

绿茶加工中主要滋味物质动态变化及其对绿茶品质的影响

许伟¹, 彭影琦¹, 张拓¹, 孔莹莹¹, 肖文军^{1,2,*}

(1. 湖南农业大学 茶学教育部重点实验室, 湖南 长沙 410128;

2. 国家植物功能成分利用工程技术研究中心, 湖南 长沙 410128)

摘要:以茶树品种‘碧香早’春季一芽二叶为原料,按照摊放、杀青、揉捻、干燥工艺将其加工成绿茶,在分析绿茶加工中水浸出物、茶多酚、氨基酸、咖啡碱、可溶性糖、儿茶素等主要滋味物质质量分数动态变化基础上,通过酚/氨比、简单儿茶素/酯型儿茶素比以及感官品质分析,探讨绿茶加工中主要滋味物质的动态变化及其对滋味品质的影响。结果表明:绿茶加工过程中,水浸出物、茶多酚、儿茶素、氨基酸、咖啡碱、可溶性糖等滋味物质质量分数整体上均呈逐渐下降的趋势,其中水浸出物、氨基酸、咖啡碱、可溶性糖质量分数在摊放过程中呈上升趋势;这些滋味物质的动态变化使得酚/氨比在摊放阶段由11.45下降到6.21,在杀青阶段逐渐上升到8.01,在揉捻和干燥阶段趋于稳定;而简单儿茶素/酯型儿茶素比在摊放阶段由0.43上升至0.45,在杀青阶段由0.47下降到0.44,在揉捻和干燥过程中逐渐缓慢降低至0.35;同时,这些滋味物质质量分数与绿茶滋味品质明显相关,当酚/氨比为5.5~6.5、简单儿茶素/酯型儿茶素比为0.3~0.5时,绿茶滋味品质由粗淡、苦涩逐渐转化为醇厚、鲜爽。

关键词:茶叶加工;绿茶;滋味物质;酚/氨比;简单儿茶素/酯型儿茶素;滋味品质

Dynamic Change of Major Taste Substances during Green Tea Processing and Its Impact on Green Tea Quality

XU Wei¹, PENG Yingqi¹, ZHANG Tuo¹, KONG Yingying¹, XIAO Wenjun^{1,2,*}

(1. Key Laboratory of Tea Science, Ministry of Education, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

2. National Research Center of Engineering Technology for Utilization Ingredients from Botanicals, Changsha 410128, China)

Abstract: Green tea was made from the one bud two leaves in spring of ‘Bixiangzao’ tree plants by spreading, fixation, rolling and drying processes. The dynamic changes in water extract content and the contents of taste substances in the water extract of green tea such as tea polyphenols, amino acid, caffeine, soluble sugar and catechins were analyzed during the processing of green tea and the ratio of phenol to ammonia, the ratio of non-esterified to esterified catechins and sensory quality were measured. The aim of this study was evaluate the impact of the dynamic changes in taste substances during green tea processing on its taste quality. The results showed that overall the contents of water extract and all taste compounds gradually declined during all processing stages, while the contents of water extract, amino acids, caffeine and soluble sugar increased during the spreading process. Correspondingly, the ratio of phenol to ammonia dropped from 11.45 to 6.21 at the spreading stage, then increased up to 8.01 at the fixation stage, and finally tended to stable at the rolling and drying stages. The ratio of non-esterified to esterified catechins increased from 0.43 to 0.45 at the spreading stage, followed by a decrease from 0.47 to 0.44 at the fixation stage, and then gradually declined to 0.35 at the rolling and drying stages. At the same time, these taste substances were significantly associated with the taste quality of green tea. When the phenol/ammonia ratio was in the range of 5.5–6.5, and the ratio of non-esterified to esterified catechins was 0.3–0.5, the taste quality of green tea turned from light and bitter to mellow and refreshing.

Keywords: tea processing; green tea; taste substance; phenol/ammonia ratio; non-esterified/esterified catechins ratio; taste quality

DOI:10.7506/spkx1002-6630-20180518-275

收稿日期: 2018-05-18

基金项目: “十三五”国家重点研发计划重点专项(2017YFD0400803);长沙市科技计划重大专项(kq1703003)

第一作者简介: 许伟(1995—)(ORCID: 0000-0001-8264-8561),男,硕士研究生,研究方向为茶叶功能成分利用。

E-mail: 825041364@qq.com

*通信作者简介: 肖文军(1969—)(ORCID: 0000-0002-6258-4414),男,教授,博士,研究方向为茶叶功能成分利用。

E-mail: xiaowenjun88@sina.com

中图分类号: S571.7

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2019) 11-0036-06

引文格式:

许伟, 彭影琦, 张拓, 等. 绿茶加工中主要滋味物质动态变化及其对绿茶品质的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(11): 36-41.

DOI:10.7506/spkx1002-6630-20180518-275. <http://www.spkx.net.cn>

XU Wei, PENG Yingqi, ZHANG Tuo, et al. Dynamic change of major taste substances during green tea processing and its impact on green tea quality[J]. Food Science, 2019, 40(11): 36-41. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-20180518-275. <http://www.spkx.net.cn>

绿茶滋味品质是绿茶茶汤中各种滋味物质对感官器官的综合效果, 主要受鲜叶品质、加工工艺的影响^[1]。研究表明, 在杀青工艺中由于酯型儿茶素的降解, 简单儿茶素含量增加; 在揉捻工艺中儿茶素 (catechin, DL-C) 含量降低^[2], 并随着揉捻程度的加剧, 水浸出物含量升高, 茶汤浓度增强^[3]; 咖啡碱、儿茶素是绿茶苦涩滋味的主要贡献物质, 由儿茶素、咖啡碱等成分所产生的苦涩味是绿茶重要的基本滋味^[4], 且绿茶苦涩味程度随咖啡碱、儿茶素含量的降低而减弱^[5], 同时咖啡碱、儿茶素不单纯呈现单一的滋味属性, 而是存在互作关系, 如咖啡碱可增强表没食子儿茶素没食子酸酯 (epigallocatechin gallate, EGCG) 的涩味^[6]; 大分子蛋白质的水解是氨基酸含量增加的主要原因, 氨基酸含量的增加有利于茶汤滋味鲜爽度和成品茶品质的提高^[7]。这些研究虽对绿茶加工中主要滋味物质动态变化或对滋味品质评价作了一些初步探索, 但由于绿茶滋味品质不仅受单一滋味物质的影响, 其更受多种滋味物质协同作用的影响^[8], 鲜叶未加工时, 几种主要苦涩滋味物质的含量较高, 不适于直接冲泡; 通过加工后, 使得这些成分的含量发生变化, 比例适合饮用, 茶叶感官品质提高^[9]。因此, 开展绿茶加工中主要滋味物质含量动态变化及其对滋味品质的影响对提高绿茶加工品质具有重要意义^[10]。本研究在分析绿茶加工中水浸出物、茶多酚、氨基酸、咖啡碱、儿茶素、可溶性糖等主要滋味物质动态变化的基础上, 探讨了由滋味物质变化所导致的品质变化以及两者之间的相关性, 以期为优质绿茶加工提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

‘碧香早’一芽二叶春梢采自湖南农业大学长安实践教学实习基地。

硫酸亚铁、酒石酸钾钠、磷酸氢二钠、磷酸二氢钾、2%茚三酮、氯化亚锡、98%浓硫酸、蒽酮 (均为分析纯) 国药集团化学试剂有限公司; 儿茶素标准品上海同田生物技术有限公司; 甲醇 (色谱纯) 美国Tedia公司。

1.2 仪器与设备

LC-20A型高效液相色谱仪 日本岛津公司; HH型数显恒温水浴锅 上海精宏实验设备有限公司; 40型揉捻机 浙江上洋机械股份有限公司; 101A-2型电热鼓风干燥箱 上海市实验仪器总厂; 722E型可见分光光度计 上海光谱仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 绿茶加工

将采摘的茶鲜叶原料, 采用“摊放4 h→杀青4 min→揉捻20 min→干燥60 min”的方法加工成绿茶。采摘‘碧香早’一芽二叶春梢, 薄摊于20℃下萎凋4 h, 摊叶厚度约3 cm; 萎凋叶入电炒锅杀青, 杀青温度约220℃; 杀青叶在40型揉捻机上按“轻揉10 min→重揉5 min→轻揉5 min”的方式揉捻20 min; 揉捻叶解块后置于恒温干燥箱中, 在85℃下烘干60 min。

1.3.2 样品制备

分别在摊放1、2、3、4 h时各取样1次, 样品分别编号为W1、W2、W3、W4; 分别在杀青1、2、3、4 min时各取样1次, 样品分别编号为F1、F2、F3、F4; 分别在揉捻5、10、15、20 min时各取样1次, 样品分别编号为R1、R2、R3、R4; 分别在烘干15、30、45、60 min时各取样1次, 样品分别编号为G1、G2、G3、G4。取样后, 各样品迅速用锡箔纸包裹并标号, 置于液氮罐中低温处理1~2 min, 再取出, 通过冷冻干燥机脱水成干燥样品, 置于-20℃低温冰箱中, 备用。

1.3.3 茶叶主要生化成分的分析

水浸出物、茶多酚、游离氨基酸、可溶性糖质量分数的测定参照文献[11]进行。

咖啡碱、没食子酸、儿茶素质量分数测定采用高效液相色谱法, 参照文献[12]进行。色谱条件为C₁₈色谱柱: (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相A: 超纯水; 流动相B: V (N,N-二甲基甲酰胺): V (甲醇): V (冰醋酸)=39.5:2:1.5, 流速: 1 mL/min, 柱温: 30℃, 进样体积: 10 μL, 检测波长: 278 nm。

1.3.4 茶叶感官审评与滋味归属性尺度评分法

按照NY/T 787—2004《茶叶感官审评通用方法》, 对样品滋味进行评分, 满分为100分, 并将茶叶中与滋

味属性密切相关的6种呈味物质(咖啡碱、茶多酚、氨基酸、儿茶素、没食子酸、可溶性糖)质量分数和两个重要理化指标比(酚/氨比、简单儿茶素/酯型儿茶素比)分别与感官审评滋味属性进行相关性分析,对其进行量化描述。为了进一步明确滋味物质对品质的影响,把滋味品质进一步划分为浓度、厚度、甘度、醇度、鲜度、涩度6种属性,每个属性给定5种评判尺度及其代表分值:强(50分)、较强(40分)、中等(30分)、较弱(20分)、弱(10分)。在使用评分法的同时,根据审评感觉为每个属性选定其中一个强度,对16个样品进行分析。

1.4 数据统计与分析

显著性分析(单因素方差分析)、相关性分析(Pearson法)均使用SPSS软件进行,使用Origin软件作图。

2 结果与分析

2.1 绿茶加工中主要滋味物质的动态变化

2.1.1 水浸出物、茶多酚、氨基酸、咖啡碱、没食子酸、可溶性糖质量分数的动态变化

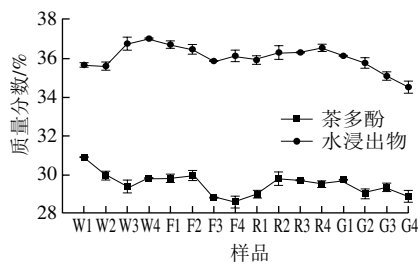


图1 绿茶加工中水浸出物、茶多酚质量分数动态变化

Fig. 1 Dynamic changes in water extract and tea polyphenol contents

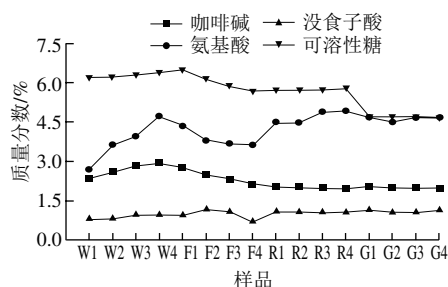


图2 绿茶加工中氨基酸、咖啡碱、没食子酸、可溶性糖质量分数动态变化

Fig. 2 Dynamic changes in amino acids, gallic acid, soluble sugar and caffeine contents

图1、2表明,绿茶加工过程中,水浸出物、氨基酸、可溶性糖质量分数在摊放和揉捻工艺阶段呈上升趋势,而在杀青、干燥工艺阶段呈下降趋势;茶多酚质量

分数在整个工艺过程均呈下降趋势;咖啡碱质量分数在摊放工艺阶段由2.43%增加到2.96%,而在杀青、揉捻及干燥阶段逐渐下降;没食子酸在整个工艺过程中基本稳定,质量分数由0.80%增加到1.17%。这主要是由于在摊放、揉捻过程中,大分子碳水化合物可水解为可溶性糖、蛋白质水解为氨基酸,使得水浸出物、氨基酸、可溶性糖质量分数升高^[13-15];而在杀青、干燥工艺的高温作用下,氨基酸与还原糖发生美拉德反应形成羰胺化合物,故质量分数降低^[16];在干燥过程中,多酚类的氧化聚合作用虽然因多酚氧化酶的绝大部分失活而变化不明显^[16],但在湿热环境和残留酶的作用下,多酚中儿茶素会因异构、水解和部分氧化聚合等化学变化使其质量分数有所减少^[17]。

2.1.2 儿茶素类质量分数动态变化

表1 绿茶加工中儿茶素类质量分数动态变化

Table 1 Dynamic changes in catechin content during green tea processing

样品	质量分数/%							
	EGC	DL-C	EC	EGCG	GCG	ECG	简单儿茶素	酯型儿茶素
W1	6.44±0.02 ^a	0.31±0.02 ^a	0.56±0.02 ^a	11.37±0.02 ^a	0.70±0.03 ^a	4.86±0.02 ^a	7.31±0.05 ^a	16.94±0.05 ^a
W2	6.58±0.02 ^a	0.28±0.01 ^a	0.55±0.01 ^a	11.35±0.02 ^a	0.68±0.01 ^a	4.63±0.03 ^a	7.42±0.03 ^a	16.67±0.03 ^a
W3	5.75±0.39 ^b	0.24±0.01 ^a	0.61±0.02 ^a	10.93±0.02 ^a	0.63±0.02 ^a	3.71±0.03 ^{ab}	6.59±0.39 ^b	15.26±0.02 ^a
W4	5.87±0.02 ^b	0.22±0.03 ^a	0.67±0.01 ^{ab}	10.87±0.06 ^a	0.64±0.04 ^a	3.53±0.02 ^{ab}	6.76±0.05 ^a	15.02±0.11 ^a
F1	5.43±0.01 ^b	0.18±0.01 ^a	0.60±0.02 ^a	9.24±0.02 ^{ab}	0.54±0.02 ^{ab}	3.44±0.01 ^{ab}	6.21±0.03 ^{ab}	13.23±0.03 ^a
F2	5.31±0.01 ^b	0.17±0.01 ^a	0.56±0.02 ^a	8.90±0.02 ^{ab}	0.48±0.02 ^{ab}	3.41±0.01 ^{ab}	6.04±0.03 ^{ab}	12.79±0.02 ^a
F3	4.73±0.02 ^b	0.16±0.01 ^a	0.39±0.03 ^a	7.90±0.01 ^{ab}	0.47±0.01 ^{ab}	3.27±0.03 ^{ab}	5.28±0.03 ^b	11.65±0.04 ^{ab}
F4	4.32±0.01 ^b	0.16±0.01 ^a	0.38±0.02 ^a	7.52±0.01 ^{ab}	0.44±0.01 ^{ab}	3.07±0.03 ^{ab}	4.86±0.03 ^b	11.04±0.04 ^{ab}
R1	3.93±0.02 ^b	0.15±0.01 ^a	0.35±0.02 ^a	7.24±0.02 ^{ab}	0.42±0.06 ^{ab}	3.45±0.03 ^{ab}	4.44±0.04 ^{ab}	11.13±0.02 ^{ab}
R2	3.68±0.03 ^b	0.15±0.01 ^a	0.37±0.02 ^a	7.00±0.02 ^{ab}	0.41±0.06 ^{ab}	3.42±0.02 ^{ab}	4.20±0.01 ^{ab}	10.85±0.03 ^{ab}
R3	3.58±0.03 ^b	0.15±0.01 ^a	0.31±0.01 ^a	6.84±0.02 ^{ab}	0.39±0.01 ^{ab}	3.42±0.03 ^{ab}	4.04±0.02 ^{ab}	10.68±0.03 ^{ab}
R4	3.49±0.03 ^b	0.14±0.01 ^a	0.22±0.03 ^{ab}	6.59±0.04 ^{ab}	0.36±0.01 ^{ab}	3.36±0.01 ^{ab}	3.85±0.03 ^{ab}	10.33±0.04 ^{ab}
G1	3.47±0.02 ^b	0.13±0.01 ^a	0.31±0.01 ^{ab}	6.97±0.05 ^{ab}	0.36±0.02 ^{ab}	3.35±0.02 ^{ab}	3.90±0.01 ^{ab}	10.69±0.02 ^{ab}
G2	3.45±0.03 ^b	0.12±0.02 ^a	0.29±0.01 ^{ab}	6.44±0.01 ^{ab}	0.34±0.02 ^{ab}	3.24±0.02 ^{ab}	3.86±0.05 ^{ab}	10.03±0.04 ^{ab}
G3	3.08±0.03 ^b	0.12±0.00 ^a	0.29±0.01 ^{ab}	6.29±0.02 ^{ab}	0.35±0.04 ^{ab}	3.19±0.02 ^{ab}	3.49±0.03 ^{ab}	9.82±0.02 ^{ab}
G4	3.00±0.03 ^b	0.10±0.01 ^a	0.28±0.06 ^{ab}	6.26±0.02 ^{ab}	0.37±0.01 ^{ab}	3.12±0.03 ^{ab}	3.39±0.02 ^{ab}	9.78±0.04 ^{ab}

注:同列肩标小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

如表1所示,在绿茶加工过程中,简单儿茶素、酯型儿茶素以及总儿茶素质量分数整体上随加工过程的进行呈逐渐降低的趋势,而降低的幅度有所差异;其中表没食子酸儿茶素(epigallocatechin, EGC)、儿茶素、表儿茶素(epicatechin, EC)、EGCG、没食子酸儿茶素没食子酸酯(gallic acid catechin gallate, GCG)、表儿茶素没食子酸酯(epicatechin gallate, ECG)的质量分数分别降低了53.4%、67.7%、50.0%、44.9%、47.1%、35.8%,而且这些儿茶素在杀青过程中均有大幅度下降,其降低幅度依次为26.4%、27.3%、43.3%、30.8%、31.3%、13.0%。简单儿茶素与酯型儿茶素总量也在杀青过程中出现明显下降,降低幅度分别为28.1%、26.5%;由此可知各简单儿茶素、酯型儿茶素质量分数出现不同幅度降低主要由杀青工艺引起^[18],其主要原因可能是在摊放和

揉捻过程中,酯型儿茶素降解、简单儿茶素受部分残留氧化酶的氧化作用,因此酯型儿茶素和简单儿茶素质量分数均降低^[19];但在杀青过程中,酯型儿茶素不但受降解影响,还由于高温而发生异构化作用,质量分数下降明显^[20]。整个加工过程中,总儿茶素受异构化、水解和部分残留氧化酶的氧化聚合作用影响,质量分数逐渐降低^[21]。

2.2 绿茶加工中主要滋味物质的动态变化对绿茶滋味品质的影响

2.2.1 绿茶加工中滋味物质的动态变化对酚/氨比、简单儿茶素/酯型儿茶素比的影响

酚/氨比和简单儿茶素/酯型儿茶素比是评判滋味品质优劣的两个重要指标^[22]。在绿茶加工过程中,由于这些滋味物质的动态变化,酚/氨比和简单儿茶素/酯型儿茶素比也发生了相应的变化(图3、4)。摊放阶段,酚/氨比有明显下降,由11.45下降到6.21;杀青阶段酚/氨比由6.77逐渐上升到8.01;揉捻和干燥阶段酚/氨比趋于稳定,说明摊放和杀青工艺是影响酚/氨比变化的重要加工工艺^[23],茶多酚质量分数的下降和氨基酸质量分数的上升可能导致酚/氨比逐渐降低,酚/氨比由茶鲜叶的11.45下降到加工结束时为6.10,结合感官审评结果可以发现酚/氨比越低茶汤滋味品质越高^[24]。简单儿茶素/酯型儿茶素比在摊放阶段由0.43上升至0.45,杀青阶段由0.47下降到0.44,在揉捻和干燥过程中逐渐缓慢降低至0.35,其变化可能是儿茶素总量的不断下降以及各单体组分比例变化所致。酚/氨比和简单儿茶素/酯型儿茶素比的这种动态变化可能是绿茶滋味由粗淡苦涩转为醇厚鲜爽的重要因素^[25]。

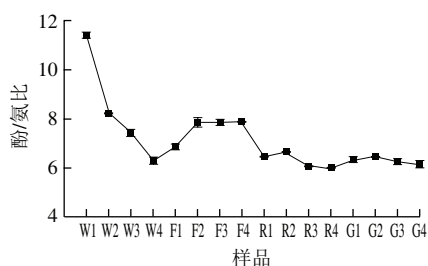


图3 绿茶加工中酚/氨比动态变化

Fig. 3 Dynamic changes in phenol/amino ratio

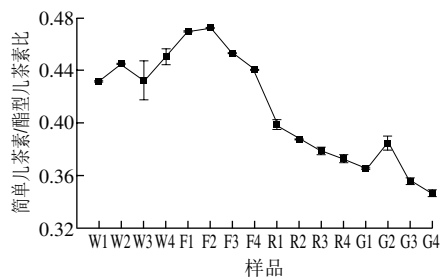


图4 绿茶加工中简单儿茶素/酯型儿茶素比动态变化

Fig. 4 Dynamic changes in non-esterified/esterified catechins ratio

2.2.2 绿茶加工中滋味物质的动态变化对感官品质的影响

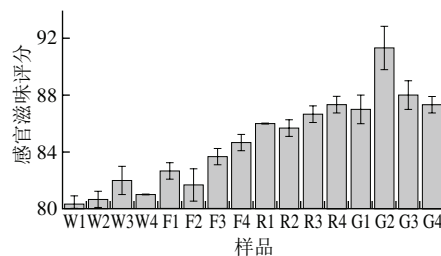


图5 绿茶感官滋味评分

Fig. 5 Trend of taste score from spreading to drying

表2 绿茶滋味物质质量分数与感官滋味评分间的相关性分析
Table 2 Correlation between taste components contents and taste score

滋味物质	质量分数 极差/%	质量分数 平均值/%	标准差	与感官滋味 评分相关系数
咖啡碱	1.55	2.24	0.48	0.61*
茶多酚	7.00	29.31	2.02	0.53
氨基酸	2.21	4.23	0.61	0.37
儿茶素	10.91	17.34	3.81	0.90**
没食子酸	0.45	1.01	0.13	0.31
可溶性糖	2.15	5.85	0.03	0.39
酚/氨比	5.49	7.11	1.40	0.42
简单儿茶素/ 酯型儿茶素比	0.12	0.41	0.04	0.64*

注: *.相关性显著 ($P < 0.05$); **.相关性极显著 ($P < 0.01$)。表4同。

16个茶样的感官滋味评分如图5所示,对几种滋味物质质量分数的动态变化与感官滋味评分作相关性分析得到表2。咖啡碱、茶多酚、氨基酸、儿茶素、没食子酸、可溶性糖质量分数和酚/氨比、简单儿茶素/酯型儿茶素比均与感官滋味评分呈正相关,但相关程度存在差异,其中茶多酚、儿茶素质量分数与感官滋味评分相关性显著。茶多酚质量分数对绿茶滋味品质影响比较复杂,其质量分数高、占水浸出物比例大,而儿茶素是多酚类物质的主体,因此茶多酚、儿茶素是决定茶汤滋味的两种主要物质^[26]。

为进一步明确几种滋味物质对绿茶品质的影响,把滋味品质进一步分解为浓度、厚度、甘度、醇度、鲜度、湿度6种属性并在感官审评时使用评分法进行打分^[27],如表3所示。将几种滋味物质的质量分数变化与滋味分属性评分作相关性分析,结果如表4所示。由表3、4可知,几种滋味分属性评分的变化中除湿度逐渐降低外,浓度、甘度、厚度、醇度、鲜度评分均逐渐提高。几种滋味物质与滋味分属性评分呈现一定的相关性,其中咖啡碱质量分数与滋味的湿度分属性评分呈显著正相关;氨基酸质量分数与滋味的厚度、鲜度评分呈显著正相关,醇度、甘度评分与氨基酸质量分数呈正相关^[28];除甘度外,茶多酚质量分数与其他滋味分属性评分均呈正相关,但相关性不显著;可溶性糖质量分数与滋味的甘度评分呈显著正相关,与其他分属性评分相关性不显著。

除咖啡碱质量分数与浓度、醇度、鲜度评分，茶多酚质量分数与甘度评分，氨基酸质量分数与涩度评分呈负相关外，其余滋味物质质量分数与滋味分属性评分均呈正相关；其中儿茶素质量分数与浓度评分呈极显著相关，儿茶素组分是茶汤苦味和涩味的主要贡献物质^[29]。综上所述可知，随着滋味物质质量分数的动态变化，绿茶滋味品质在加工中由粗淡、苦涩逐渐转化为醇厚、鲜爽^[30]。

表 3 绿茶样品滋味分属性评分
Table 3 Sensory scores for taste attributes of green tea

样品	得分					
	浓度	厚度	甘度	醇度	鲜度	涩度
W1	10	10	10	10	10	40
W2	10	10	10	10	10	40
W3	10	20	10	10	10	30
W4	20	10	10	10	20	30
F1	20	10	10	10	30	30
F2	20	20	20	20	20	20
F3	30	20	20	20	20	20
F4	30	20	20	30	10	20
R1	30	30	20	30	20	30
R2	40	30	20	30	20	30
R3	40	30	30	30	30	20
R4	40	40	30	40	30	20
G1	40	50	30	30	30	20
G2	50	50	40	40	40	10
G3	40	40	40	40	40	10
G4	40	40	40	30	30	20

表 4 绿茶滋味物质质量分数与滋味分属性评分的相关性分析
Table 4 Correlation between taste components contents and sensory scores for taste attributes of green tea

指标	浓度得分	厚度得分	甘度得分	醇度得分	鲜度得分	涩度得分
咖啡碱质量分数	-0.18	0.41	0.20	-0.85	-0.48	0.71**
茶多酚质量分数	0.14	0.22	-0.54	0.31	0.28	0.45
氨基酸质量分数	0.20	0.60*	0.55	0.54	0.71*	-0.49
儿茶素质量分数	0.89**	0.73**	0.58	0.83**	0.48	0.62*
没食子酸质量分数	0.31	0.32	0.25	0.15	0.32	0.19
可溶性糖质量分数	0.25	0.49	0.61*	0.11	0.48	0.08
酚/氨比	0.40	0.29	0.25	0.25	0.45	0.31
简单儿茶素/酯型儿茶素比	0.59	0.72**	0.57	0.51	0.53	0.84**

3 结 论

研究结果表明，绿茶加工中，茶多酚、氨基酸、咖啡碱、儿茶素、可溶性糖等滋味物质对滋味品质均有重要影响，其质量分数的动态变化将综合反映于茶汤滋味上。特别是酚/氨比与简单儿茶素/酯型儿茶素比的动态变化，更加鲜明地反映茶汤滋味的变化过程。酚/氨比越低，茶汤的滋味品质越高。已有研究表明，酚/氨比小于8的绿茶为优质绿茶^[31]；简单儿茶素/酯型儿茶素比达到0.5时可达茶汤滋味去苦味的特性^[32]。但考虑到滋味物质间互作关系对茶汤滋味的影响以及感官审评中各种审

评条件的变化所带来的误差，因此认为绿茶加工中，当酚/氨比达到5.5~6.5，并且简单儿茶素/酯型儿茶素比达到0.3~0.5时绿茶茶汤滋味可达到醇厚的品质。在实际绿茶生产加工中，想要有意控制达到恰当的酚/氨比、简单儿茶素/酯型儿茶素比较为困难，因此在实际生产精加工过程中，筛选出酚/氨比、简单儿茶素/酯型儿茶素比较为恰当的绿茶，按比例进行拼配，以达到更好的滋味品质更加有实际意义^[33]。按照本实验的方法，虽然可以大致了解绿茶加工工艺中滋味物质的变化情况以及对绿茶品质滋味的影响，但在研究滋味物质变化影响因素时，所设置的实验梯度较大，后续研究中仍可在各加工工艺中设置更为精细的梯度，以准确优化绿茶加工工艺参数。

参考文献：

[1] 叶乃兴. 茶叶品质性状的构成与评价[J]. 中国茶叶, 2010, 32(8): 10-11. DOI:10.3969/j.issn.1000-3150.2010.08.002.

[2] 崔宏春, 余继忠, 张建勇, 等. 加工工艺对绿茶儿茶素组分和茶多酚保留率的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(4): 209-212. DOI:10.3969/j.issn.1002-1302.2014.04.079.

[3] 徐准盾, 龚淑英. 茶汤浓度对绿茶水浸出物含量及其感官审评的影响[J]. 茶叶, 2005, 31(3): 166-169. DOI:10.3969/j.issn.0577-8921.2005.03.010.

[4] 金孝芳, 曹丹, 马林龙, 等. 不同产地绿茶茶汤中主要滋味成分含量研究[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(35): 119-120; 164. DOI:10.3969/j.issn.0517-6611.2016.35.041.

[5] 祁丹丹, 戴伟东, 谭俊峰, 等. 杀青方式对夏季绿茶化学成分及滋味品质的影响[J]. 茶叶科学, 2016, 36(1): 18-26. DOI:10.3969/j.issn.1000-369X.2016.01.003.

[6] 张英娜, 陈根生, 刘阳, 等. 烘青绿茶苦涩味及其滋味贡献物质分析[J]. 茶叶科学, 2015, 35(4): 377-383. DOI:10.3969/j.issn.1000-369X.2015.04.016.

[7] 乔小燕, 饶幸霞, 黄国资, 等. 传统客家绿茶在连续化生产线加工过程中主要品质成分的变化趋势研究[J]. 江西农业学报, 2015, 27(4): 74-77. DOI:10.3969/j.issn.1001-8581.2015.04.019.

[8] 李自勇, 喻宗沅, 徐小军, 等. 茶多酚含量与儿茶素含量关系研究[J]. 化学与生物工程, 2007, 24(11): 73-75. DOI:10.3969/j.issn.1672-5425.2007.11.023.

[9] 邵静娜, 何卫中, 叶建军, 等. 降低夏季绿茶苦涩味的方法初探[J]. 茶叶, 2016, 42(1): 13-15. DOI:10.3969/j.issn.0577-8921.2016.01.004.

[10] 银霞, 黄建安, 张曙光, 等. 绿茶滋味物质的研究进展[J]. 茶叶通讯, 2018, 45(1): 9-13; 19.

[11] 周天山, 米晓玲, 王衍成, 等. 不同加工工艺对“陕茶1号”绿茶品质的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(3): 148-154. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201703025.

[12] 郭颖, 黄峻榕, 陈琦, 等. 茶叶中儿茶素类测定方法的优化[J]. 食品科学, 2016, 37(6): 137-141. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201606024.

[13] 王丽丽, 宋振硕, 陈键, 等. 茶鲜叶萎凋过程中儿茶素和生物碱的动态变化规律[J]. 福建农业学报, 2015, 30(9): 856-862. DOI:10.3969/j.issn.1008-0384.2015.09.006.

[14] 李婷, 吕春秀, 杨远帆, 等. 脱咖啡因绿茶汤与普通绿茶汤的品质对比分析[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(4): 157-162. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2018.04.029.

[15] 许四五, 江平. 绿茶加工技术与主要化学成分的协调研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(29): 14459-14460; 14467. DOI:10.3969/j.issn.0517-6611.2012.29.105.

- [16] 廖珺. 摊放(萎凋)技术对茶鲜叶中游离氨基酸影响的研究进展[J]. 氨基酸和生物资源, 2016, 38(4): 15-19. DOI:10.14188/j.ajsh.2016.04.004.
- [17] 邓余良, 袁海波, 许勇泉, 等. 名优绿茶鲜叶摊放微域环境自控系统的设计与开发[J]. 中国茶叶, 2011, 33(3): 15-16. DOI:10.3969/j.issn.1000-3150.2011.03.006.
- [18] 李倩, 王玉, 丁兆堂, 等. 崂山绿茶儿茶素组分含量变化分析[J]. 西南农业学报, 2010, 23(3): 670-673. DOI:10.3969/j.issn.1001-4829.2010.03.012.
- [19] 齐桂年, 刘勤晋. 不同杀青工艺对绿茶中儿茶素组分含量影响的研究[J]. 中国食品学报, 2001, 1(2): 1-4. DOI:10.3969/j.issn.1009-7848.2001.02.001.
- [20] 杨伟丽, 肖文军, 邓克尼. 加工工艺对不同茶类主要生化成分的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2001, 27(5): 384-386. DOI:10.3321/j.issn:1007-1032.2001.05.016.
- [21] 王彬, 刘青茹, 叶兴乾, 等. 加工工艺对绿茶丙烯酰胺生成的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(8): 220-224. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201708034.
- [22] 胡云铃, 黄建安, 施兆鹏. 不同杀青方式对绿茶品质的影响[J]. 茶叶, 2008, 34(1): 24-28. DOI:10.3969/j.issn.0577-8921.2008.01.007.
- [23] 牟杰. 绿茶滋味与加工工艺的关系[J]. 现代农业科技, 2013(16): 289-290. DOI:10.3969/j.issn.1007-5739.2013.16.186.
- [24] 刘盼盼, 邓余良, 尹军峰, 等. 绿茶滋味量化及其与化学组分的相关性研究[J]. 中国食品学报, 2014, 14(12): 173-181.
- [25] 刘爽, 杨停, 谭俊峰, 等. 绿茶滋味定量描述分析及其化学成分的相关性研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(24): 40-46.
- [26] 莫婷, 张婉璐, 李平. 茶叶加工中品质关键组分的变化与调控机制[J]. 中国食品学报, 2011, 11(9): 176-180. DOI:10.3969/j.issn.1009-7848.2011.09.018.
- [27] 金孝芳, 罗正飞, 童华荣. 绿茶茶汤中主要滋味成分及滋味定量描述分析的研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(7): 343-346.
- [28] 陈美丽, 唐德松, 龚淑英, 等. 绿茶滋味品质的定量分析及其相关性评价[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2014, 40(6): 670-678. DOI:10.3785/j.issn.1008-9209.2013.12.042.
- [29] 张英娜, 嵇伟彬, 许勇泉, 等. 儿茶素呈味特性及其感官分析方法研究进展[J]. 茶叶科学, 2017, 37(1): 1-9.
- [30] 陈昌辉, 齐桂年, 董俊杰. 新型绿茶高绿加工中主要品质的变化[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(4): 195-197. DOI:10.3969/j.issn.1001-3601.2011.04.060.
- [31] 刘冉霞, 丁立孝, 梁青, 等. 日照球形绿茶加工过程中主要生化成分变化的研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(21): 7201-7204. DOI:10.3969/j.issn.0517-6611.2014.21.109.
- [32] 肖文军, 刘仲华, 龚志华, 等. 膜系统加工冷溶型去苦味速溶绿茶研究[J]. 茶叶科学, 2005, 25(2): 146-152. DOI:10.3969/j.issn.1000-369X.2005.02.012.
- [33] 杨选民, 惠康杰, 黄凤琴. 浅谈绿茶拼配技术[J]. 茶叶科学技术, 2012(1): 18-21. DOI:10.3969/j.issn.1007-4872.2012.01.008.