

刘冠卉, 丁 娟, 王 玉, 等. 萎凋工艺对桑叶红茶  $\gamma$ -氨基丁酸含量与感官品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(4): 168–170.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.040

# 萎凋工艺对桑叶红茶 $\gamma$ -氨基丁酸 含量与感官品质的影响

刘冠卉<sup>1,2</sup>, 丁 娟<sup>2</sup>, 王 玉<sup>2</sup>, 王 涛<sup>2</sup>, 汤彩云<sup>2</sup>, 蒋 宁<sup>3</sup>

(1. 江苏科技大学粮食学院, 江苏镇江 212003; 2. 江苏科技大学生物技术学院, 江苏镇江 212018;

3. 江苏省农业科学院蔬菜研究所, 江苏南京 210014)

**摘要:**基于传统红茶加工工艺制备桑叶红茶, 分析不同萎凋工艺对桑叶红茶  $\gamma$ -氨基丁酸(GABA)含量与感官品质的影响。结果表明, 萎凋过程中结合浸泡和做青工艺, 能增加桑叶红茶的 GABA 含量。同时, 做青能明显改善桑叶红茶的香气、汤色等感官品质。日光萎凋、冷冻萎凋也能增加桑叶红茶的 GABA 含量。冷冻萎凋结合浸泡与做组的 GABA 含量是自然萎凋产品的 3.30 倍。自然萎凋结合浸泡与做青组的 GABA 含量是自然萎凋产品的 1.87 倍, 且感官评分最高。

**关键词:**桑叶红茶; 萎凋;  $\gamma$ -氨基丁酸; 感官品质

**中图分类号:** TS207.3; TS272.5<sup>+</sup>2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-1302(2019)04-0168-03

桑叶为桑科桑属植物的叶, 具有疏风清热、清肝明目的功效。现代研究表明, 桑叶中的  $\gamma$ -氨基丁酸(GABA)是一种抑制性神经递质, 由 *L*-谷氨酸脱羧酶(GDA)催化谷氨酸脱羧而合成<sup>[1]</sup>。它具有调节血压、抑制癌细胞增殖、预防阿尔茨海默病、治疗失眠等多种重要的生理功能<sup>[2]</sup>。桑叶还富含多糖、生物碱、黄酮等多种活性物质, 具有降血糖、清除自由基、延缓衰老、抗菌消炎和抗癌等多种生理药理作用<sup>[3]</sup>。因此, 桑叶茶的研制已成为桑叶开发的研究热点<sup>[4-5]</sup>。

萎凋是桑叶红茶生产的一个重要步骤, 能改进桑茶的香气与滋味。萎凋工艺可分为自然萎凋、冷冻萎凋、日光萎凋等<sup>[6-7]</sup>。不同的萎凋方式不仅对桑叶红茶的感官品质有重要影响<sup>[8-9]</sup>, 而且会对 GABA 产生不同的富集效果。本研究以桑鲜叶为原料, 制作桑叶红茶, 通过感官评审与理化指标分析, 研究不同萎凋工艺对桑叶红茶品质的影响, 旨在提高 GABA 含量, 为优质桑叶茶的加工提供理论依据, 促进桑资源的综合利用。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

供试桑叶为果桑第 2 叶位的叶片, 2018 年 5 月采自国家桑种质资源库镇江桑树圃。 $\gamma$ -氨基丁酸( $\geq 99\%$ )、芸香苷( $\geq 98\%$ )、乙酸钠、冰醋酸、碳酸氢钠、磷酸二氢钾、无水乙醇、四硼酸钠、重蒸酚、次氯酸钠(活性氯 $\geq 7.5\%$ )、没食子

酸、福林酚、碳酸钠、磷酸氢钠、磷酸氢二钠、脯氨酸、邻苯二酚、偏磷酸、浓硫酸、葡萄糖、亚硝酸钠、硝酸铝、氢氧化钠、谷氨酸、茚三酮, 均购自中国医药集团有限公司。

### 1.2 仪器与设备

DHG-9140A 型电热恒温鼓风干燥箱(上海三发科学仪器有限公司); DFT-150 手提式粉碎机(温岭市林大机械有限公司); HH6S21-6-S 电热恒温水浴锅(上海精其仪器有限公司); SpectraMaxi3 酶标仪[美谷分子仪器(上海)有限公司]。

### 1.3 方法

**1.3.1 桑叶茶制备方法** 采摘桑叶, 过清水漂洗; 其中部分桑叶根据试验安排于清水中浸泡 6 h, 沥水自然晾干。然后分别进行室内自然萎凋、室外日光萎凋、冷冻萎凋(先于  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  冰箱中放置 2 h, 然后取出进行室内自然萎凋); 其中部分桑叶根据试验安排增添了做青工艺。做青: 室内进行, 分 2 次, 第 1 次 5 min, 第 2 次 8 min。

萎凋后的桑叶切成  $2\sim 3\text{ cm}$  的方块, 人工揉捻。随即于温度为  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度为  $90\%$  环境下堆放发酵 5 h。干燥: 于  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下烘 30 min 后再于  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下烘干。

**1.3.2 感官评审方法** 采用四分法取样, 准确称取桑叶茶 3.0 g, 于 150 mL 沸水中冲泡 5 min 后, 参照 GB/T 13738.2—2017《红茶 第 2 部分: 工夫红茶》与 NY/T 2140—2015《绿色食品 代用茶》进行感官评审。总分 100 分, 其中外形、香气、滋味、汤色各占 25%。

**1.3.3 化学指标检测方法** 桑叶茶粉碎过 80 目筛。参照 Huang 等的提取方法<sup>[10]</sup>, 取适量桑茶粉末用沸水按照料液比为  $1\text{ g}:40\text{ mL}$  浸泡, 充分混匀后在  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下水浴 1 h, 每隔 20 min 摇晃 1 次。取出后过滤得桑茶提取液。GABA 含量测定: 取系列浓度的 GABA 标品溶液 1.0 mL, 加入  $0.1\text{ mol/L}$  四硼酸钠缓冲液 1 mL, 6% 的重蒸酚 1.2 mL, 7% 的次氯酸钠 0.6 mL 混匀, 沸水浴 10 min 后立刻冰浴 5 min, 置室温下待其

收稿日期: 2018-10-31

基金项目: 江苏省镇江市重点研发计划(编号: NY2016019); 江苏省研究生科研创新计划(编号: KYCX18\_2349); 江苏科技大学大学生创新项目(编号: 2018\_254)。

作者简介: 刘冠卉(1976—), 男, 天津人, 硕士, 副教授, 研究方向为食品化学与功能因子。E-mail: liuguanh@163.com。

通信作者: 蒋 宁, 硕士, 副研究员, 研究方向为农产品加工。E-mail: 24297919@qq.com。

出现蓝绿色时再加入 60% 的乙醇 2 mL,于 640 nm 处比色<sup>[11]</sup>。标准曲线为  $y = 1.018\ 3x - 0.030\ 6$ ,决定系数  $r^2 = 0.996\ 5$ 。可溶性糖含量测定用蒽酮比色法<sup>[12]</sup>,标准曲线为  $y = 0.006\ 1x + 0.008\ 5$ ,决定系数  $r^2 = 0.992\ 6$ 。黄酮含量测定用芸香苷比色法<sup>[13]</sup>,标准曲线为  $y = 6.825\ 7x + 0.005\ 2$ ,决定系数  $r^2 = 0.995\ 9$ 。多酚含量测定用福林酚比色法<sup>[14]</sup>,标准曲线为  $y = 1.096\ 3x - 0.013$ ,决定系数  $r^2 = 0.992\ 3$ 。游离氨基酸含量测定参照 GB/T 8314—2013《茶 游离氨基酸总量的测定》的茚三酮比色法,标准曲线为  $y = 0.113\ 7x - 0.001\ 3$ ,决定系数  $r^2 = 0.993\ 4$ 。水浸出物含量测定参照 GB/T 8305—

2013《茶 水浸出物测定》。  
1.3.4 数据统计 数据用均值 ± 标准差表示。利用 SPSS 22.0 软件分析显著性差异。

2 结果与分析

2.1 萎凋程度对桑红茶品质的影响  
合适的萎凋可将桑鲜叶的水分部分散发,同时可以改善桑叶的原有不适气味。在室内自然环境下,每隔 1 h 测 1 次叶片的含水量,并观察叶片的状态变化,以确定萎凋的适宜程度。结果见表 1。

表 1 萎凋程度对桑叶红茶品质的影响

含水量 (%)	叶片状态	成茶品质
71	叶形皱缩,叶茎曲折,青草气较浓	碎片多,颜色绿,青草气味较浓
68	叶形皱缩,叶茎曲折,叶色深绿,青草气未消	碎片较多,颜色偏绿,有青草气
64	叶形皱缩,松手可缓慢疏松,叶色深绿,尚有青草气	可成型、碎片不多,颜色偏绿,稍有青草气
61	叶形皱缩,松手可缓慢疏松,叶色明绿,有清香散发出来	成型较好、碎片不多,颜色黄亮,有清香
58	叶形干枯皱缩,叶茎焦枯,叶色泛黄,有发酵气味	碎片多,颜色黄褐,缺少清香

萎凋是红茶加工的首道工艺,通过将鲜叶中的水分逐步散发,使叶质变柔软便于揉捻,叶内酶活性提高,以利于后序的发酵,从而为成品滋味物质、芳香物质、呈色物质的形成奠定基础<sup>[15-17]</sup>。周天山等试验得出,萎凋对陕南工夫红茶的影响比揉捻和发酵大,茶鲜叶萎凋至含水量为 62% 时感光品质最好<sup>[18]</sup>。由表 1 可知,萎凋对桑叶红茶的品质同样重要,当桑叶含水量降至 61% 时,桑叶原有的青草气逐渐消失,取而代之的是类似花果的清香;在此萎凋程度时,桑叶红茶的品质最好。因此,后续试验的萎凋终点均为含水量 61%。

2.2 不同萎凋方式对桑红茶理化指标的影响  
以自然萎凋的桑叶为对照,采用表 2 中的萎凋方式处理桑叶,然后按红茶生产工艺加工成桑叶红茶,检测 GABA 含量及其他化学指标。由表 2 可知,不同处理桑叶茶的 GABA 含量均有所上升,相较于对照组差异极显著 ( $P < 0.01$ )。植物内的 GDA 活性受低温、光照、厌氧、水分胁迫、机械损伤等外界环境的影响,在逆境条件下被激活<sup>[19]</sup>,进而增加 GABA 的含量。

表 2 不同萎凋方式对桑叶红茶化学指标的影响

萎凋方式	化学指标含量 (%)					
	GABA	黄酮	多酚	水浸出物	可溶性糖	游离氨基酸
自然萎凋	0.047 ± 0.003dD	1.3 ± 0.09dD	1.79 ± 0.10cC	19.5 ± 0.7	2.94 ± 0.07	3.59 ± 0.10
自然萎凋 + 做青	0.053 ± 0.002cC	1.5 ± 0.08cCD	1.93 ± 0.11bcBC	20.6 ± 0.9	3.15 ± 0.15	2.75 ± 0.15
自然萎凋 + 浸泡	0.092 ± 0.003bB	2.0 ± 0.10bB	2.29 ± 0.10aA	18.3 ± 0.5	2.56 ± 0.10	2.99 ± 0.11
自然萎凋 + 浸泡 + 做青	0.088 ± 0.004bB	2.4 ± 0.12aA	2.25 ± 0.09aA	18.1 ± 0.6	2.21 ± 0.08	2.61 ± 0.09
日光萎凋 + 浸泡	0.089 ± 0.003bB	2.1 ± 0.09bB	2.14 ± 0.07abAB	21.8 ± 0.3	2.15 ± 0.10	3.16 ± 0.09
日光萎凋 + 浸泡 + 做青	0.091 ± 0.002bB	1.7 ± 0.11cC	2.10 ± 0.08abAB	17.9 ± 0.8	1.95 ± 0.09	3.01 ± 0.13
冷冻萎凋 + 浸泡	0.152 ± 0.002aA	2.0 ± 0.15bB	2.06 ± 0.12abAB	21.7 ± 0.5	2.45 ± 0.13	3.92 ± 0.12
冷冻萎凋 + 浸泡 + 做青	0.155 ± 0.003aA	1.6 ± 0.10cCD	2.12 ± 0.08abAB	20.9 ± 0.4	2.91 ± 0.11	3.48 ± 0.11

注:采用 SNK 多重比较,同列不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著,同列不同大写字母表示在 0.01 水平上差异显著。  
做青是生产乌龙茶的关键工序,可增加茶叶的花果香气。做青时,叶片间的摩擦振动,造成桑叶的轻微机械损伤,可激活 GDA。马圣洲等认为,做青的振荡作用促进了桑叶内部水分、物质的运输和重新分布,有利于酶促反应的进行,从而提高了桑叶中 GABA 的含量<sup>[20]</sup>。水浸可营造厌氧环境、促进酶活,从而是富集 GABA 的有效方式<sup>[21]</sup>。由表 2 可知,采用做青或浸泡的方式均可增加 GABA 含量,自然萎凋 + 浸泡组的 GABA 含量极显著高于自然萎凋 + 做青组 ( $P < 0.01$ ),但二者均未达到 GABA 茶的行业公认标准 (0.15%)。  
随着鲜叶的萎凋,叶片水分含量逐渐减少,叶片细胞膜的渗透性发生改变,植物内源酶活性增强,生成功能性代谢产物、滋味物质和呈色物质等。日光萎凋依靠紫外线加速细胞膜的变性,同时较高的温度能加速水分蒸发,强化内源酶活  
性。滑金杰等证实,日光萎凋增加了水解酶活性,使茶叶中的氨基酸含量增高,同时多酚、黄酮含量也比自然萎凋高<sup>[22]</sup>。氨基酸含量的增高,提供了更多的 GABA 底物。日光萎凋 + 浸泡、日光萎凋 + 浸泡 + 做青组 GABA 含量高于自然萎凋组 ( $P < 0.01$ )。零下低温也能使叶片的细胞膜透性增加,酶与底物大量接触,加速酶促反应。冷冻萎凋 + 浸泡、冷冻萎凋 + 浸泡 + 做青组 GABA 含量高于自然萎凋组 ( $P < 0.01$ )。另从表 2 可知,全部日光萎凋组、冷冻萎凋组的黄酮、多酚含量均显著或极显著高于自然萎凋组,这与滑金杰等的研究结果<sup>[22]</sup>相似。  
2.3 不同萎凋方式对桑叶红茶感官品质的影响  
对 8 组桑叶红茶进行感官评价,结果见表 3。从外形、香气、滋味、汤色等方面综合评价不同加工方式的桑叶红茶。从

表 3 萎凋方式对桑叶红茶感官品质的影响

萎凋方式	感官描述	感官评分 (分)
自然萎凋	叶片偏绿,香气自然,汤色黄亮,滋味略平淡	73.00
自然萎凋+做青	叶片色泽较深,有花果香气,汤色黄褐,滋味较醇	79.00
自然萎凋+浸泡	叶片色泽较深,香气自然、略有青草气,汤色泛黄,滋味较醇	76.25
自然萎凋+浸泡+做青	叶片呈深褐色,清香自然、香气足,汤色黄褐,滋味醇	80.50
日光萎凋+浸泡	叶片偏绿,碎叶较多,有青草气,汤色淡,滋味较平淡	65.00
日光萎凋+浸泡+做青	叶片偏绿,碎叶较多,有少许青草气,汤色微黄,滋味平淡	68.50
冷冻萎凋+浸泡	叶片色泽较深,碎叶多,香气自然但不足,汤色较深,滋味较醇	71.00
冷冻萎凋+浸泡+做青	叶片色泽较深、碎叶多,香气自然但不足,汤色较深,滋味较醇	72.50

萎凋方式来看,感官质量优劣依次为自然萎凋组、冷冻萎凋组、日光萎凋组。经过做青的茶样,品质优于未做青茶样。桑叶特有的青臭气是制约桑叶茶开发的重要因素。试验中引入乌龙茶的做青工艺,通过机械力损伤叶缘细胞,使叶片内部发生一系列的理化变化,可促进香气前体物质的形成及青臭气的散失,这与马圣洲等的研究结果<sup>[20]</sup>一致。

3 讨论与结论

桑叶红茶是新鲜桑叶经萎凋、揉捻、发酵、干燥等工序加工制成的桑叶茶,能有效改善桑叶绿茶固有的青涩味。萎凋是加工过程的第 1 步,萎凋方式直接影响成品品质。试验表明,当新鲜桑叶萎凋至水分含量为 61% 时进行后续加工,桑叶红茶的品质好。

为提高桑叶红茶的 GABA 含量,设计了不同的萎凋组合方式。结果表明,浸泡和做青均能增加 GABA 含量。冷冻萎凋与做青、浸泡工艺结合,制成的桑叶红茶中 GABA 含量最高,达到 0.15% 的业内标准,但碎叶多、香气不足。自然萎凋与浸泡、做青工艺结合,制成的桑叶红茶感官品质最好,GABA 也显著增加,但未能达到 0.15%。这意味着,还需要采用如添加谷氨酸、循环交替厌氧、高 GAD 酶活力菌种发酵等其他工艺配合,才能加工出感官品质高的富 GABA 桑叶红茶。

参考文献:

[1] Ding G Y, Hou Y Y, Peng J M, et al. On - line near - infrared spectroscopy optimizing and monitoring biotransformation process of  $\gamma$  - aminobutyric acid[J]. Journal of Pharmaceutical Analysis, 2016, 6(3): 171 - 178.

[2] Ding J, Hou G G, Nemzer B V, et al. Effects of controlled germination on selected physicochemical and functional properties of whole - wheat flour and enhanced  $\gamma$  - aminobutyric acid accumulation by ultrasonication[J]. Food Chemistry, 2018, 243: 214 - 221.

[3] 李 玲, 丁晓雯, 赵 威, 等. 粉碎细度对桑叶粉功能成分溶出的影响[J]. 食品与机械, 2018, 34(5): 188 - 192.

[4] 石 凉. 桑叶茶成分分析及其保健作用探究[J]. 福建茶叶, 2018, 40(9): 39.

[5] 范作卿, 王 娜, 朱 琳, 等. 加工工艺条件对桑叶茶中 1 - 脱氧野尻霉素含量的影响[J]. 蚕业科学, 2016, 42(6): 1062 - 1067.

[6] 陈国宝, 李伟荣, 吴全聪, 等. 萎凋技术对工夫红茶品质影响研究进展[J]. 中国茶叶, 2013, 35(12): 12 - 14.

[7] 赖兆祥, 苗爱清, 庞 式, 等. 不同萎凋工艺加工英红九号红茶品

质研究[J]. 江西农业学报, 2011, 23(10): 131 - 132.

[8] Ye Y L, Yan J N, Cui J L, et al. Dynamic changes in amino acids, catechins, caffeine and gallic acid in green tea during withering[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2018, 66(3): 98 - 108.

[9] 乔小燕, 操君喜, 吴华玲, 等. 不同萎凋方式和碰青工艺对红茶挥发性成分的影响[J]. 热带作物学报, 2017, 38(8): 1572 - 1577.

[10] Huang C Y, Kuo W W, Wang H F, et al. GABA tea ameliorates cerebral cortex apoptosis and autophagy in streptozotocin - induced diabetic rats[J]. Journal of Functional Foods, 2014, 6(1): 534 - 544.

[11] Sharma S, Saxena D C, Riar C S. Changes in the GABA and polyphenols contents of foxtail millet on germination and their relationship with in vitro antioxidant activity[J]. Food Chemistry, 2018, 245(11): 863 - 870.

[12] 金永淑, 郑金贵, 杨江帆, 等. 不同产地铁观音生化品质的差异分析[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(12): 325 - 327.

[13] 李 玲, 丁晓雯, 赵 威, 等. 粉碎细度对桑叶粉功能成分溶出的影响[J]. 食品与机械, 2018, 34(5): 188 - 192.

[14] Calín - Sánchez Á, Martínez - Nicolás J J, Munera - Picazo S, et al. Bioactive compounds and sensory quality of black and white mulberries grown in Spain[J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2013, 68(4): 370 - 377.

[15] 滑金杰, 袁海波, 江用文, 等. 萎凋过程鲜叶理化特性变化及其调控技术研究进展[J]. 茶叶科学, 2013(5): 465 - 472.

[16] 赵 飞, 马圣洲, 吴琴燕, 等. 色差法监测红茶发酵适度技术[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(10): 157 - 160.

[17] 吴琴燕, 陈 露, 张文文, 等.  $\gamma$  - 氨基丁酸红茶品质成分分析[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(22): 202 - 204.

[18] 周天山, 米晓玲, 余有本, 等. 陕南春季工夫红茶加工工艺优化[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(5): 154 - 164.

[19] Liao W C, Wang C Y, Shyu Y T, et al. Influence of preprocessing methods and fermentation of adzuki beans on  $\gamma$  - aminobutyric acid (GABA) accumulation by lactic acid bacteria[J]. Journal of Functional Foods, 2013, 5(3): 1108 - 1115.

[20] 马圣洲, 赵 飞, 吴琴燕, 等.  $\gamma$  - 氨基丁酸桑叶红茶开发研究[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(6): 393 - 395.

[21] Thuwapanichayanan R, Yoosabai U, Jaisut D, et al. Enhancement of  $\gamma$  - aminobutyric acid in germinated paddy by soaking in combination with anaerobic and fluidized bed heat treatment[J]. Food & Bioproducts Processing, 2015, 95(7): 55 - 62.

[22] 滑金杰, 袁海波, 王伟伟, 等. 萎凋温度对鲜叶主要生化成分和酶活动态变化规律的影响[J]. 茶叶科学, 2015, 35(1): 73 - 81.