

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 生活與應用科學科

040809

烏龍茶湯抗氧化、抗齲齒菌與抗輻射能力

學校名稱：臺中市私立明道高級中學

作者： 高二 朱奕昌 高二 羅先豪	指導老師： 陳麗煒 王姍佩
-------------------------	---------------------

關鍵詞：茶、抗氧化、抗輻射

摘要

茶在國內是極為常見的飲品，種類不勝枚舉，過去許多研究報告亦指出茶對人體的健康有多種益處。本研究欲將凍頂烏龍之茶葉做熱泡原葉、熱泡粉碎、冷泡原葉、冷泡粉碎四種不同處理以探討不同沖泡方式對其沖泡出來之茶湯的影響。實驗結果證實：在熱泡及粉碎茶葉的條件下，茶湯溶出的物質較多，進而影響茶湯的諸多物理及化學性質；其中熱泡茶能有效的清除 DPPH 自由基，具有比冷泡茶更好的抗氧化能力，且能抑制齲齒菌的生長，證明其對健康確實有益；以四種茶湯澆灌受到輻射處理的綠豆可修復輻射傷害，但冷泡原葉茶持續的較短，而使用冷泡茶浸種綠豆可有效預防輻射傷害；但在正常無輻射的條件下，四種烏龍茶湯皆會抑制綠豆的生長，因此不宜用來澆灌植物。

壹、動機

茶在台灣人日常生活中占了不小的地位，從品茗到提神等，市面上的茶種類繁多，從常見的紅茶、綠茶、烏龍茶到普洱茶等，依發酵程度來區分，綠茶是不發酵，紅茶則是接近100%發酵，而這次實驗樣本茶則是以半發酵的烏龍茶為主。除此之外茶湯的泡法也分為冷泡和熱泡。目前市面上的泡製方式大致分成熱泡和冷泡與直接以原葉沖泡和粉碎茶葉後裝入茶包泡製而成，還有一種直接加粉不需浸泡的手搖茶等。

茶的功能依文獻探討成分與功能，茶多酚具抗氧化、抗菌、抗病毒及改變人體腸內微生物之分佈、防齲、抑制血壓、血糖和血中膽固醇升高、抗癌和抗突變、抗輻射和紫外線等多項功能。茶中的植物鹼具有使中樞神經興奮、提神、強心、利尿、代謝亢進等功能，其中又以咖啡因最多。而蛋白質影響茶的甘美程度，色素主要以葉綠素和類胡蘿蔔素影響較大，維生素也不少，含量最多的維生素C可預防抗壞血病。茶中礦物質的氟對預防蛀牙也很有效。

本實驗將以烏龍茶湯探討不同泡製方式之間的差別，有依溫度分為熱泡與冷泡，依茶葉表面積分為原葉與粉碎。將泡製的茶湯進行基本物理性質探討，包含酸鹼度、導電度與色澤分析(Lab)，並探討其抗氧化能力、抗齲齒菌能力和抗輻射能力，比較不同泡製方式對以上功效的影響，以上實驗應用到高中基礎化學(二)L3化學與能源、L4化學與化工，應用生物3-1抗生素與疫苗。本實驗重點在不同泡製方式茶湯的功效探討，將不對茶湯中的成分進行個別功效的探討。

貳、目的

- 一、以四種不同方式泡製烏龍茶湯。
- 二、不同處理後烏龍茶湯之物理性質(酸鹼度、導電度、色澤)測定。
- 三、不同處理後烏龍茶湯的抗氧化能力檢測。
- 四、不同處理後烏龍茶湯的抗齲齒菌檢測。
- 五、不同處理後烏龍茶湯對輻射照射後之綠豆生長的影響。

參、研究設備與器材

一、實驗樣本

凍頂烏龍茶(產地：台灣)、綠豆(產地:中國)



圖一、凍頂烏龍茶(600 g/袋)

二、實驗菌種

Streptococcus mutans (齲齒菌)：實驗室提供。

三、實驗藥品及配方

(一) 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)

(二) 100%甲醇溶液

(三) BHI (Brain Heart Infusion)

表一、BHI (Brain Heart Infusion)內容(每公升)

Composition	Weight (g)
Brain Heart Infusion	17.5
Enzymatic Digest of Gelatin	10
Dextrose	2
Sodium Chloride	5
Disodium Phosphate	2.5

(四) BHIA (Brain Heart Infusion Agar)

表二、BHIA (Brain Heart Infusion Agar)內容(每公升)

Composition	Weight (g)
Brain Heart Infusion(Solids)	8
Enzymatic Digest of Animal Tissue	5
Enzymatic Digest of Casein	16
Sodium Chloride	5
Dextrose	2
Disodium Phosphate	2.5
Agar	13.5

(五) Chloramphenicol(氯黴素)：可抑制齶齒菌生長，在此抗菌實驗中為對照品。

四、實驗設備

(一) pH 測量儀



圖二、pH 測量儀(PH50)

(二) 導電度測量儀



圖三、導電度測量儀(CON 5P)

(三) 色度計：可檢測出樣本的 Lab 值。在 CIE Lab 色彩空間中，L 值表顏色的明度，L 值愈低則表示愈黑，愈高則愈白；a 值表顏色的綠紅值，a 值愈趨近正值則偏紅，愈趨近負值則偏綠；b 值表顏色的藍黃值，b 值愈趨近正值則偏黃，愈趨近負值則偏藍。



圖四、色度計 (TC-8600A)

(四) 紫外光-可見光光學讀盤儀

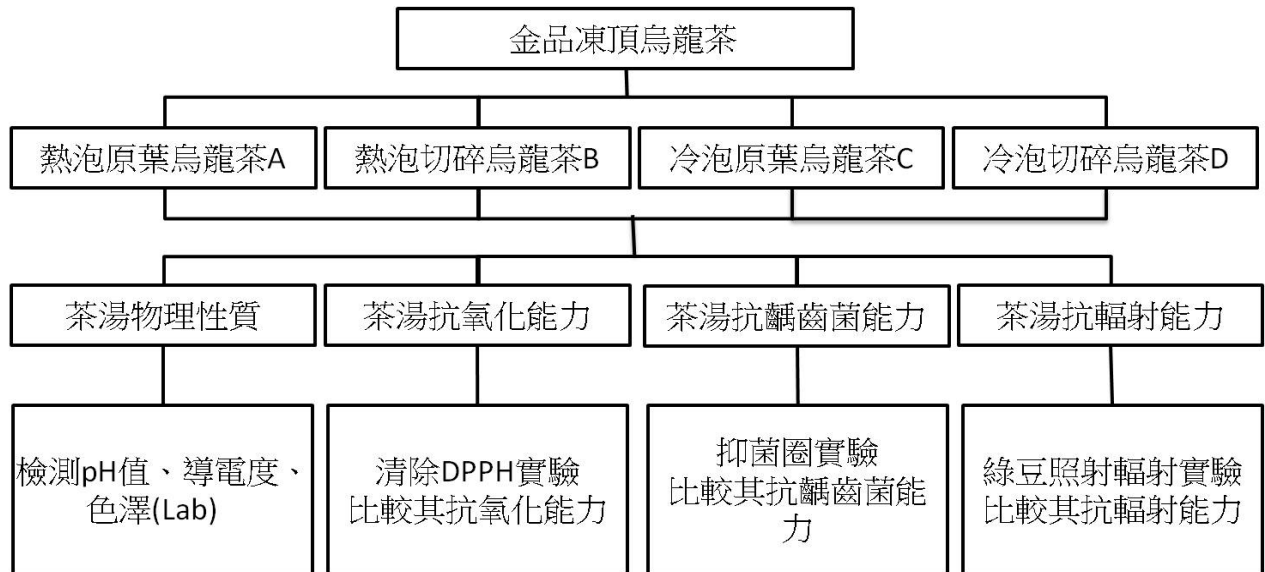


圖五、紫外光-可見光光學讀盤儀(infiniteM200)

五、實驗器材

燒杯、滴管、血清瓶、濾紙、漏斗、血清瓶、150 μ L 微量離心管、微量吸管、96 孔透明盤、1 mL 刻度吸管、無菌過濾器、無菌離心管、針筒、玻璃試管、試管架、抑菌環。

肆、研究方法與過程



圖六、實驗總流程圖

一、以四種不同方式泡製烏龍茶湯。

購買市售凍頂烏龍茶，經過下列不同方式處理，完成烏龍茶湯的製備：

- (一) 秤取原葉及粉碎茶葉各 6 g，以 300 mL、100°C 的水沖泡 5 分鐘，過濾出茶水並分別標記為(A)茶、(B)茶。
- (二) 秤取原葉及粉碎茶葉各 6 g，加入 300 mL 常溫水置於 4°C 冰箱 18 小時，過濾出茶水並分別標記為(C)茶、(D)茶。

經過以上處理，我們可得四種不同處理方式的茶湯，分別為(A)熱泡原葉、(B)熱泡碎葉、(C)冷泡原葉和(D)冷泡碎葉。

二、不同處理後烏龍茶湯之物理性質(酸鹼度、導電度、色澤)測定。

(一) 酸鹼度測定

檢測四種烏龍茶湯的 pH 值以探討不同的沖泡方式是否會影響茶的酸鹼度。以 pH 測量儀檢測四種茶的 pH 值。

(二) 導電度測定

以導電度測量儀檢測四種茶的導電度。

(三) 色澤測定

實際沖泡烏龍茶之後，觀察到經過四種不同處理後的茶在色澤上有明顯的差異，故以色度計檢測四種茶的 Lab 值。以微量吸管吸取 2 mL 的樣本放入色度計檢測 Lab 值。

以上數據，將每個樣本由三重複的實驗數據取平均值，紀錄並觀察其趨勢。此外，我們利用 Statistical Analysis System(SAS)軟體分析實驗數據，以比較不同樣本間是否有顯著差異。

三、不同處理後烏龍茶湯的抗氧化能力檢測。

(一) DPPH 的配置

秤 0.0079 g 的 DPPH 並溶於 200 mL 的 100% 甲醇溶液中配置成 0.1 mM 之 DPPH 100% 甲醇溶液試劑，避光存於冰箱備用。DPPH 為一種自由基，溶於甲醇後呈藍紫色，若與其混合的樣本有還原自由基的能力，則呈淡黃色，且呈色愈偏淡黃色代表樣本的抗氧化能力愈佳，利用此化性可計算出樣本的抗氧化能力。

(二) 抗壞血酸對照品的配置

秤 0.05 g 的抗壞血酸(Vit C)再加水定量到 50 mL，攪拌均勻後冷藏備用。

(三) 抗氧化測定

先取 0.1 mL 的樣本依所需濃度稀釋後，加入 0.5 mL DPPH 放置於避光處 10 分鐘，分別以微量吸管取 0.2 mL 放入 96 孔盤中，並以光學讀盤儀測量其在 517 nm 下的吸光值。

(四) 資料整理

當樣本並非完全透明時須扣掉 0.1 mL 樣本混合 0.5 mL 水的背景吸光值再算其分別的清除率和清除率的平均值、SD (標準差)、CV (變異係數)，再作圖觀察結果並畫出其趨勢線。

清除率(%)公式： $[(\text{背景值吸光值}-\text{樣本吸光值})/\text{背景值吸光值}*100\%]$

四、不同處理後烏龍茶湯的抗齲齒菌檢測。

(一) 培養基基層製作

秤取 18.2g 的 BHIA 粉末溶於 350mL 的 RO 水中，攪拌均勻並經滅菌處理後將液態 BHIA 倒入至 1/2 滿的培養皿滿為止，然後輕微搖晃至均勻分布後放置冰箱中備用。

(二) 抗生素對照品的配置

先秤 0.005 g 的抗生素加到已滅菌 100 mL 的 RO 水中配製成 50 µg/mL 的抗生素溶液備用。

(三) 培養基種層製作

1. 準備

先秤取 2.6 g 的 BHIA 粉末溶於 45 mL 的 RO 水中，攪拌均勻後滅菌備用。

2. 倒入培養皿

取 5 mL 的齲齒菌液加到 45 mL 已滅菌的 BHIA 中，均勻攪拌後取 4 mL 注入 BHIA 基層培養基中等待凝固備用。

3. 抑菌環

先在培養皿上放置抑菌環，分別滴入 0.25 mL 的樣本和抗生素，並移到冰箱中靜置 2 小時，而後將培養品靜置於 37°C 的培養箱中 1 天，再測量其抑菌圈半徑大小。

五、不同處理後烏龍茶湯對輻射照射後之綠豆生長的影響

(一) 先泡水浸種後澆茶系列實驗:證明茶湯的修復輻射傷害能力

修復能力是比較經輻射處理與未經輻射處理的綠豆生長高度，若經輻射處理的綠豆高度相當於或大於未經輻射處理，即代表澆灌茶湯有修復能力。

取出 160 顆的乾燥綠豆種子，在陰暗處以自來水浸泡催芽 14 小時，催芽後的綠豆種子取其中 80 顆照射 800 Gy 的鈷 60，其餘不做輻射處理，將各組綠豆種子分組放入培養皿中，依常溫常壓在室內並可照到陽光的條件下種植 7~14 天，80 顆經輻射照射的綠豆平分四組，每天分別固定添加 5 mL 的茶 A、B、C、D；其餘 80 顆未經輻射照射的綠豆亦平分四組，每天分別固定添加 5 mL 的茶 A、B、C、D 以保持衛生紙的濕潤程度，每天觀察並記錄綠豆生長高度。

(二)先泡茶浸種後澆水系列實驗:證明茶湯的預防能力

預防能力是比較經輻射處理與未經輻射處理的綠豆生長高度，若經輻射處理的綠豆高度相當於或大於未經輻射處理，即代表浸種茶湯有預防能力。

取出 200 顆的乾燥綠豆種子，先分成 5 組，1 組各 40 顆，其中 4 組在陰暗處分別以茶 A、B、C、D 浸泡催芽 14 小時，另一組以自來水浸泡催芽 14 小時當此實驗的對照組，14 小時後將各組平分，其中 100 顆照射 800 Gy 的鈷 60，其餘不做輻射處理，將各組在室內並可照到陽光的條件下種植 7~14 天，每天固定添加 5 mL 的自來水以保持衛生紙的濕潤程度，每天觀察並記錄綠豆生長高度。

伍、研究結果

一、不同處理後烏龍茶湯之物理性質(酸鹼度、導電度、色澤)測定。



圖七、茶湯顏色照片

茶 A 為熱泡原葉，茶 B 為熱泡粉碎，茶 C 為冷泡原葉，茶 D 為冷泡粉碎

(一) 酸鹼度測定

表三、酸鹼度檢測結果表

樣本	茶 A(熱泡原葉)	茶 B(熱泡粉碎)	茶 C(冷泡原葉)	茶 D(冷泡粉碎)
pH 值	5.16±0.01 ^B	5.21±0.04 ^B	5.40±0.07 ^A	5.41±0.06 ^A

表中結果均以三重複之結果，用 Mean±SD 表示，SD 值後方上標之字母不同時，代表兩種樣品間有顯著差異。

檢測四種樣本的 pH 值，實驗結果指出，不論沖泡的溫度或是茶葉的粉碎與否，所沖泡出的烏龍茶都呈現酸性。三重複實驗測得的數據取平均數，紀錄於表三。比較四種樣本的差異，熱泡茶比冷泡茶更偏酸性，而利用 SAS 分析結果，茶 A、茶 B 之間以及茶 C、茶 D 之間皆未達顯著差異。相較於表面積，溫度的差異對酸鹼度更具影響力。

(二) 導電度測定

表四、導電度檢測結果表

樣本	茶 A(熱泡原葉)	茶 B(熱泡粉碎)	茶 C(冷泡原葉)	茶 D(冷泡粉碎)
導電度 (μS)	866.80±46.52 ^B	953.42±50.63 ^A	883.58±28.12 ^B	871.58±23.58 ^B

表中結果均以三重複之結果，用 Mean±SD 表示，SD 值後方上標之字母不同時，代表兩種樣品間有顯著差異。

檢測四種樣本的導電度，從三重複實驗測得的數據取平均數，並紀錄於表四。比較四種樣本，可見茶 B 之導電度明顯高於其他三者。利用 SAS 分析結果，茶 A 及茶 B 之間達顯著差異，表示在熱泡的條件下，粉碎茶較原葉茶導電度高；茶 B 及茶 D 之間達顯著差異，表示在粉碎的條件下，熱泡茶湯較冷泡茶湯導電度高。

(三) 色澤測定

表五、色澤檢測結果表

樣本	茶 A(熱泡原葉)	茶 B(熱泡粉碎)	茶 C(冷泡原葉)	茶 D(冷泡粉碎)
L 值	5.36±0.57 ^{AB}	5.74±0.83 ^A	4.55±0.56 ^B	4.78±0.57 ^{AB}
a 值	-0.29±0.54 ^A	-0.07±0.69 ^A	0.41±0.26 ^A	0.50±0.37 ^A
b 值	1.09±0.27 ^B	1.69±0.44 ^A	0.59±0.18 ^{BC}	0.56±0.21 ^C

表中結果均以三重複之結果，用 Mean±SD 表示，SD 值後方上標之字母不同時，代表兩種樣品間有顯著差異。

檢測四種樣本的 Lab 值，從三重複實驗測得的數據取平均數，並紀錄於表五。

L 值的分析，SAS 數據分析的結果顯示四種茶之間皆未達顯著差異，代表表面積或溫度皆不會影響茶湯的明度。。

a 值的分析，結果顯示四種樣本的 a 值並無明顯差異，顯示表面積或溫度對茶湯之綠紅程度影響皆不大。

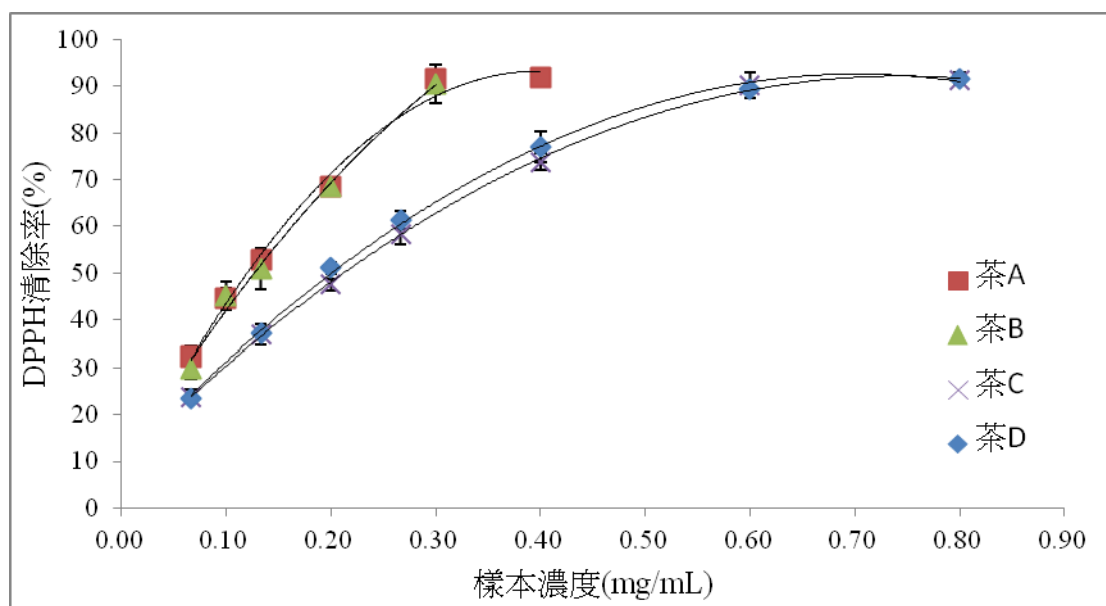
b 值的分析，茶 B 明顯高於茶 A，顯示在熱泡的條件下，粉碎較原葉顏色偏黃。茶 C 與茶 D 之間未達顯著差異，顯示在冷泡的條件下，表面積並不影響茶湯的藍黃程度。茶 A 與茶 C 之間未達顯著差異，顯示在原葉的條件下，溫度不影響茶湯的藍黃程度。茶 B 明顯高於茶 D，顯示在粉碎茶葉的情況下，熱泡茶湯較冷泡茶湯偏黃色。

二、不同處理後烏龍茶的抗氧化能力檢測

表六、各式茶湯與抗壞血酸之清除 DPPH 自由基的能力比較表

	抗壞血酸	茶 A	茶 B	茶 C	茶 D
IC ₅₀ (mg/mL)	0.03	0.12	0.13	0.21	0.20
相對倍數	1.00(對照組)	0.25	0.23	0.14	0.15

茶 A 為熱泡原葉，茶 B 為熱泡粉碎，茶 C 為冷泡原葉，茶 D 為冷泡粉碎



圖八、茶湯抗氧化能力相互比較圖

茶 A 為熱泡原葉，茶 B 為熱泡粉碎，茶 C 為冷泡原葉，茶 D 為冷泡粉碎

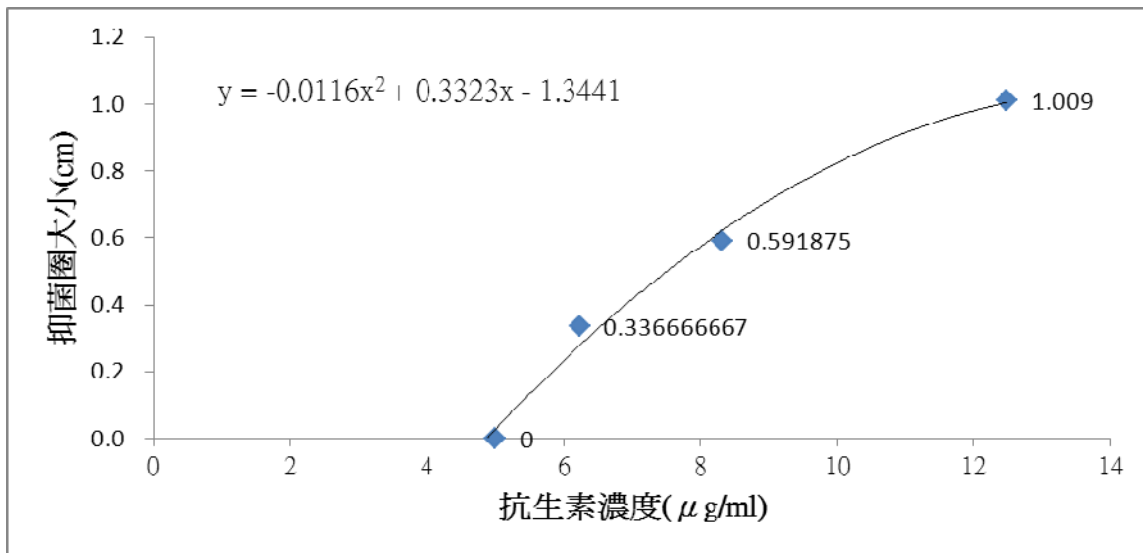
在抗氧化相關實驗方面，通常以 DPPH 自由基清除能力來衡量抗氧化物質的抗氧化能力。當在 517 nm 測量的吸光值越低，就代表該抗氧化物質的清除 DPPH 自由基能力越強。從圖八中發現四種茶湯在稀釋後皆可到達 90% 以上的抗氧化能力，足以顯示茶的抗氧化的功能十分顯著。

從 DPPH 清除率與茶湯樣品濃度可以計算出該種處理方式後的 half maximal inhibitory concentration (IC₅₀) 濃度，IC₅₀ 是代表當其清除率達到 50% 時的相對應濃度，用此比較各種茶之間的抗氧化能力，IC₅₀ 越高，其樣本清除 DPPH 自由基的能力就越差。表六顯示不同泡法的茶湯抗氧化能力排名依序為茶 A > 茶 B > 茶 D > 茶 C。

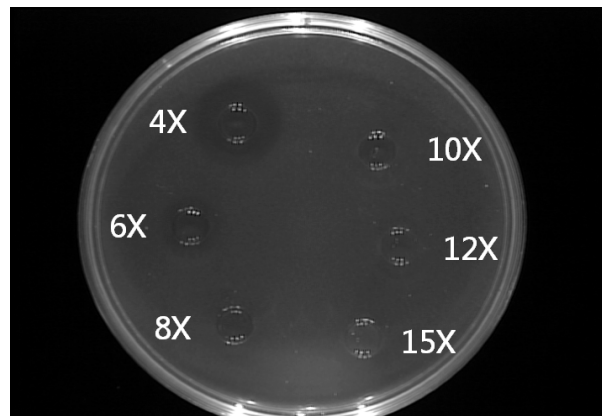
三、不同處理後烏龍茶的抗齶齒菌檢測

表七、不同濃度抗生素與抑菌圈的比較表

稀釋倍數	4	6	8	10	12	15
濃度($\mu\text{g/mL}$)	12.5	8.3	6.3	5.0	4.2	3.3
抑菌圈直徑(cm)	1.01	0.59	0.34	0.00	0.00	0.00



圖九、抗生素(對照品)抑菌圈直徑與濃度關係圖



圖十、不同稀釋倍數之抗生素的抑菌圈

將抑菌環放置於含菌之培養基上，以控制樣本的體積與擴散起始點，避免產生多重變因。將待觀察樣本滴入抑菌環內，靜置培養於 37°C 的培養箱中 1 天後，測量其抑菌圈直徑。

製作抗生素抑菌圈之標準曲線是用來與茶湯樣本之抑菌圈直徑做濃度的對應。

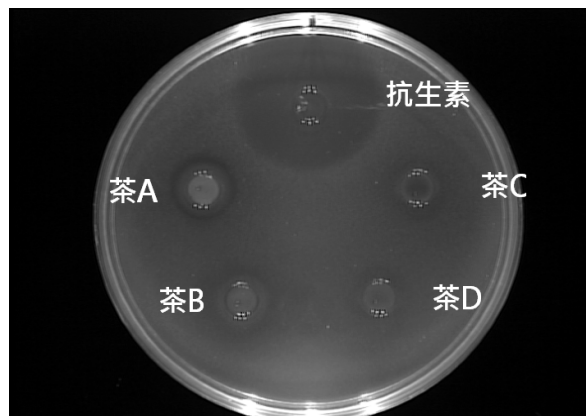
圖十是將齶齒菌稀釋成原本的 0.001 倍並將 $50\ \mu\text{g/mL}$ 抗生素序列稀釋成原本的 1/4、1/6、1/8、1/10、1/12、1/15 倍後滴入有齶齒菌的培養皿中做測量與記錄，並找出最低有效濃度。表七顯示，濃度稀釋 1/10、1/12、1/15 倍的抑菌圈直徑皆小於抑菌環，甚至沒有抑菌圈的出

現，因此皆以 0 cm 表示其直徑，所以稀釋倍數為 1/12 和 1/15 的就無參考價值。因此扣除無價值數據後其方程式可表示成 $y = -0.0116x^2 + 0.3323x - 1.3441$ ，x 值表示抗生素濃度，y 值表示抑菌圈直徑，並畫出如圖九的關係圖。

表八、各樣本茶抗齶齒菌抑菌圈直徑

樣本	茶 A	茶 B	茶 C	茶 D
抑菌圈直徑(cm)	0.51	0.34	0.00	0.00
相對抗生素濃度($\mu\text{g/mL}$)	9.7	6.6	5.0	5.0

茶 A 為熱泡原葉，茶 B 為熱泡粉碎，茶 C 為冷泡原葉，茶 D 為冷泡粉碎



圖十一、茶經四種處理方式後的抑菌圈

茶 A 為熱泡原葉，茶 B 為熱泡粉碎，茶 C 為冷泡原葉，茶 D 為冷泡粉碎

將茶的抑菌圈直徑代入上述之方程式換算後可得知茶與抗生素濃度的數值對照，結果如表八所示。

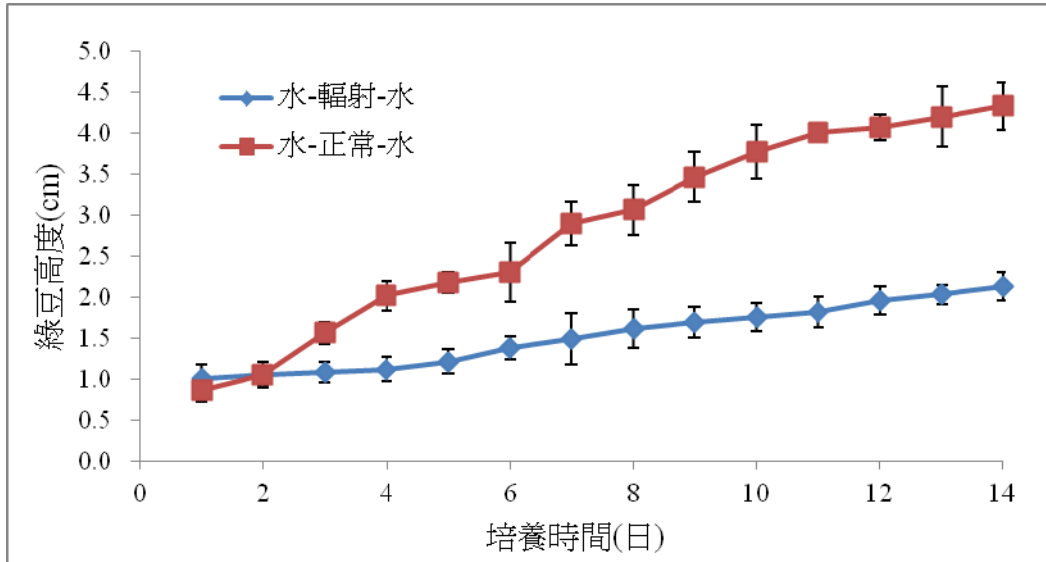
圖十一和表八茶的抑菌圈直徑所示，未稀釋之茶 A 與茶 B 皆有抗齶齒菌的能力，但是茶 C 與茶 D 兩種茶湯樣品其抑菌圈內可見菌落滋生，證實它們並無抑菌的效果。

由實驗數據可以得知僅溫度影響實驗結果，且熱泡茶相當於稀釋後的抗生素有抗齶齒菌的能力。

四、茶湯對照射後的綠豆生長的影響

(一) 先泡水浸種後以茶澆灌：茶湯對輻射傷害的修復能力實驗

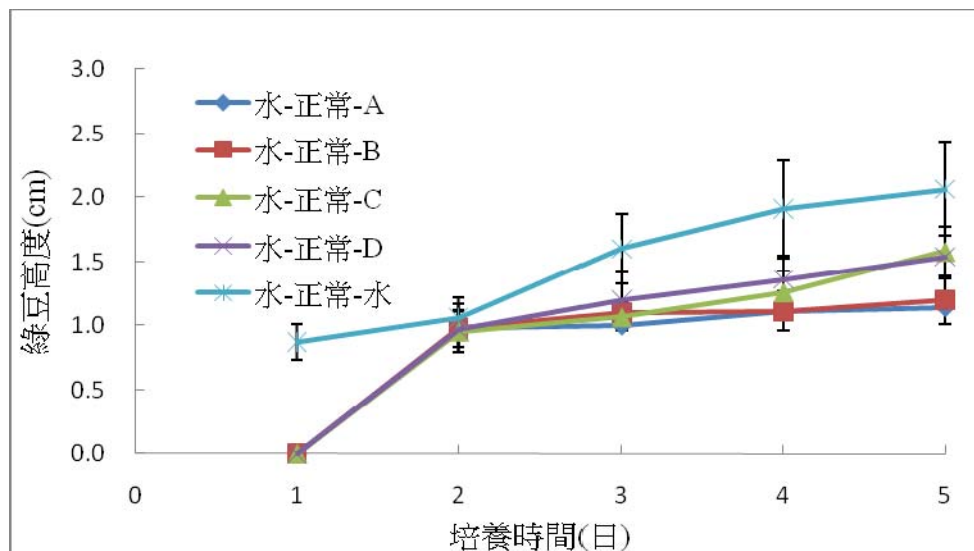
1. 經輻射與不經輻射處理對綠豆高度的影響：證明輻射傷害抑制綠豆生長



圖十二、不經輻射處理對綠豆高度的影響

先由以水浸種與澆灌的實驗數據，如圖十二所示，得知照射輻射的確對綠豆生長高度有抑制的效果，而且隨著時間的增加而有逐漸地擴大兩者間差異的趨勢。

2. 以茶 A、B、C、D 澆灌對綠豆高度的影響：證明茶湯抑制綠豆生長



圖十三、澆灌茶湯 ABCD 綠豆高度圖

茶 A 為熱泡原葉，茶 B 為熱泡粉碎，茶 C 為冷泡原葉，茶 D 為冷泡粉碎

表九、以茶湯 A、B、C、D 澆灌對綠豆的抑制率比較表

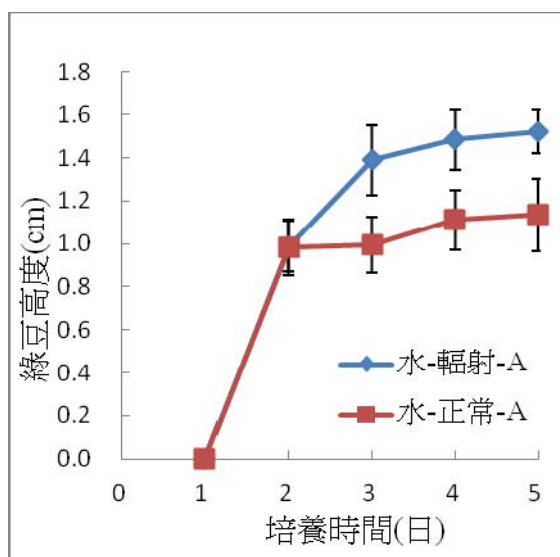
樣本	水	茶 A	茶 B	茶 C	茶 D
平均相對抑制率(%)	0(對照組)	46±33	45±34	40±35	38±36

茶 A 為熱泡原葉，茶 B 為熱泡粉碎，茶 C 為冷泡原葉，茶 D 為冷泡粉碎

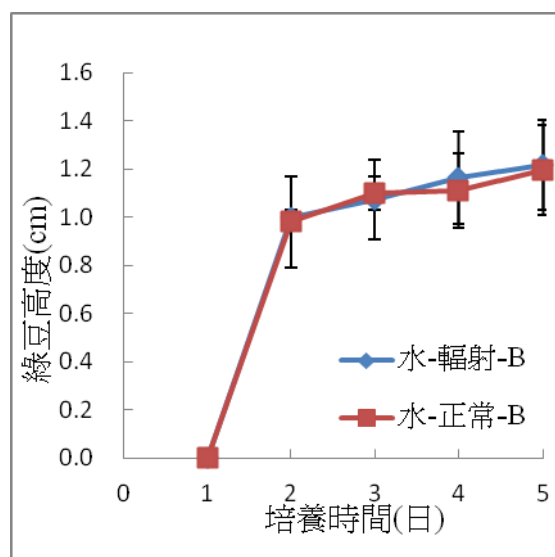
比較澆灌茶 A、B、C、D 及水對綠豆生長的影響，如圖十三所示，截至種植第五日，以水澆灌的綠豆高度遠大於茶 A、B、C、D，顯示在沒有輻射處理的情況下，不論以何種樣本茶澆灌綠豆，皆會對綠豆的生長產生抑制的效果。

表九比較茶湯相較於水對綠豆高度的抑制率，顯示以茶 A、茶 B 澆灌對綠豆生長的抑制率最大，高達 45~46%，其次為茶 C、茶 D，推論茶湯中具抑制綠豆生長的物質，且高溫下所溶出的抑制物質越多。

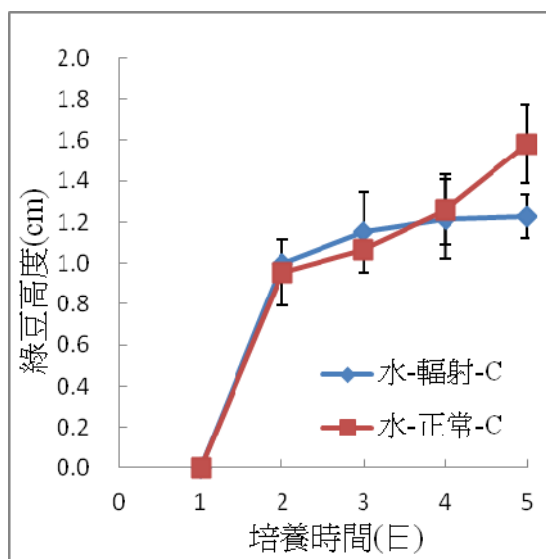
3. 先經輻射處理再以茶 A、B、C、D 澆灌對綠豆高度的影響：證明澆灌茶湯使綠豆有修復輻射傷害的能力



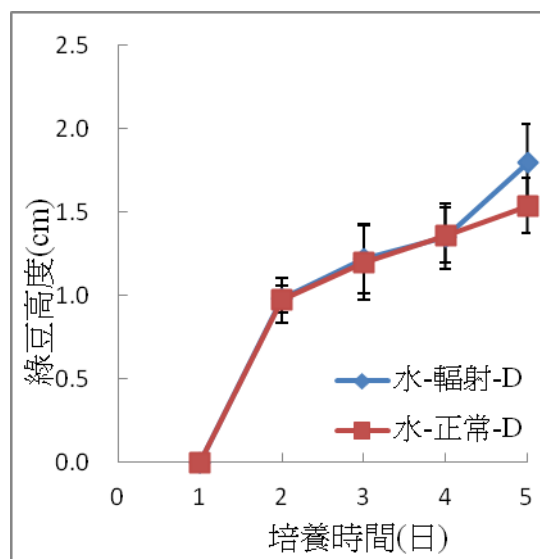
圖十四、澆灌茶 A(熱泡原葉)綠豆高度圖



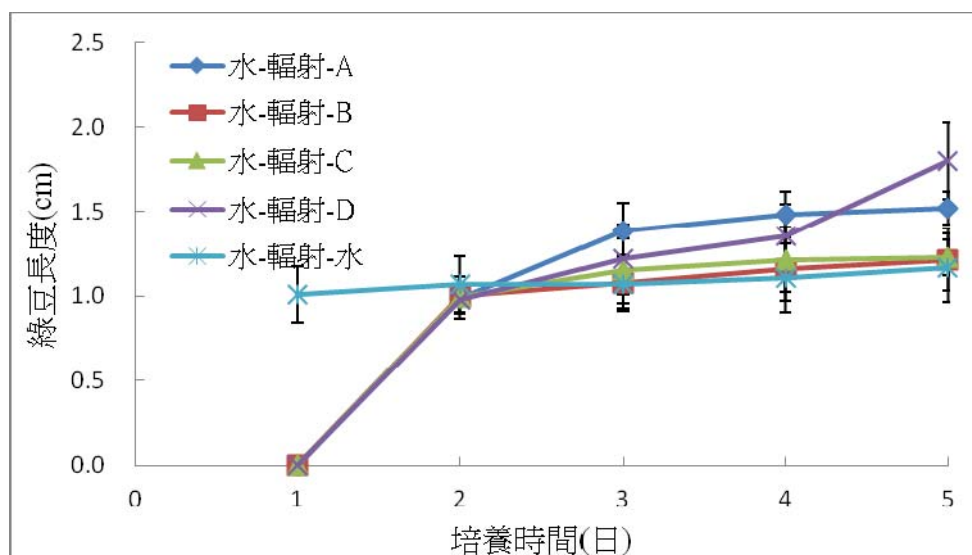
圖十五、澆灌茶 B(熱泡粉碎)綠豆高度圖



圖十六、澆灌茶 C(冷泡原葉)綠豆高度圖



圖十七、澆灌茶 D(冷泡粉碎)綠豆高度圖



圖十八、先經輻射處理再以茶 A、B、C、D 及水澆灌之綠豆高度比較圖
 茶 A 為熱泡原葉，茶 B 為熱泡粉碎，茶 C 為冷泡原葉，茶 D 為冷泡粉碎

圖十四顯示，在種植第二天以前，兩者差異並不明顯。直至第三天以後，兩者數據開始產生差距，經輻射處理的綠豆生長高度比未輻射的綠豆高，證明以茶 A 澆灌的綠豆對輻射傷害有修復能力。

圖十五顯示，兩者的綠豆平均生長高度皆未有明顯的差異，可見經過輻射處理與否並未對其生長造成很大的影響，證明以茶 B 澆灌的綠豆確實有修復輻射傷害的能力。

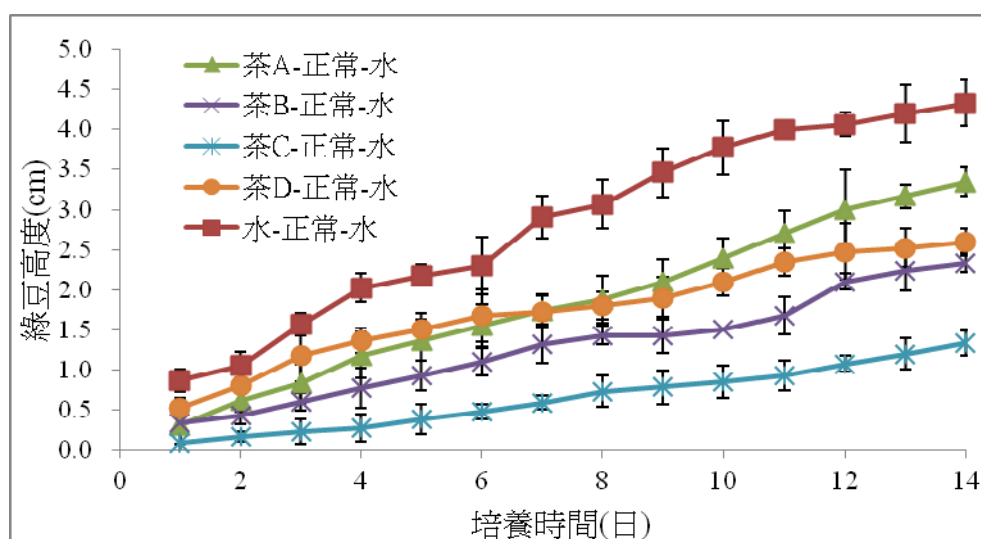
圖十六顯示，截至種植第四天，兩者都沒有明顯的差異。第五天發現經輻射處理的綠豆平均生長高較未輻射的低，證明以茶 C 澆灌的綠豆對輻射傷害有短時效的修復能力。

圖十七顯示，兩者的綠豆平均生長長度皆未有明顯的差異，可見經過輻射處理與否並未對其生長造成很大的影響，證明以茶 D 澆灌的綠豆確實有抵抗輻射的能力。

圖十八比較茶 A、B、C、D 及水澆灌的綠豆生長。截至種植第二天前，不論以何種樣本茶澆灌，其平均綠豆生長長度皆小於以水澆灌的綠豆，其抗輻射能力尚未發揮。而自第三日開始，除了以茶 B 及茶 C 澆灌的綠豆平均生長高度與水差距不大之外，以茶 A 及茶 D 澆灌的綠豆平均生長高度皆高於水，顯示兩者除了可修復輻射傷害外，還可促進綠豆的生長。

(二) 先泡茶浸種後以水澆灌：茶湯對輻射傷害的預防能力實驗

1. 以茶 A、B、C、D 浸種對綠豆高度的影響：證明浸泡茶湯抑制綠豆的生長



圖十九、浸泡茶湯 ABCD 的綠豆高度圖

註:茶 A:熱泡原葉, 茶 B:熱泡粉碎, 茶 C:冷泡原葉, 茶 D:冷泡粉碎

表十、以茶湯 A、B、C、D 浸種對綠豆的平均相對抑制率比較表

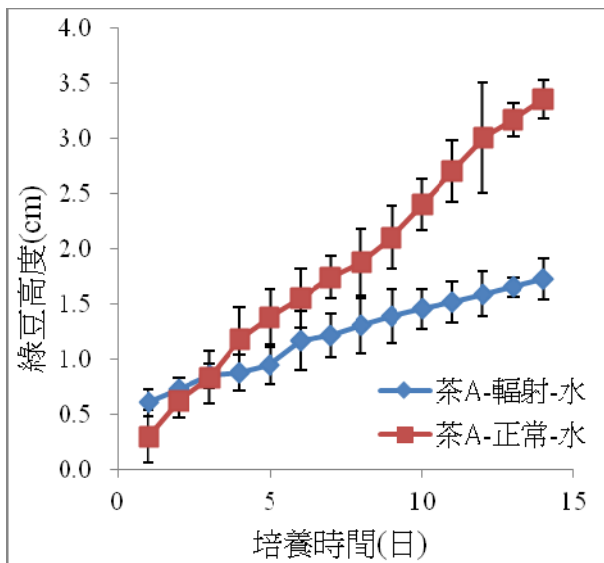
	水	茶 A	茶 B	茶 C	茶 D
平均相對抑制率(%)	0(對照組)	38±11	56±6	78±6	37±7

茶 A 為熱泡原葉, 茶 B 為熱泡粉碎, 茶 C 為冷泡原葉, 茶 D 為冷泡粉碎

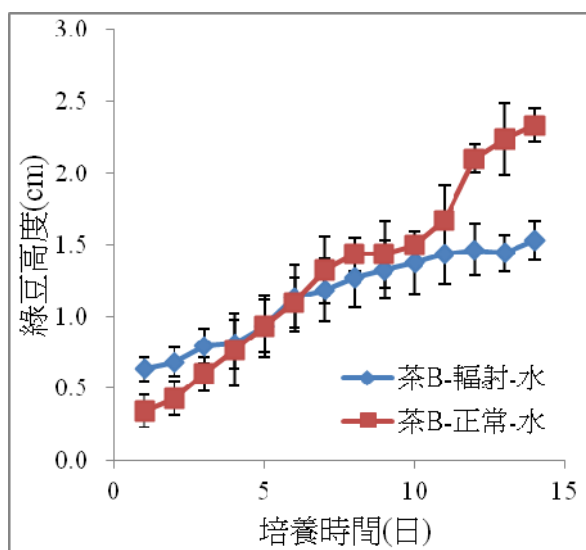
從圖十九看出, 茶湯 ABCD 皆對綠豆生長高度有抑制的效果。表十顯示茶 A~D 有抑制綠豆生長的能力, 並以茶 C 對綠豆高度抑制最明顯, 抑制率高達 78±6%, 其次為茶 B 的 56±6%。

因此下列實驗的設計將以茶浸種的正常組與輻射組之間相互對照, 比較茶湯預防輻射傷害能力, 而非以對照組(泡水-未照輻射-澆水)互相對照。

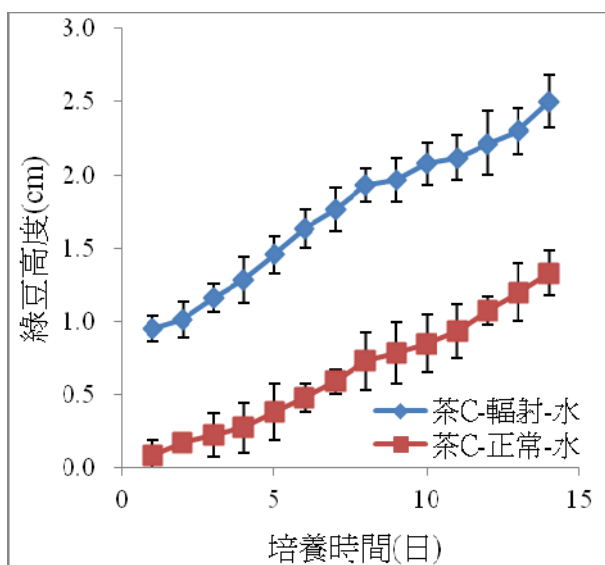
2. 以茶 A、B、C、D 浸種再經輻射處理對綠豆高度的影響:證明浸泡茶湯使綠豆具有預防輻射傷害的能力



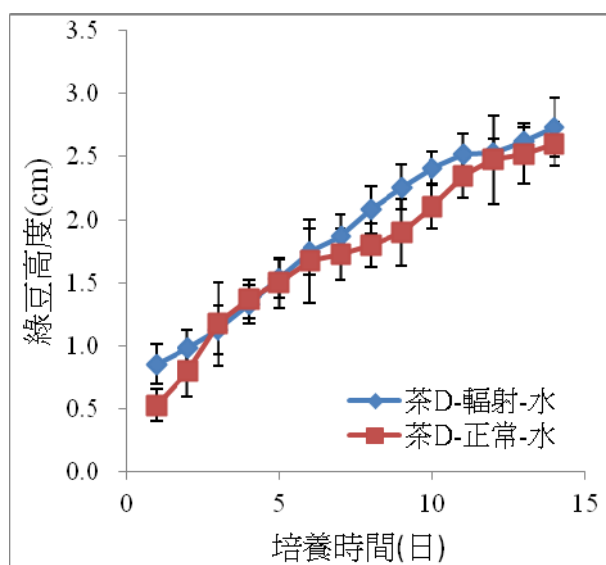
圖二十、浸泡茶 A(熱泡原葉)綠豆高度圖



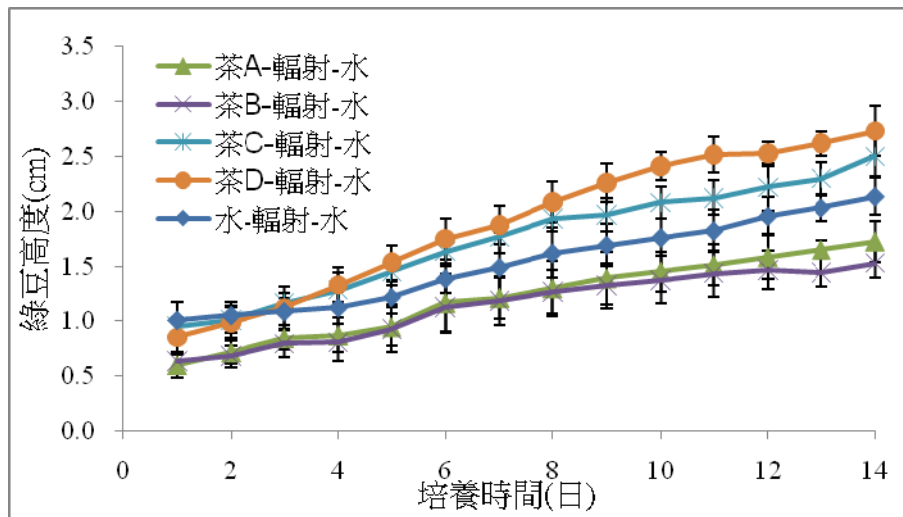
圖二十一、浸泡茶 B(熱泡粉碎)綠豆高度圖



圖二十二、浸泡茶 C(冷泡原葉)綠豆高度圖



圖二十三、浸泡茶 D(冷泡粉碎)綠豆高度圖



圖二十四、先以茶 A、B、C、D 及水浸種再經輻射處理之綠豆高度比較圖
 茶 A 為熱泡原葉，茶 B 為熱泡粉碎，茶 C 為冷泡原葉，茶 D 為冷泡粉碎

圖二十浸泡茶 A，正常組與輻射組之間的差異第 9 天前並未有明顯差異，推論茶 A 有預防效果，但從第 9 天起正常組高於輻射組且兩者差異漸趨明顯，由此推論茶 A(熱泡原葉)對綠豆僅在初期生長有預防能力，後期預防效果漸失。

圖二十一浸泡茶 B，正常組與輻射組在第 12 天前並未有明顯差異，推論茶 B 有預防效果，從第 12 天起正常組高於輻射組且兩者差異漸趨明顯，因此推論茶 B(熱泡粉碎)的預防能力較茶 A 佳。

圖二十二浸泡茶 C，1~14 天輻射組的高度持續大於正常組，可推論茶 C(冷泡原葉)對綠豆的生長能達到預防輻射傷害的功效。

圖二十三浸泡茶 D，正常組與輻射組之間從第 1~14 天皆無明顯差異，證明照輻射並未影響其生長，因此可以證明茶 D(冷泡粉碎)對綠豆的生長能達到預防輻射傷害的功效，且保護時間大於茶 A 與 B。

圖二十四比較浸泡茶 A、B、C、D 及水，再經輻射處理後，茶 A 和茶 B 的曲線皆位在水之下，得知茶 A 和茶 B 雖對輻射有保護效果，但無法彌補茶 A 和茶 B 對綠豆生長的抑制效果，而茶 C 和茶 D 的曲線皆高於對照組水的曲線，可見其預防能力已經超過了其抑制生長的能力進而達到實際預防的功效。

陸、討論

一、不同處理後烏龍茶湯之物理性質(酸鹼度、導電度、色澤)測定

酸鹼度結果顯示熱泡茶較冷泡茶更偏酸性，推論是因為熱泡比冷泡的方式能溶出更多的酸性物質。

導電度方面，結果顯示茶 B 導電度較其他三種樣本高，經由文獻資料推論是因為以熱水沖泡粉碎的烏龍茶葉比其他沖泡方式能溶出較多的離子。

色澤方面，鄒梅芳(2005)曾提到茶中多酚類及兒茶素類含量與 b 值有關：兩者成分在茶水中的含量越高，茶色越黃。實驗結果顯示，茶 B(熱泡粉碎)其 b 值高於其他三種樣本，顏色最偏黃色，推論是以熱水沖泡粉碎的烏龍茶葉能萃取出較多的多酚類。

二、不同處理後烏龍茶的抗氧化能力檢測

從實驗結果比較發現熱泡茶的 IC_{50} 平均為 0.13 mg/mL，比冷泡茶的 IC_{50} 平均為 0.21 mg/mL 的好上 1.64 倍，證明熱泡茶因為高溫可溶解出更多的抗氧化相關成分。比較熱泡原葉與熱泡粉碎的 IC_{50} ，發現兩者差異不大，而冷泡原葉與冷泡粉碎的結果亦是如此，因此推斷茶葉的表面積大小對清除自由基的能力影響不大。

三、不同處理後烏龍茶的抗齲齒菌檢測

以茶 ABCD 的抑菌圈直徑大小和抗生素做對照組，發現冷泡茶的抑菌圈直徑為 0 cm，顯示均無抗齲齒菌的能力，而茶 A 相當於抗生素 9.7 μ g/mL，茶 B 相當於抗生素 6.6 μ g/mL 的抑菌能力，推論高溫泡製的條件下的茶湯才可以溶出抗齲齒菌的物質。

四、茶對照射輻射處理後的綠豆生長的影響

(一) 先泡水浸種後澆茶系列實驗

1. 輻射處理會抑制綠豆的生長

經輻射處理的綠豆高度從第三天起皆較未經輻射處理的綠豆差。推論當綠豆照射到輻射時，其能量會使綠豆中的水分及其他成分變質，使其產生自由基，進而間接傷害生物體本身(周鳳英，2010)。

2. 在未經輻射處理的情況下，以茶 A、B、C、D 澆灌會抑制綠豆生長

茶 A、B、C、D 皆會抑制綠豆生長，其中尤以熱泡的茶 A 及茶 B 最為明顯，可能是熱泡溶出較多會抑制綠豆生長的物質(如咖啡因等)，進而抑制綠豆的生長。

3. 在經輻射處理的情況下，以茶 A、B、C、D 澆灌皆有修復輻射傷害的能力

實驗結果顯示澆灌茶 A 可達到抗輻射的效果，甚至可以超越未經輻射處理的綠豆生長高度。

在沒有輻射的情況下，茶 A 是四種樣本茶中抑制綠豆生長最嚴重的，推測是溶出最多的抑制物質；而在有輻射的情況下，茶 A 竟能使綠豆抵抗輻射威脅，甚至促進其生長，推測溶出的抗輻射物質不僅可以抵銷輻射傷害也可以促進生長。

實際種植過程中，我們發現以茶澆灌的綠豆在種植第五日起有些許發霉的現象，且有擴大的趨勢。可能是茶湯的營養成分成爲了黴菌的養分來源，進而滋長了黴菌而抑制了綠豆的生長。因此我們推測以四種樣本茶澆灌綠豆造成對綠豆的生長有抑制效果，其原因之一就是黴菌的滋生。因此僅整理、分析前五日的數據，但我們仍可以比較澆灌同一種茶湯，經輻射處理及未經輻射處理的綠豆之相對的生長狀況。

(二) 先泡茶浸種後澆水系列實驗

1. 在未經輻射處理的情況下，以茶 A、B、C、D 浸種皆會抑制綠豆生長

實驗證明茶中的確具有抑制綠豆成長的物質。然而茶 B 的導電度較高，Lab 值和目視結果也可看出其顏色較深，因此推測茶 B 有溶出相較於其他三種泡法的茶湯多的成分，但從實驗數據發現茶 C 竟然有最高的抑制率，與之前實驗推論不同，因此可能是茶 C 在浸泡綠豆時已有產生異常的現象，進而影響了綠豆的生長，這有待更進一步的了解與實驗。

2. 在經輻射處理的情況下，茶 C 和茶 D 對綠豆生長有預防輻射傷害的能力

經由相關論文後推測應該是茶多酚，致使茶有抗輻射能力，依據抗氧化相關實驗，可以得知茶 A 和 B 有最好的清除自由基的能力，但由於該實驗是做單方面討論所得的結果，而本輻射相關實驗主要是以綠豆整體的成長狀況做記錄，必須考慮

到茶中其他物質，像抑制生長等相關物質，因此推論熱泡的茶 A 和 B 所溶出的抗輻射物質無法抵銷其抑制物質所產生的抑制能力或者可能還有其他物質可以抵銷其抗輻射能力。抗輻射物質仍有待進一步分析與探討。

柒、結論與應用

一、熱泡及粉碎的條件下，溶出物質最多，進而影響茶湯之物理性質

基本物理性質的實驗中，檢測出烏龍茶的酸鹼度介於 pH5.0~5.5，呈弱酸性，其中熱泡茶湯較冷泡茶湯更偏酸性；導電度測定中，熱泡粉碎的導電度最高；色澤方面，熱泡粉碎茶湯與其他三者比較，b 值最趨於正值，表示其最偏黃色。

二、茶湯皆有抗氧化能力，且熱泡茶的抗氧化效果明顯高於冷泡茶

熱泡原葉最能達到抗氧化的效果，其次是熱泡粉碎，可見高溫所泡出的茶最能達到抗氧化的效果，四種茶湯皆有抗氧化的能力且四種茶湯效果皆達 90%，為抗自由基的另類健康食品，且熱泡茶為最佳選擇。

三、熱泡茶湯確實有抗齲齒菌的能力，是飯後以口香糖清潔口腔外的另類選擇

熱泡原葉的抗齲齒能力最強，其次是熱泡粉碎，而冷泡原葉與冷泡粉碎皆無抗齲齒菌的能力，整體而言熱泡茶皆有抗齲齒菌的能力，可見還是溫度高才能溶出抗齲齒菌物質進而達到抗齲齒菌的能力，進而可以預防蛀牙的產生。

從以上三點顯示喝熱泡茶不該只是老年人的嗜好，而是對年輕人或是老人健康皆有益處。

四、沒有輻射處理的條件下，茶湯會抑制綠豆生長

不論是以何種方式沖泡的烏龍茶湯皆會抑制綠豆的生長，顯示茶湯中溶有抑制植物生長的物質，所以不建議將泡茶剩餘的茶湯或茶葉當作肥料或用以澆灌植物。

五、輻射處理的條件下，修復方面，以茶湯 ABD 澆灌綠豆具修復其輻射傷害的能力；預防方面，以冷泡茶湯浸泡綠豆具有抵抗其輻射傷害的能力

修復能力方面，除了茶 C 以外，每一種樣本茶湯皆有抗輻射的效果，其中茶 A 及茶 D 更

可在一定程度上促進綠豆的生長；預防能力方面，發現茶 C 和茶 D 有明顯的抗輻射預防能力，而茶 A 和茶 B 因為其抑制物質使其輻射預防力未能達到對照組。

若未來真正了解茶中預防與修復輻射傷害物質並證明對動物亦有保護力時，可以將其提煉製成藥物並提供給核電廠員工或附近居民，用以降低遭輻射污染病人的傷害，並降低民眾對核電廠的恐懼與影響。

捌、參考文獻

- 一、陳惠英、顏國欽(1998)。自由基、抗氧化防禦與人體健康。中華民國營養學會雜誌，23，105-121。
- 二、曾希文(2008年7月23日)。茶中成分 茶多酚最神奇。聯合報。2008年7月23日，取自
http://mag.udn.com/mag/campus/storypage.jsp?f_MAIN_ID=13&f_SUB_ID=1219&f_ART_ID=137825
- 三、鄒梅芳(2005)。以冷水浸泡包種茶之茶湯品質及抗氧化性研究。大葉大學生物產業科技學系碩士在職專班碩士論文，已出版，彰化縣。
- 四、趙強(1997)。對抗疾病與老化的新發現--自由基與抗氧化物質。2011年11月5日，取自
<http://www.mmh.org.tw/nutrition/chao/064antioxid.htm>
- 五、劉恩慧(2006)。綠茶冷水及熱水萃之品質評估及抗氧化性質。國立中興大學食品暨應用生物科技學系碩士論文，已出版，台中市。
- 六、鄭貽文(2008)。不同茶樹品種(系)與採製方式對茶葉兒茶素、咖啡因含量與抗氧化能力之影響[摘要]。國立中興大學農藝學系所碩士論文，已出版。2011年7月28日取自「臺灣博碩士論文知識加值系統」：
[http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi?o=dnclcdr&s=id=%22096NCHU5417015%22.&searchmode=basic\(編號:096NCHU5417015\)](http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi?o=dnclcdr&s=id=%22096NCHU5417015%22.&searchmode=basic(編號:096NCHU5417015))
- 七、周鳳英(2010)。輻射照射抑制火麻仁發芽之研究，行政院衛生署中醫藥年報。28，197-258。
- 八、作者不明(2003)。為什麼有些人蛀牙比較多？科學人雜誌。2011年11月5號，取自：
<http://edu1.wordpress.com.eproxy.ptl.edu.tw:2048/SA/read.asp?docsn=2003031104&readtype=ch>

【評語】 040809

1. 只探討烏龍茶之影響，最好能將綠茶、紅茶一起考慮，以增加研究廣度。
2. 茶湯在空氣中會因氧化而變質，會影響實驗結果。
3. 由顏色判斷抗氧化能力太過主觀。
4. 以植物進行抗輻射能力較不適合。