



公開
 密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：110102T100

行政院農業委員會茶業改良場111年度科技計畫研究報告

計畫名稱：**功能性導向茶葉加工製程研發及指標
成分建立** (第1年/全程1年)
(英文名稱) **Function-oriented tea
manufacture process R&D and
index composition establishment**

計畫編號：111農科-11.1.2-茶-T1

全程計畫期間：自 111年1月1日 至 112年1月1日

本年計畫期間：自 111年1月1日 至 111年12月31日

計畫主持人：**郭芷君**
研究人員：**楊美珠、黃宜翰、邱喬嵩**
執行機關：**行政院農業委員會茶業改良場**



1111950



一、執行成果中文摘要：

茶是世界性的機能飲品，臺灣以部分發酵茶聞名，具備優質的製茶技術、品種改良的能力，擁有多型性茶種品系及氣候多樣化的利基，孕育出許多高機能性成分的茶樹與茶葉，而茶葉發酵程度不同，其機能性成分組成亦有所不同，並且功效已被許多研究證實。本計畫主旨為針對臺灣特色茶建立機能性成分資料庫，同時針對特定成分進行功效性確校試驗，開發功能性茶葉素材。試驗結果顯示兒茶素類是綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶之主要機能性成分，烏龍茶質類雖然各茶類皆可被偵測到，然在東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶其離子豐度較高，茶黃質類則於東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶被偵測到，是該茶類之特色機能性成分之一，沒食子酸、奎寧酸類與黃酮醇糖苷類則普遍存在於各茶類當中。其中，兒茶素與茶黃質能有效抑制COVID-19武漢株、alpha株、beta株、delta株及omicron株的RBD，並以epigallocatechin-3-gallate (EGCG)及Theaflavin-3,3'-digallate (TF3)效果為佳。

二、執行成果英文摘要：

Tea is a world-wide functional beverage. Taiwan is famous for partially fermented teas. It has high-quality tea-making technology and the ability to improve varieties. Taiwan's diversity of climate and tea varieties could produce many tea trees with high functional ingredients. Taiwan tea has different degree of fermentation, which cause different functional composition. And the functional ingredient's efficacy has been confirmed by many studies. This project intends to establish a database of functional ingredients of Taiwan's specialty teas. We also research on the efficacy of potential functional ingredient and hope to develop new functional tea materials. The results show that catechins are the main component of green tea, Wen-Shan Paochung tea, high mountain Oolong tea, Tong-Ding Oolong tea and Mu-Zha Tieh-Kuan-Yin tea. Although, the theasinensins could be detected in all types of teas, the ion abundance in oriental beauty tea, red Oolong tea, small-leaf type black tea and honey-scented flavor black tea were higher. Theaflavins could only be detected in oriental beauty tea, red Oolong tea, small-leaf type black tea and honey flavor black tea, which means that theaflavins are characteristic compounds of these teas. Gallic acid, quinic acid and flavonol glycosides generally existed in all types of teas with different abundance. Catechins and theaflavins especially epigallocatechin-3-gallate (EGCG) and yheaflavin-3,3'-digallate (TF3) appeared effective in suppressing the binding of COVID-19 Wuhan, alpha, beta, delta and omicron strain, to the ACE2 receptor.

三、計畫目的：

1. 建立臺灣特色茶機能性成分資料庫及機能性成分
2. 篩選特定成分進行功效性確認。

四、重要工作項目及實施方法：

- 1.





選擇以小葉種茶芽加工之臺灣特色茶，從各優良茶比賽取樣，回覆111年期中審查委員意見，為確保資料庫之代表性，每一種特色茶選擇具代表性之場次(部分特色茶樣取自數個具代表性場次)、不同等第，並且一個茶類取5位不同茶農製作之茶樣：

- (1) 臺灣綠茶：新北市三峽春季碧螺春優良茶比賽頭獎1點、金獎1點、銀獎1點、優良2點。
 - (2) 清香型條形包種茶（文山包種茶）：新北市坪林文山包種優良茶比賽頭等獎1點、貳等獎1點、參等獎1點、優良獎2點。
 - (3) 清香型球形烏龍茶（高山烏龍茶）：嘉義縣梅山鄉高山烏龍茶優良茶比賽，青心烏龍組：金質獎1點、優良獎1點；金萱（臺茶12號）組：金質獎1點、優良獎1點、優等獎1點。
 - (4) 東方美人茶：新竹縣東方美人茶（膨風茶）優良茶比賽頭等2點；苗栗縣東方美人茶比賽茶頭等獎1點、貳等獎1點；全國東方美人茶優良茶比賽貳等獎1點。
 - (5) 焙香型球形烏龍茶
 - A. 凍頂烏龍茶：南投竹山鄉杉林溪春茶評鑑，青心烏龍組：頭等獎2點、貳等獎1點；金萱（臺茶12號）組：頭等獎1點、貳等獎1點。
 - B. 鐵觀音茶：木柵區春季優良鐵觀音茶比賽：頭等獎2點、貳等獎2點、參等獎1點。
 - C. 紅烏龍茶：臺東鹿野紅烏龍評鑑金獎3點、銀獎2點。
 - (6) 臺灣紅茶：
 - A. 小葉種紅茶：南投名間鄉小葉種紅茶優良茶比賽頭等獎1點、金牌獎1點，桃園市優質紅茶評鑑比賽金質獎2點、優質獎1點。
 - B. 蜜香紅茶：花蓮瑞穗鄉蜜香紅茶評鑑金獎1點、銀獎3點、銅獎1點，係使用小葉種品種（臺茶12號或大葉烏龍）製成。
2. 化學成分分析
- (1) 個別兒茶素及咖啡因高效液相層析儀（high performance liquid chromatography, HPLC）分析條件：參考中華民國國家標準（CNS）15022類號N6384「食品檢驗法-兒茶素之測定」之層析條件，根據實際分析結果調整後確立本試驗分析條件。
 - A. 管柱：Merck CART 250-4 PUROSPHER STAR RP-18(E) 5 μm 。
 - B. Eluent A: 0.1% formic acid、Eluent B: acetonitrile、Flow rate: 1 mL/min、Detector: DAD (Agilent 1260)、Wave length: 280 nm、Injection volume: 10 μL 。
 - C. 層析分離的梯度變化為自0 分鐘到5分鐘，以A: B = 100:0 比例線性變化至A:B = 90:10，維持該比例不變至15分鐘，接著以線性變化至A:B = 80:20 至29分鐘，以線性變化至A:B = 78:22至35分鐘，以線性變化至A:B = 75:25至40分鐘。
 - (2) 液相層析串聯質譜儀（Liquid chromatography-mass spectrometry, LC-MSMS）分析條件：
 - A. 管柱：Agilent, prorshell 120 EC-C18, 2.7 μm 。
 - B. Eluent A: 0.1% formic acid、Eluent B: Methanol、Flow rate: 0.4 mL/min、Injection volume: 10 μL 。
 - C. 層析分離的梯度變化為自0 分鐘到2分鐘，以A: B = 95:5 比例線性變化至A:B = 80:20，維持該比例不變至8分鐘，接著以線性變化至A:B = 40:60 至12分鐘，維持該比例不變至15分鐘，再以線性變化至A:B = 5:95至19分鐘，維持該比例不變至24分鐘，再以線性變化至A:B = 95:5至27分鐘，維持該比例不變至30分鐘。
 - D. 電噴灑離子化三段式四極柱串聯質譜儀（electrospray ionization triple quadrupole mass spectrometer, Agilent 6410B）參數設定：capillary





voltage: 3500 V, gas temperature: 350 °C, gas flow: 11 L/min, nebulizer: 50 psi, cell accelerator voltage: 7V, scan time: 500 ms; mass scan range, m/s: 130-2,000 m/z。

3. 功效性驗證：

- (1) 建構細胞酵素分析平臺
- (2) 自資料庫選出特定成分針對臺灣特色茶進行功效性驗證
- (3) 選出特定茶類利用細胞酵素平臺進行功效性驗證

五、結果與討論：

一、機能性成分分析結果與應用範疇

本試驗使用以小葉種茶葉加工製成之臺灣特色茶作為試驗材料，蒐集不同茶類優良茶評鑑入選之比賽茶樣，依據發酵程度不同分別為三峽碧螺春綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶、木柵鐵觀音茶、東方美人茶、紅烏龍茶小葉種紅茶及蜜香紅茶。本試驗以熱水萃取茶樣後，將水萃物以HPLC及LC-MSMS進行分析，並根據化合物特徵離子和斷裂產生的特徵碎片參考前人研究作化合物判定（楊等，2019），建構LC-MSMS資料庫（表一），試驗結果如下：

（一）、兒茶素類：

由各茶類HPLC分析結果（表二及圖四）顯示：總兒茶素含量以綠茶（130.85 mg/g）最高，文山包種茶（106.65 mg/g）與凍頂烏龍茶（112.62 mg/g）其次，紅烏龍茶（6.67 mg/g）、小葉種紅茶（13.55 mg/g）及蜜香紅茶（13.28 mg/g）三者最低；總游離型兒茶素含量（GC、EC、EGC、C之總和）則以文山包種茶（63.68 mg/g）與凍頂烏龍茶（60.05 mg/g）最高、綠茶（46.09 mg/g）其次，紅烏龍茶（3.32 mg/g）及蜜香紅茶（6.26 mg/g）最低；總非游離型兒茶素含量（GCG、ECG、EGCG、CG之總和）則以綠茶（84.77 mg/g）最高，凍頂烏龍茶（52.57 mg/g）其次，紅烏龍茶（3.35 mg/g）、小葉種紅茶（5.71 mg/g）及蜜香紅茶（6.79 mg/g）三者最低。

文獻指出，持續一定期間攝取綠茶可有效減少體重，並以兒茶素為主要具功效性之機能性成分（Amozadeh et al., 2018; Nabi, et al., 2018; Venkatakrisnan, et al., 2018; Hussain, et al., 2017; Tabatabaee, et al., 2017; Mombaini, et al., 2017; Soeizi, et al., 2016; Afzalpour, et al., 2016; Hovanloo, et al., 2016; Janssens, et al., 2015; Al-Naggar, et al., 2013; Toolsee, et al., 2013a; Toolsee, et al., 2013b; Cardoso, et al., 2013; Senger, et al., 2012），整合文獻並取其平均，持續3個月攝取3.5g的綠茶可減少4.6%體重，意即70公斤的成年人可減少3.3公斤。依據本試驗成果，攝取凍頂烏龍茶4.1 g、文山包種茶4.3g、高山烏龍茶6.3g、木柵鐵觀音茶6.9g也能有同樣效果。又Umeda等人

（2021）彙整研究後發現攝取2.1g綠茶或以3.3g綠茶沖泡之茶湯漱口能有抑制抑制流感與呼吸道傳染的效果，兒茶素同樣為主要機能性成分，故攝取文山包種茶2.5g、凍頂烏龍茶2.4g、高山烏龍茶3.7g、或木柵鐵觀音茶4g，以及使用文山包種茶4.1g、凍頂烏龍茶3.9g、高山烏龍茶6g、或木柵鐵觀音茶6.6g沖泡之茶湯漱口能有抑制抑制流感與呼吸道傳染的效果。綜上，期能獲得以兒茶素為主要的機能性成分，除了綠茶，尚有風味更加豐富的文山包種茶、凍頂烏龍茶等茶類可供選擇。

此外，消費者常誤以為日式綠茶的兒茶素含量高於臺式綠茶，故本試驗蒐集日本靜岡生產大宗蒸菁綠茶廠之樣品玉露、煎茶與番茶三種茶樣（一番茶，品種：藪北種），其中玉露因栽培過程需要遮蔭減低其苦澀味，故其兒茶素含量較低（56.58 mg/g），低於臺灣木柵鐵觀音茶（66.51 mg/g），而日常飲用的煎茶與番茶依序為111.67 mg/g與104.44 mg/g，與臺灣碧螺春綠茶相當，並無顯著較高的情事存在。日本研究Maeda-Yamamoto等人（2012）指出，游離型兒茶素Epigallocatechin（EGC）可活化人體淋巴球，提升巨噬細胞活性，調節免疫，然此效果會受到EGCG的抑制，因此EGC與EGCG的比例便顯得重要，日本煎茶其EGC含量為38.97 mg/g，



1111950



EGCG為45.5 mg，EGC/EGCG比值為0.86，臺灣文山包種茶EGC含量為48.1 mg/g，EGCG為36.11 mg，EGC/EGCG比值為1.33，該比值為臺灣特色茶之冠，亦相較於日式綠茶更適合作為攝取EGC作為調節免疫之素材。

(二)、烏龍茶質類：圖一顯示烏龍茶質類在綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶及木柵鐵觀音茶佔比落在0.42%至0.71%，而東方美人茶與紅烏龍茶佔比達3%以上，小葉種紅茶與蜜香紅茶佔比則在2%以上。由表一可知，TSC (Theasinensin C) 在所有茶類皆可發現，TSB (Theasinensin B) 則在東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶能被偵測到，TSA (Theasinensin A) 則是在東方美人茶與紅烏龍茶可被偵測到，於小葉種紅茶與蜜香紅茶中離子豐度極低，TSH為TSB的對掌異構物，則是於綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶、木柵鐵觀音茶及東方美人茶當中可以被發現。Tanaka等人於2002研究認為發酵過的茶葉在加熱的情況下quinone dimers會開始聚合成烏龍茶質，因此，除了重發酵的製程之外，發酵的溫度是否亦為形成TSA與TSB的關鍵步驟有待後續試驗確認。又徐等人(2014)針對環境溫度與時間測定烏龍茶質含量變化，發現試驗開始的1小時內，30至40°C的處理其TSs的含量相較於20至25°C處理者為高，然2小時後，40°C處理其烏龍茶質含量開始大幅下降，紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶的發酵步驟溫度介於35至40°C之間，時間約為1.5至2小時，是否因該步驟影響TSH值得後續研究。

文獻指出動物試驗中烏龍茶質具有降血脂與排脂功效(Miyata et al., 2011)，辛等人(2002)則認為具有解化療造成肝腎毒性之作用，Pan等人(2000)研究顯示烏龍茶質TSA及茶黃質TF1、TF2可有效造成乳癌細胞細胞凋亡，並且抑制癌細胞修復。臺灣特色茶當中總烏龍茶質以東方美人茶最高(圖五)，紅烏龍茶其次，小葉種紅茶及蜜香紅茶再次，又以東方美人茶與紅烏龍茶具有較高的TSA含量，顯示其具有特定功效的潛力。

(三)、茶黃質類：由圖一、六及表一顯示，茶黃質類(TFs)的Theaflavin (TF)、Theaflavin-3-gallate (TF2a)、Theaflavin-3'-gallate (TF2b)、Theaflavin 3, 3'-digallate (TF3)，在綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶含量極少或甚至偵測不到，在東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶方能被偵測到。此結果與楊等人於2019年分析綠茶、包種茶及紅茶之研究結果雷同：TF、TF2a、TF2b及TF3僅能於紅茶中被偵測到。已知烏龍茶質及茶黃質為兒茶素類聚合物(Ozawa et al., 1996; Tanaka et al., 2002)，東方美人茶、紅烏龍茶屬於重萎凋、重攪拌，又紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶皆有發酵步驟，因此，兒茶素含量大量減少，並且形成上述烏龍茶質及茶黃質等化合物。比較東方美人茶與蜜香紅茶其TF2a與TF2b離子豐度於茶黃質當中佔比例明顯較高，東方美人茶及蜜香紅茶皆屬於經過小綠葉蟬危害茶菁製作的蜜香茶類，是否與原料有相關性，值得後續針對茶菁原料化學成分比例組成進行後續分析。

研究顯示茶黃質具有抑制HIV、H1N1及電腦模擬抑制COVID-19的特性，(劉等人，2005，Sahoo et al, 2016，Zu et al., 2012)，因此東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶可作為前述功效開發之潛力素材。

(四)、沒食子酸：由圖一、二顯示綠茶、文山包種茶及高山烏龍茶沒食子酸佔比皆低於1%，其含量亦落於0.21至1.07 mg/g(表一)，凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶佔比則在2%至3%，含量0.46至1.69 mg/g，推測除了發酵程度不同之外，烘焙亦會增加沒食子酸的含量(楊等，2018; Lee et al., 2018)；而東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶佔比則8%至13%左右，含量2.85至5.38 mg/g，相較於綠茶增加2至5倍。又沒食子酸及連苯三酚皆是東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶化合物離子豐度排行前十名之物質，顯示重發酵與紅茶類其沒食子酸是主要成分之一。

(五)、奎寧酸類：由圖一顯示奎寧酸類以紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶其佔比較高，佔36%至48%，其餘茶類則落在19%至28%左右，顯示奎寧酸類是紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶主要成分之一。奎寧酸(Quinic acid)為綠原酸(Chlorogenic acid)前驅物(Boerjan et al., 2003)，經LC-MSMS分析結果顯示其為高山烏龍茶、東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種





紅茶及蜜香紅茶離子豐度最高之化合物(表三)，但於綠茶、文山包種茶、凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶離子豐度亦高，分別排名第五、第三、第二及第三，各茶類奎寧酸離子豐度的log值皆有5.4以上，以凍頂烏龍茶與紅烏龍茶離子豐度最高，東方美人茶最低。Galloyl quinic acid是所有茶類離子豐度前二十高的化合物之一(表三)，Galloyl quinic acid及其二聚體離子豐度皆以綠茶最高、紅烏龍茶最低。於分析茶樣中的奎寧酸類尚有4-o-p-coumaroylquinic acid (4-pCoQA) 與5-o-p-coumaroylquinic acid (5-pCoQA)，其離子豐度相當高，5-pCoQA是所有茶類離子豐度前二十高的化合物之一(表三)，許多天然植物富含pCoQA，如甘藍、韭菜及檸檬草(Rothwell et al., 2013)，兩者皆以綠茶離子豐度最高，4-pCoQA以東方美人茶離子豐度最低、5-pCoQA以文山包種茶與東方美人茶離子豐度最低。此外，文山包種茶的4種奎寧酸類化合物含量都偏低，東方美人茶則以pCoQA含量偏低，是否與採摘標準或製程上的差異而造成此結果，仍有待後續研究，又此4種奎寧酸類化合物離子豐度與奎寧酸無顯著相關性($P > 0.05$)。

(六)、黃酮醇糖苷類：黃酮糖苷及黃酮醇糖苷是茶葉苦澀味的來源之一(張等, 2015)，可引起口腔乾燥及帶有柔軟收斂性的澀味，不同於兒茶素所引起口腔起皺的收斂性及粗糙的澀味，其人體閾值遠小於兒茶素，兒茶素類的閾值約190至930 $\mu\text{mol/L}$ ，黃酮醇糖苷則為0.00115至6.7 $\mu\text{mol/L}$ ，本試驗以LC-MSMS分析之茶樣，參考前人文獻(楊等, 2019)可比對出數種黃酮糖苷及黃酮醇糖苷。由圖一可知綠茶及文山包種茶其黃酮醇糖苷類佔比低於10%，高山烏龍茶、凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶佔比約12%左右，東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶佔比則落在14%至19%。各茶類中以Kaempferol-3-O-galactosyl-rhamnosyl-glucoside (K-3-gal-rha-g) 離子豐度最高(表三)，是所有茶類離子豐度前二十高的化合物之一，Myricetin-O-galactoside (M-gal)、Quercetin-3-O-glycosyl-rhamnosyl-glucoside (Q-3-gly-rha-g) 及Quercetin-3-O-glucoside (Q-3-g) 離子豐度其次，並且可以發現，K-3-gal-rha-g、M-gal、Q-3-gly-rha-g及Q-3-g皆以部分發酵茶離子豐度較不發酵茶的綠茶及全發酵茶的小葉種紅茶或蜜香紅茶來得高，此趨勢與盧等人(2006)研究趨勢雷同，該研究團隊比較綠茶、烏龍茶及紅茶其楊梅素糖苷、山奈素糖苷及槲皮素糖苷，發現烏龍茶前述項目的含量皆高於綠茶及紅茶，而該等人則推論楊梅素糖苷與烏龍茶的採摘標準及加工製程有關，林等人(2010)提出黃酮醇類化合物在自然狀態下不是很穩定，在熱、酵素及氧化性物質的作用下容易降解，因此，茶葉在加工過程當中黃酮醇類容易發生轉化和降解。

(七)、咖啡因：於咖啡因含量部分，萎凋、炒菁、揉捻與乾燥製程對於咖啡因含量無顯著性影響(甘, 1984)，因此，主要是以茶菁原料同屬芽茶的茶類含量較高(表二及圖三)，東方美人茶與小葉種紅茶最高，綠茶其次，蜜香紅茶再次，與前人研究指出採摘程度越嫩則咖啡因含量越高的趨勢相同(Jolvis Pou, 2016)。

(八)、茶胺酸：茶胺酸含量以高山烏龍茶含量最高(圖七)、其次為綠茶與文山包種茶，茶葉中茶胺酸佔總游離胺基酸50至60%左右，研究指出人體攝取茶胺酸後，約莫半小時後，代表頭腦清醒但放鬆的 α 波會有增加的現象，並且對於答題之正確率相較於對照組亦較高，顯示人體在此情況下有提升學習能力之效果(Juneja et al., 1999)，而高山烏龍茶便具有開發機能茶飲之潛力存在。

二、茶葉機能性成分確效試驗

根據電腦程式模擬分子之間的交互作用而得知茶黃質可以與新冠肺炎病毒分子作用，但缺乏實驗證據的證實，過去文獻也證實茶多酚與茶黃質會抑制DNA病毒轉錄聚合酶和RNA病毒反轉錄聚合酶的活性，至於新冠肺炎病毒表面蛋白與其接受器之間結合能力是否會受到茶多酚、茶黃質與其他茶有機成分所影響資料並不完全，故本試驗針對茶葉於不同發酵程度常見之機能性成分進行COVID-19病毒表面蛋白與接受器之間結合能力的抑制效果測試。

試驗結果顯示：茶葉中常見的兒茶素類包含 epicatechin (EC)、epicatechin gallate (ECG)、EGC、catechin (C)、catechin gallate (CG)、gallocatechin (GC)、gallocatechin-3-gallate (GCG)及EGCG，在40 ppm下皆有顯著性抑制武漢株的效果，





並以EGCG的抑制效果最好，EGCG甚至於0.5ppm 就有顯著性的抑制效果，同分異構物的GCG抑制效果不如EGCG來得良好，透過不同兒茶素之間的比較，可以發現氫鍵越多、分子量越大其抑制效果越好，並且兒茶素類之分子的構型以EGCG的構型效果最好；透過EGCG與GCG的比較顯示：同分異構物所造成的等效氫鍵會影響到分子立體障礙的行成，並決定了ACE2是否會與RBD形成鍵結，這也就解釋了為何分子量相同但是抑制效果卻有顯著性的差異，並可由此結果回覆112年先期計畫審查委員認為「茶多酚對於蛋白變性並無選擇性」，試驗結果顯示抑制COVID-19途徑有許多種，而茶多酚主要是藉由結構親和力抑制病毒結合至人體ACE2受器上，並具選擇性。

由前述試驗可知Theaflavin (TF)、Theaflavin 3-gallate (TF2a)、Theaflavin-3'-gallate (TF2b)、TF3普遍存在於東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶之中，這四種茶黃質在在40 ppm時有顯著性抑制效果，並以TF3效果最好，TF3於10 ppm便已有顯著抑制效果，透過TF2a與TF2b的比較同樣顯示：分子構型會影響等效氫鍵和立體障礙的結構，並且抑制效果也會隨著氫鍵與分子量的增加而顯著增加，呼應兒茶素試驗的結果。

選出EGCG和TF3探討其對變種株alpha、beta、delta及omicron病毒株之病毒接受器影響，試驗結果顯示：EGCG和TF3皆可有效抑制四種變種株，此外，以omicron為例，TF3抑制效果優於EGCG，因此可預測含有TF3含量越多的茶湯越能抑制此類病毒株。

六、結論：

1. 兒茶素具抑制病毒、瘦身、減緩認知障礙、抑制三高潛力，綠茶、文山包種茶及凍頂烏龍茶其兒茶素含量皆在100 mg/g以上。其中，游離型兒茶素EGC具免疫調節潛力，文山包種茶EGC含量近50 mg/g，位居臺茶之冠。
2. 提升腦部多巴胺的茶胺酸以高山烏龍茶含量最高，平均達1,000 mg/100g以上。茶黃質具抑制病毒效果，存在於東方美人茶、紅烏龍茶及紅茶，且東方美人茶TF3含量為小葉種紅茶的10倍以上。
3. 具有抑制細胞不正常分裂、瘦身效果的烏龍茶質，以東方美人茶、紅烏龍茶及紅茶含量較高，且東方美人茶與紅烏龍茶的TSA皆為紅茶的10倍以上。
4. 文山包種茶、高山烏龍茶與木柵鐵觀音茶其咖啡因含量是綠茶與紅茶的1/2~2/3。
5. 臺灣茶加工技術精湛，過去主要以風味作為行銷手段，精品茶仰賴優良茶比賽會提高銷售價格，而商用茶同樣以多元風味為行銷點，如珍珠奶茶，然日本僅以綠茶為主的茶類便能藉由不同訴求之機能性成分創造高價值商用茶飲品，除了利用研究發表兒茶素各項功效性以特定訴求行銷綠茶之外，不論是番茶（秋茶）的茶多糖、梗茶或焙茶的茶胺酸等，皆以科學化指標成分作為茶葉高值化行銷之亮點。不論以原葉茶（原片茶）、袋茶或粉茶作為產品型態之外，商用萃取之罐裝飲料茶，或甚至健康手搖飲亦可作為高值化之終端產品，其中原葉茶、袋茶、粉茶及罐裝飲料茶於日本的訴求導向行銷方式相當成功，手搖飲萃取模式、高壓冷萃及溫差萃取模式則為112年度即將試驗開發之研究項目。富含特定機能性成分之高值化茶產品，其目標市場期能以主題訴求為導向，例如針對銀髮族、上班族、學生考試族等，鎖定特定訴求之機能性成分，並針對原料、加工方式、萃取模式及保存方法做整套模組推薦(回覆111年期中審查委員意見)。
6. 粉茶型態之茶產品本場已於104年針對綠茶產品完成貯藏試驗，並已有推薦保存方式，其餘特色茶粉待後續計畫持續研發(回覆111年期中審查委員意見)。

七、參考文獻：

1. 甘子能. 1984. 茶葉化學入門. 茶業改良場 pp.22-36。
2. 李欣潔、陳冠亨、曾志正. 2014. 烏龍茶種植海拔高度與其茶湯溫度的關聯性. 農林學報 63(2): 107-113。





3. 辛華雯、史霄燕、曾繁典、謝筆鈞. 2002. 聚酯型兒茶素的減毒作用研究. 中國藥師. 5(11): 650-651。
4. 邱芳慶. 2008. 不同海拔之茶區季節間青心烏龍茶葉農藝性狀及品質之變異. 國立中興大學農藝學系碩士學位論文。
5. 林傑、段玲靚、吳春燕、須海榮. 2010. 茶葉中的黃酮醇類物質及對感官品質的影響. 茶葉: 36(1): 14-18。
6. 徐斌、江和源、薛金金、劉千錄、張建勇、王岩. 2014. 茶鮮葉懸浮發酵中TSs和TFs的形成機理研究. 中國農學通報 30(22): 140-147。
7. 張英娜、陳根生、劉陽、許勇泉、汪芳、陳建新、尹軍峰. 2015. 烘青綠茶苦澀味及其滋味貢獻物質分析. 茶葉科學 35(4): 377~383。
8. 楊美珠、張芷瑜、郭芷君、黃宣翰、陳右人. 2019. 以液相層析串聯質譜技術解構茶葉成分特性及其與發酵反應之關聯. 臺灣茶業研究彙報 38: 141-158。
9. 楊美珠、戴佳如、郭芷君、陳右人、陳國任. 2018. 烘焙條件對球形部分發酵茶品質相關成分含量變化之影響. 茶業改良場第六屆茶業科技研討會. p. 29。
10. 盧邦俊、範必威、甄雲鵬、馬亮邦、蘭昌雲. 2006. 高效液相色譜法測定: 中國茶中的黃酮醇. 天然產物研究與開發 18: 160 -164。
11. 池池谷賢次郎. 1987. 茶の製造と栄養成分. 食の科學 117(11): 29-35。
12. 松永明子、佐野智人、廣野祐平、崛江秀樹. 2016. Effects of various directly covered shading levels on chemical components in tea new shoots of the first flush. 茶業研究報告 122: 1-7.
13. Aherne, S. A., and O'Brien, N. M. 2002. Dietary Flavonols Chemistry, Food Content, and Metabolism. Nutrition: 18, 75-81.
14. Al-Naggar, R. A., Osman, M. T., & Abdulghani, M. 2013. Effects of green tea on the bod flyweight of malaysian young obese females: single blind clinical trial study. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 4, 1649-1655.
15. Amozadeh, H., Shabani, R., & Nazari, M. 2018. The effect of aerobic training and green tea supplementation on cardio metabolic risk factors in overweight and obese females: a randomized trial. International journal of endocrinology and metabolism, 16 (4).
16. Afzalpour, M. E., Ghasemi, E., & Zarban, A. (2017). Effects of 10 weeks of high intensity interval training and green tea supplementation on serum levels of Sirtuin-1 and peroxisome proliferator-activated receptor gamma co-activator 1-alpha in overweight women. Science & Sports, 32(2), 82-90.
17. Boerjan, W., Ralph, J., and Baucher, M. 2003. Lignin biosynthesis. Annu. Rev. plant biol. 54(1): 519-546.
18. Cardoso, G. A., Salgado, J. M., Cesar, M. D. C., & Donado-Pestana, C. M. 2013. The effects of green tea consumption and resistance training on body composition and resting metabolic rate in overweight or obese women. Journal of medicinal food, 16(2), 120-127.
19. Helmut, F., Voges, H., Toshikazu, H., Sumio, U., Tadao, I., Hisaya, M., Yasuhiro, F., Hans-Josef, B., Dorothea, G., and Wilfried, P. 2014. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (7th ed.). Weinheim, Germany: Wiley-VCH. p. 1072.
20. Janssens, P. L., Hursel, R., & Westerterp-Plantenga, M. S. 2015. Long-term green tea extract supplementation does not affect fat absorption, resting





- energy expenditure, and body composition in adults. *The Journal of nutrition*, 145(5), 864-870.
21. Jolvis Pou, K. R. 2016. Fermentation: The key step in the processing of black tea. *J. Biosyst. Eng.* 41(2): 85-92.
 22. Hovanloo, F., Fallah Huseini, H., Hedayati, M., & Teimourian, M. 2016. Effects of aerobic training combined with green tea extract on leukocyte telomere length, quality of life and body composition in elderly women. *Journal of Medicinal Plants*, 15(59), 47-57.
 23. Hussain, M., & Akhtar, L. 2017. Therapeutic benefits of green tea extract on various parameters in non-alcoholic fatty liver disease patients. *Pakistan journal of medical sciences*, 33(4), 931.
 24. Lee, R. J., Lee, V. S. Y., Tzen, J. T. C., and Lee M. R. 2010. Study of the release of gallic acid from (-) - epigallocatechin gallate in old oolong tea by mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 24: 851-858.
 25. Lin, Y. S., Tsai, Y. J., Tsay, J. S., & Lin, J. K. 2003. Factors affecting the levels of tea polyphenols and caffeine in tea leaves. *J. agricul. food chem.* 51(7): 1864-1873.
 26. Maki, K. C., Reeves, M. S., Farmer, M., Yasunaga, K., Matsuo, N., Katsuragi, Y., Komikado, M., Tokimitsu, I., Wilder, D., Jones, F., Blumberg, J. B., and Cartwright, Y. 2009. Green tea catechin consumption enhances exercise-induced abdominal fat loss in overweight and obese adults. *J. nutr.* 139(2): 264-270.
 27. Miyata, Y., Tanaka, T., Tamaya, K., Matsui, T., Tamaru, S., and Tanaka, K. 2011. Cholesterol-lowering effect of black tea polyphenols, theaflavins, theasinensin A and thearubigins, in rats fed high fat diet. *Food Sci. Tech. Res.* 17(6): 585-588.
 28. Mombaini, E., Jafarirad, S., Husain, D., Haghhighizadeh, M. H., & Padfar, P. 2017. The impact of green tea supplementation on anthropometric indices and inflammatory cytokines in women with polycystic ovary syndrome. *Phytotherapy Research*, 31(5), 747-754.
 29. Nabi, B. N., Sedighinejad, A., Haghghi, M., Farzi, F., Rimaz, S., Atrkarroushan, Z., & Biazar, G. 2018. The Anti-Obesity Effects of Green Tea: A Controlled, Randomized, Clinical Trial. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 20(1).
 30. Nagao, T., Komine, Y., Soga, S., Meguro, S., Hase, T., Tanaka, Y., and Tokimitsu, I. 2005. Ingestion of a tea rich in catechins leads to a reduction in body fat and malondialdehyde-modified LDL in men. *Am. J. clin. Nutr.* 81(1): 122-129.
 31. Nagao, T., Hase, T., and Tokimitsu, I. 2007. A green tea extract high in catechins reduces body fat and cardiovascular risks in humans. *Obesity*. 15 (6): 1473-1483.
 32. Ozawa, T., Kataoka, M., Morikawa, K., and Negishi, O. 1996. Elucidation of the partial structure of polymeric thearubigins from black tea by chemical degradation. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 60(12): 2023-2027.
 33. Parliament, T. H., Ho, C. T., and Schieberle, P. 2000. Caffeinated beverages. Washington: American Chemical Society pp. 316-326.





34. Pan, M. H., Liang, Y. C., Lin-Shiau, S. Y., Zhu, N. Q., Ho, C. T., and Lin, J. K. 2000. Induction of apoptosis by the oolong tea polyphenol theasinensin A through cytochrome c release and activation of caspase-9 and caspase-3 in human U937 cells. *J. agricul. food chem.* 48(12): 6337-6346.
35. Rothwell, J. A., Pérez-Jiménez, J., Neveu, V., Medina-Ramon, A., M'Hiri, N., Garcia-Lobato, P., Manach, C., Knox, K., Eisner, R., Wishart, D. and Scalbert, A. 2013 Phenol-Explorer 3.0: a major update of the Phenol-Explorer database to incorporate data on the effects of food processing on polyphenol content. *Database*, 10.1093/database/bat070.
36. Sahoo, M., Jena, L., Rath, S. N., & Kumar, S. (2016). Identification of suitable natural inhibitor against influenza A (H1N1) neuraminidase protein by molecular docking. *Genomics & informatics*, 14(3), 96.
37. Soeizi, E., Rafraf, M., Asghari-Jafarabadi, M., Ghaffari, A., Rezamand, A., & Doostan, F. 2016. Effects of Green Tea on Serum Iron Parameters and Antioxidant Status in Patients with β -Thalassemia Major. *Pharmaceutical Sciences*, 23(1), 27-36.
38. Tabatabaee, S. M., Alavian, S. M., Ghalichi, L., Miryounesi, S. M., Mousavizadeh, K., Jazayeri, S., & Vafa, M. R. 2017. Green tea in non-alcoholic fatty liver disease: a double blind randomized clinical trial. *Hepatitis Monthly*, 17(12), 6.
39. Tanaka, T., Mine, C., Watarumi, S., Fujioka, T., Mihashi, K., Zhang, Y. J. and Kouno, I. 2002. Accumulation of epigallocatechin quinone dimers during tea fermentation and formation of theasinensins. *J. Nat. Prod.* 65(11): 1582-1587.
40. Toolsee, N. A., Aruoma, O. I., Gunness, T. K., Kowlessur, S., Dambala, V., Murad, F., & Bahorun, T. 2013. Effectiveness of green tea in a randomized human cohort: relevance to diabetes and its complications. *BioMed Research International*, 2013.
41. Venkatakrisnan, K., Chiu, H. F., Cheng, J. C., Chang, Y. H., Lu, Y. Y., Han, Y. C., & Wang, C. K. (2018). Comparative studies on the hypolipidemic, antioxidant and hepatoprotective activities of catechin-enriched green and oolong tea in a double-blind clinical trial. *Food & function*, 9(2), 1205-1213.
42. Vieira Senger, A. E., Schwanke, C. H. A., Gomes, I., & Valle Gottlieb, M. G. 2012. Effect of green tea (*Camellia sinensis*) consumption on the components of metabolic syndrome in elderly. *The journal of nutrition, health & aging*, 16(9), 738-742.
43. Zu, M., Yang, F., Zhou, W., Liu, A., Du, G., & Zheng, L. (2012). In vitro anti-influenza virus and anti-inflammatory activities of theaflavin derivatives. *Antiviral research*, 94(3), 217-224.





表一、不同茶類 LC-MSMS 分析成分資料庫

Retention time (min)	CE (ev)	[M-H] ⁻ (m/z)	MS ² (m/z)	Identified compound name	G*	P	HM	DD	MT	OB	RO	SB	HB
3.581	20	409	97, 79	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	317	81, 97, 153, 165, 225	-	+		+	+	+		+	+	+
	20	311	179, 161, 125, 87	-			+	+	+	+	+	+	+
	20	347	179, 311	-	+		+	+		+			
	20	245	95, 227	-	+								+
	20	331	178, 161, 179	-		+							
4.014	20	191	85, 93, 127, 109	Quinic acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	23	533	191	Quinic acid + galloyl quinic acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	18	341	89, 71, 59, 119, 101	caffeoyl-glucose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4.17	20	191	85, 59, 73, 127	-		+							
	20	549	503, 179	-	+	+				+			
	20	503	179, 221, 89, 113	-	+					+			
4.417	20	473	173, 215, 151, 57, 89, 113, 131, 149, 441	-							+	+	+
	20	323	78.4, 97, 193, 111	-					+		+		+
4.6	20	115	115, 71, 79	-			+	+	+		+		
	20	133	71, 115	-			+	+	+		+		
	20	173	83.4, 73, 93, 111	-		+	+	+	+		+	+	+
5.08	20	305	111	-						+		+	
5.3	20	173	84, 127, 99, 58, 155, 74, 125, 82	Aconitic acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	481	301, 275	-						+	+		
5.678	20	173	-	-			+						
	20	245	-	-		+	+						
	20	355	-	-		+	+						
6.036	20	203	79, 97, 51, 57	-			+			+	+		
	20	111	67	-	+	+							
	20	191	111, 87, 85, 67	-	+	+							
	20	173	71, 97	-							+	+	+
	20	245	141, 181	-									+





續表一

Retention time (min)	CE (ev)	[M-H] ⁻ (m/z)	MS ² (m/z)	Identified compound name	G	P	HM	DD	MT	OB	RO	SB	HB
6.1	20	335	-	-								+	+
	20	290	128, 168, 96	-							+		+
6.2	20	405	-	-				+					
6.364	20	111	67	-			+	+	+	+	+	+	
	20	191	111	-			+	+	+	+	+	+	
	20	128	82	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	279	128	-				+					
6.454	21	609	471, 167, 305, 565, 243, 591, 453, 411	TSC	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	331	169, 123, 151, 211, 59, 89	-	+					+			
6.64	20	611	235, 349, 437, 505, 593	-	+	+							
7.028	20	243	197, 82, 98	-							+	+	
7.147	20	344	150, 133	-	+	+		+	+	+	+		+
	20	150	-	-							+		+
7.282	20	331	151, 169, 211, 271, 123, 59, 89	galloyl-glucose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	180	163, 72, 119	-	+	+				+		+	
7.7	20	241	97	-					+		+		
	20	383	89, 113, 59	-				+					
	20	130	-	-	+								
8.005	20	331	169, 125	-	+	+		+					+
	38	609	177	-	+						+		
	20	282	133, 150, 50, 33	-								+	
8.431	20	169	79, 125, 97	Gallic acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	18	125	79, 97, 53, 125	Pyrogallol	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	22	343	191, 101	Galloyl quinic acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	191	85, 111, 127, 191, 59, 71, 81, 109	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	23	687	343, 191	Galloyl quinic acid dimer	+	+	+		+	+	+	+	+





續表一

Retention time (min)	CE (ev)	[M-H] ⁻ (m/z)	MS ² (m/z)	Identified compound name	G	P	HM	DD	MT	OB	RO	SB	HB
8.662	20	411	97, 169, 241	-	+	+		+		+	+		
8.968	20	609	177.1, 423, 164.8, 125.3, 305, 441, 272.7	-		+		+		+			+
	20	343	169, 93	-									+
9.304	20	425	97, 241	-		+		+		+	+	+	+
9.4	25	761	127, 85, 59, 453, 591, 609, 465	TSB						+	+	+	+
	20	305	125, 167, 219, 137, 261	GC	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	25	611	305, 125	GC POPC	+	+	+	+	+	+			+
9.64	20	345	183, 168, 107	-		+	+	+	+	+			
10.162	20	593	204.5, 289, 261, 47, 125	GC+C conjugate	+	+	+	+	+	+			
	25	761	169, 676, 582	TSH	+	+	+	+	+	+			
10.49	20	759	427, 607, 741, 169, 589	Prodelphinidin A-2-3'-gallate						+	+	+	+
10.796	20	577	407, 125	C POPC	+	+	+	+		+			
	20	456	125, 137, 169	unknown						+	+		
	20	913	169, 743, 573, 591	TSA						+	+		
12.199	20	316	124, 187, 247, 95, 301, 313, 169	-			+		+	+	+	+	+
	20	633	301	-		+	+		+	+	+	+	+
12.228	20	349	-	-						+			
	20	577	245, 273, 125, 289, 407	-	+		+			+			
	20	357	93, 173	-						+	+		
	20	255	97, 169, 117, 147	-		+					+		
	20	467	305	-	+	+							
12.706	20	577	289, 407, 425, 451, 125	EC POPC	+	+		+	+			+	+
13.482	20	305	125, 165, 219	EGC	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	611	305, 179, 125	EGC POPC	+	+	+	+	+	+	+		+
14.094	20	203	116, 142	-								+	+





續表一

Retention time (min)	CE (ev)	[M-H] ⁻ (m/z)	MS ² (m/z)	Identified compound name	G	P	HM	DD	MT	OB	RO	SB	HB
14.234	16	289	109, 245, 227, 203, 125, 151, 179, 123, 165, 137, 109, 161, 221	C	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14.661	22	337	163, 119, 191	4-O-coumaroylquinic acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	163	93, 119, 89, 75	-	+	+	+	+	+		+	+	+
14.974	18	577	451, 407, 289, 125, 287, 299, 425, 161	C POPC	+	+	+	+	+	+	+		+
	20	511	431, 311, 97	-			+	+	+		+		+
15.317	20	911	578, 589, 759, 409, 741, 481, 169, 725, 893	-						+	+		+
	20	349	135, 187, 97, 169, 241, 197, 80	-						+	+		+
15.459	20	473	124.7、302.7、320.5、177、104.7	-						+		+	
15.72	20	729	388, 125, 451, 406.6	-	+								
	20	443	101, 178.7, 85, 219, 59, 236.8, 374.8, 89, 119, 87	-	+								
	20	191	84.8, 100.8	-	+	+		+					
	20	353	191	-	+			+					
15.922	23	457	169, 125, 305	EGCG	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	25	915	457, 305, 169	EGCG POPC	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16.22	20	349	80, 97, 169, 241	-									
16.392	30	457	169, 125	GCG	+	+	+	+	+	+	+		+
	20	169	125, 79, 107	-					+	+			
	20	581	239, 401, 269, 209, 299	-						+			
16.481	18	289	109, 125, 137, 151, 161, 203, 209, 221, 245, 178, 118	EC	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	30	457	169, 125	-		+					+		
	20	501	193, 287, 331, 349, 103, 305, 340	-						+	+	+	+





續表一

Retention time (min)	CE (ev)	[M-H] ⁺ (m/z)	MS ² (m/z)	Identified compound name	G	P	HM	DD	MT	OB	RO	SB	HB
16.653	20	471	183, 161, 125, 168, 305	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	943	471, 161, 125, 182	-	+	+		+					
16.899	20	173	93, 73, 111, 67, 59	-	+	+		+	+	+	+	+	+
	22	337	93, 119, 173, 191, 163	5-O-coumaroylquinic acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17.041	23	441	125, 169, 245, 289, 137	ECG	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	30	883	169, 289, 441	ECG POPC	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17.362	25	563	353, 473, 383, 443, 503	Apigenin 6-glucoside 8-arabinoside	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	511	97, 341, 431, 311	-				+	+		+		+
17.548	20	367	125, 259, 287, 152, 243	-				+	+		+	+	+
	20	389	151, 309, 201	-								+	+
	20	477	339, 293, 271, 145	-	+	+							
	20	455	289, 183, 125	-	+	+	+			+			
17.69	20	177	91, 89, 109, 65, 105, 149, 133	-						+	+		
	20	225	59, 134, 97	-						+	+		
17.735	22	479	316	Myricetin-O-galactoside	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	625	316	-						+			
18.1	25	771	301	Quercetin-3-O-glycosyl-rhamnosyl-glucoside	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	319	145, 163, 117	-				+	+				
	20	597.7	357, 387, 417, 477, 489	-						+			+
18.458	22	463	301	Quercetin-3-O-glucoside	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	25	609	301	Quercetin-3-O-rutinoside	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18.824	22	755	285	Kaempferol-3-O-galactosyl-rhamnosyl-glucoside	+	+	+	+	+	+	+	+	+





續表一

Retention time (min)	CE (ev)	[M-H] ⁻ (m/z)	MS ² (m/z)	Identified compound name	G	P	HM	DD	MT	OB	RO	SB	HB
	20	301	229	-									+
19.309	20	593	285, 327	Kaempferol-3-O-rutinoside	+	+	+		+	+	+	+	+
	22	447	284, 255	Kaempferol-3-O-glucoside	+	+	+		+	+	+	+	+
	20	515	447	-									
19.742	23	867	607, 559, 527, 697, 563	Theaflavin 3, 3'-digallate						+	+	+	+
	20	509	463, 331, 161	-									
19.891	22	715	527, 563, 577	Theaflavin-3-O-gallate						+	+	+	+
	22	539	301	Quercetin-glycosides	+	+	+	+				+	+
20.062	20	531	301, 145, 458, 447	-	+	+		+	+	+	+		
	22	715	527, 545, 563, 577, 401, 321, 425, 419, 169, 125	Theaflavin-3'-O-gallate							+	+	+
	20	563	353, 425, 125, 137, 197, 257, 545, 379, 241, 167	Theaflavin							+	+	+
20.331	20	450	145, 301	-				+	+		+		
20.421	20	137	-	-						+	+	+	
20.51	20	377	-	-						+			
20.801	20	523	285, 145, 431, 450	-	+		+	+	+		+		
	20	175	103, 119	-	+		+						
21.055	10	531	145, 301, 458, 163, 285, 127	Kaempferol glycoside	+		+	+				+	+
21.331	10	442	285, 145, 431, 163, 182, 118	-				+	+		+		
	20	885	285, 453, 431, 187, 739	-								+	
23.286	20	493	447, 131, 101, 315, 149, 89	-	+	+	+	+	+				
	20	447	101, 175, 119, 243	-	+	+	+	+					

*G: Green tea (碧螺春綠茶), P: Wen-Shan Paochung tea (文山包種茶), HM: High mountain Oolong tea (高山烏龍茶), TD: Tong-Ding Oolong tea (凍頂烏龍茶), MT: Mu-Cha Tieh Kuan Yin tea (木柵鐵觀音), OB: Oriental beauty tea (東方美人茶), RO: Red Oolong tea (紅烏龍茶), SB: small leaf type black tea (小葉種紅茶), HB: honey-scented flavor black tea (蜜香紅茶)

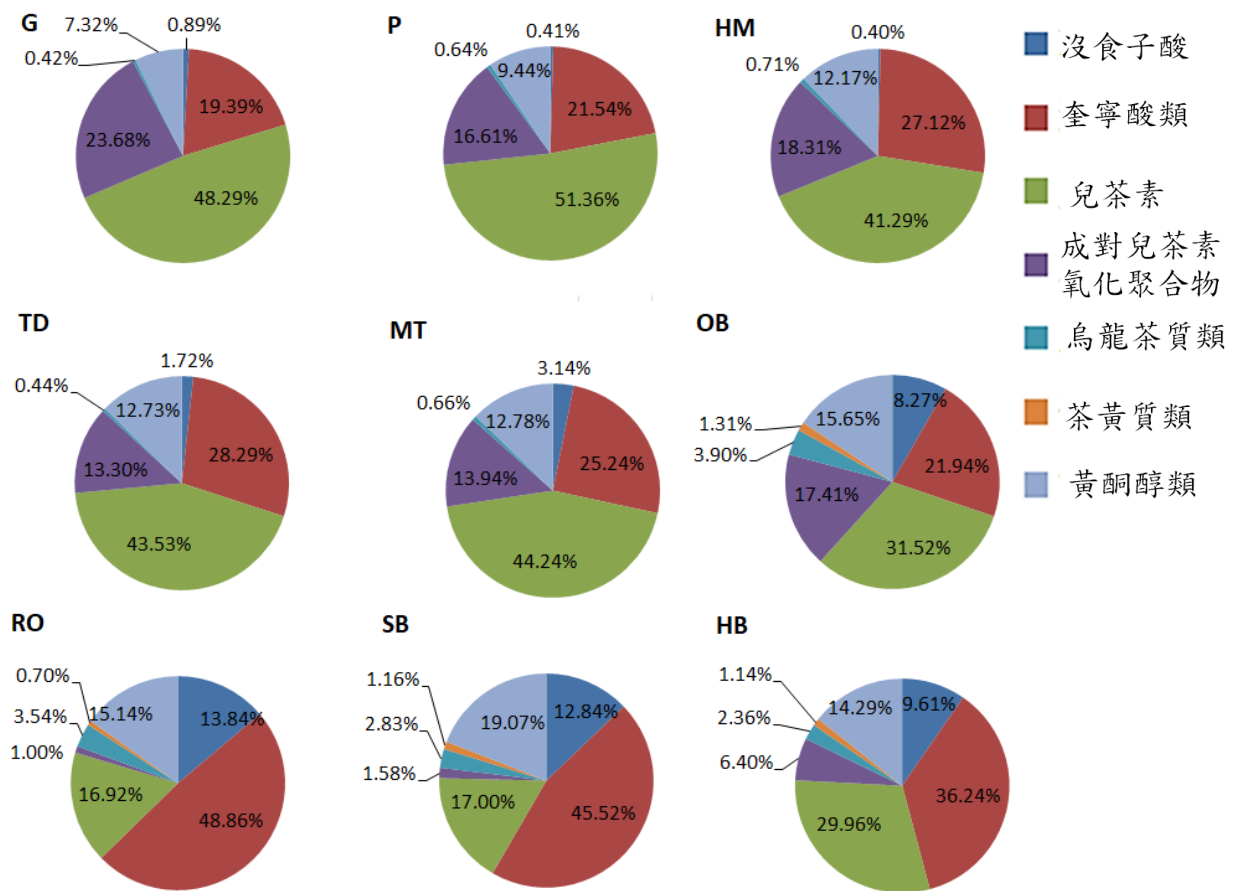




表二、不同茶類 HPLC 分析結果

Tea types	Total catechins (mg/g)	Total	Total	Gallic acid (mg/g)	Caffeine (mg/g)
		non-galloylated catechins (mg/g)	galloylated catechins (mg/g)		
綠茶	130.85 ± 10.15 a	46.09 ± 2.29 b	84.77 ± 10.88 a	1.07 ± 0.16 ef	33.02 ± 3.38 bc
文山包種茶	106.65 ± 9.40 b	63.68 ± 7.45 a	42.97 ± 2.26 c	0.21 ± 0.03 g	21.12 ± 1.75 f
高山烏龍茶	73.23 ± 6.37 c	40.17 ± 7.10 b	33.06 ± 2.83 d	0.82 ± 0.24 fg	20.24 ± 0.85 f
凍頂烏龍茶	112.62 ± 10.53 b	60.05 ± 11.58 a	52.57 ± 8.74 b	0.46 ± 0.24 fg	26.20 ± 2.14 e
木柵鐵觀音茶	66.51 ± 4.72 c	32.04 ± 3.73 c	34.48 ± 2.88 d	1.69 ± 1.02 e	18.62 ± 1.39 f
東方美人茶	35.44 ± 4.26 d	13.73 ± 1.45 d	21.72 ± 2.98 e	5.38 ± 0.26 a	37.64 ± 3.61 a
紅烏龍茶	6.67 ± 1.29 e	3.32 ± 0.54 e	3.35 ± 1.05 f	2.85 ± 0.52 d	26.78 ± 6.95 de
小葉種紅茶	12.62 ± 4.56 e	6.91 ± 2.29 de	5.71 ± 2.55 f	3.72 ± 0.93 c	35.63 ± 2.25 ab
蜜香紅茶	13.02 ± 3.66 e	6.23 ± 2.06 e	6.79 ± 2.53 f	4.68 ± 0.31 b	30.65 ± 2.12 cd

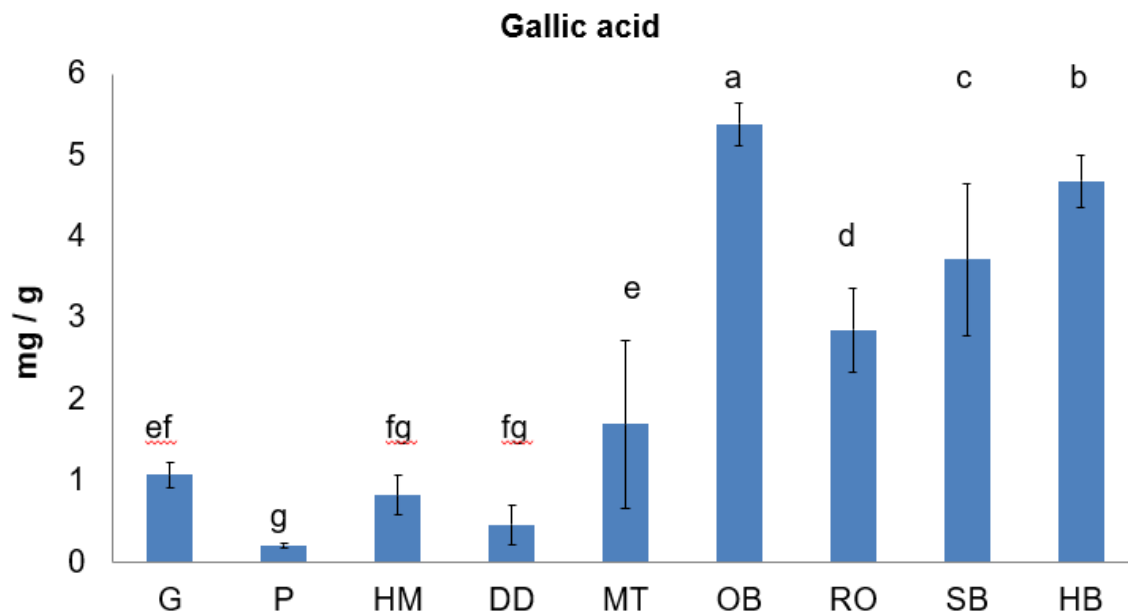




圖一、不同茶類主要化合物與機能性成分離子豐度相對百分比

*G: Green tea (碧螺春綠茶), P: Wen-Shan Paochung tea (文山包種茶), HM: High mountain Oolong tea (高山烏龍茶), TD: Tong-Ding Oolong tea (凍頂烏龍茶), MT: Mu-Cha Tieh Kuan Yin tea (木柵鐵觀音), OB: Oriental beauty tea (東方美人茶), RO: Red Oolong tea (紅烏龍茶), SB: small leaf type black tea (小葉種紅茶), HB: honey-scented flavor black tea (蜜香紅茶)

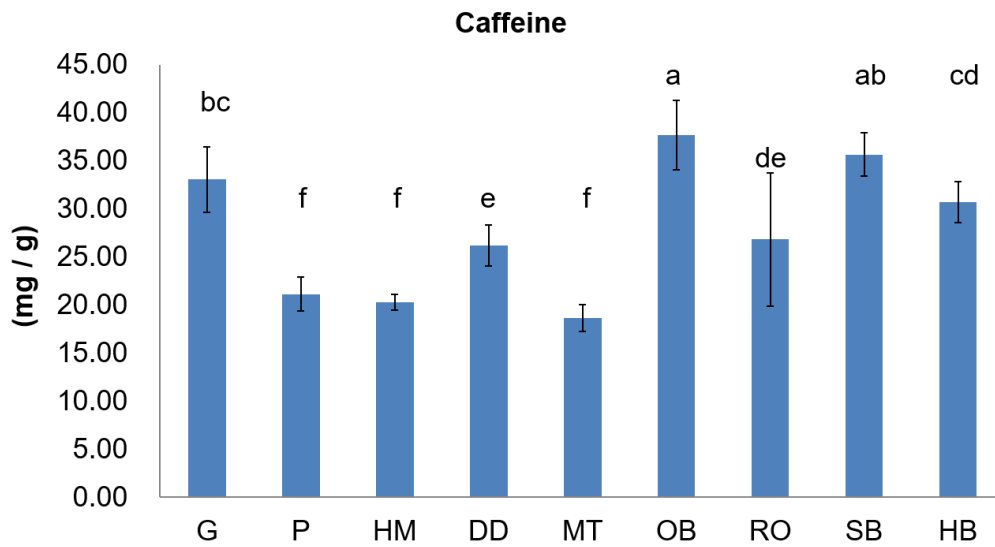




圖二、不同茶類沒食子酸含量比較圖

*G: Green tea (碧螺春綠茶), P: Wen-Shan Paochung tea (文山包種茶), HM: High mountain Oolong tea (高山烏龍茶), TD: Tong-Ding Oolong tea (凍頂烏龍茶), MT: Mu-Cha Tieh Kuan Yin tea (木柵鐵觀音), OB: Oriental beauty tea (東方美人茶), RO: Red Oolong tea (紅烏龍茶), SB: small leaf type black tea (小葉種紅茶), HB: honey-scented flavor black tea (蜜香紅茶)

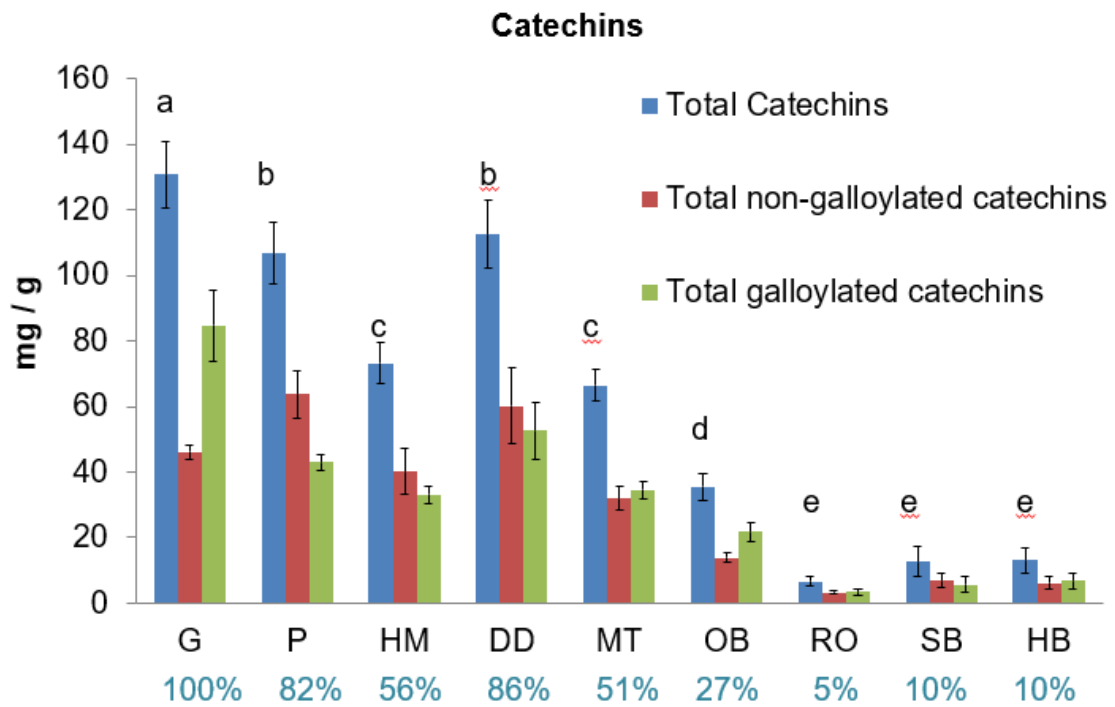




圖三、不同茶類咖啡因含量比較圖

*G: Green tea (碧螺春綠茶), P: Wen-Shan Paochung tea (文山包種茶), HM: High mountain Oolong tea (高山烏龍茶), TD: Tong-Ding Oolong tea (凍頂烏龍茶), MT: Mu-Cha Tieh Kuan Yin tea (木柵鐵觀音), OB: Oriental beauty tea (東方美人茶), RO: Red Oolong tea (紅烏龍茶), SB: small leaf type black tea (小葉種紅茶), HB: honey-scented flavor black tea (蜜香紅茶)

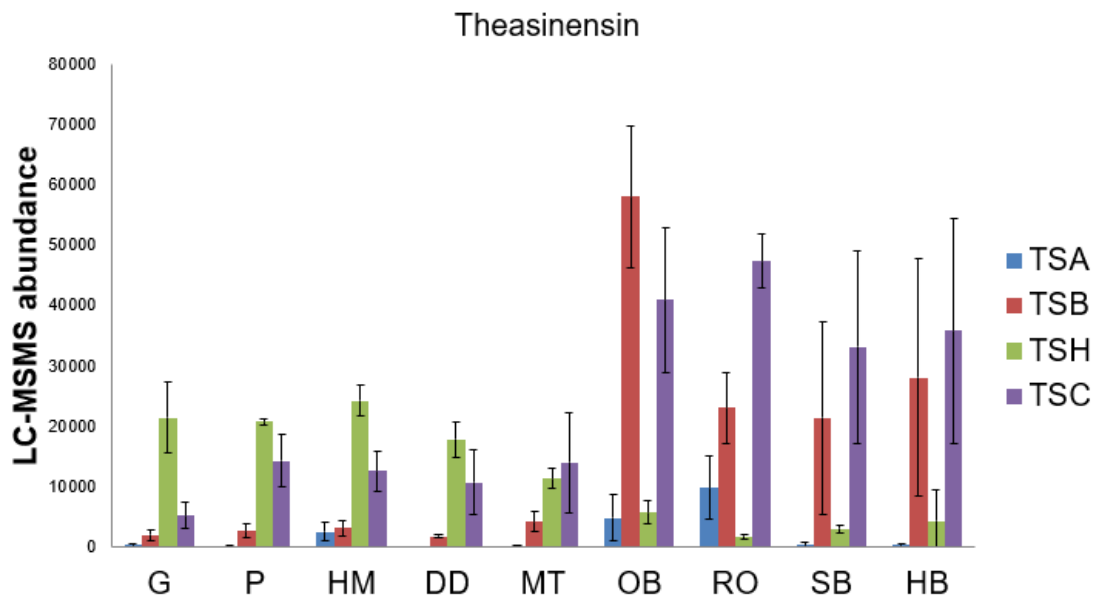




圖四、不同茶類兒茶素類含量比較圖

*G: Green tea (碧螺春綠茶), P: Wen-Shan Paochung tea (文山包種茶), HM: High mountain Oolong tea (高山烏龍茶), TD: Tong-Ding Oolong tea (凍頂烏龍茶), MT: Mu-Cha Tieh Kuan Yin tea (木柵鐵觀音), OB: Oriental beauty tea (東方美人茶), RO: Red Oolong tea (紅烏龍茶), SB: small leaf type black tea (小葉種紅茶), HB: honey-scented flavor black tea (蜜香紅茶)

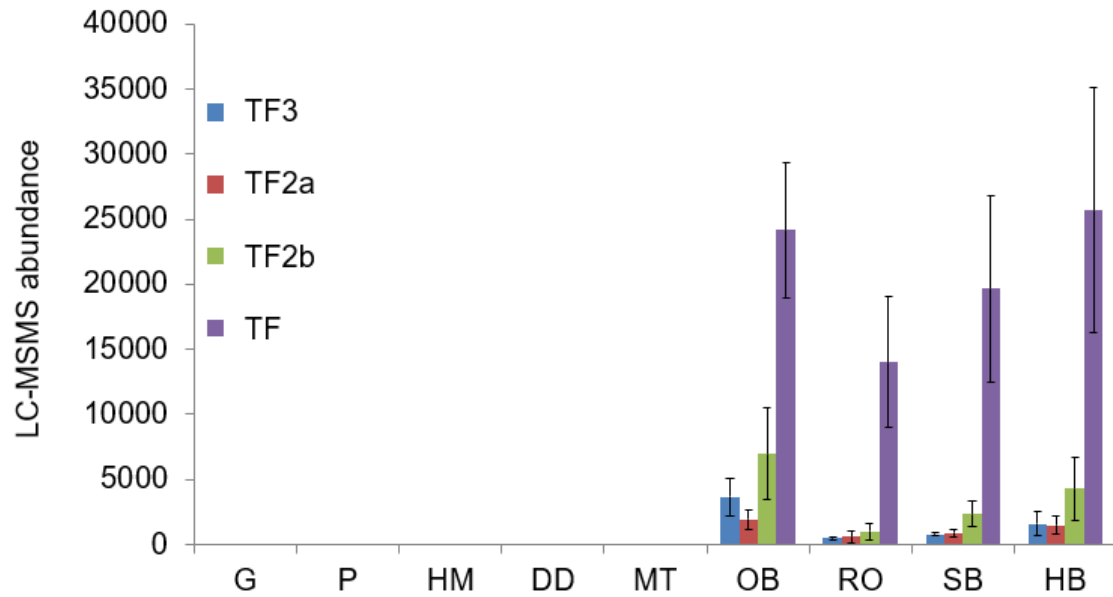




圖五、不同茶類烏龍茶質離子豐度比較圖

*G: Green tea (碧螺春綠茶), P: Wen-Shan Paochung tea (文山包種茶), HM: High mountain Oolong tea (高山烏龍茶), TD: Tong-Ding Oolong tea (凍頂烏龍茶), MT: Mu-Cha Tieh Kuan Yin tea (木柵鐵觀音), OB: Oriental beauty tea (東方美人茶), RO: Red Oolong tea (紅烏龍茶), SB: small leaf type black tea (小葉種紅茶), HB: honey-scented flavor black tea (蜜香紅茶)

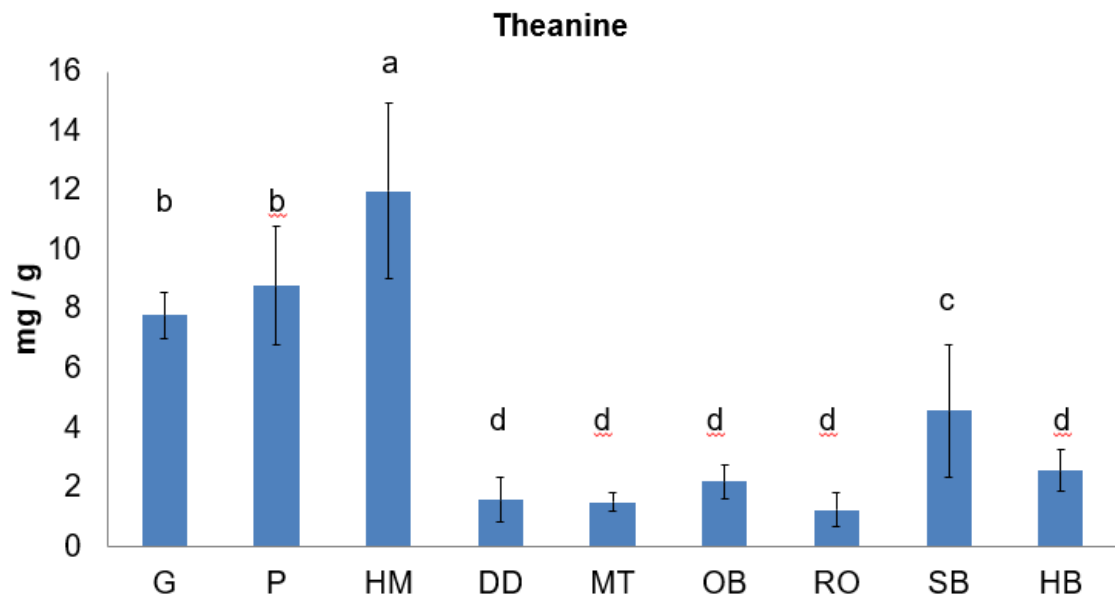




圖六、不同茶類茶黃質離子豐度比較圖

*G: Green tea (碧螺春綠茶), P: Wen-Shan Paochung tea (文山包種茶), HM: High mountain Oolong tea (高山烏龍茶), TD: Tong-Ding Oolong tea (凍頂烏龍茶), MT: Mu-Cha Tieh Kuan Yin tea (木柵鐵觀音), OB: Oriental beauty tea (東方美人茶), RO: Red Oolong tea (紅烏龍茶), SB: small leaf type black tea (小葉種紅茶), HB: honey-scented flavor black tea (蜜香紅茶)





圖七、不同茶類茶胺酸含量比較圖

*G: Green tea (碧螺春綠茶), P: Wen-Shan Paochung tea (文山包種茶), HM: High mountain Oolong tea (高山烏龍茶), TD: Tong-Ding Oolong tea (凍頂烏龍茶), MT: Mu-Cha Tieh Kuan Yin tea (木柵鐵觀音), OB: Oriental beauty tea (東方美人茶), RO: Red Oolong tea (紅烏龍茶), SB: small leaf type black tea (小葉種紅茶), HB: honey-scented flavor black tea (蜜香紅茶)

