

不同加工製程對桑葉茶品質及 γ -氨基丁酸含量之影響

邱喬嵩¹ 廖久薰² 郭芷君¹ 吳姿嫻² 施佳宏^{2,**} 楊美珠^{1,*}

摘要

桑葉富含多種營養物質、微量元素及機能性成分，尤其含有高量 γ -氨基丁酸 (γ -aminobutyric acid, GABA)。本研究將桑葉分別以直接乾燥及製作綠茶、烏龍茶、紅茶等模式進行加工，結果顯示，以鮮葉經 100°C 直接烘乾及紅茶製程處理之成品 GABA 含量最高，其次為綠茶製程，烏龍茶製程含量則最低；此外，以綠茶及烏龍茶製程加工的桑葉經由真空厭氧處理後，GABA 含量皆明顯高於未真空厭氧處理組。

關鍵字：桑葉、茶、 γ -氨基丁酸

前言

桑樹 (*Morus alba* L.) 是桑科 (Moraceae) 桑屬 (*Morus*) 多年生木本植物，在熱帶及亞熱帶地區為常綠植物，溫帶地區則屬於秋冬落葉型植物。桑樹栽培歷史逾千年，主要以桑葉作為家蠶 (*Bombyx mori* L.) 及反芻動物之食物。一般而言，家蠶因生長階段不同，稚齡與壯齡期間所需的營養需求不盡相同，稚蠶多取食高水分及少量粗蛋白與粗脂肪的上位葉；壯蠶則取食高含量粗蛋白及粗脂肪的中下位葉，作為吐絲及產卵繁殖的基礎 (王等, 2010)。

臺灣地處熱帶與亞熱帶區域，除冬季 1、2 月外，幾乎整年皆可收穫桑葉。桑樹品系特性多樣化，除了葉大且柔軟可供養蠶外，冬天不易落葉、分枝多、豐產還可作為園藝造景之利用。桑葉富含多種營養物質、微量元素及具機能性成分，是全方位利用型植物。中國藥典《神農本草經》稱桑葉為「神仙草」，具有補血、疏風、散熱、益肝通氣、降壓及利尿之功效。尤以桑葉含有高量 γ -氨基丁酸 (γ -aminobutyric acid, GABA)，是哺乳類動物中樞神經系統中的一種抑制性神經傳遞物質，具降血壓 (林等, 2001)、保持神經安定、改善大腦機能 and 增強記憶功能等有關係 (龔和周, 2016)。文獻指出，100g 乾桑葉平均含 GABA 226 mg (龔等, 2007)，不同品種間桑葉 GABA 含量差異達

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、助理研究員、副研究員兼課長。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會苗栗區農業改良場 助理研究員 (共同第一作者)、副研究員兼課長、研究員兼秘書。臺灣 苗栗縣。

* 通訊作者。

** 共同通訊作者。

1.21 倍；幼嫩葉高於老葉（馮等，2014）。經濟栽培之桑葉約占桑園 60% 以上產出，除飼養家蠶所消耗的桑葉外，開發作為機能性保健產品的原料，是目前極具潛力的研究素材。

佳葉龍茶也是一種富含 GABA 的茶葉種類，而佳葉龍茶中的 GABA 主要是麩胺酸 (Glutamic acid) 轉變而來。茶葉中的麩胺酸因麩胺酸脫羧酶 (Glutamic acid decarboxylase, GAD) 作用，轉變成 GABA (Tsushida & Murai, 1987)；麩胺酸脫羧酶為一種 Pyridoxal-5'-phosphate (PLP) 依賴型酵素，廣泛存在動植物中。未與 PLP 結合時的 GAD 稱為 apoGAD，當 apoGAD 與 PLP 結合後可形成 holoGAD (Chen *et al.*, 1998)。相關研究指出，GAD 於溫度 30-40°C、pH 值約 4.0-6.0 時具最適活性。累積的 GABA 如果在有氧條件下，很快就會再經由 GABA 轉胺酶 (GABA-Aminotransferase, GABA-T) 作用，轉變成琥珀酸半醛 (Succinic acid semialdehyde, SSA)，最終進入檸檬酸循環 (TCA cycle) 生化反應。然而在厭氧條件下，GABA 轉胺酶沒有活性，於是造成 GABA 大量累積，因此，厭氧處理是製造佳葉龍茶之必要條件 (蔡，2004)。由於傳統佳葉龍茶製程係將茶葉採收後，在厭氧環境下加工，茶葉較易具悶酸臭味，雖然富含 GABA，但消費者接受度不高。為解決此問題，茶業改良場以傳統烏龍茶加工製程搭配厭氧發酵處理，已可明顯改善風味品質，並保留高含量 GABA，並將此類茶命名為 GABA 烏龍茶。

苗栗區農業改良場之桑樹種原圃共計收集 178 個葉桑品系，包括 3 個推廣品種 (台桑 1 號~3 號)，是國內唯一負責家蠶與桑樹種原維護及研發的公部門。根據苗改場調查，目前坊間販售的桑葉茶，採收後大都未經相關製茶流程，即直接進行高溫乾燥加工而成，商品具菁味且 GABA 含量不穩定。因此，本研究由苗改場與茶改場共同合作，導入茶葉加工技術，進行桑葉製茶試驗，期能開發風味佳且提高 GABA 含量的桑葉茶加工製程。

材料與方法

一、試驗材料：

於 107 年 3 月採摘苗改場於嘉義縣新港鄉之試驗田，品系代號 203 桑樹之一心 2 葉及一心 5 葉之桑葉進行試驗。

二、試驗處理：

將桑葉以不同的茶葉加工製程處理後，進行感官品評及化學成分分析，每處理 3 重複，各處理如下：

(一) 直接乾燥 (CK)：鮮葉以 100°C 烘乾。

(二) 綠茶製程 (G)：鮮葉-炒菁-揉捻-乾燥。

(三) 萎凋綠茶製程 (WG)：鮮葉-室內萎凋-炒菁-揉捻-乾燥。

(四) 烏龍茶製程 (O)：鮮葉-日光萎凋-室內萎凋及攪拌-炒菁-揉捻-乾燥。

(五) 紅茶製程 (B)：鮮葉-室內萎凋-揉捻-補足發酵-乾燥。

(六) GABA 綠茶製程 (GA-G)：鮮葉-真空厭氧-炒菁-揉捻-乾燥。

(七) GABA 萎凋綠茶製程 (GA-WG)：鮮葉-室內萎凋-真空厭氧-炒菁-揉捻-乾燥。

(八) GABA 烏龍茶製程 (GA-O)：鮮葉-日光萎凋-室內萎凋及攪拌-真空厭氧-炒菁-揉捻-乾燥。

三、品質分析：

(一)、感官品評：秤取 3 克茶樣，以 150 毫升沸水沖泡，浸泡 5 分鐘後瀝出茶湯。由 4 位評審共同品評，評分項目以茶湯水色、香氣與滋味為主，各以 0-10 分表示，分數越高表示風味接受度愈高，並記錄其風味特質。

(二)、化學成分分析：

1. 樣品處理：桑葉磨粉過篩，取 0.5 克粉末，加入 90°C 去離子水 45ml，以 90°C 水浴萃取 20 分鐘，抽氣過濾後將濾液定量至 50ml，取萃取液供分析。
2. 水分含量測定：取約 3 克樣品置於鋁盒中精秤重量至小數第三位，於 105 °C 烘箱乾燥至恆重後秤重，每個處理 3 重複。
3. γ -胺基丁酸含量分析 (Henderson *et al.*, 2000)：將濾液以 o-phthalaldehyde (OPA) 及 9-fluorenylmethyl chloroformate (FMOC) 進行衍生化後，以 Aglient 1100 螢光檢測器進行胺基酸含量分析，分離條件如下：

Column：The Zorbax Eclipse-AAA column 150-mm length columns 5 μ m

Mobil phase：Eluent A: 0.1% NaH₂PO₄; Eluent B: 100% methanol : acetonitrile : water = 45:45:10

Flow rate: 2 mL/min

Detector wave length: 338 nm

Injection volume: 10 μ l

結果與討論

試驗材料 (品系代號203) 桑樹，有不具休眠性及生長勢強等優點，尤其在臺灣北部地區栽種，冬季依舊可採收綠葉。本試驗採摘一心2葉及一心5葉之幼嫩葉 (圖一) 作為試驗材料，以不同茶葉製造方式進行加工，分析不同加工方式對不同採摘程度桑葉茶中， γ -胺基丁酸 (GABA) 含量及品質的影響。

(一) 不同加工製程對桑葉茶GABA含量比較 (表一)

1. 不同的茶葉加工製程比較：以一心2葉桑葉原料，分別以100°C直接烘乾、綠茶、萎凋綠茶、烏龍茶、紅茶的製程進行加工，製作成不同的桑葉茶成品。結果顯示，直接烘乾或經由紅茶製程方式之樣品，GABA含量遠高於綠茶、萎凋綠茶及烏龍茶製程處理組；進行萎凋處理的綠茶，其GABA含量低於無萎凋的綠茶處理；而烏龍茶製程處理組的GABA含量最低。一般而言，茶葉的紅茶製程中，補足發酵過程需要氧氣參與，促使GABA轉胺酶作用，因此，GABA紅茶含量會較綠茶、烏龍茶低，然而以桑葉原料試驗結果顯示，紅茶製程之GABA含量卻最高，綠茶次之，是否有其他的反應機制，有待進一步研究討論。
2. 桑葉厭氧處理之影響：相關文獻研究指出，茶葉中的GABA主要是麩胺酸 (Glutamate) 經酵素轉化而來，在厭氧環境下GABA可以累積於茶葉中，因此，製造GABA含量高的茶類，會進行厭氧過程；此外，厭氧-有氧交替處理技術也能提高茶葉中GABA的含量 (澤井等, 1999), 賀等 (2017) 利用此技術對桑葉進行處理，以提升GABA含量。本試驗以一心2葉之桑葉為原料，進行綠茶、萎凋綠茶及烏龍茶等製程並搭配真空厭氧處理，結果顯示，採取任何一種製程，經真空厭氧處理之成品，其GABA含量皆高於無真空厭氧處理組，顯示以真空厭氧處理可提升桑葉茶GABA含量 (圖二)。
3. 不同採摘標準比較：以一心2葉為原料的處理組，無論採取何種製程，其GABA含量皆高於一心5葉處理組 (圖二)。

(二) 不同加工製程對桑葉茶風味之影響

1. 不同的茶葉加工製程比較：感官品評分析結果，一心2葉桑葉直接以100°C烘乾，茶湯稍具

火味，微帶糖香，然香氣滋味較差。桑葉以傳統綠茶製程，外觀呈淺墨綠色條索狀，香氣略帶綠豆氣味但略顯悶雜，其中又以一心 2 葉具有輕微之桑葉風味口感。桑葉經萎凋綠茶的製程，茶乾外觀呈黃綠色條索狀，茶湯無直接烘乾的火味，可提升茶湯滋味，桑葉特有風味更加明顯。桑葉經烏龍茶製程，外觀呈淺墨綠色條索狀，茶湯香氣滋味略佳，茶湯略帶微甜的滋味，且均能保持桑葉原味之風味口感。一心 2 葉桑葉若以紅茶製程加工，外觀呈深褐墨綠色條索狀，惟茶湯香氣滋味甚差，且具明顯酸澀雜味，風味口感較無法被接受。

2. 桑葉厭氧處理之影響：桑葉先進行真空厭氧處理後，再進行綠茶加工步驟，成品外觀呈淺墨綠色條索狀，茶湯香氣滋味提高，稍具甜味但略帶輕微酸味。桑葉以 GABA 萎凋綠茶製程處理，樣品外觀呈淺墨綠色條索狀，茶湯香氣滋味呈甘甜、微酸味之鮮活桑葉風味口感，且稍具人蔘茶滋味。桑葉以 GABA 烏龍茶製程處理，茶乾外觀呈淺墨綠色條索狀，茶湯香氣滋味甘甜度均適宜 (表二、表三)。
3. 不同採摘標準比較：在相同的製程下，一心 5 葉桑葉加工的成品，與一心 2 葉成品具有相同的表現趨勢 (表三)，無論何種製程，一心 2 葉處理組茶湯水色皆較一心 5 葉處理組暗沉 (圖三、圖四)。

結 論

桑葉原料以 100°C 直接烘乾或經由紅茶製程之加工成品，其 GABA 含量最高，但在風味上以紅茶製程卻不如綠茶或烏龍茶製程之各處理組，因此，本研究建議，桑葉宜採摘較幼嫩的上位葉片，並以直接烘乾或紅茶製程方式，或桑葉經綠茶及烏龍茶製程同時進行厭氧處理，均可明顯提升桑葉中 GABA 含量；惟經感官品評結果，顯示桑葉茶在風味上仍需進一步改良。

參考文獻

1. 王在貴、方玉明、劉朝良、戶桂玲、張萌萌. 2010. 家蠶 5 齡幼蟲對桑葉常規營養成分消化率的研究. 飼料博覽技術版 8: 6-7。
2. 林智、大森正司. 2001. 氨基丁酸茶 (Gabaron Tea) 降血壓機理的研究. 茶葉科學 21(2): 153-156。
3. 馮勝利、尚歡、張以和. 2014. 桑葉中 γ -胺基丁酸含量及富集方法的研究進展. 湖南農藥科學 24: 7-12。
4. 賀晶、張曉偉、孫軍燕、鄒德海、王德濤、孫芹芹、徐維華. 2017. 桑葉源 γ -胺基丁酸定量分析及富集技術初探. 江西科學 35: 856-858。
5. 蔡永生. 2004. 佳葉龍茶之製造. 佳葉龍茶 (GABA TEA) 專輯. 興大農業 第 49 期。
6. 冀憲領、蓋英萍、陳恒文、王彥文、段組安、牟志美. 2007. 桑葉中 γ -胺基丁酸含量的測定及其影響因素的研究. 蠶業科學 33: 176-180。
7. 龔鏢、周防震. 2016. 厭氧處理對桑葉 GABA 含量的影響. 安徽農業科學 44: 71-72。
8. 澤井祐典、許斐健一、小高保喜、吉富均、山口優一、深山大介和竹內敦子. 1999. 嫌氣-好氣交互處理による茶葉 γ -アミノ酪酸の増加. 日本科學工學會誌 46: 462-466。
9. Chen, C. H., Wu, S. J. and Martin, D. L. 1998. Structural Characteristics of Brain Glutamate Decarboxylase in Relation to Its Interaction and Activation. *Archives of biochemistry and*

- biophysics*. 349: 175-182.
10. Henderson, J. W., Ricker, R. D., Bidlingmeyer, B. A. and Woodward, C. 2000. Amino Acid Analysis Using Zorbax Eclipse-AAA Columns and the Agilent 1100 HPLC. Agilent Technologies. Retrieved April 25, 2018, from <https://www.agilent.com/cs/library/chromatograms/59801193.pdf>
 11. Tsushida, T. and Murai, T. 1987. Conversion of Glutamic Acid to γ -Aminobutyric Acid in Tea Leaves under Anaerobic Conditions. *Agricultural and Biological Chemistry*. 51(11): 2865-2871.

Effects of Different Processing Methods on the Quality and γ -Aminobutyric Acid Content in Mulberry Leaf Tea

Chiao-Sung Chiou¹ Chiu-Hsun Liao² Chih-Chun Kuo¹ Tzu-Hsien Wu²
Chia-Hung Shi^{2,**} Meei-Ju Yang^{1,*}

Summary

Mulberry leaves are rich in many nutrients, trace elements and functional ingredients, especially rich in γ -aminobutyric acid (GABA). In this study, mulberry leaves by the various processing treatments of direct drying, green tea, Oolong tea and black tea. The results showed that the contents of GABA were higher when drying mulberry leaves directly by 100 °C and the processing of black tea. The second one is the green tea processing, and the lowest is the Oolong tea processing. In addition, the contents of GABA are higher by the processing of green tea and Oolong tea with vacuum and anaerobic treatments.

Key words: Mulberry leaves, Tea, γ -Aminobutyric acid (GABA)

1. Assistant Researcher, Assistant Researcher, Associate Agronomist & Chief of Tea Processing Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

2. Assistant Researcher (joint first author), Associate Agronomist, Senior Agronomist & Secretary of Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Miaoli, Taiwan, ROC.

* Corresponding Author.

** Co-corresponding Author.

表一、不同加工處理之一心 2 葉桑葉茶 GABA 含量

Table 1 The GABA content of mulberry leaf tea with one bud two leaves made by different processing treatments

Treatment	GABA (mg/100g)
100°C 乾燥 (CK)	302.90 ^a
綠茶 (G)	184.88 ^b
萎凋綠茶 (WG)	167.90 ^{bc}
烏龍茶 (O)	154.06 ^c
紅茶 (B)	310.19 ^a

備註：以 CoStat 軟體，最小顯著差異 (LSD) 法進行統計分析，英文字母相同者表示未達顯著性差異。

表二、不同加工方式處理之一心 2 葉桑葉茶感官品評分析

Table 2 Sensory evaluation of mulberry leaf tea with one bud two leaves made by different processing treatments

處理 (Treatment)	水色 (分*)	香氣 (分*)	滋味 (分*)	風味描述
100°C 乾燥 (CK)	5.67 ^a	6.00 ^a	6.50 ^a	糖香、火味
綠茶 (G)	6.33 ^a	6.67 ^a	6.50 ^a	桑葉味、悶雜
萎凋綠茶 (WG)	6.00 ^a	6.00 ^a	7.00 ^a	桑葉味重、滋味強
烏龍茶 (O)	5.00 ^a	7.33 ^a	6.50 ^a	微甜、微桑葉味
紅茶 (B)	4.00 ^a	3.33 ^b	4.00 ^a	微煙味、微酸
GABA 綠茶 (GA-G)	6.00 ^a	6.33 ^a	7.00 ^a	滋味微甜、微酸
GABA 萎凋綠茶 (GA-WG)	6.50 ^a	7.33 ^a	7.00 ^a	滋味甜
GABA 烏龍茶 (GA-O)	6.00 ^a	7.00 ^a	6.50 ^a	滋味甜

備註：*數字表示 4 位評審人員評分之平均值，分數由 0 到 10 分，分數越高表示滿意度越高。以 CoStat 軟體，最小顯著差異 (LSD) 法進行統計分析，英文字母相同者表示未達顯著性差異。

表三、不同加工處理之一心 5 葉桑葉茶 GABA 含量

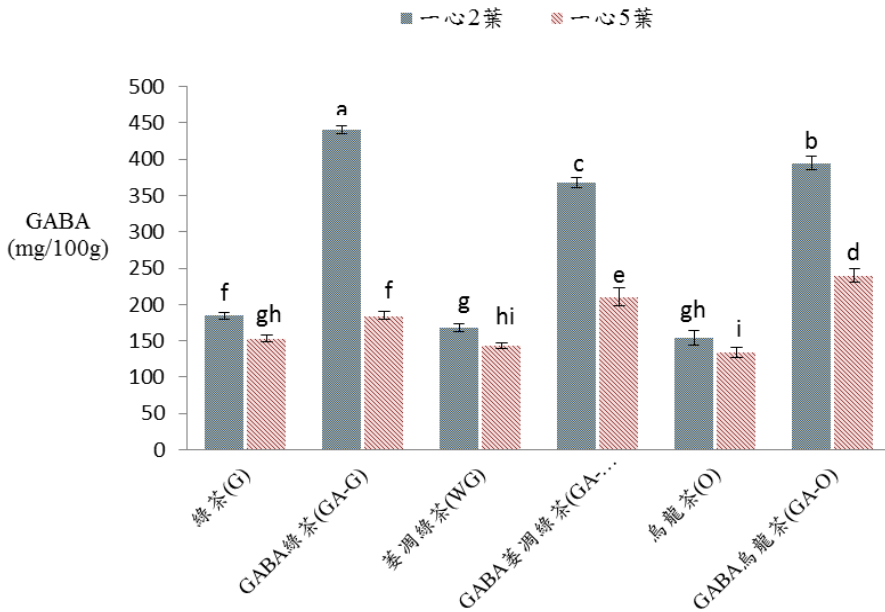
Table 3 The GABA content of mulberry leaf tea with one bud five leaves by different processing treatments

處理 (Treatment)	水色 (分*)	香氣 (分*)	滋味 (分*)	風味描述
100°C 乾燥 (CK)	6.00 ^b	5.33 ^b	6.00 ^a	滋味微淡
綠茶 (G)	7.00 ^{ab}	6.00 ^{ab}	5.00 ^a	悶雜、淡薄
萎凋綠茶 (WG)	8.00 ^a	7.67 ^a	6.00 ^a	桑葉味
烏龍茶 (O)	6.67 ^{ab}	6.67 ^{ab}	6.50 ^a	滋味淡甜
紅茶 (B)	3.50 ^c	4.66 ^b	4.50 ^a	滋味微酸
GABA 綠茶 (GA-G)	7.33 ^{ab}	6.67 ^{ab}	6.50 ^a	具特殊酸香
GABA 萎凋綠茶 (GA-WG)	8.50 ^a	6.67 ^{ab}	6.00 ^a	滋味微甜
GABA 烏龍茶 (GA-O)	7.00 ^{ab}	5.67 ^{ab}	5.50 ^a	滋味微酸甜

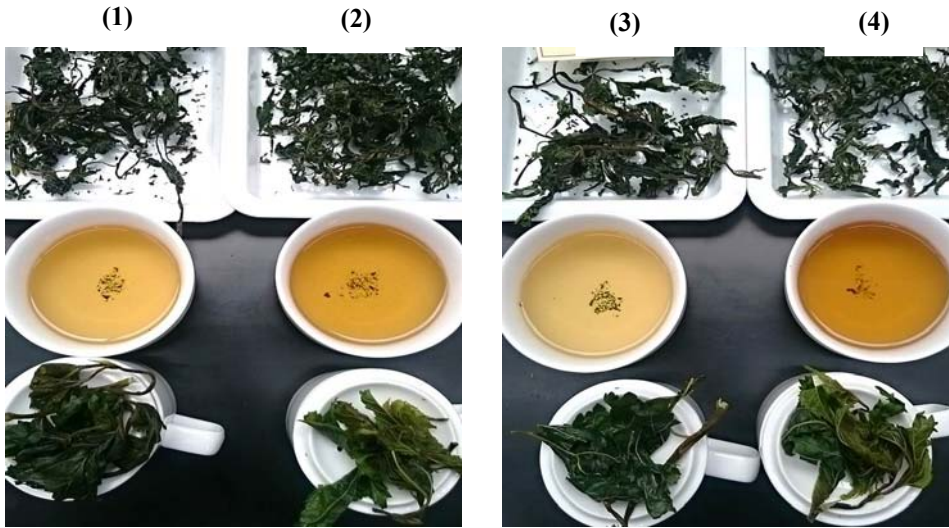
備註：*數字表示 4 位評審人員評分之平均值，分數由 0 到 10 分，分數越高表示滿意度越高。以 CoStat 軟體，最小顯著差異 (LSD) 法進行統計分析，英文字母相同者表示未達顯著性差異。



圖一、不同採摘標準桑葉原料，左為一心二葉，右為一心五葉
 Fig. 1. Different plucking standards of mulberry leaves. Left are one bud two leaves. Right are one bud five leaves.



圖二、厭氧處理及不同採摘標準對桑葉茶 GABA 含量之影響 (不同英文字母表示具有顯著性差異)
 Fig. 2. Effects of anaerobic treatment and different plucking standards on GABA content of mulberry leaf tea. (Means with different letters are significantly different by LSD test at $p \leq 0.05$)



圖三、桑葉綠茶製程茶湯水色，左圖為無萎凋處理，右圖為室內萎凋處理。

杯 (1) & (3) 為一心 5 葉，杯 (2) & (4) 為一心 2 葉

Fig. 3. Liquor color of mulberry leaf teas by green tea processing. There is no withering treatment (left), and there is indoor withering treatment (right). The samples are one bud five leaves in cup (1) & (3), and the samples are one bud two leaves in cup (2) & (4).



圖四、桑葉烏龍茶製程 (左圖) 及紅茶製程 (右圖) 之茶湯水色。

杯 (5) & (7) 為一心 5 葉，杯 (6) & (8) 為一心 2 葉

Fig. 4. Liquor color of mulberry leaf teas by Oolong tea processing (left) and black tea processing (right). The samples are one bud five leaves in cup (5) & (7), and the samples are one bud two leaves in cup (6) & (8).