

## 不同杀青处理对条形“宜宾早茶”品质的影响

刘跃云<sup>1,2</sup>, 黄立<sup>3</sup>, 赵先明<sup>1\*</sup>

(1. 宜宾学院, 四川宜宾 644000; 2. 宜宾市茶产业研究院, 四川宜宾 644000; 3. 屏山县茗珠茶业有限责任公司, 四川屏山 645650)

**摘要** [目的]探究不同杀青温度处理对条形“宜宾早茶”品质的影响,为条形“宜宾早茶”加工提供理论依据。[方法]选择1芽2叶福选9号为原料,比较3种不同的杀青温度(190、220、250℃)对茶样感官品质以及水浸出物、茶多酚、游离氨基酸、咖啡碱、儿茶素组分、氨基酸组分、香气组成等理化成分的影响。[结果]3种处理茶样的感官评分为89.38~91.96分;3种处理茶样茶多酚和游离氨基酸含量在21.10%~21.97%、3.46%~3.98%,190℃处理茶样茶多酚最高,220℃处理茶样游离氨基酸含量最高(3.98%),且其酚氨比值最低(5.37);3种处理茶样儿茶素总量在18.00%~21.34%,190℃处理茶样的儿茶素总量最高,其次为250℃处理茶样,最低为220℃处理茶样,儿茶素单体、简单儿茶素、酯型儿茶素含量变化一致;3种处理茶样含量较高的游离氨基酸为茶氨酸,其次为天冬氨酸、谷氨酰胺和谷氨酸。3种处理茶样得到香气物质41种,其中氧化芳樟醇等醇类12种,苯乙醛等醛类9种,罗勒烯等烯炔类7种,酮类4种。[结论]220℃杀青,其水浸出物为47.95%,茶多酚为21.37%,游离氨基酸为3.98%,咖啡碱为3.65%,茶氨酸为20.53 mg/g,其感官审评总分最高(91.96分),儿茶素品质指数最高(344.14),呈味氨基酸最多(32.29 mg/g),酯类香气物质占比最多。220℃杀青有利于条形“宜宾早茶”品质形成。

**关键词** 条形“宜宾早茶”;杀青温度;品质差异

中图分类号 TS 272 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)07-0176-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.07.041

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Effect of Different Fixing Treatments on the Quality of Long-shape Yibin Early Tea**LIU Yue-yun<sup>1,2</sup>, HUANG Li<sup>3</sup>, ZHAO Xian-ming<sup>1</sup> (1. Yibin University, Yibin, Sichuan 644000; 2. Yibin Research Institute of Tea Industry, Yibin, Sichuan 644000; 3. Pingshan County Mingzhu Tea Industry Co., Ltd., Yibin, Sichuan 645650)

**Abstract** [Objective] To explore the effect of different fixing temperature on the quality of Long-shape Yibin Early Tea, and to provide reference for the processing. [Method] 1 bud and 2 leaves Fuxuan No. 9 was selected as raw materials, the effects of three different fixing temperatures (190, 220, 250 °C) on the sensory quality of tea samples and the physical and chemical components such as water extract, tea polyphenols, free amino acids, caffeine, catechin components, amino acid components and aroma composition were compared. [Result] The sensory scores of the three treatments were 89.38–91.96 points; the contents of tea polyphenols and free amino acids were 21.10%–21.97%, 3.46%–3.98%. The contents of tea polyphenols in the treatment at 190 °C was the highest, and the free amino acids in the treatment at 220 °C was the highest, and the phenol-ammonia ratio was the lowest (5.37). The total amount of catechins were 18.00%–21.34%. The total amount of catechins in the treatment at 190 °C was the highest, followed by the treatment at 250 °C, and the lowest was the treatment at 220 °C. Catechin monomer, simple catechins and ester catechins were consistent. The higher content of the three treatments was theanine, followed by aspartic acid, glutamine and glutamic acid in flavored amino acids. There were 41 kinds of aroma substances, including 12 kinds of alcohols such as linalool oxide, 9 kinds of aldehydes such as phenylacetaldehyde, 7 kinds of olefins such as basilene, and 4 kinds of ketones. [Conclusion] The water extract was 47.95%, tea polyphenols 21.37%, free amino acids 3.98%, caffeine 3.65%, and theanine 20.53 mg/g after being fixed at 220 °C; that had the highest total sensory evaluation score (91.96 points), the highest catechin quality index (344.14), the most flavored amino acids (32.29 mg/g), and the most ester aroma substances. Fixing at 220 °C was conducive to the quality formation of Long-shape Yibin Early Tea.

**Key words** Long-shape Yibin Early Tea; Fixing temperature; Quality difference

2020年我国茶叶生产总量298.6万t,其中绿茶166.24万t,占55.67%。宜宾名优绿茶主要有芽型、卷曲形、条形,其中条形“宜宾早茶”产量最大。宜宾八县二区均产茶,各地茶叶加工水平参差不齐,特别在条形“宜宾早茶”关键工序的控制上了解不够深入,导致在条形“宜宾早茶”加工品质调控上难有较大技术进步。目前,关于“宜宾早茶”的研究多,涉及品牌营销、茶树新品种引种推广、绿色发展提质增效技术推广、茶叶加工现状综述等,未发现对“宜宾早茶”加工技术的研究型文献<sup>[1-4]</sup>。

杀青是绿茶制作中重要的一步工序,杀青的目的是短时间内利用高温破坏鲜叶中多酚氧化酶的活性,制止多酚类酶

促氧化、挥发低沸点香气、加快水分散失、促进内含物质的分解转化,使鲜叶散发部分青气,改变其内含成分的部分性质,以形成绿茶应有的色、香、味,且通过蒸发部分水分增加叶质的韧性,便于揉捻造型。茶叶杀青对绿茶品质的形成起着至关重要的作用<sup>[5-6]</sup>。温度是茶叶杀青的一个重要影响因素,杀青后茶叶叶温上升到40~45℃时,酶的活性变得最高,当杀青温度继续上升时,酶的活性会逐步降低,到温度升高到85℃以上时,酶的活性基本消失<sup>[7]</sup>。从酶的角度来看,杀青温度越高,酶的活性破坏得越彻底,但是温度过高不仅会增加能耗,造成不必要的经济负担,还会破坏茶叶的叶绿素,导致焦边焦叶<sup>[8]</sup>。为探究不同的杀青温度对条形“宜宾早茶”品质的影响,笔者选择1芽2叶福选9号为原料,比较不同杀青温度对茶样感官品质及理化成分的影响,优选适宜的杀青处理,以提高其品质特征。

**1 材料与方法**

**1.1 试验材料** 试验于2019年3月在屏山县茗珠茶业有限责任公司(四川屏山县锦屏镇团田村)进行,试验原料为福选

**基金项目** 现代农业产业技术体系专项(CARS-19);四川省科技厅农业农村领域重点研发项目企业创新能力培育项目(2019YFN0037)。

**作者简介** 刘跃云(1985—),女,四川威远人,副研究员,硕士,从事茶叶加工与质量控制研究。\*通信作者,教授,硕士,硕士生导师,从事茶学教育、科研和社会服务工作。

**收稿日期** 2021-07-09;修回日期 2021-08-02

9号1芽2叶。

**1.2 试验设备** TA600A 红外线测温枪、VM-Q5 卤素水分测定仪、摊放槽、6CST-80 型滚筒杀青机、6CTH-80 滚筒式回潮机、6CR-45 型揉捻机、6CCL-12/80 理条机、6CDH-16 旋转式烘焙提香机。

**1.3 试验设计** 工艺流程为摊放—杀青—回潮—揉捻—理条—初烘—足干。具体工艺参数如表 1 所示。结合已有研究<sup>[9-10]</sup>和当地加工实际,进叶端锅温分别设置为 250、220、190 ℃。杀青叶色泽转暗,叶质变软,梗折不断,清香显露,茶叶含水量 55% 左右为杀青适度。取各处理干样送检。试验设 3 次重复。

表 1 条形“宜宾早茶”加工工艺参数

Table 1 Process parameters of long-shape Yibin early tea

序号 No.	工序 Process	参数 Parameter
1	摊放	厚度 3~5 cm, 时间 12 h, 每 2 h 翻一次
2	杀青	滚筒杀青, 投叶速度 1.5 kg/min
3	回潮	2 h, 到茶叶回软
4	揉捻	45 r/min, 轻—重—轻加压, 共 45 min
5	理条	温度 150~170 ℃, 理条 6 min
6	初烘	温度 120~130 ℃, 10 min
7	足干	温度 80 ℃, 30 min

表 2 不同杀青处理对条形“宜宾早茶”感官品质的影响

Table 2 Effect of different fixing treatments on the sensory quality of long-shape Yibin early tea

杀青温度 Fixing temperature/℃	外形 (25%) Shape		汤色 (10%) Soup color		香气 (25%) Aroma		滋味 (30%) Taste		叶底 (10%) Leaf bottom		总分 Total score
	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	评语 Comment	得分 Score	
250	黄绿、尚紧、较直	89.33±0.17 aA	黄绿、亮	89.83±0.44 bB	栗香	90.50±0.50 bB	醇厚	90.50±0.29 bB	黄绿、较亮	91.17±0.17 aA	90.21±0.08 bB
220	黄绿、尚紧、较直	89.50±0.29 aA	黄绿、明亮	92.33±0.33 aA	栗香明显	93.67±0.33 aA	醇厚回甘	92.67±0.33 aA	黄绿、较亮	91.33±0.33 aA	91.96±0.23 aA
190	黄绿、尚紧、较直	89.17±0.17 aA	黄绿、较亮	87.50±0.29 cC	清香	88.17±0.29 cC	醇厚	91.17±0.17 bB	黄绿	89.50±0.29 bB	89.38±0.22 cB

注: 同列不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 不同大写字母表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ( $P < 0.05$ ), different uppercase letters indicate extremely significant differences ( $P < 0.01$ )

**2.2 杀青温度对条形“宜宾早茶”主要化学成分的影响** 从表 3 可以看出,各处理茶样水浸出物和咖啡碱含量 190 ℃ 杀青处理较高,分别为 49.36%、4.03%, 250 ℃ 杀青处理其次,分别为 49.13%、3.75%, 220 ℃ 杀青处理最低,分别为 47.95%、3.65%, 190 ℃ 处理与 220 ℃ 处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。各处理茶样茶多酚含量差异极显著 ( $P < 0.01$ ), 190 ℃ 杀青处理最高,为 21.97%, 220 ℃ 杀青处理居中,为 21.37%, 250 ℃ 杀青处理最低,为 21.10%, 可能是较高的杀

## 1.4 检验方法

**1.4.1 茶叶感官审评。**根据 GB/T 23776—2018 进行密码感官审评,持有中级评茶师证 5 人独立评审,计平均值。

**1.4.2 化学成分检测。**水浸出物测定采用 GB/T 8305—2013;咖啡碱测定采用 GB/T 8312—2013;茶多酚测定采用 GB/T 8313—2008;氨基酸总量测定采用 GB/T 8314—2013;氨基酸组分测定采用 GB/T 30987—2014;香气组成测定参考文献[11]。

**1.5 数据分析** 采用 Excel 和 DPS v7.05 进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 杀青温度对条形“宜宾早茶”感官品质的影响** 从表 2 可以看出,220 ℃ 杀青后茶样感官得分最高(91.96 分),其次是 250 ℃ 杀青茶样,190 ℃ 杀青茶样感官品质最差。220 ℃ 杀青茶样各单项评分均较高,特别是香气和汤色,极显著高于其余处理茶样,其外形黄绿、尚紧、较直,汤色黄绿、明亮,栗香明显,滋味醇厚回甘,叶底黄绿、较亮。190 ℃ 杀青茶样汤色和叶底亮度减弱,香气清香。250 ℃ 杀青茶样有栗香,但不明显,滋味醇厚,但不回甘。所以,220 ℃ 杀青有利于茶叶总体感官品质的形成。

青温度使茶多酚发生了热分解<sup>[12]</sup>。游离氨基酸含量最高为 220 ℃ 杀青处理(3.98%),其次为 250 ℃ 杀青处理(3.63%), 190 ℃ 杀青处理最低(3.46%),可能是蛋白质在较高温下水解较多游离氨基酸。酚氨比可综合评价茶叶滋味,一定范围内数值越小代表茶叶滋味越鲜爽。220 ℃ 杀青处理酚氨比最低,250 ℃ 杀青处理居中,190 ℃ 杀青处理最高,推测 220 ℃ 杀青的茶样其滋味较鲜爽,与感官审评结果一致。

表 3 不同杀青处理对茶样生化成分含量的影响

Table 3 Effect of different fixing temperature on the biochemical components content of tea

杀青温度 Fixing temperature/℃	水浸出物 Water extract/%	茶多酚 Tea polyphenols/%	游离氨基酸 Free amino acids/%	咖啡碱 Caffeine/%	酚氨比 Phenol-ammonia ratio
250	49.13±0.00 abA	21.10±0.06 cC	3.63±0.01 bB	3.75±0.01 bA	5.81±0.02 bB
220	47.95±0.00 bA	21.37±0.03 bB	3.98±0.01 aA	3.65±0.07 bA	5.37±0.01 cC
190	49.36±0.01 aA	21.97±0.03 aA	3.46±0.01 cC	4.03±0.11 aA	6.35±0.01 aA

注: 同列不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 不同大写字母表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ( $P < 0.05$ ), different uppercase letters indicate extremely significant differences ( $P < 0.01$ )

**2.3 杀青温度对条形“宜宾早茶”儿茶素组分的影响** 从不同杀青处理的儿茶素组分(表4)可以看出,190℃杀青茶样儿茶素总量最高,为21.34%,比250℃杀青茶样高13.15%,比220℃杀青茶样高18.56%,简单儿茶素总量和酯型儿茶素总量与儿茶素总量变化规律一致,除了EC、GCG外,其余

的简单儿茶素、酯型儿茶素与儿茶素总量的变化规律一致。儿茶素品质指数是表达茶叶品质的经验参数,数值上等于 $(EGCG+ECG)\times 100/EGC^{[13]}$ ,儿茶素品质指数愈大,绿茶质量愈高。220℃杀青茶样儿茶素品质指数最高,与感官审评结果表现一致。

表4 不同杀青处理对茶样儿茶素组分的影响

Table 4 Effects of different fixing treatments on the catechin components in tea samples

杀青温度 Fixing temperature/°C	没食子酸 儿茶素 GC//%	表没食子酸 儿茶素 EGC//%	儿茶素 C//%	表儿茶素 EC//%	表没食子酸 儿茶素没食子 酸酯 EGCG//%	没食子酸 儿茶素没食 子酸酯 GCG//%
250	0.38±0.00 bB	3.72±0.00 bB	0.40±0.01 bB	1.57±0.00 cC	9.79±0.03 bB	0.65±0.01 bB
220	0.35±0.00 cC	3.33±0.01 cC	0.27±0.00 cC	1.62±0.01 bB	9.54±0.02 cC	0.66±0.01 bAB
190	0.44±0.01 aA	4.29±0.01 aA	0.59±0.01 aA	1.81±0.01 aA	10.90±0.02 aA	0.68±0.01 aA

  

杀青温度 Fixing temperature/°C	表儿茶素 没食子酸 酯 ECG//%	儿茶素没 食子酸酯 CG//%	简单儿茶素 Simple catechins//%	酯型儿茶素 Ester catec- hins//%	儿茶素总量 Total cat- echins//%	儿茶素品质指数 Catechin quality index
250	1.99±0.01 bB	0.36±0.01 aAB	6.07±0.14 bB	12.79±0.11 bB	18.86±0.03 bB	316.67±2.79 bB
220	1.92±0.01 cC	0.31±0.01 aA	5.57±0.03 cB	12.43±0.03 cB	18.00±0.00 cC	344.14±6.80 aA
190	2.25±0.00 aA	0.38±0.01 aA	7.13±0.15 aA	14.21±0.11 aA	21.34±0.03 aA	306.53±3.62 bB

注:简单儿茶素=GC+EGC+C+EC,酯型儿茶素=EGCG+GCG+ECG+CG。同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Simple catechins = GC + EGC + C + EC, ester catechins = EGCG + GCG + ECG + CG. Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ( $P<0.05$ ), different uppercase letters indicate extremely significant differences ( $P<0.01$ )

**2.4 杀青温度对条形“宜宾早茶”氨基酸组分的影响** 从不同杀青温度处理的茶样其氨基酸组分(表5)可以看出,含量较高的氨基酸是茶氨酸、谷氨酰胺、天冬氨酸和谷氨酸,其他氨基酸的含量均较低,这与艾仄宜等<sup>[14]</sup>的研究结果一致。220℃杀青,茶叶中茶氨酸含量(20.53 mg/g)高于190℃低温杀青(19.27 mg/g)和250℃高温杀青(19.85 mg/g);谷氨

酰胺(2.61 mg/g)高于250℃杀青(2.23 mg/g)和190℃杀青(2.53 mg/g);谷氨酸含量略高于其他处理。人体必需8种氨基酸检测出6种(苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸和赖氨酸),190℃杀青时必需氨基酸含量最高(2.70 mg/g),比250℃杀青茶样高0.12 mg/g,比220℃杀青茶样高0.46 mg/g。

表5 不同杀青处理对茶样氨基酸组分的影响

Table 5 Effects of different fixing treatments on the amino acid composition of tea samples

mg/g

杀青温度 Fixing temperature/°C	天冬氨酸 Asp	丝氨酸 Ser	天冬酰胺 Asn	谷氨酸 Glu	谷氨酰胺 Gln	茶氨酸 The	甘氨酸 Gly
250	2.54±0.03 aA	0.49±0.01 abA	0.66±0.02 bB	1.88±0.03 aA	2.23±0.05 bB	19.85±0.15 bB	0.07±0.00 aA
220	2.53±0.02 aA	0.46±0.02 bA	0.51±0.03 aA	1.90±0.01 aA	2.61±0.01 aA	20.53±0.06 aA	0.06±0.00 bAB
190	2.53±0.03 aA	0.51±0.01 aA	0.72±0.01 aA	1.86±0.01 aA	2.53±0.01 aA	19.27±0.04 cC	0.05±0.00 cB

  

杀青温度 Fixing temperature/°C	丙氨酸 Ala	胱氨酸 Cys	蛋氨酸 Met	酪氨酸 Tyr	γ-氨基丁酸 G-ABA	组氨酸 His	精氨酸 Arg
250	0.27±0.00 aA	0.02±0.00 bB	0.01±0.00 aA	0.40±0.01 abA	0.10±0.00 bB	0.17±0.00 abA	0.45±0.02 aA
220	0.24±0.00 bB	0.04±0.00 aA	0.01±0.00 aA	0.36±0.01 bA	0.11±0.00 bAB	0.16±0.01 bA	0.36±0.01 bB
190	0.23±0.00 cB	0.02±0.00 bAB	0.01±0.00 aA	0.43±0.02 aA	0.12±0.00 aA	0.18±0.01 aA	0.44±0.01 aA

  

杀青温度 Fixing temperature/°C	脯氨酸 Pro	苏氨酸 Thr	缬氨酸 Val	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	苯丙氨酸 Phe	赖氨酸 Lys
250	0.15±0.00 aAB	0.40±0.01 aA	0.54±0.01 aAB	0.21±0.00 aA	0.34±0.01 bAB	0.79±0.02 aA	0.30±0.01 aAB
220	0.16±0.00 aA	0.36±0.01 aA	0.48±0.01 bB	0.18±0.01 aA	0.30±0.01 bB	0.67±0.03 bB	0.25±0.01 bB
190	0.13±0.00 bB	0.39±0.02 aA	0.56±0.02 aA	0.24±0.01 bB	0.37±0.01 aA	0.82±0.02 aA	0.32±0.01 aA

注:同列不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ( $P<0.05$ ), different uppercase letters indicate extremely significant differences ( $P<0.01$ )

**2.5 杀青温度对条形“宜宾早茶”香气成分的影响** 从不同杀青温度处理茶样的香气结果(表6)可以看出,250和

220℃杀青后测得41种香气成分,其中醇类12种,醛类9种,酮类4种,酯类2种,烯炔类7种,杂氧化合物3种,烷烃

类 1 种, 硫化物 1 种, 杂环类 1 种, 含氮化合物 1 种; 190 °C 杀青茶样测得 42 种香气成分, 醛类增加为 10 种, 其余香气种类同 220 和 250 °C 杀青茶样。醇类香气成分占比 35.88%~38.14%, 醛类占比 22.27%~22.46%, 酮类占比 11.79%~12.36%, 酯类占比 7.78%~9.86%, 醇类和醛类占总量的 50% 以上, 是该条形“宜宾早茶”的主要香气类型。醛类和酮类香气各处理相差不大。醇类含量 190 °C 杀青茶样最高 (38.14%), 高于 220 °C 杀青茶样 (37.12%) 和 250 °C 杀青茶样 (35.88%)。酯类含量 250 °C 杀青茶样最高 (9.86%), 高于 220 °C 杀青茶样 (8.31%) 和 190 °C 杀青茶样 (7.78%)。杀青温度越高, 低沸点的醇类和醛类挥发越多, 酯类转化较多。

这与龙立梅等<sup>[15-16]</sup>的研究结果一致。

各茶样主要的香气成分有氧化芳樟醇 (5.38%~5.47%)、3-己烯-1-醇 (6.15%~6.85%)、吡啶 (6.23%~6.33%)、2-甲基丁醛 (7.41%~8.33%)、苯甲醇 (3.54%~4.18%)、二氢芳樟醇 (3.27%~4.48%)、橙花叔醇 (3.32%~3.98%)、1-戊烯-3-醇 (3.04%~3.94%)、3-甲基丁醛 (2.95%~3.16%)、正壬醛 (3.57%~3.70%)、4-甲基-3-戊烯-2-酮 (3.47%~4.28%)、顺-茉莉酮 (3.28%~4.05%)、罗勒烯 (3.51%~3.81%)、乙酸乙酯 (5.24%~6.04%) 等, 这些成分对构成毛峰型“宜宾早茶”香气特征有重要作用。

表 6 不同杀青处理对茶样香气成分的影响

Table 6 Effects of different fixing treatments on the aroma components of tea samples

杀青温度 Fixing temperature/°C	氧化芳樟醇 Linalool oxide	1-戊烯-3-醇 1-penten-3-ol	正戊醇 Pentanol	正己醇 Hexanol	3-己烯-1-醇 3-hexen-1-ol	苯甲醇 Benzyl Alcohol	桉叶油醇 Eucalyptol	2-乙基己醇 2-ethylhexanol	二氢芳樟醇 Dihydrolinalool
250	5.44	3.04	2.46	1.53	6.18	3.54	0.53	2.04	3.99
220	5.38	3.55	2.33	1.46	6.85	4.14	0.49	2.96	3.27
190	5.47	3.94	2.11	1.60	6.15	4.18	0.57	2.87	4.48
杀青温度 Fixing temperature/°C	苯乙醇 Phenylethanol	萜品醇 Terpineol	橙花叔醇 Nerolidol2	3-甲基丁醛 3-methylbutanal	2-甲基丁醛 2-methylbutanal	2-甲基丙醛 2-methylpropanal	正戊醛 Pentanal	正庚醛 Heptanal	苯甲醛 Benzaldehyde
250	2.83	0.32	3.98	3.16	8.33	2.14	0.85	0.28	1.76
220	2.92	0.45	3.32	2.95	7.41	2.08	1.37	0.57	1.61
190	2.56	0.56	3.65	2.95	7.60	2.04	0.76	0.57	1.97
杀青温度 Fixing temperature/°C	苯乙醛 Benzeneacetaldehyde	1-乙基-1H-吡咯-2-甲醛 1-Ethyl-1H-pyrrole-2-carbaldehyde	正壬醛 Nonanal	环柠檬醛 Cyclocitral	3,5-辛二烯-2-酮 3,5-octadiene-2-one	紫罗兰酮 Ionone	4-甲基-3-戊烯-2-酮 4-methyl-3-penten-2-one	顺-茉莉酮 cis-Jasmone	
250	1.36	1.01	3.57	—	1.37	2.78	3.80	3.84	
220	1.65	1.00	3.63	—	2.03	3.58	3.47	3.28	
190	1.26	1.32	3.70	0.27	1.38	2.48	4.28	4.05	
杀青温度 Fixing temperature/°C	乙酸乙酯 Ethyl acetate	顺-己酸-3-己烯酯 3-hexenoic acid ethyl ester	2,4-己二烯 2,4-hexadiene	罗勒烯 Ocimene	柠檬烯 Limonene	3-蒎烯 3-carene	萜品烯 Terpinene	3,7-二甲基-1,3,7-辛三烯	
250	6.04	3.82	0.30	3.51	0.23	2.04	0.57	0.58	
220	5.67	2.64	0.77	3.54	0.21	1.61	0.51	0.48	
190	5.24	2.54	0.55	3.81	0.28	2.43	0.63	0.31	
杀青温度 Fixing temperature/°C	杜松烯 delta-Cadinene	2-甲基呋喃 2-methylfuran	2-乙基呋喃 2-ethylfuran	2-戊基呋喃 2-pentylfuran	二甲硫 Dimethyl sulfide	萘 Naphthalene	N-乙基吡咯 N-Ethylpyrrole	吡啶 Indole	
250	2.33	0.41	0.18	0.71	0.85	0.44	1.59	6.27	
220	2.23	0.16	0.22	0.74	1.85	0.40	0.99	6.23	
190	1.28	0.39	0.17	0.77	0.69	0.50	1.31	6.33	

注: “—”表示未检出

Note: “—” means not detected

### 3 结论与讨论

茶叶品质的主要构成因素有色泽、外形、香气和滋味等<sup>[17-18]</sup>。儿茶素是茶叶次生代谢的重要组分, 占茶多酚总量的 70%~80%, 具有许多保健功能, 也是影响茶叶滋味的主要物质<sup>[19]</sup>。茶叶中的香气物质是由性质不同、含量差异悬殊的多种挥发性物质组成的混合物, 在茶叶中的绝对含量很少, 一般占干物质质量的 0.01%~0.05%, 却是决定茶叶品质

的重要因子之一<sup>[19]</sup>。

综合比较不同的杀青处理, 220 °C 杀青工艺制得茶样品质最优, 其感官品质得分最高 (91.96 分), 儿茶素品质指数最高 (344.14), 游离氨基酸含量最高 (3.98%), 测得 41 种香气成分, 主要香气成分有氧化芳樟醇、3-己烯-1-醇、2-甲基丁醛、乙酸乙酯、吡啶、顺-茉莉酮、橙花叔醇、苯甲醇等。250 °C 杀青茶样的儿茶素品质指数和游离氨基酸含量分别

为 316.67/3.63%, 感官品质得分较高, 为 90.21 分。190℃ 杀青茶样感官品质得分最低, 为 89.38 分, 其儿茶素品质指数和游离氨基酸含量均最低, 分别为 306.53/3.46%, 其茶多酚、酯型儿茶素含量最高, 分别为 21.97%/14.21%。可能是高温杀青对茶多酚破坏较多, 蛋白质较多水解为游离氨基酸, 所以较高温度杀青能有效缓解茶多酚带来的苦涩味且增加鲜爽味<sup>[20]</sup>, 较高温度处理酯化反应加强, 酯类含量较多, 进一步促进茶叶香气的形成。

该研究在条形“宜宾早茶”滚筒杀青适宜的温度控制上进行了试验, 并对结果进行探讨, 为条形“宜宾早茶”大生产提供参考依据。该试验结论仅在特定杀青叶含水量条件下得出, 杀青后在制品不同的含水量对茶叶感官和内在品质的影响还有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] 周晓, 李俊霞, 陈启强. 宜宾地区区域品牌市场营销策略分析[J]. 现代营销(信息版), 2020(2):255.
- [2] 朱燕, 黄彤, 高菲. 特早生茶树品种在宜宾的引种适制初探[J]. 农业与技术, 2020, 40(12):31-33.
- [3] 张冬川, 蔡元强. 宜宾早茶绿色发展提质增效技术集成与推广成效[J]. 中国茶叶, 2020, 42(7):57-60.
- [4] 王春梅, 陈叙生, 曾旭, 等. 宜宾市名优绿茶加工现状及工艺流程探究[J]. 广东农业科学, 2012, 39(3):100-104.
- [5] 王文明, 宋志勇, 陈巧敏, 等. 我国茶叶杀青机研究进展分析[J]. 中国

农机化学报, 2021, 42(2):86-91.

- [6] 刘跃云, 王春梅, 曾旭, 等. 杀青程度对炒青品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(12):89-91.
- [7] 陈稼. 制茶学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010:90-94.
- [8] 付磊. 茶叶加工温度智能控制及数字化专用控制器开发[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2019.
- [9] 汪蓓. 杀青与提香温度对绿茶香型及其特征香气影响的研究[D]. 重庆: 西南大学, 2020.
- [10] 吴咏芳, 谢关华, 俞素琴, 等. 不同杀青方式对婺源绿茶品质的影响[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2018(1):18-21.
- [11] 陈娇娇, 鲁成银, 王国庆, 等. 基于香气成分的信阳毛尖香型分类研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(15):4926-4936.
- [12] 姚奉奇, 陶骏骏, 王海晖, 等. 茶多酚热解特性及其反应机理研究[J]. 林产化学与工业, 2017, 37(5):19-27.
- [13] 桂安辉, 叶飞, 龚自明, 等. 扁形绿茶自动化生产线关键加工工艺优化[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(6):49-56.
- [14] 艾仄宜, 穆兵, 李松, 等. 不同茶树品种雨花茶适制性评价及其呈味特征研究[J]. 中国农学通报, 2021, 37(13):115-121.
- [15] 龙立梅, 宋沙沙, 李奈, 等. 3种名优绿茶特征香气成分的比较及种类判别分析[J]. 食品科学, 2015, 36(2):114-119.
- [16] 王梦琪, 朱荫, 张悦, 等. “清香”绿茶的挥发性成分及其关键香气成分分析[J]. 食品科学, 2019, 40(22):219-228.
- [17] 冯花, 郭雅玲. 茶叶感官审评方法及其新发展[J]. 福建茶叶, 2010, 32(7):28-31.
- [18] 张星海, 龚恕, 周晓红, 等. 智能专家型名优茶审评系统的设计与研究[J]. 茶叶科学, 2012, 32(2):167-172.
- [19] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007:148-170.
- [20] 赵瑶. 针形名优绿茶加工新工艺的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.

(上接第 156 页)

研究表明一定量硅养分补充可提高稻田土壤氮(N)和磷(P)养分的有效性, 并促进水稻根系对养分的吸收, 从而促进水稻生长发育, 提高水稻产量及肥料利用率<sup>[12]</sup>。Verma等<sup>[13]</sup>研究表明叶面施硅促进甘蔗生长、光合叶片气体交换、抗氧化反应及对有限水分灌溉的抗性。施用硅对草莓生长的影响机制, 对氮、磷养分等的吸收和对光合叶片气体交换能力等的影响有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] 邓接楼, 王艾平, 何长水, 等. 硅肥对水稻生长发育及产量品质的影响[J]. 广东农业科学, 2011, 38(12):58-61.
- [2] 常春荣, 王焕磊, 林罗添骥, 等. 加硅对香蕉幼苗生长以及氮磷钾吸收与分配的影响[J]. 土壤通报, 2017, 48(6):1457-1461.
- [3] 张清华, 刘震, 赵跃峰, 等. 硅对西瓜叶片矿质元素积累与生理特性的影响[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(1):160-162, 166.
- [4] 戴伟民, 张克勤, 段彬伍, 等. 测定水稻硅含量的一种简易方法[J]. 中国水稻科学, 2005, 19(5):460-462.
- [5] WEBER N, SCHMITZER V, JAKOPIC J, et al. First fruit in season; Seaweed extract and silicon advance organic strawberry (*Fragaria × ananassa*

Duch.) fruit formation and yield[J]. Scientia horticulturae, 2018, 242:103-109.

- [6] 张志伟, 魏秀华, 于海海, 等. 施用液体硅肥对小麦生长发育及产量的影响[J]. 安徽农业学报, 2021, 27(6):101-102.
- [7] 李二豹, 樊文华, 刘奋武, 等. 硅对镉胁迫下黄瓜苗期生长及光合作用的影响[J]. 北方园艺, 2021(8):8-16.
- [8] 郗亚微. 硅对干旱胁迫下生菜幼苗生长及光合特性的影响[J]. 北方园艺, 2021(6):8-14.
- [9] 苏秀伟, 魏绍冲, 姜茂茂, 等. 酸性土壤条件下硅对苹果果实品质和植株锰含量的影响[J]. 山东农业科学, 2011, 43(6):59-61.
- [10] 马超, 曾剑波, 张莹, 等. 基施硅肥对基质栽培小型西瓜生长发育及品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(3):46-50.
- [11] 林兆里, 张华, 罗俊, 等. 施用硅肥对甘蔗抗条螟性及其产量的影响[J]. 热带作物学报, 2021, 42(4):1071-1079.
- [12] LIAO M, FANG Z P, LIANG Y Q, et al. Effects of supplying silicon nutrient on utilization rate of nitrogen and phosphorus nutrients by rice and its soil ecological mechanism in a hybrid rice double-cropping system[J]. Journal of Zhejiang University-Science B (Biomedicine & biotechnology), 2020, 21(6):474-484.
- [13] VERMA K K, SONG X P, ZENG Y, et al. Foliar application of silicon boosts growth, photosynthetic leaf gas exchange, antioxidative response and resistance to limited water irrigation in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.)[J]. Plant physiology and biochemistry, 2021, 166:582-592.

(上接第 172 页)

### 参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015:229-230.
- [2] 胡新华, 原文鹏, 王洁, 等. 不同产地阳春砂及其混伪品的微性状鉴定[J]. 中国药房, 2021, 32(5):590-594.
- [3] 郭利霄, 齐兰婷, 申亚君, 等. 基于显微鉴别和可视化探针技术的砂仁鉴别研究[J]. 中国现代应用药学, 2021, 38(3):294-298.
- [4] 王梦圆, 王霞, 张典, 等. 砂仁及其混伪品益智仁的 ISSR 分子鉴别[J]. 分子植物育种, 2021, 19(2):562-567.
- [5] 罗婧, 康帅, 苏畅, 等. 砂仁及其近似基原品种的生药学鉴别与数字化研究[J]. 药物分析杂志, 2021, 41(8):1316-1325.

- [6] 侯芳洁, 郭利霄, 宋军娜, 等. 河北安国市场砂仁及其混伪品的性状及微性状鉴别研究[J]. 南京中医药大学学报, 2019, 35(2):214-217.
- [7] 赵红宁, 黄柳芳, 刘喜乐, 等. 不同产地阳春砂仁药材的质量差异研究[J]. 广东药学院学报, 2016, 32(2):176-180.
- [8] 陈啸天, 肖雪, 钱沉鱼, 等. 全二维气相色谱-四级杆飞行时间质谱对不同产地砂仁挥发油成分的分析[J]. 中国调味品, 2021, 46(2):142-148.
- [9] 郑美娟, 王小平, 沈晓华. 4个不同产地砂仁中槲皮苷和异槲皮苷含量测定[J]. 甘肃中医药大学学报, 2021, 38(2):28-32.
- [10] 唐才林, 陈嘉丽, 张荣菲, 等. 不同产地阳春砂总酚与总黄酮测定及抗氧化活性研究[J]. 中华中医药杂志, 2021, 36(1):122-126.
- [11] 邹晓红, 曹勇, 曾元儿, 等. 不同产地砂仁总酚测定及抗氧化活性比较[J]. 中国现代中药, 2018, 20(7):811-815.