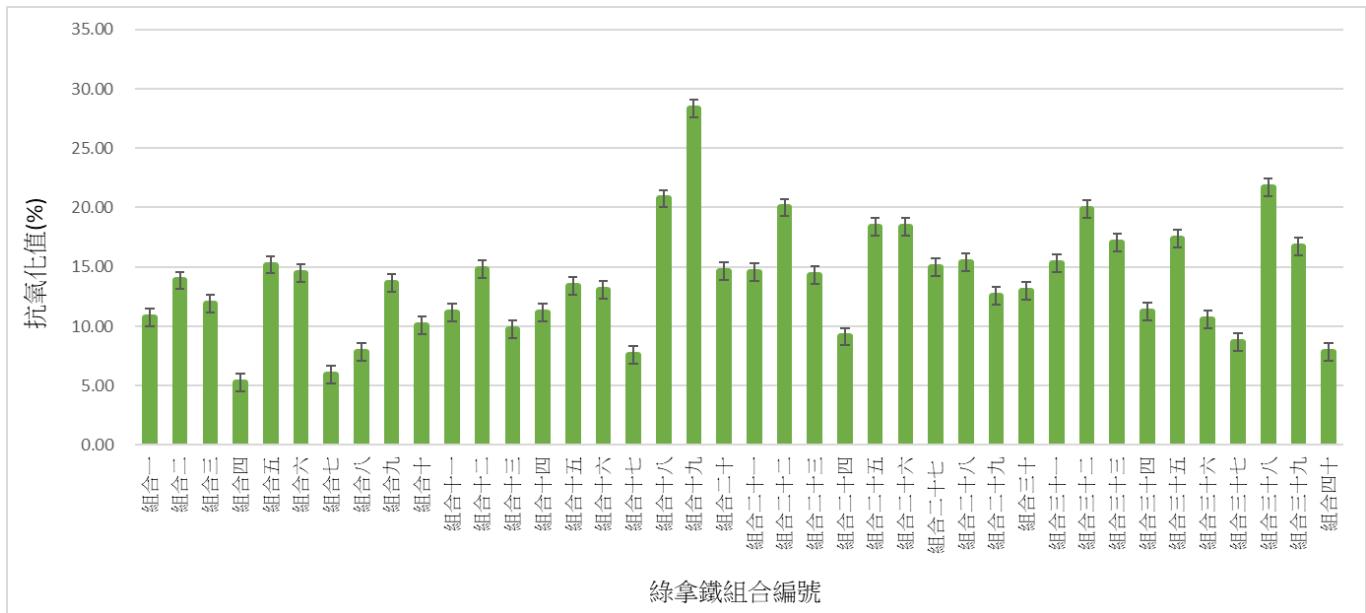
表二十二、組合八：菠菜、青江菜、地瓜葉 + 香蕉、鳳梨之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s 吸光值(A)	330s 吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	1.562	1.449	7.23	
第二次	1.549	1.416	8.59	7.84±0.56
第三次	1.872	1.728	7.69	

我們將組合一至組合四十綠拿鐵依據量測結果進行數值計算的平均抗氧化值做成下方比較：

表二十三、四十種綠拿鐵配方組合之平均抗氧化值(n=3)總表

組合	一	二	三	四	五	六	七	八
抗氧化值(%)	10.71	13.86	11.89	5.24	15.18	14.50	5.95	7.84
組合	九	十	十一	十二	十三	十四	十五	十六
抗氧化值(%)	13.62	10.08	11.14	14.82	9.77	11.19	13.43	13.06
組合	十七	十八	十九	二十	二十一	二十二	二十三	二十四
抗氧化值(%)	7.62	20.75	28.36	14.64	14.59	20.00	14.34	9.13
組合	二十五	二十六	三十七	三十八	三十九	三十	三十一	三十二
抗氧化值(%)	18.39	18.36	15.01	15.36	12.60	12.97	15.28	19.87
組合	三十三	三十四	三十五	三十六	三十七	三十八	三十九	四十
抗氧化值(%)	17.06	11.27	17.36	10.56	8.70	21.67	16.74	7.82



圖十六、四十種綠拿鐵組合之平均抗氧化值(n=3)比較圖（來源：作者自繪）

由吸光度數值轉換成抗氧化值，將三次數據進行平均後，平均抗氧化數值分布整理如下表：

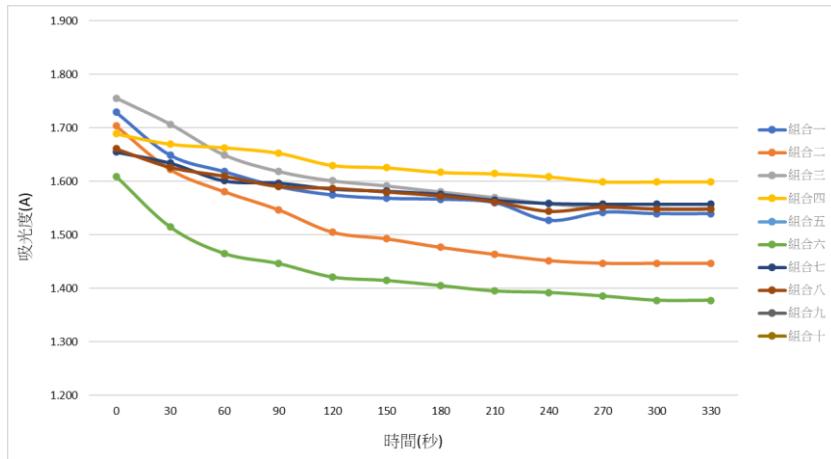
表二十四、平均抗氧化數值(n=3)分布表

平均抗氧化數值	配方組數
10%以下	四、七、八、十三、十七、二十四、三十七、四十，共八組
10.01%~15%	一、二、三、六、九、十、十一、十二、十四、十五、十六、二十、二十一、二十三、二十九、三十、三十四、三十六，共十八組
15.01%~20%	五、二十二、二十五、二十六、二十七、二十八、三十一、三十二、三十三、三十五、三十九，共十一組
20.01~25%	十八、三十八，共二組
25%以上	十九，只有一組

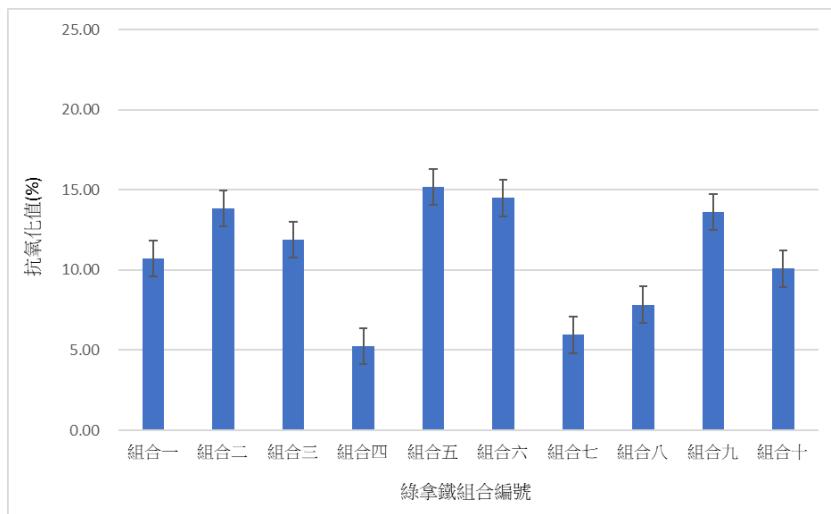
### (三)比較相同蔬菜之綠拿鐵與亞甲基藍反應之吸光度與抗氧化數值

依據排列組合，每十種組合是固定的三種蔬菜，所以我們將組合一至組合十（菠菜、青江菜、地瓜葉）、組合十一至組合二十(菠菜、青江菜、冰花)、組合二十一至組合三十(菠菜、地瓜葉、冰花)和組合三十一至組合四十(青江菜、地瓜葉、冰花)綠拿鐵與亞甲基藍反應之吸光度與時間以及抗氧化值作圖。

## 1、組合一至組合十(菠菜、青江菜、地瓜葉)與不同水果吸光度、平均抗氧化值(n=3)



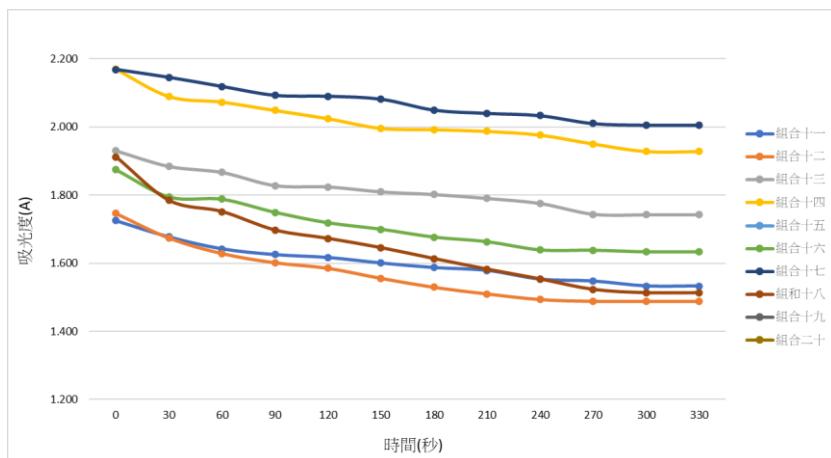
圖十七、組合一至組合十綠拿鐵之吸光度與時間關係圖（來源：作者自繪）



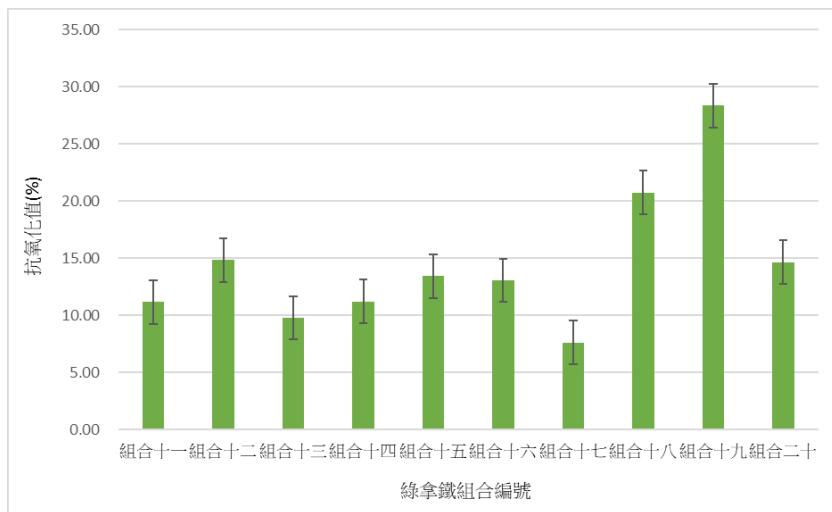
圖十八、組合一至組合十綠拿鐵平均抗氧化值(n=3)比較圖（來源：作者自繪）

菠菜、青江菜、地瓜葉這三種蔬菜與不同水果的抗氧化力數值範圍落在 5.24%~15.18%，抗氧化數值 10%以下有 3 組。此三種蔬菜的最佳抗氧化能力配合水果為蘋果和香蕉。

## 2、組合十一至組合二十(菠菜、青江菜、冰花) 與不同水果吸光度、平均抗氧化值(n=3)



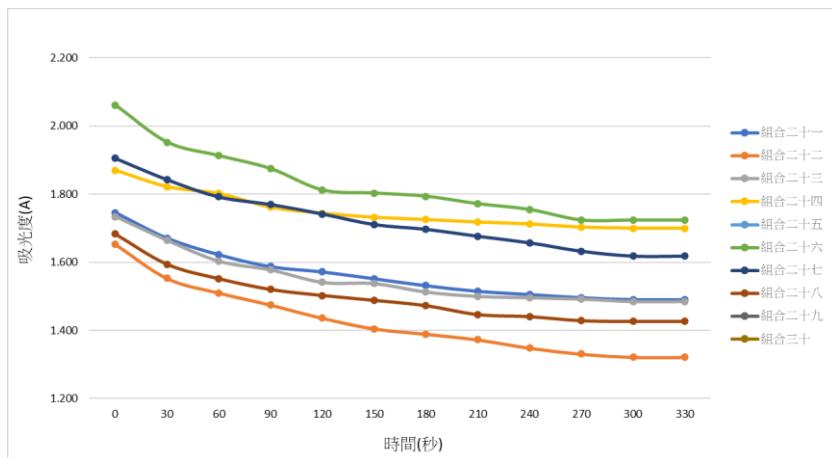
圖十九、組合十一至組合二十綠拿鐵之吸光度與時間關係圖（來源：作者自繪）



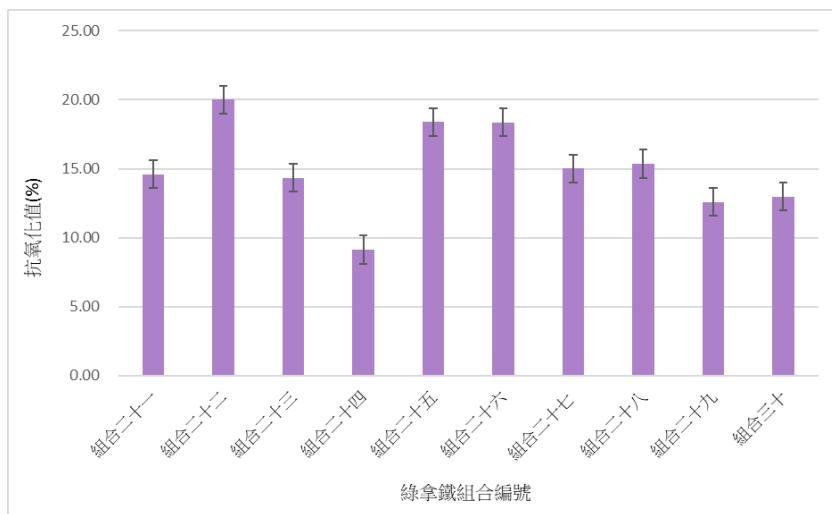
圖二十、組合十一至組合二十綠拿鐵平均抗氧化值( $n=3$ )比較圖 (來源：作者自繪)

菠菜、青江菜、冰花這三種蔬菜與不同水果抗氧化力數值範圍落在 7.62%~28.36%，抗氧化數值 10%以下只有 2 組。此三種蔬菜的最佳抗氧化能力配合水果為香蕉和奇異果。

### 3、組合二十一至組合三十(菠菜、地瓜葉、冰花) 與不同水果吸光度、平均抗氧化值( $n=3$ )



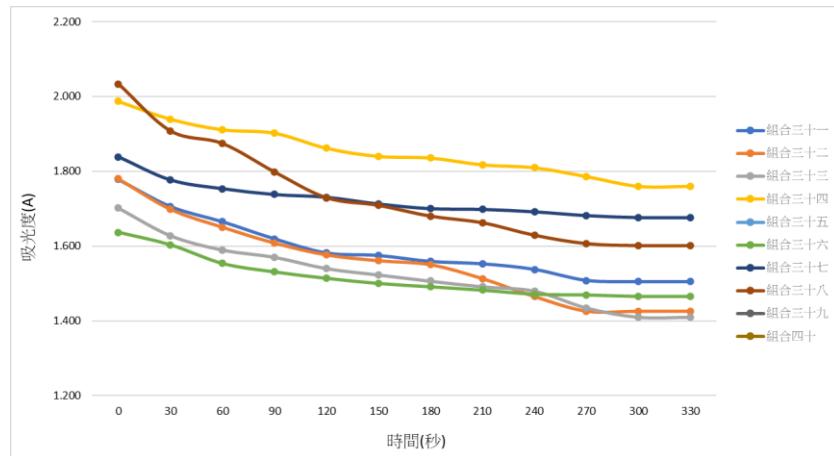
圖二十一、組合二十一至組合三十綠拿鐵之吸光度與時間關係圖 (來源：作者自繪)



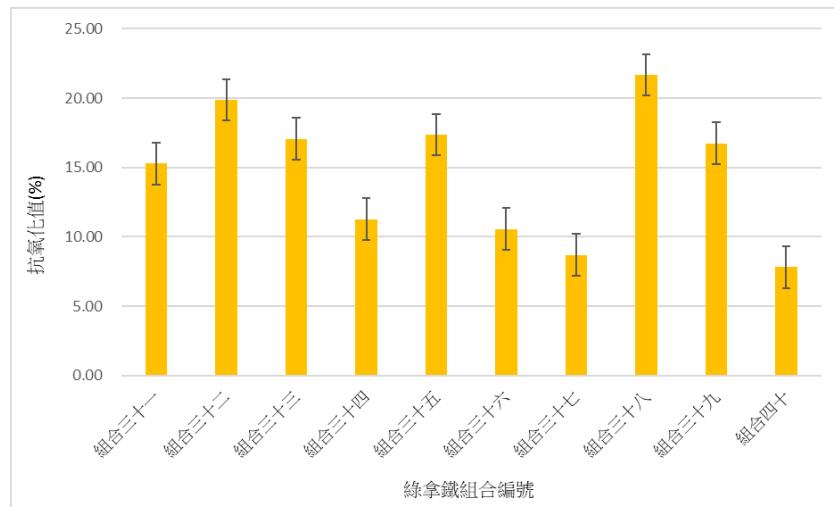
圖二十二、組合二十一至組合三十綠拿鐵平均抗氧化值( $n=3$ )比較圖 (來源：作者自繪)

菠菜、地瓜葉、冰花這三種蔬菜與不同水果的抗氧化力數值範圍落在 9.13%~20.00%，抗氧化數值 10%以下只有 1 組。此三種蔬菜的最佳抗氧化能力配合水果為芭樂和香蕉。

#### 4、組合三十一至四十(青江菜、地瓜葉、冰花) 與不同水果吸光度、平均抗氧化值(n=3)



圖二十三、組合三十一至組合四十綠拿鐵之吸光度與時間關係圖（來源：作者自繪）



圖二十四、組合三十一至組合四十綠拿鐵平均抗氧化值(n=3)比較圖（來源：作者自繪）

青江菜、地瓜葉、冰花這三種蔬菜與不同水果的抗氧化力數值範圍落在 7.82%~21.67%，抗氧化數值 10%以下有 2 組。此三種蔬菜的最佳抗氧化能力配合水果為香蕉和鳳梨。

### 三、實驗四：最佳抗氧化能力綠拿鐵配方組合的消費者喜好度測試



圖二十五、市售 A(右)、B(左)牌超商綠拿鐵樣品  
(來源：作者自行拍攝)



圖二十六、盲測七杯飲品  
(來源：作者自行拍攝)

#### (一)測定 A、B 牌超商綠拿鐵之抗氧化數值

表二十五、A、B 牌超商綠拿鐵之吸光度數值

時間(秒)	0	30	60	90	120	150
A 牌(A)	1.736	1.695	1.659	1.659	1.644	1.644
B 牌(A)	1.780	1.762	1.736	1.717	1.717	1.717
時間(秒)	180	210	240	270	300	330
A 牌(A)	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644
B 牌(A)	1.699	1.699	1.699	1.699	1.699	1.699

A 牌超商綠拿鐵抗氧化數值計算： $(1.736-1.644)/1.736*100\% = 5.30\%$  (較佳)

B 牌超商綠拿鐵抗氧化數值計算： $(1.780-1.699)/1.780*100\% = 4.55\%$

#### (二)七組盲測組合之抗氧化值、糖度與盲測總分數

表二十六、盲測組合之抗氧化值、糖度( $n=3$ )與盲測總分數總表

內容	抗氧化值(%)	糖度(°Brix)	盲測總分數(分)
水	0	0.00	62
組合十八	$20.75 \pm 1.61$	$2.83 \pm 0.29$	127
組合十九	$28.36 \pm 1.85$	$3.23 \pm 0.25$	183
組合二十二	$20.00 \pm 2.10$	$3.00 \pm 0.00$	100
組合三十二	$19.87 \pm 1.72$	$2.67 \pm 0.29$	83
組合三十八	$21.67 \pm 2.19$	$2.83 \pm 0.29$	105
A 牌超商綠拿鐵	5.30	12.00	115

盲測總分數計算方式為每個人由最喜愛到最不喜愛給分，由高至低：10、8、6、4、2、1、0分。二十五人盲測總分數範圍落在250分(最喜愛極端值)~0分(最不喜愛極端值)。

## 伍、討論

### 一、實驗一：以地瓜葉為主體，以滴定法與分光光度法進行三種抗氧化能力的測定

我們將地瓜葉與水重量比為1:1當作待測液，使用了不同的三種抗氧化力的測定方法。

#### (一) 使用氧化還原滴定法(亞甲基藍滴定與碘滴定)來測定地瓜葉之抗氧化能力

首先，使用了0.01%亞甲基藍進行滴定，最後滴定的平均值為5.53mL，滴定終點的顏色跟原本地瓜葉液的顏色相比是呈翠綠色。而使用0.1%碘滴定，滴定的平均值為3.17mL，滴定終點的顏色則為褐綠色。

#### (二) 使用分光光度儀與亞甲基藍測定地瓜葉之抗氧化能力

##### 1、使用不同濃度的亞甲基藍溶液來找出分光光度儀的最佳吸收波長

在使用分光光度儀之前，我們嘗試了兩個不同濃度的亞甲基藍溶液在範圍625nm至685nm來進行掃描確認分光光度儀對亞甲基藍的最大的吸收值，由兩次實驗結果皆以波長665nm為最佳吸收波長。

##### 2、使用不同濃度的亞甲基藍溶液來做檢量線

將所得的五組數據做檢量線，得到的  $R^2$  值為0.9996，為大於0.99的有效檢量線。

##### 3、使用不同體積的地瓜葉菜液與0.004%亞甲基藍溶液，進行分光儀的反應測試

已知最佳吸收波長與做出檢量線後，我們使用 $50\ \mu\text{L}$ ~ $150\ \mu\text{L}$ 的地瓜葉菜液與0.004%亞甲基藍溶液，進行分光儀的反應測試，在比色槽放置3.5m的0.004%亞甲基藍溶液，取 $50\ \mu\text{L}$ ~ $150\ \mu\text{L}$ 已處理好之地瓜葉菜液，滴入比色槽進行測量後，發現 $50\ \mu\text{L}$ 地瓜葉液在240秒內即完成反應， $100\ \mu\text{L}$ 地瓜葉液在330秒內完成反應， $150\ \mu\text{L}$ 地瓜葉液也是在330秒內完成反應。以吸光度和時間作圖來看，效果較好的為 $100\ \mu\text{L}$ 地瓜葉液，我們認為可能的原因是 $50\ \mu\text{L}$ 的濃度太低，而 $150\ \mu\text{L}$ 的濃度與雜質太高導致吸光的狀況不佳。後續實驗，我們將都會使用 $100\ \mu\text{L}$ 菜液，以及耗時330秒進行吸光度測定。

以上使用了三種檢測抗氧化力的方法，雖然耗時都不多，但不管是使用亞甲基藍或是碘滴定法，待測溶液易有人為失誤，尤其是菜汁本身具有顏色，導致滴定終點產生辨色力的問題。而使用分光光度儀則反應迅速且準確值較高，於是後續實驗皆選擇以分光光度儀測定。

### 二、實驗二：找出適合實驗蔬果並進行單一成分抗氧化能力測試

#### (一) 進行市場調查，鎖定實驗的蔬果

我們查詢了北農的銷售量排名以及市售的綠拿鐵成分，蔬菜的部分，我們除了選用了當中銷售排名前幾名的深色蔬菜：菠菜、青江菜、地瓜葉以外，還選用了產季為冬季且須溫

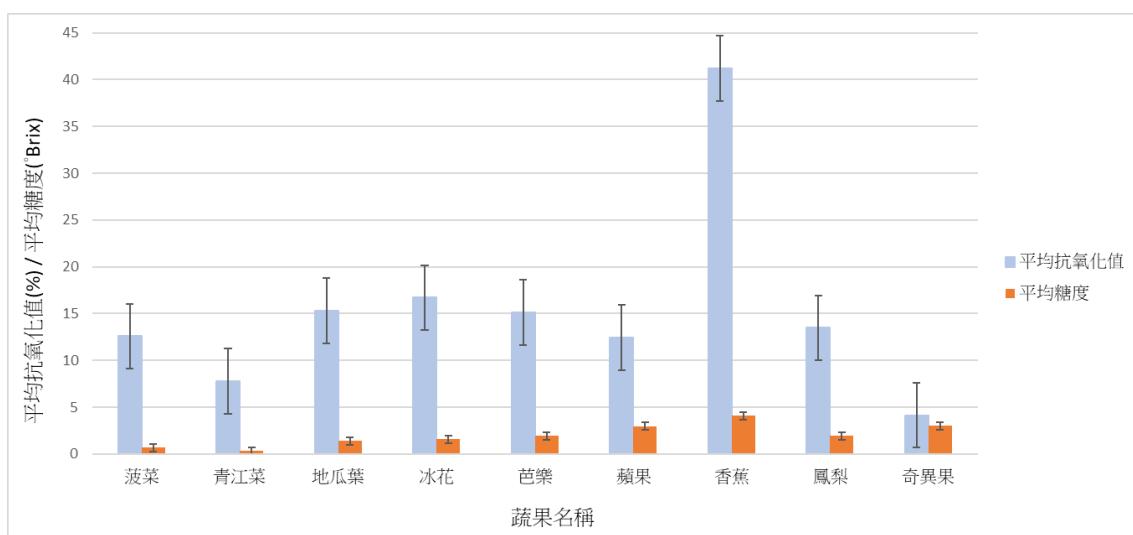
室種植的冰花葉。水果的部分則是選用了芭樂、蘋果、香蕉、鳳梨、奇異果。

### (二)以定量水測試不同重量地瓜葉的最佳檢測比例

將地瓜葉分別取15克與30克，在相同的條件下進行分光儀測定，每30秒記錄一次吸收值，直到330秒。我們發現15克地瓜葉抗oxidation值為7.48%，而30克地瓜葉抗oxidation值為15.51%，兩種重量的地瓜葉在樣品處理上都很方便進行處理，最後我們選用了抗oxidation值較佳的30克地瓜葉，以此重量為後續單一成分蔬果的基準值。

### (三)定量的條件下進行單一成分蔬果抗oxidation能力與糖度檢測

我們將不同蔬果依據量測結果進行數值計算的抗oxidation值，我們發現單一成分蔬果平均抗oxidation值落在 4.14%~41.22%，蔬菜中抗oxidation值最佳的為冰花，其抗oxidation值為 16.75%，抗oxidation值最差的為青江菜，其抗oxidation值為 7.80%。而水果中抗oxidation值最佳的為香蕉，其抗oxidation值高達 41.22%，抗oxidation值最差的為奇異果，其抗oxidation值為 4.14%。除此之外，也進行了糖度的檢測，蔬菜的平均糖度( $n=3$ )分布為 0.3~1.57°Brix，水果的平均糖度( $n=3$ )分布為 1.93~4.10°Brix，我們將蔬果的平均抗oxidation值( $n=3$ )與平均糖度( $n=3$ )作圖於下方，可知抗oxidation值與糖度並沒有直接關係，且水果的糖度皆高於蔬菜。



圖二十七、單一成分蔬果平均抗oxidation值( $n=3$ )與平均糖度( $n=3$ )圖（來源：作者自繪）

## 三、實驗三：進行綠拿鐵水量比例測試與不同配方的抗oxidation能力測定

### (一)將定量蔬果以不同水量檢測，找出最佳檢測水量

在進行所有綠拿鐵配方組合的抗oxidation力測試之前，我們將其中一組配方蔬果(菠菜、青江菜、地瓜葉、芭樂、蘋果)定量以不同水量檢測，來確認最佳水量。青菜的部分皆取各 33g，水果則皆取各 25g 打成綠拿鐵後，使用實驗一所得的條件進行測定。

對於水量 100mL 的實驗結果可知，在 240 秒內即完成反應，對照吸收度轉換成抗氧化力值為 20.48%，而水量 200mL 的實驗結果則是在 270 秒完成反應，轉換成抗氧化力值則為 13.13%。從抗氧化值來看，會認為採取水量 100mL 的樣品能夠得到較佳的實驗數據。但在實驗過程中，100mL 的水量對於這樣的菜量來講太少，果汁機在處理樣品時存在一定的困難，無法快速地將其完全攪拌，且綠拿鐵較為濃稠，在取樣時，發現易有很多雜質而導致影響實驗。除此之外，樣品過於濃稠，視覺觀感不佳，可能會影響消費者的接受度，所以我們選用了 200mL 的水量進行下面實驗。

## (二) 將四十組綠拿鐵進行分光儀定量檢測與抗氧化值計算

可知所有的配方組合在前120秒會大幅反應後，慢慢趨於穩定值。由四十組分光儀數據轉換成抗氧化數值比較後，可知最高的五個組合排名由高至低為組合十九：菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果、組合三十八：青江菜、地瓜葉、冰花 + 香蕉、鳳梨、組合十八：菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、鳳梨、組合二十二：菠菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉、組合三十二：青江菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉，這五種組合裡，最高重複次數五次的蔬果有冰花和香蕉，出現四次的蔬果有青江菜、菠菜和地瓜葉出現三次，芭樂、鳳梨則是兩次，奇異果則只有一次，令人訝異的是蘋果居然都沒有在這五個組合內。我們認為的原因可能是蘋果氧化的速度較快，褐變現象會造成蔬果中的抗氧化成分已氧化，但發現市售的綠拿鐵仍然會加入蘋果，推測可能的原因為蘋果的價格較為低廉且四季皆容易取得，除此之外，國人的飲食習慣也可能是原因之一，蘋果的味道受到廣泛大眾的喜愛。

表二十七、前五組最佳綠拿鐵成分蔬果重複出現次數

蔬菜名稱	菠菜	青江菜	地瓜葉	冰花
重複次數	3	4	3	5
水果名稱	芭樂	蘋果	香蕉	鳳梨
重複次數	2	0	5	2
				1

## (三) 比較相同蔬菜之綠拿鐵與亞甲基藍反應之吸光度與抗氧化數值

每十組的蔬菜是相同的，於是我們整理了每十組蔬菜的抗氧化數值，發現了菠菜、青江菜、地瓜葉這組抗氧化力數值範圍 5.24%~15.18%，抗氧化數值 10%以下有 3 組，抗氧化力較強為搭配蘋果和香蕉。菠菜、青江菜、冰花這組抗氧化力數值範圍 7.26%~28.36%，抗氧化數值 10%以下只有 2 組，抗氧化力較強為搭配香蕉和奇異果。菠菜、地瓜葉、冰花這組抗氧化

力數值範圍 9.13%~20.00%，抗氧化數值 10%以下只有 1 組，抗氧化力較強為搭配芭樂和香蕉。青江菜、地瓜葉、冰花這組抗氧化力數值範圍 7.82%~21.67%，抗氧化數值 10%以下有 2 組，抗氧化力較強為搭配香蕉和鳳梨。以抗氧化數值的總體表現，可知組合二十一~三十這組蔬菜整體抗氧化能力表現亮眼，我們將蔬菜種類、抗氧化值範圍與最適配水果統整於下表：

表二十八、相同蔬菜之綠拿鐵與亞甲基藍反應之吸光度與抗氧化數值總表

組合	蔬菜組合	抗氧化值範圍(%)	最適配水果
組合一至十	菠菜、青江菜、地瓜葉	5.24~15.18	蘋果、香蕉
組合十一至二十	菠菜、青江菜、冰花	7.26~28.36	香蕉、奇異果
組合二十一至三十	菠菜、地瓜葉、冰花	9.13~20.00	芭樂、香蕉
組合三十一至四十	青江菜、地瓜葉、冰花	7.82~21.67	香蕉、鳳梨

#### 四、實驗四：最佳抗氧化能力綠拿鐵配方組合的消費者喜好度測試

##### (一)測定 A、B 牌超商綠拿鐵之抗氧化數值

我們使用相同的方法去測量 A 牌與 B 牌超商綠拿鐵，使用分光儀測量後，計算出來的抗氧化數值為 5.30% 與 4.55%，我們將選擇抗氧化數值較高的 A 牌超商綠拿鐵參與後續的消費者盲測。除此之外，從實驗數據可以發現，市售的超商綠拿鐵和現打的綠拿鐵比較，抗氧化值均是明顯偏低的。

##### (二)七組盲測組合之抗氧化值、糖度與盲測喜愛排名、糖度排名總表

名次	抗氧化值排名	盲測喜愛排名	糖度排名
第一名	組合十九 菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果	組合十九	A 超商綠拿鐵
第二名	組合三十八 青江菜、地瓜葉、冰花 + 香蕉、鳳梨	組合十八	組合十九
第三名	組合十八 菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、鳳梨	A 超商綠拿鐵	組合二十二
第四名	組合二十二 菠菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉	組合三十八	組合十八 組合三十八 (此兩組糖 度相同)
第五名	組合三十二 青江菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉	組合二十二	
第六名	A 超商綠拿鐵	組合三十二	組合三十二
第七名	水	水	水

我們將抗氧化值和盲測喜愛程度、糖度排名加以分析，發現組合十九：菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果，不管在抗氧化力或是消費者喜愛度都是第一名，而抗氧化能力較佳的第二名，組合三十八：青江菜、地瓜葉、冰花 + 香蕉、鳳梨，卻在消費者排名則在第四名，至於抗氧化能力較佳的第三名，組合十八：菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、鳳梨，在消費者排名則在第二名。另外，值得注意的是抗氧化能力第六名的 A 超商綠拿鐵，在消費者排名卻位居第三名，我們推測其可能額外添加糖而讓整體口感較佳，因此我們也檢測了糖度，果然超商的糖度值高達 $12^{\circ}\text{Brix}$ ，我們自製的綠拿鐵平均糖度值( $n=3$ )只介於 $2.67\sim 3.23^{\circ}\text{Brix}$ 。由此可知，好喝的飲品大多會有額外的添加物，不一定健康。

綜合以上抗氧化能力與口感評比中，菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果與菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、鳳梨這兩個配方綠拿鐵抗氧化能力佳又能夠贏得消費者青睞。

### (三)建議攝取量與綠拿鐵成本分析

依據衛生福利部國人建議飲食攝取量，若以60公斤成人為例，膳食纖維建議每日攝取25克至35克。若在中度工作的狀況下，每日需攝取2100大卡的熱量，其中，糖的攝取量需小於210大卡，也就是52.5克糖。一顆方糖內含5公克的糖，所以每日糖的攝取量相當需小於10.5顆方糖。維他命C最低攝取量為100毫克，建議每日攝取500毫克~1000毫克。

我們從甜度計得到的數據下去換算含糖量，我們的含糖量介於5.34~6.46克/杯，需要喝到9杯以上才會有糖份過量的問題，而從食品營養成分資料庫進行換算膳食纖維數值介於1.83~3.08克，維他命C含量數值則介於18.59~65.99毫克。除了搭配正常飲食外，搭配飲用綠拿鐵亦能彌補平時蔬果量的不足。但綠拿鐵蔬菜中草酸含量較高，會影響鈣的吸收，一天不宜超過兩杯，適量飲用即可。

表三十、最佳抗氧化綠拿鐵之膳食纖維、含糖量、維他命C含量表

綠拿鐵	膳食纖維 (g)	含糖量 (g/杯)	相當於幾顆 方糖(顆)	維他命C含量 (mg)
組合十八	1.83	5.66	1.13	18.59
組合十九	1.91	6.46	1.29	35.24
組合二十二	3.08	6.00	1.20	64.63
組合三十二	2.94	5.34	1.07	65.99
組合三十八	2.29	5.66	1.13	40.99
建議攝取量(60kg/日)	25-35	< 52.5	< 10.5	500~1000

同時我們以大賣場中購買蔬果的單價來計算我們綠拿鐵的成本約落在20元~42元之間，而我們抗氧化值前五名的綠拿鐵配方由較佳組合以此類推的成本分別為41.62元、35.34元、35.48元、38.22元、37.42元，對比超商要價50元，我們新鮮現打的綠拿鐵除了抗氧化能力佳，在價格方面也很有競爭力。

表三十一、抗氧化值最佳前五組綠拿鐵與超商綠拿鐵成本比較

	容量(mL)	價格(元)	成本(元)/mL
組合十八	300	35.48	0.118
組合十九	300	41.62	0.139
組合二十二	300	38.22	0.127
組合三十二	300	37.42	0.125
組合三十八	300	35.34	0.118
超商 A 綠拿鐵	265	50.00	0.189
超商 B 綠拿鐵	280	50.00	0.179

## 陸、結論

### (一)使用0.004%亞甲基藍進行分光光度儀測定為最佳方法：

本研究先以地瓜葉為主體，測定其抗氧化能力並比較三種方法的便利性與準確性。首先使用氧化還原滴定法（亞甲基藍滴定與碘滴定），發現顏色變化可能受地瓜葉液本身顏色影響，易產生誤差。接著，使用分光光度儀測定，確定最佳吸收波長為665nm，並建立有效檢量線 ( $R^2=0.9996$ )。透過不同滴數的地瓜葉液測試，結果顯示100  $\mu$ L 地瓜葉液效果最佳。因分光光度儀反應迅速且準確，所以後續研究皆使用此方法進行測定。本研究發現分光光度法比氧化還原滴定法較能精確測定綠拿鐵的抗氧化能力

### (二)冰花和香蕉為單一抗氧化能力最佳之蔬果：

本研究由北農的銷售量排名以及市售的綠拿鐵成分篩選出深色蔬菜：菠菜、青江菜、地瓜葉以外，還選用了產季為冬季且須溫室種植的冰花葉。水果的部分則是選用了芭樂、蘋果、香蕉、鳳梨、奇異果進行實驗。先以地瓜葉作為測試樣本，發現取用30克時抗氧化能力明顯高於15克，單一成分實驗皆取用30克蔬果進行。

單一成分蔬果平均抗氧化值( $n=3$ )落在 4.14%~41.22%，蔬菜中抗氧化值最佳的為冰花，其抗氧化值為 16.75%，抗氧化值最差的為青江菜，其抗氧化值為 7.80%。而水果中抗氧化值最佳的為香蕉，其抗氧化值高達 41.22%，抗氧化值最差的為奇異果，其抗氧化值為 4.14%。

本研究也進行了糖度的檢測，蔬菜的平均糖度( $n=3$ )分布為 $0.30\sim1.57^{\circ}\text{Brix}$ ，水果的平均糖度( $n=3$ )分布為 $1.93\sim4.10^{\circ}\text{Brix}$ ，可知抗氧化值與糖度沒有直接關係且水果的糖度皆高於蔬菜。

### (三)菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果（組合十九）是所有配方中抗氧化能力最佳者：

在市場調查後，選擇菠菜、青江菜、地瓜葉、冰花葉作為蔬菜，芭樂、蘋果、香蕉、鳳梨、奇異果作為水果，從四種蔬菜選擇三種，從五種水果選擇兩種進行排列組合40種配方。進行水量測試時，發現水量100mL 雖有較佳抗氧化力，但樣品過於濃稠影響攪拌與取樣的穩定性，因此最終選擇水量200mL 作為標準，以確保實驗可行性及消費者接受度。

對40種配方進行抗氧化能力測定後，發現各配方在前120秒內反應迅速，之後趨於穩定。最佳抗氧化能力的五組配方均含有冰花與香蕉，青江菜、菠菜、地瓜葉較常出現，蘋果未進入前五名，推測其氧化速度快影響結果。經比較不同蔬菜組合可知菠菜、青江菜、冰花及菠菜、地瓜葉、冰花的組合表現最佳，分別搭配香蕉、奇異果或芭樂、香蕉，可獲得較高抗氧化能力。

### (四)菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果（組合十九）是所有配方盲測最受歡迎的組合：

透過盲測進行最佳抗氧化能力綠拿鐵配方與市售產品的口感比較。測試結果顯示，A 牌超商綠拿鐵的抗氧化值僅為5.30%，明顯低於現打綠拿鐵。盲測排名與抗氧化值分析後發現，菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果此配方在抗氧化能力與口感評比中皆獲第一，菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、鳳梨則為消費者喜愛第二名。值得注意的是，A 牌綠拿鐵雖抗氧化能力低，但因糖度高達 $12^{\circ}\text{Brix}$ ，受測者較喜愛，我們自製綠拿鐵的糖度僅 $2.67\sim3.23^{\circ}\text{Brix}$ ，顯示美味度與健康不一定成正比。組合十八與十九這兩組高抗氧化能力的綠拿鐵不僅健康，也獲得消費者喜愛。

在建議攝取量方面，新鮮現打綠拿鐵的含糖量介於 5.34~6.46 克/杯，需要喝到 9 杯以上才會有糖份過量的問題，從食品營養成分資料庫進行換算膳食纖維數值介於 1.83~3.08 克，維他命 C 含量數值則介於 18.59~65.99 毫克。但綠拿鐵蔬菜中草酸含量較高，會影響鈣的吸收，一天不宜超過兩杯，適量飲用即可。

未來希望將這五種抗氧化力較佳的綠拿鐵組合，透過調整蔬果比例來測試其抗氧化數值變化，希望優化綠拿鐵蔬果成分的抗氧化能力，同時提升健康價值與消費者接受度。除此之外，未來也可以嘗試製作綠拿鐵膠囊讓消費者方便又簡單的就能夠喝到綠拿鐵，除了正常飲食外，也能搭配飲用綠拿鐵來彌補我們平時的蔬果量的不足。

## 柒、參考文獻資料

一、台北農產運銷公司（2025 年 1 月 5 日）。北農交易行情查詢。

<http://www.tapmc.com.taipei/Pages/Transi>

二、李依縉（2023 年 8 月 1 日）。促進新陳代謝靠「綠拿鐵」！營養師揭開綠拿鐵功效、禁忌。<https://www.yohopower.tw/blogs/health-note/132628>

三、李寧（2022）。鮮榨健康蔬果汁全配方。大都會文化。

四、吳鑫俞、蕭次融（無日期）。藍瓶反應。台灣網路科教館生活科學補給站。擷取於 2024 年 11 月 8 日，<https://www.ntsec.edu.tw/liveSupply/detail.aspx?a=6829&cat=6838&p=1&lid=8233>

五、東海大學普通化學實驗（無日期）。吸收光譜與比爾定律。擷取於 2024 年 12 月 12 日，<http://gclab.thu.edu.tw/gen-chem/pdf-gc/Exp07.pdf>

六、林健志、蔡宗諺（2020）。明「茶」秋毫-應用亞甲基藍溶液吸光度變化率測定方法探討水果、茶及水果茶抗氧化力之研究。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會。

七、陳月卿、小 V 爸（2017）。綠拿鐵・排毒魔法飲：體內環保一杯滿足！輕瘦・美肌・順暢・好眠，10 天就有感！。天下生活。

八、陳月卿（2019）。他的癌細胞消失了：1~99 歲都適合，讓你告別癌細胞、不生病的 82 道全食物料理。時報出版。

九、張煥宗（主編）（2021）。選修化學IV(全)：化學反應與平衡二。龍騰文化。

十、陳葦玲、王念慈（2009 年 1 月 1 日）。蔬果中抗氧化成分介紹（一）。台中區農情月刊，113，4。[https://www.tcdares.gov.tw/files/tdais/monthly/935/113\\_0002.pdf](https://www.tcdares.gov.tw/files/tdais/monthly/935/113_0002.pdf)

十一、游奕凱（2023 年 5 月 10 日）。抗氧化食物、水果清單，一次看懂抗氧化作用。

<https://www.commonhealth.com.tw/article/88076>

十二、衛生福利部食品藥物管理署（2025 年 1 月 14 日）。食品營養成分資料庫。

<https://consumer.fda.gov.tw/Food/TFND.aspx?nodeID=178>

十三、ACTTR 科技（2019 年 5 月 16 日）。認識分光光度計（四）定量分析。

<https://reurl.cc/04Npn9>

## 【評語】052210

本研究針對綠拿鐵的配方及其抗氧化能力進行深入探討，符合當前健康飲食的趨勢，具有實際應用價值。

文獻回顧中，各項敘述建議要有文獻對應之引用。參考文獻建議增加更多學術性文獻。

在實驗過程中，建議多取幾個濃度測定，以得出較正確的檢量線。

在選擇蔬果時，可以考慮更多不同種類高抗氧化力的蔬果，以便更全面地了解抗氧化能力的差異。

在消費者接受度的評估中，可以增加更多的參數，如口感、香氣、顏色等，以獲得更全面的評價。

雖然使用分光光度儀進行抗氧化能力測定，但未提及其他可能的測試方法，如細胞水平的抗氧化測試，這可能更能反映實際效果。

應該再討論組合配方之抗氧化力與單一蔬果之抗氧化力，其中為何沒有正相關。

一般表標題應置於表上方。

本研究在綠拿鐵的最佳配方及抗氧化能力方面展現了良好的潛力。希望未來能在上述方面進一步改善，使研究成果更加完善，並能夠推向更廣泛的應用。

作品海報

# 「拿」麼厲害 - 綠拿鐵的最佳配方 與抗氧化能力研究



## 摘要

本研究比較不同綠拿鐵配方的抗氧化能力，並結合盲測評估消費者接受度。首先，以地瓜葉為主體，使用氧化還原滴定與分光光度儀測定，發現分光光度儀更準確且效率高，因此後續皆採用分光光度儀進行抗氧化力測定。我們選用菠菜、青江菜、冰花、地瓜葉、香蕉、奇異果、鳳梨、蘋果及芭樂，進行單一蔬果與四十組配方測試，並選出抗氧化能力較佳的前五組與市售綠拿鐵進行盲測。結果顯示，市售綠拿鐵抗氧化力明顯低於現打綠拿鐵，但因為糖度較高而獲得消費者較佳的口感評價，顯示美味與健康效益不一定成正比。研究中發現菠菜、青江菜、冰花、香蕉、奇異果及菠菜、青江菜、冰花、香蕉、鳳梨這兩組配方在抗氧化力與口感評比中表現最亮眼。

## 壹、前言

### 研究動機

近幾年，有各種細菌與病毒在我們生活，新聞上看到增加抗氧化力蔬果的攝取可以增強抵抗力，也觀察到青少年對於手搖飲成癮，也發現周圍同學，包括自己常常都沒有攝取足量的蔬果。我們想要做一個健康的飲品。希望研究抗氧化能力強又好喝的五蔬果綠拿鐵，也對綠拿鐵中的抗氧化成分覺得好奇，所以，我們決定來進行單一成分的蔬果與綠拿鐵不同配方的抗氧化能力研究。

### 研究目的

- (一) 探討測定抗氧化能力的最佳方法
- (二) 探討九種單一成分蔬果的抗氧化能力
- (三) 比較不同配方綠拿鐵的抗氧化能力
- (四) 比較不同綠拿鐵配方的消費者喜好度

## 貳、研究過程與方法

### 研究架構圖

以下本研究之圖、表，  
皆由作者自行拍攝、繪製

#### 發現問題：

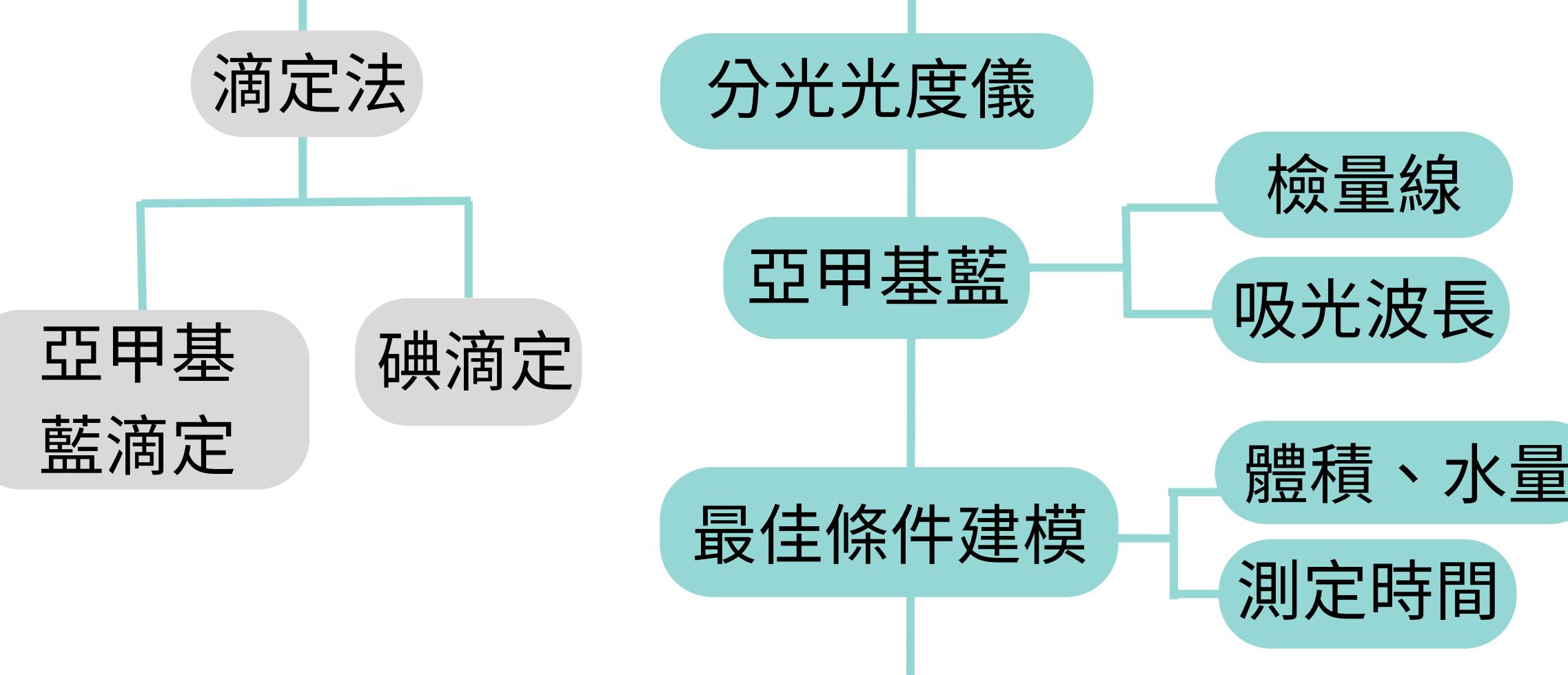
哪些綠拿鐵配方的抗氧化力較佳？

#### 實驗假設：

- 1. 綠拿鐵中的抗氧化物質會進行氧化還原
- 2. 選用容易觀察顏色變化的方法進行測定

#### 實驗設計：

尋找最佳測量抗氧化力的方法



#### 挑選蔬果：

蔬菜：菠菜、青江菜、地瓜葉、冰花  
水果：芭樂、蘋果、香蕉、鳳梨、奇異果

#### 數據收集：

- 1. 四十組綠拿鐵配方測定
- 2. 消費者盲測

#### 數據分析：

抗氧化力較佳的前五名與市售綠拿鐵進行抗氧化力、喜愛度、糖度的綜合比較

#### 延伸討論：

- 1. 建議攝取量
- 2. 成本分析

#### 結論與未來展望

## 參、研究器材與藥品

### 研究設備與器材

分光光度儀、小型果汁機、微量吸管、甜度計、離心管、離心機、震盪器、玻棒、漏斗、滴定管、錐形瓶、燒杯、量筒、電子天秤、滴管

### 研究藥品與蔬果

1%碘液、0.1%亞甲基藍、A超商綠拿鐵、B超商綠拿鐵、國產菠菜、國產青江菜、國產地瓜葉、國產冰花、珍珠芭樂、進口蘋果、蕉滴滴香蕉、金鑽鳳梨、黃金奇異果

## 肆、研究結果與討論

### 實驗一：以地瓜葉為主體，三種抗氧化力的測定

#### (一) 使用亞甲基藍氧化還原滴定測定地瓜葉之抗氧化力

表一、使用亞甲基藍氧化還原滴定測定地瓜葉汁數據

滴定次數	滴定前刻度(mL)	滴定後刻度(mL)	滴定總量(mL)	平均值
第一次	50	44.1	5.9	
第二次	44	38.7	5.3	5.53
第三次	38	32.6	5.4	

滴定平均值為5.53mL，滴定終點為翠綠色

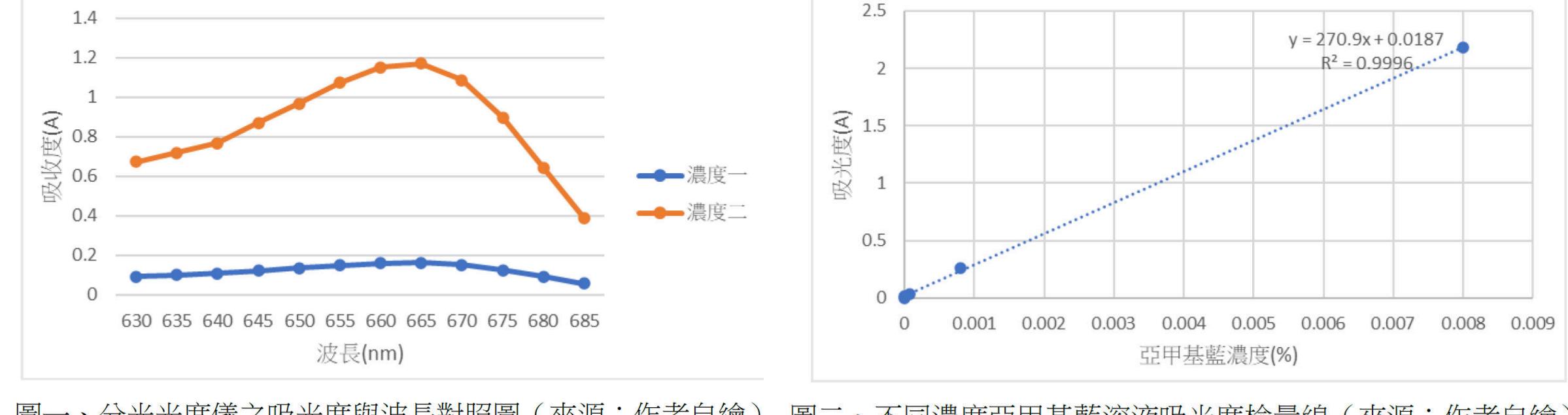
#### (二) 使用碘滴定測定地瓜葉之抗氧化力

表二、使用碘滴定測定地瓜葉汁數據

滴定次數	滴定前刻度(mL)	滴定後刻度(mL)	滴定總量(mL)	平均值
第一次	30	26.6	3.4	
第二次	26	23.1	2.9	3.17
第三次	23	19.8	3.2	

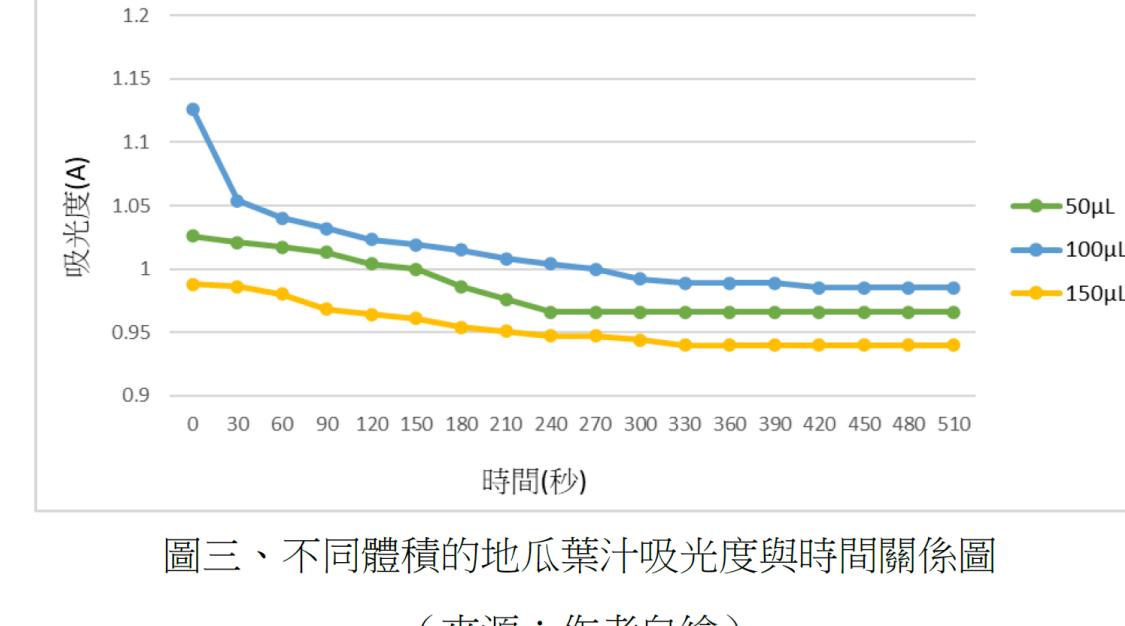
滴定平均值為3.17mL，滴定終點為褐綠色

#### (三) 使用分光光度儀與亞甲基藍測定地瓜葉之抗氧化力



波長665nm為最佳吸收波長

$R^2=0.9996$ 為有效檢量線



效果較好的為100μL地瓜葉液

滴定法易有人為操作失誤與辨色力問題。分光光度儀則反應迅速且準確值較高，後續實驗皆以分光光度儀測定。

### 實驗二：找出適合實驗蔬果並進行單一成分測試

#### (一) 市場調查，鎖定實驗的蔬果

表三、A、B超商綠拿鐵成分表

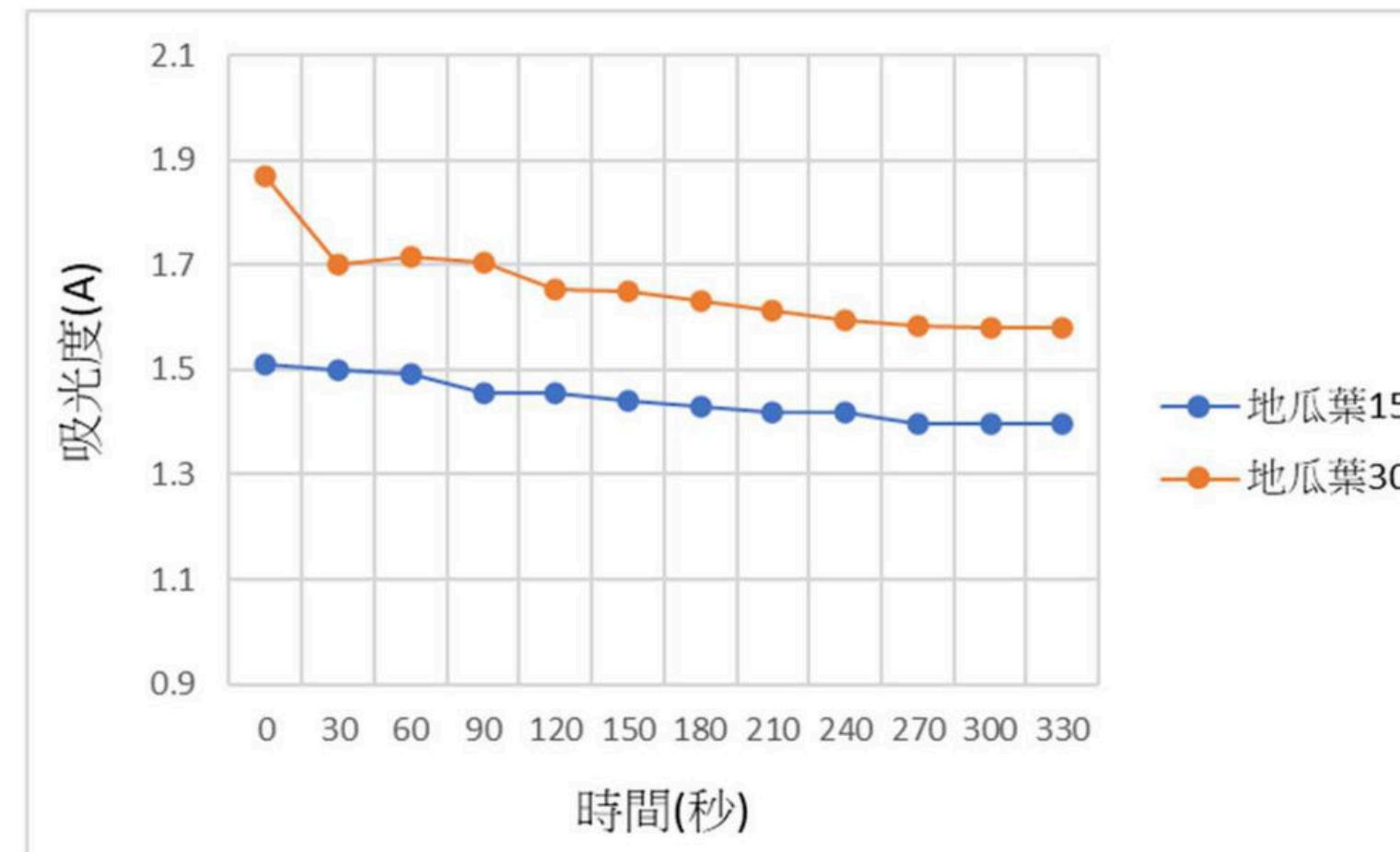
品牌	成分
A超商綠拿鐵	水、奇異果汁、香蕉原汁、白桃果肉、芭樂原汁、地瓜葉原汁、白葡萄濃縮汁
B超商綠拿鐵	水、芭樂原汁、蘋果果肉、奇異果原汁(含籽)、白葡萄濃縮汁、地瓜葉原汁、羽衣甘藍原汁

蔬菜：菠菜、青江菜、地瓜葉、冰花葉

水果：芭樂、蘋果、香蕉、鳳梨、奇異果

四種蔬菜取三種、五種水果取兩種可得四十種排列

## (二)以定量水測試不同重量地瓜葉的最佳檢測比例

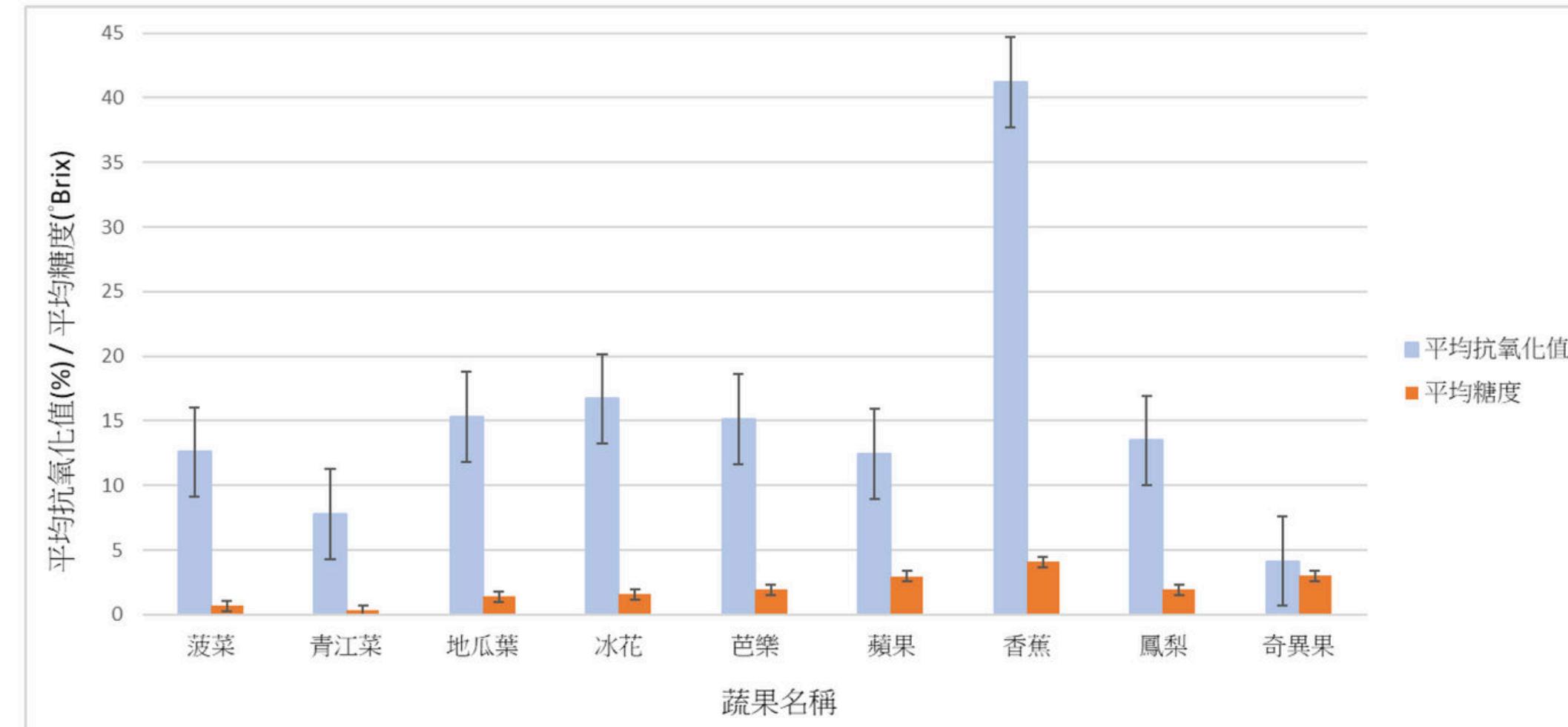


15g：抗氧化值7.48%  
30g：抗氧化值15.51%  
樣本皆好處理，選用抗氧化值較佳的30g菜重

圖四、不同重量地瓜葉之吸光度與時間關係圖

(來源：作者自繪)

## (三)定量的條件下進行單一成分蔬果抗氧化能力與糖度檢測



圖五、單一成分蔬果平均抗氧化值(n=3)與平均糖度(n=3)圖 (來源：作者自繪)

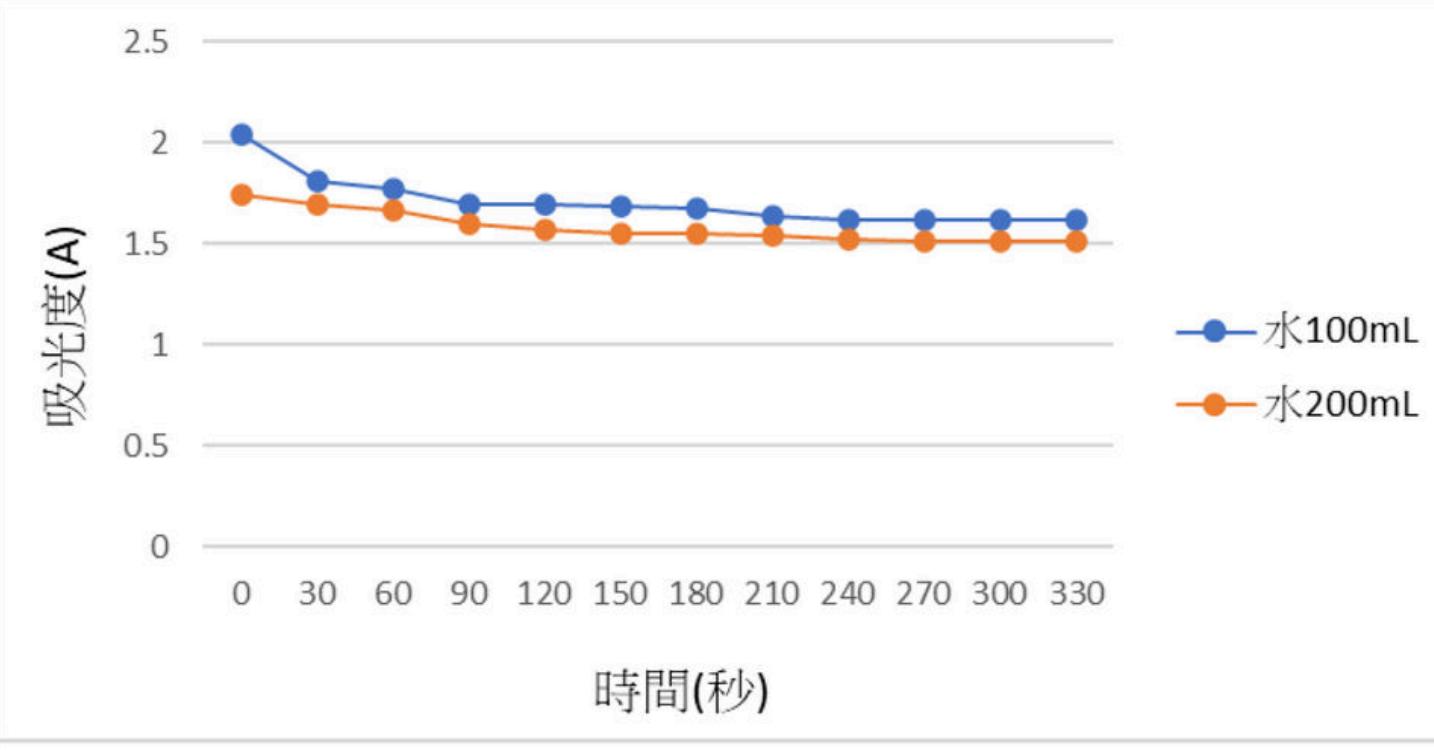
表四、單一蔬果的平均抗氧化值與平均糖度(n=3)

蔬菜名稱	平均抗氧化值(%)	糖度(°Brix)	水果名稱	平均抗氧化值(%)	糖度(°Brix)
菠菜	12.58±0.53	0.68±0.03	芭樂	15.14±2.51	1.93±0.06
青江菜	7.80±1.15	0.30±0.00	蘋果	12.42±1.06	2.97±0.06
地瓜葉	15.39±0.46	1.37±0.06	香蕉	41.22±3.14	4.10±0.00
冰花	16.75±0.26	1.57±0.06	鳳梨	13.47±1.81	1.93±0.06
			奇異果	4.14±1.22	3.00±0.00

單一成分的抗氧化能力以冰花和香蕉的表現最佳

## 實驗三：綠拿鐵水量比例與不同配方的抗氧化能力測定

### (一)將定量蔬果以不同水量檢測，找出最佳檢測水量

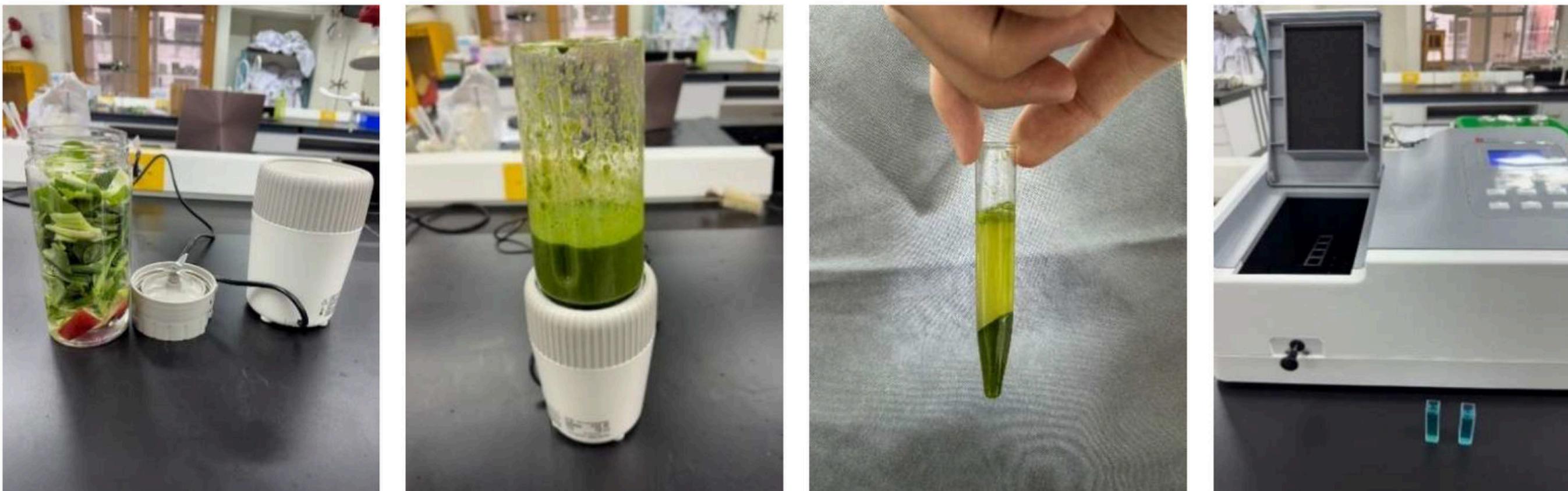


100mL：抗氧化值20.48%  
無法快速完全攪拌、濃稠

200mL：抗氧化值13.13%  
能迅速攪拌、視覺觀感佳

圖六、不同水量綠拿鐵之吸光度與時間關係圖 (來源：作者自繪)

### (二)將四十組綠拿鐵進行分光儀定量檢測與抗氧化值計算



圖七、綠拿鐵材料

圖八、綠拿鐵

圖九、離心處理後

圖十、分光儀

(圖七、圖八、圖九、圖十來源：作者自行拍攝)



100μL的綠拿鐵滴入已放置0.004%亞甲基藍溶液3.5mL的比色槽中，進行分光儀測定，每30秒記錄一次吸收值，直到330秒。

$$\text{抗氧化數值(%)} = \frac{\text{Os吸光值} - 330\text{s吸光值}}{\text{Os吸光值}} \times 100\%$$

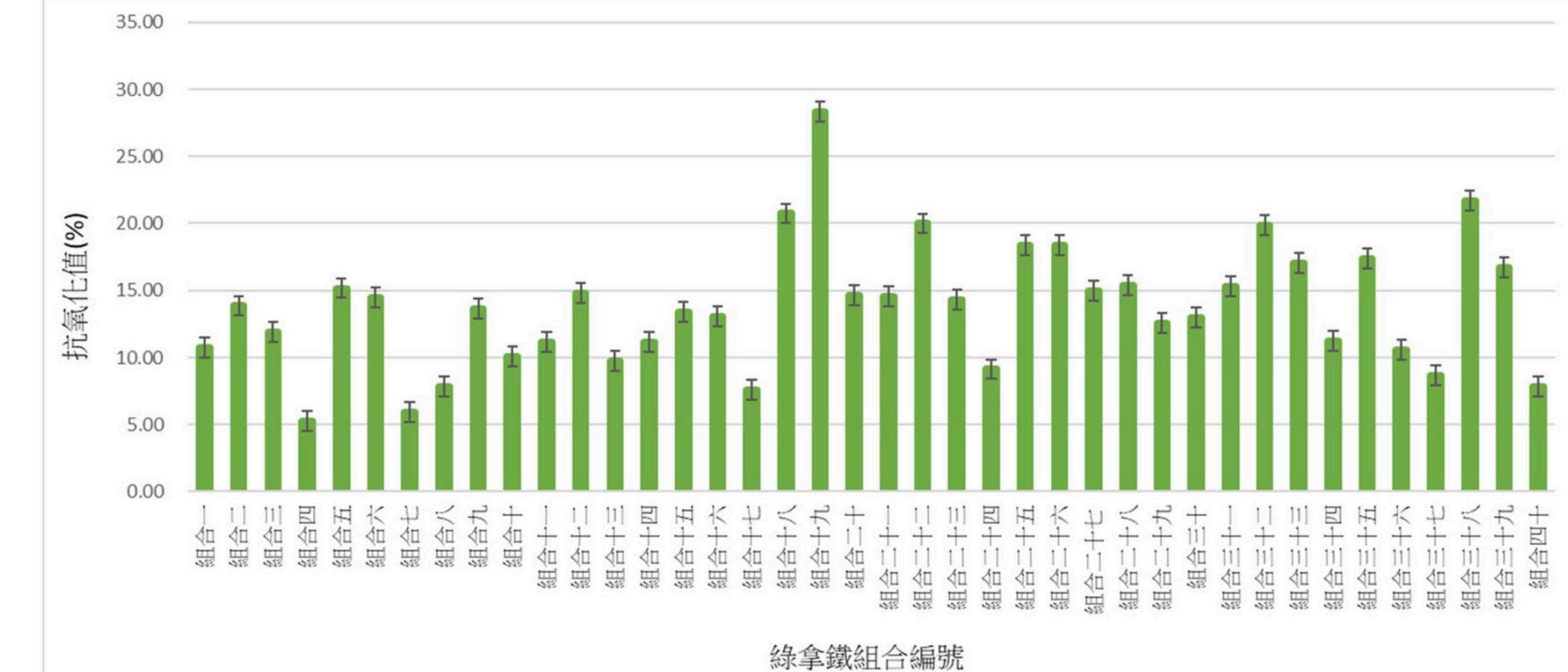
表五、組合十九：菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s吸光值(A)	330s吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	2.364	1.637	30.75	
第二次	1.806	1.299	28.07	28.36±1.85
第三次	2.362	1.742	26.25	

表六、組合四：菠菜、青江菜、地瓜葉 + 芭樂、奇異果之吸光值與抗氧化值

分光儀測定	0s吸光值(A)	330s吸光值(A)	抗氧化值(%)	平均抗氧化值(%)
第一次	1.654	1.533	7.32	
第二次	1.582	1.543	2.47	5.24±2.04
第三次	1.831	1.722	5.95	

因數據太多，僅放最佳與最差值組別，其他請參閱實驗記錄本



圖十一、四十種綠拿鐵組合之平均抗氧化值(n=3)比較圖 (來源：作者自繪)

表七、四十種綠拿鐵配方組合之平均抗氧化值(n=3)總表

組合	一	二	三	四	五	六	七	八
抗氧化值(%)	10.71	13.86	11.89	5.24	15.18	14.50	5.95	7.84
組合	九	十	十一	十二	十三	十四	十五	十六
抗氧化值(%)	13.62	10.08	11.14	14.82	9.77	11.19	13.43	13.06
組合	十七	十八	十九	二十	二十一	二十二	二十三	二十四
抗氧化值(%)	7.62	20.75	28.36	14.64	14.59	20.00	14.34	9.13
組合	二十五	二十六	二十七	二十八	二十九	三十	三十一	三十二
抗氧化值(%)	18.39	18.36	15.01	15.36	12.60	12.97	15.28	19.87
組合	三十三	三十四	三十五	三十六	三十七	三十八	三十九	四十
抗氧化值(%)	17.06	11.27	17.36	10.56	8.70	21.67	16.74	7.82

所有組合在前120秒會大幅反應後，慢慢趨於穩定  
抗氧化力數值最高的五個組合依序如下：

- 組合十九：菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果
- 組合三十八：青江菜、地瓜葉、冰花 + 香蕉、鳳梨
- 組合十八：菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、鳳梨
- 組合二十二：菠菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉
- 組合三十二：青江菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉

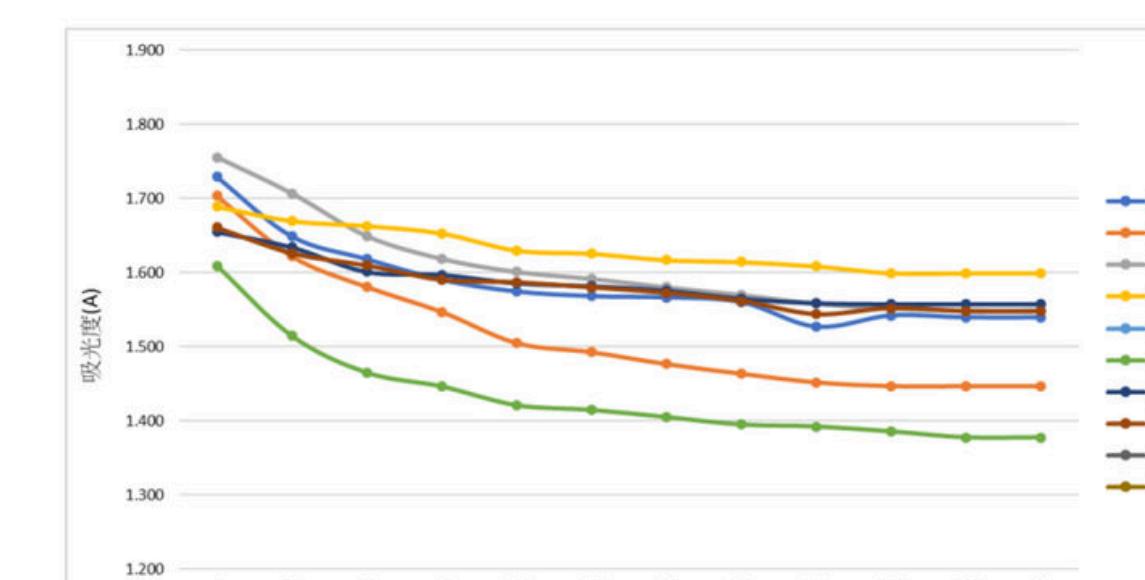
表八、前五組最佳綠拿鐵成分蔬果重複出現次數

蔬菜名稱	菠菜	青江菜	地瓜葉	冰花
重複次數	3	4	3	5
水果名稱	芭樂	蘋果	香蕉	鳳梨
重複次數	2	0	5	2

配方組合中以冰花葉和香蕉的表現最佳

### (三)相同蔬菜之綠拿鐵與亞甲基藍反應之吸光度與抗氧化數值

#### 組合一 ~ 十：菠菜、青江菜、地瓜葉系列

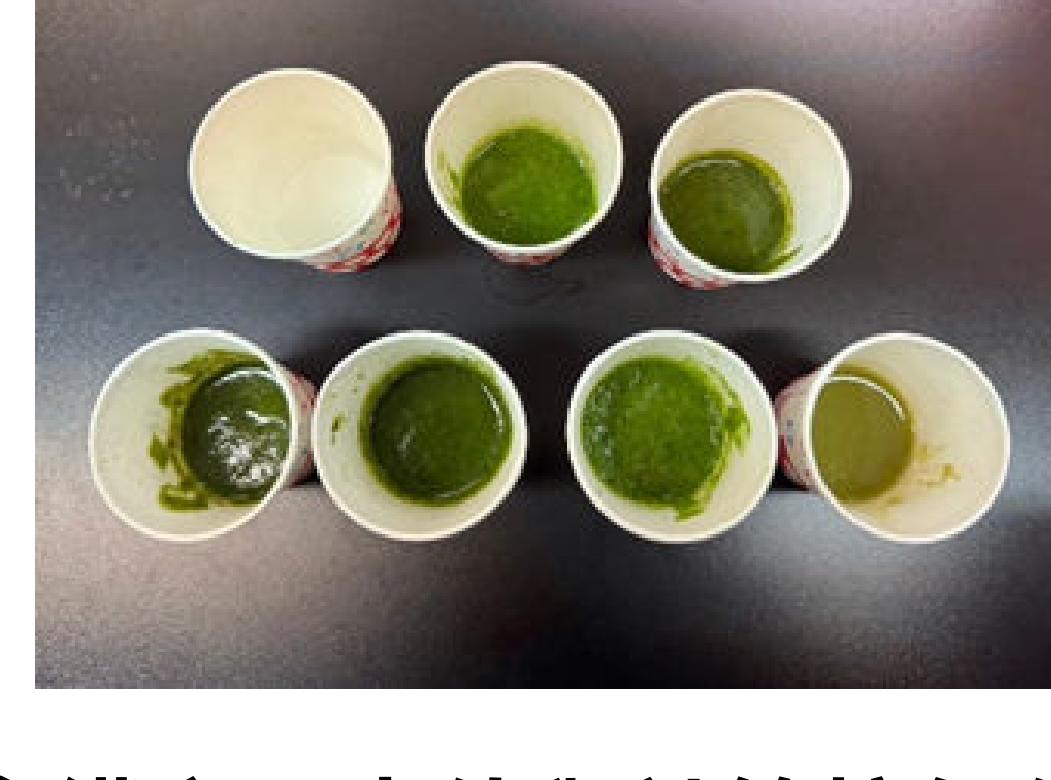


表九、相同蔬菜之綠拿鐵與亞甲基藍反應之吸光度與抗氧化數值總表

組合	蔬菜組合	抗氧化值範圍(%)	最適配水果
組合一至十	菠菜、青江菜、地瓜葉	5.24~15.18	蘋果、香蕉
組合十一至二十	菠菜、青江菜、冰花	7.26~28.36	香蕉、奇異果
組合二十一至三十	菠菜、地瓜葉、冰花	9.13~20.00	芭樂、香蕉
組合三十一至四十	青江菜、地瓜葉、冰花	7.82~21.67	香蕉、鳳梨

三種相同蔬菜系列的抗氧化值比較，菠菜、青江菜、冰花以及菠菜、地瓜葉、冰花這兩組蔬菜的表現較亮眼。

## 實驗四：最佳抗氧化配方的消費者喜好度測試



### (一) 測定A、B牌超商綠拿鐵之吸光值與計算抗氧化值

表十、A、B牌超商綠拿鐵之吸光度數值

時間(秒)	0	30	60	90	120	150
A 牌(A)	1.736	1.695	1.659	1.659	1.644	1.644
B 牌(A)	1.780	1.762	1.736	1.717	1.717	1.717
時間(秒)	180	210	240	270	300	330
A 牌(A)	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644
B 牌(A)	1.699	1.699	1.699	1.699	1.699	1.699

A牌超商綠拿鐵抗氧化數值：5.30% (較佳)

B牌超商綠拿鐵抗氧化數值：4.55%

### (二)七組盲測組合之抗氧化值、糖度與盲測總分數

表十一、盲測組合之抗氧化值、糖度(n=3)與盲測總分數總表

內容	抗氧化值(%)	糖度(Brix)	盲測總分數(分)
水	0	0.00	62
組合十八	20.75±1.61	2.83±0.29	127
組合十九	28.36±1.85	3.23±0.25	183
組合二十二	20.00±2.10	3.00±0.00	100
組合三十二	19.87±1.72	2.67±0.29	83
組合三十八	21.67±2.19	2.83±0.29	105
A 牌超商綠拿鐵	5.30	12.00	115

組合十九：菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果

☆抗氧化力第一名 ☆消費者喜愛度第一名

組合三十八：青江菜、地瓜葉、冰花 + 香蕉、鳳梨

☆抗氧化力第二名 ☆消費者喜愛度第四名

組合十八：菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、鳳梨

☆抗氧化力第三名 ☆消費者喜愛度第二名

A超商綠拿鐵

☆抗氧化力第六名 ☆消費者喜愛度第三名

糖度：A超商綠拿鐵的糖度值高達12°Brix

自製的綠拿鐵平均糖度值(n=3)只介於2.67~3.23°Brix

綜合以上抗氧化值與消費者喜愛度：

菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果

菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、鳳梨

這兩個配方抗氧化能力佳又贏得消費者青睞

### (三)建議攝取量與綠拿鐵成本分析

表十二、最佳抗氧化綠拿鐵之膳食纖維、含糖量、維他命C含量表

綠拿鐵	膳食纖維(g)	含糖量(g/杯)	相當於幾顆方糖(顆)	維他命C含量(mg)
組合十八	1.83	5.66	1.13	18.59
組合十九	1.91	6.46	1.29	35.24
組合二十二	3.08	6.00	1.20	64.63
組合三十二	2.94	5.34	1.07	65.99
組合三十八	2.29	5.66	1.13	40.99
建議攝取量(60kg/日)	25-35	<52.5	<10.5	500~1000

表十三、抗氧化值最佳前五組綠拿鐵與超商綠拿鐵成本比較

	容量(mL)	價格(元)	成本(元)/mL
組合十八	300	35.48	0.118
組合十九	300	41.62	0.139
組合二十二	300	38.22	0.127
組合三十二	300	37.42	0.125
組合三十八	300	35.34	0.118
超商 A 綠拿鐵	265	50.00	0.189
超商 B 綠拿鐵	280	50.00	0.179

現打新鮮綠拿鐵的糖分低，可彌補平時蔬果量不足且成本具有競爭力

## 伍、結論

### (一) 使用亞甲基藍進行分光儀測定為最佳方法

氧化還原滴定法(亞甲基藍滴定與碘滴定)，判斷滴定終點顏色受地瓜葉液本身顏色影響，易產生人為誤差。使用0.004%亞甲基藍進行分光光度儀測定，確定最佳吸收波長為665nm，並建立有效檢量線 ( $R^2=0.9996$ )。透過不同體積地瓜葉液測試，可知100μL地瓜葉液效果最佳。因分光光度儀反應迅速且準確，所以後續研究皆使用此方法進行測定。

### (二) 冰花和香蕉為單一抗氧化能力最佳之蔬果

單一成分蔬果平均抗氧化值落在4.14%~41.22%，蔬菜中抗氧化值最佳的為冰花16.75%，抗氧化值最差的為青江菜7.80%。而水果中抗氧化值最佳的為香蕉41.22%，抗氧化值最差的為奇異果4.14%。而蔬菜的平均糖度(n=3)分布為0.3~1.57°Brix，水果的平均糖度(n=3)分布為1.93~4.10°Brix，抗氧化值與糖度並沒有直接關係，且水果糖度皆高於蔬菜。

### (三) 組合十九是所有配方中抗氧化能力最佳者

將40種配方進行抗氧化力測定在前120秒內反應迅速後趨於穩定。前五組最佳抗氧化力配方均含有冰花與香蕉，而蘋果這一個配方皆未進入前五名，推測原因為其氧化速度快。三種相同蔬菜系列的抗氧化值比較，菠菜、青江菜、冰花及菠菜、地瓜葉、冰花這兩個組合表現較佳，分別搭配香蕉、奇異果或芭樂、香蕉配方有較高抗氧化力。

### (四) 組合十九是配方中進行盲測最受歡迎的組合

表十四、綠拿鐵抗氧化值排名、盲測喜愛排名、糖度排名總表

名次	抗氧化值排名	盲測喜愛排名	糖度排名
第一名	組合十九 菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果	組合十九	A 超商綠拿鐵
第二名	組合三十八 青江菜、地瓜葉、冰花 + 香蕉、鳳梨	組合十八	組合十九
第三名	組合十八 菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、鳳梨	A 超商綠拿鐵	組合二十二
第四名	組合二十二 菠菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉	組合三十八	組合十八 組合三十八 (此兩組糖度相同)
第五名	組合三十二 青江菜、地瓜葉、冰花 + 芭樂、香蕉	組合二十二	組合三十二
第六名	A 超商綠拿鐵	組合三十二	組合三十二
第七名	水	水	水

A牌超商綠拿鐵的抗氧化力僅為5.30%，明顯低於新鮮現打綠拿鐵。菠菜、青江菜、冰花 + 香蕉、奇異果的配方在抗氧化與口感評比中皆獲第一。其中值得注意的是超商綠拿鐵糖度高達12°Brix，且受測者的喜愛度偏高，可知大部分消費者其實都正進行高糖消費且成癮，而我們自製的綠拿鐵平均糖度值(n=3)為2.67~3.23°Brix，顯示美味度與健康不一定成正比。組合十八與十九這兩組高抗氧化力綠拿鐵不僅健康、價格有競爭力，也獲得消費者喜愛。

## 陸、未來展望

未來希望透過調整蔬果比例來測試抗氧化值變化，繼續優化綠拿鐵蔬果成分的抗氧化能力，同時提升健康價值與消費者接受度。除此之外，也希望嘗試製作綠拿鐵膠囊讓消費者方便又簡單的就能夠喝到綠拿鐵，除了正常飲食外，也能搭配飲用綠拿鐵來彌補我們平時蔬果量的不足，同時也對外食環境有幫助。

## 柒、參考資料

- 一、台北農產運銷公司（2025年1月5日）。北農交易行情查詢。<http://www.tapmc.com/taipei/Pages/Transi>
- 二、李依純（2023年8月1日）。促進新陳代謝靠「綠拿鐵」！營養師揭開綠拿鐵功效、禁忌。<https://www.yohopower.tw/blogs/health-note/132628>
- 三、李寧（2022）。鮮榨健康蔬果汁全配方。大都會文化。
- 四、吳姍伶、蕭次融（無日期）。藍瓶反應。台灣網路科教館生活科學補給站。擷取於2024年11月8日，<https://www.ntsec.edu.tw/liveSupply/detail.aspx?a=6829&cat=683&p=1&id=6233>
- 五、東海大學化學系（無日期）。吸收光譜與比爾定律。擷取於2024年12月12日，<http://gclab.thu.edu.tw/gen-chem/pdf-gc/Exp07.pdf>
- 六、林健志、蔡宗榮（2020）。明「茶」秋毫—應用亞甲基藍溶液吸光度變化率測定方法探討水茶及水果茶抗氧化之力研究。中華民國第60屆中小學科學展覽會。
- 七、陳月卿、小V爸（2017）。綠拿鐵-排毒魔法飲：綠茶環保一杯滿足！輕瘦、美肌、順暢、好眠，10天就有感！天下生活。
- 八、陳宇楓（2019）。他的細胞癌消失了？1~99 歲都適合，讓你告别細胞癌、不生病的 82 道全食物料理。時報出版。
- 九、張煥宗（主編）（2021）。選修化學IV(全)：化學反應與平衡二。龍騰文化。
- 十、陳葦玲、王念慈（2009年1月1日）。蔬果中抗氧化成分介紹（一）。台中區農情月刊，113，4。
- 十一、游少凱（2023年5月10日）。抗氧化劑與水溶性物質。擷取於2023年5月10日。<https://www.commonhealth.com.tw/article/88076>
- 十二、衛生福利部食品藥物管理署（2025年1月14日）。食品營養成分資料庫。<https://consumer.fda.gov.tw/Food/TFND.aspx?nodeID=178>
- 十三、ACTR科技（2019年5月16日）。認證分光光度計（四）定量分析。<https://reurl.cc/04Npn9>