

# 不同生长季节大叶种茶叶中氨基酸含量的变化特征

杨婉秋, 雷淑婷, 肖涵\*  
(昆明学院 化学化工学院, 云南 昆明 650214)

**摘要:** 游离氨基酸 (Free amino acid, FAA) 是衡量茶叶品质的重要指标之一. 以凤庆县凤山镇和大寺乡的大叶种茶叶为研究对象, 对不同生长季节 (春、夏、秋和冬) 茶叶中的 FAA 含量进行了测定. 结果表明, 在凤山镇和大寺乡的各生长季节茶叶中均检出 27 种游离氨基酸, 不同生长季节茶叶中 FAA 的总量波动较大. 在凤山镇和大寺乡的茶叶中, 春茶中总游离氨基酸含量最高 (分别为 6.088 2 mg/kg 和 6.520 0 mg/kg), 分别是秋茶的 2.2 倍和 3.6 倍、冬茶的 2.7 倍和 4.3 倍、夏茶的 4.8 倍和 3.5 倍. 氨基酸分类分析结果表明: 在凤山镇和大寺乡的茶叶中, 春季茶叶中具有营养价值氨基酸的含量分别占总氨基酸的 67.4% 和 61.2%, 远高于其他生长季节; 而冬季茶叶中具有鲜甜滋味氨基酸的含量分别占总氨基酸的 77.3% 和 61.7%, 远高于其他生长季节.

**关键词:** 凤庆县; 大叶种茶; 游离氨基酸; 生长季节

**中图分类号:** TS272.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-5639 (2022) 06-0024-07

**DOI:** 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2022.06.005

## Variation Characteristics of Amino Acid Concentrations in Large Leaf Tea in Different Growing Seasons

YANG Wanqiu, LEI Shuting, XIAO Han\*

(School of Chemistry & Chemical Engineering, Kunming University, Kunming, Yunnan, China 650214)

**Abstract:** Free amino acid (FAA) is one of the important indexes to evaluate the quality of tealeaves. In this paper, the FAA concentration in tea leaves, collected from Fengshan town and Dasi Town of Fengqing County, were determined by automatic amino acid analyzer in different growing seasons (i. e. spring, summer, autumn and winter). The results showed that 27 kinds of FAA were detected in tea leaves of Fengshan town and Dasi town in different growing seasons, and the total amount of FAA in tea leaves in different growing seasons fluctuated greatly. In Fengshan town and Dasi town, the concentration of total free amino acid in spring tea was the highest (6.088 2 mg/kg and 6.520 0 mg/kg, respectively), which was 2.2 times and 3.6 times of autumn tea, 2.7 times and 4.3 times of winter tea, 4.8 times and 3.5 times of summer tea. The results of amino acid classification analysis showed that the percentage of nutritional accounted were 67.4% and 61.2%, respectively in spring tea leaves of Fengshan town and Dasi town, which were much higher than those in other growing seasons. The contents of fresh and sweet flavor amino acids in winter accounted for 77.3% and 61.7% of the total amino acids, which were much higher than those in other growing seasons.

**Key words:** Fengqing County; large leaf tea; Free amino acid; growing seasons

我国是全球茶叶消费量最大的国家, 茶树品种繁多, 栽培历史悠久<sup>[1,2]</sup>. 云南是茶叶的原产地, 也是目前我国茶叶种植面积第 2 大的省份, 尤以出产普洱茶的优质原料“大叶种茶”为甚<sup>[3,4]</sup>. 目前, 普洱茶已成为我国国家地理标志产品 (GB/T 22111—2008), 因其具有丰富的滋味、滑顺的口

感以及突出的抗衰老、降脂减肥、防癌抗癌功效而备受人们的喜爱<sup>[5-8]</sup>. 茶叶中游离氨基酸 (Free amino acid, FAA) 的种类及含量不仅是影响茶汤口感的关键因素, 而且也是衡量茶叶品质的重要指标之一<sup>[9-13]</sup>. 大量研究<sup>[14-19]</sup>表明, 茶叶的产量受生长季节的影响强烈, 如夏季产量高, 而冬季产量则

收稿日期: 2022-10-14

作者简介: 杨婉秋 (1980—), 女, 昆明石林人, 教授, 博士, 主要从事高原特色农业方面的研究.

\*通信作者: 肖涵 (1981—), 女, 云南大理人, 副教授, 博士, 主要从事食品分析方面的研究, E-mail: 1565173587@qq.com

较低甚至无茶叶产出。

同时, 茶叶中 FAA 种类的多少、含量的高低与茶树的生态环境、生长周期等因素密切相关。已有研究证实, 春季气温适中, 光照强度弱, 利于茶树体内氮的代谢, 茶叶游离氨基酸含量较高。而夏季气温高, 光照强度大, 氨基酸分解速度快, 含量明显下降<sup>[20,21]</sup>。由于茶树种植区划多在温带地区, 目前大部分研究主要集中于不同生长周期(春季和夏季)对茶叶中游离氨基酸总量的影响<sup>[20,22-24]</sup>, 鲜见对秋季和冬季茶叶中游离氨基酸含量分布特征的研究报道。云南地理位置特殊, 茶树在秋季和冬季依然能茁壮生长, 具备产茶能力。因此, 有必要对不同生长季节茶叶中氨基酸含量的变化进行深入研究。

1 材料与方法

1.1 茶叶样品的采集

根据凤庆县的环境条件, 选择气候温度变化一致, 海拔高度接近的2个茶园, 分别为云南省临沧市凤庆县凤山镇和大寺乡的大叶种茶园为研究样地。茶叶样品分别于2019年冬季(12月下旬)、2020年春季(4月上旬)、2020年夏季(8月上旬)和2020年秋季(10月下旬), 按五点采样法采摘1芽、2~3叶鲜叶(分别于茶园东、南、西、北、中采摘后混合均匀)。

1.2 茶叶样品的制备

采摘的茶叶鲜叶用自来水冲洗、自然晾晒至干、研磨至60目左右(未过孔筛), 编号、密封, 于4℃冰箱中存储备用。茶叶样品信息汇总见表1。

表1 茶叶样品信息汇总表

样品编号	产地	采摘季节
TP-1	凤山镇	春季
TP-3	大寺乡	春季
TS-1	凤山镇	夏季
TS-3	大寺乡	夏季
TA-1	凤山镇	秋季
TA-3	大寺乡	秋季
TW-1	凤山镇	冬季
TW-3	大寺乡	冬季

1.3 茶叶中游离氨基酸的提取及分析

采用标准方法(GB/T 30987—2020)对茶叶中的游离氨基酸进行提取。具体提取步骤为: 称取5.000g制备好的茶叶样品放入比50mL色管中, 滴加数滴超纯水匀浆后, 加入沸超纯水45mL, 在100℃水浴中提取45min(静置), 浸提完毕后立即趁热减压过滤, 残渣用少量热超纯水洗涤2至3次, 滤液合并后定容至50mL。吸取2.0mL提取液置于50mL比色管中, 加入0.4mL的磺基水杨酸溶液(4%), 摇匀后用0.45μm微孔滤膜(水相)过滤, 采用全氨基酸自动分析仪对滤液中各氨基酸各组分进行分析。

2 结果与讨论

2.1 不同生长季节茶叶中 FAA 的含量

对不同生长季节茶叶中的 FAA 进行分析, 共检出27种游离氨基酸, 茶叶中游离氨基酸的含量分析结果见表2。

表2 不同生长季节茶叶中游离氨基酸的含量

mg/kg

氨基酸种类	春		夏		秋		冬	
	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡
磷酸丝氨酸	0.071 0	0.039 8	0.026 9	0.036 6	0.035 9	0.025 2	0.040 4	0.023 2
磷酸乙醇胺	0.008 9	0.025 2	-	-	-	-	0.017 8	0.023 2
天冬氨酸	0.114 4	0.158 7	0.032 7	0.051 3	0.089 8	0.040 4	0.048 1	0.031 9
苏氨酸	0.085 8	0.103 0	0.019 4	0.026 5	0.040 3	0.041 1	0.022 6	0.019 6
丝氨酸	0.080 0	0.096 0	0.018 1	0.024 7	0.037 6	0.038 3	0.064 5	0.048 7
天冬酰胺	1.242 4	1.501 2	0.387 0	0.770 8	0.833 8	0.130 6	0.029 2	0.011 1
谷氨酸	0.209 2	0.359 3	0.023 1	0.115 7	0.088 4	0.114 5	0.203 4	0.297 1
谷氨酰胺	0.030 9	0.079 7	0.001 7	0.024 4	0.011 4	0.007 0	0.025 6	0.017 2
茶氨酸	2.695 7	2.284 3	0.193 2	0.305 5	0.802 8	0.464 3	1.438 7	0.664 3
α-氨基己二酸	0.034 4	0.042 3	0.029 8	0.018 9	0.038 7	0.004 4	-	-
甘氨酸	0.005 9	0.009 6	-	-	0.003 2	0.006 5	0.002 8	0.003 3

续表 2

mg/kg

氨基酸种类	春		夏		秋		冬	
	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡
丙氨酸	0.113 1	0.137 5	0.037 1	0.074 9	0.081 7	0.147 4	0.106 7	0.090 7
$\alpha$ -氨基丁酸	0.005 9	0.007 7	0.003 3	-	-	-	-	-
缬氨酸	0.197 6	0.247 4	0.120 7	0.077 7	0.139 6	0.117 1	0.031 2	0.026 4
胱氨酸	0.036 2	0.048 2	-	0.017 9	0.019 9	0.011 9	-	-
异亮氨酸	0.094 5	0.129 9	0.085 2	0.044 7	0.082 9	0.069 0	0.013 1	0.011 8
亮氨酸	0.063 9	0.095 0	0.045 1	0.027 0	0.044 5	0.067 1	0.014 1	0.013 4
酪氨酸	0.078 2	0.112 9	0.018 6	0.025 3	0.041 1	0.116 9	0.023 4	0.025 3
苯丙氨酸	0.193 5	0.210 3	0.076 3	0.037 4	0.088 6	0.067 9	0.018 7	0.019 9
$\beta$ -丙氨酸	0.020 2	0.024 0	0.010 7	0.011 6	0.011 7	0.013 5	0.003 5	0.004 4
$\gamma$ -氨基丁酸	0.057 3	0.109 0	0.011 6	0.025 5	0.024 4	0.136 2	0.047 3	0.077 8
组氨酸	0.028 9	0.047 8	0.006 3	0.009 8	0.013 4	0.004 4	0.008 8	0.006 3
色氨酸	0.083 1	0.109 8	0.039 5	0.068 9	0.066 6	0.044 7	-	-
鸟氨酸	0.006 8	0.021 7	-	-	-	-	0.008 7	0.006 5
赖氨酸	0.086 6	0.145 3	0.012 9	0.007 1	0.041 5	0.042 3	0.013 7	0.006 5
精氨酸	0.339 9	0.211 7	0.015 3	0.024 0	0.019 4	0.024 0	0.040 2	0.029 6
脯氨酸	0.099 9	0.141 9	0.049 4	0.021 4	0.062 4	0.070 5	0.019 7	0.022 5
总量	6.088 2	6.520 0	1.264 0	1.847 8	2.733 9	1.805 2	2.252 5	1.501 9

分析结果表明：凤山镇和大寺乡茶叶样品中各游离氨基酸的含量在不同季节差异显著，在凤山镇和大寺乡各采摘季节的茶叶中，春季茶叶中游离氨基酸含量丰富，均检出 27 种游离氨基酸；在夏季，凤山镇茶中检出 23 种游离氨基酸（未检出磷酸乙醇胺、甘氨酸、胱氨酸和鸟氨酸），大寺乡茶叶中检出 22 种游离氨基酸（未检出磷酸乙醇胺、甘氨酸、胱氨酸、鸟氨酸和  $\alpha$ -氨基丁酸）；在秋季茶叶中均检出 24 种游离氨基酸（未检出磷酸乙醇胺、 $\alpha$ -氨基丁酸和鸟氨酸）；冬季茶叶中均检出 23 种（未检出  $\alpha$ -氨基己二酸、 $\alpha$ -氨基丁酸、胱氨酸、色氨酸）。不同生长季节茶叶中 FFA 和总游离氨基酸含量的分布特征如图 1 所示。

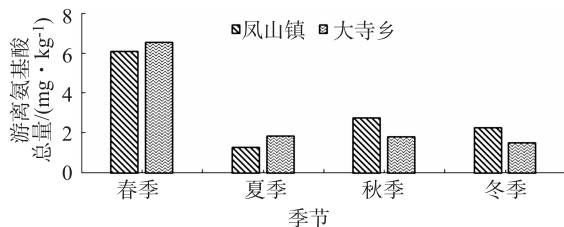


图 1 不同生长季节茶叶中 FAA 总含量对比

由图 1 可知，不同生长周期大叶种茶叶中游离氨基酸总含量高低顺序为： $w(\text{春茶}) > w(\text{秋茶}) > w(\text{冬茶}) > w(\text{夏茶})$ 。其中凤山镇和大寺乡春茶中游

离氨基酸总量分别为 6.088 2 mg/kg 和 6.520 0 mg/kg，显著高于其他季节，分别是秋茶的 2.2 倍和 3.6 倍，冬茶的 2.7 倍和 4.3 倍，夏茶的 4.8 倍和 3.5 倍。

各游离氨基酸分量在不同生长周期茶叶中差异明显，凤山镇和大寺乡春茶中磷酸丝氨酸、色氨酸和异亮氨酸含量显著高于其他季节，其中：磷酸丝氨酸含量分别为 0.071 0 mg/kg 和 0.039 8 mg/kg，是冬茶的 1.8 倍和 1.7 倍；色氨酸含量分别为 0.083 1 mg/kg 和 0.109 8 mg/kg，是夏茶的 2.1 倍和 1.6 倍；异亮氨酸含量分别为 0.094 5 mg/kg 和 0.129 9 mg/kg，是冬茶的 7.2 倍和 11 倍等。少数氨基酸在其他季节茶叶中含量最高，如磷酸乙醇胺和鸟氨酸在冬季凤山镇茶叶中含量最高，分别为 0.017 8 mg/kg 和 0.008 7 mg/kg；凤山镇秋季茶叶中  $\alpha$ -氨基己二酸的含量最高，为 0.038 7 mg/kg；大寺乡秋季茶叶中丙氨酸、酪氨酸和  $\gamma$ -氨基丁酸的含量最高，分别为 0.147 4 mg/kg，0.116 9 mg/kg 和 0.136 2 mg/kg。

## 2.2 不同生长季节茶叶中营养氨基酸的含量分布

目前，有研究<sup>[24]</sup>表明，在各氨基酸中有 15 种对人体具有较高的营养价值，具营养价值的氨基酸信息汇总于表 3。在本研究中，各生长季节茶叶中均含有 12 种营养氨基酸（表 2）。

表3 营养氨基酸信息汇总表

序号	氨基酸种类	营养价值
1	茶氨酸	降血压、辅助抑制肿瘤、保护脑神经细胞等
2	天冬氨酸	增强肝脏功能、消除疲劳等
3	谷氨酰胺	治疗胃及十二指肠溃疡、胃炎及胃酸过多、改善脑功能等
4	甘氨酸	治疗重症肌无力、慢性肠炎、抗氧化等
5	$\alpha$ -氨基丁酸	促进脑细胞代谢等
6	胱氨酸	促进细胞氧化还原、促进白细胞增生、阻止病原菌发育等
7	苯丙氨酸	抑制肿瘤生长、降低药物的毒副作用等
8	赖氨酸	促进人体生长发育、增强机体免疫力、抗病毒等
9	$\gamma$ -氨基丁酸	改善机体睡眠质量、降血压等
10	缬氨酸	
11	异亮氨酸	促进身体正常生长、修复组织、调节血糖等
12	亮氨酸	
13	酪氨酸	
14	精氨酸	作为营养增补剂等
15	脯氨酸	

对表2中的数据进行分析, 结果表明, 在12种具有营养价值的游离氨基酸中, 除大寺乡秋茶中酪氨酸和 $\gamma$ -氨基丁酸较高外, 其余10种氨基酸含量均在春茶中较高, 尤以茶氨酸为甚, 其在凤山镇春茶中的含量分别是冬茶的1.9倍, 秋茶的3.4倍和夏茶的14倍; 在大寺乡春茶中的含量分别是冬茶的3.4倍, 秋茶的5.0倍和夏茶的7.5倍. 为进一步分析具有营养价值的氨基酸在不同生长周期茶叶中的含量变化情况, 将春、夏、秋、冬具有营养价值的优质氨基酸总量进行对比, 结果如图2所示.

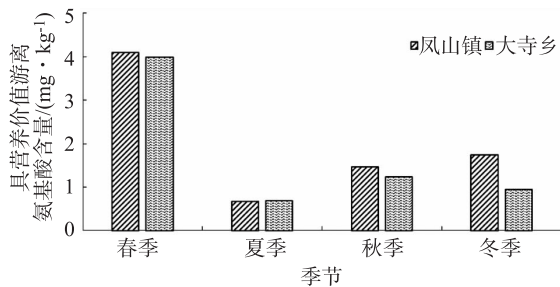


图2 不同生长季节茶叶中营养氨基酸的含量对比

由图2可知, 茶叶中具有营养价值的游离氨基酸总量平均含量高低顺序表现为:  $w(\text{春季}) > w(\text{秋季}) \approx w(\text{冬季}) > w(\text{夏季})$ , 凤山镇和大寺乡春季茶叶中营养性游离氨基酸含量显著高于其他3

个季节, 含量分别为 4.1007 mg/kg 和 3.9914 mg/kg, 是夏季含量的 6.2 倍和 5.7 倍, 秋季含量的 2.8 倍和 3.2 倍, 冬季茶叶的 2.4 倍和 4.2 倍. 凤山镇和大寺乡春茶中具有营养价值的游离氨基酸含量分别占总氨基酸含量的 67.4% 和 61.2%, 夏茶为 52.7% 和 37.3%, 秋季为 53.8% 和 68.8%, 冬季为 77.1% 和 63.6%. 由于在考虑茶叶品质时不仅要关注其营养价值, 也要关注其风味, 故对大叶种茶叶中的滋味氨基酸进行进一步分析.

### 2.3 不同生长季节茶叶中滋味氨基酸的含量分布

茶叶中滋味游离氨基酸是影响茶汤滋味的关键因素, 也是影响茶叶质量的重要因素之一. 对茶叶中滋味氨基酸按苦味、鲜爽味和鲜甜味进行分类分析, 可以有效评价生长周期对茶叶滋味的影响. 对不同生长季节大叶种茶叶中所检出的 27 种游离氨基酸进行分类分析, 17 种属于滋味氨基酸, 精氨酸属于苦味氨基酸, 天冬氨酸、天冬酰胺、谷氨酸和谷氨酰胺属于鲜爽味氨基酸; 而茶氨酸、甘氨酸、丙氨酸、丝氨酸、苏氨酸、脯氨酸、缬氨酸、组氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸和酪氨酸等 12 种游离氨基酸属于鲜甜味氨基酸. 对不同生长周期茶叶中苦味氨基酸 (精氨酸) 含量进行分析, 结果汇总于表 4.

表4 不同生长季节的茶叶中苦味氨基酸的含量

mg/kg

氨基酸名称	春		夏		秋		冬	
	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡
精氨酸	0.339 9	0.211 7	0.015 3	0.024 0	0.019 4	0.024 0	0.040 2	0.029 6

分析结果表明, 凤山镇和大寺乡春季茶叶样品中具有苦味的氨基酸(精氨酸)含量最高, 分别为0.339 9 mg/kg和0.211 7 mg/kg; 夏茶中含量最低, 分别为0.015 3 mg/kg和0.024 0 mg/kg,

春茶中含量是夏茶的22.2倍和8.8倍。对凤山镇和大寺乡不同季节茶叶中具有鲜爽滋味的4种游离氨基酸含量进行对比分析, 并将结果列于表5。

表5 不同生长季节茶叶中鲜爽滋味氨基酸的含量

mg/kg

氨基酸名称	春		夏		秋		冬	
	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡
天冬氨酸	0.114 4	0.158 7	0.032 7	0.051 3	0.089 8	0.040 4	0.048 1	0.031 9
天冬酰胺	1.242 4	1.501 2	0.387 0	0.770 8	0.833 8	0.130 6	0.029 2	0.011 1
谷氨酸	0.209 2	0.359 3	0.023 1	0.115 7	0.088 4	0.114 5	0.203 4	0.297 1
谷氨酰胺	0.030 9	0.079 7	0.001 7	0.024 4	0.011 4	0.007 0	0.025 6	0.017 2
总量	1.596 9	2.098 9	0.444 5	0.962 2	1.023 4	0.292 5	0.306 3	0.357 3

分析结果表明, 凤山镇不同生长周期茶叶中鲜爽滋味氨基酸含量高低顺序为:  $w(\text{春季}) > w(\text{秋季}) > w(\text{夏季}) > w(\text{冬季})$ ; 大寺乡含量高低顺序与凤山镇有所差异, 表现为:  $w(\text{春季}) > w(\text{夏季}) > w(\text{冬季}) > w(\text{秋季})$ 。此外, 凤山镇和大寺乡茶叶样品中具有鲜爽滋味的4种游离氨基酸在不同季节含量差异显著, 两地含量均以春茶最高, 尤其是天冬酰胺, 在春茶中的含量分别为1.242 4 mg/kg和1.501 2 mg/kg, 是冬茶的42.5倍和135.2倍。凤山镇春茶中的谷氨酰胺为0.030 9 mg/kg, 是夏茶的18.2倍。但凤山镇秋茶中的天冬氨酸含量为0.089 8 mg/kg, 为春茶含量的78.5%; 两地冬茶中的谷氨酸含量分别为0.203 4 mg/kg和0.297 1 mg/kg, 分别为春茶含量的97.2%和82.7%。为了进一步对春、夏、秋、冬具有鲜爽滋味的4种游离氨基酸总量进行横向对比, 将不同季节茶叶中具有鲜爽滋味的氨基酸总量汇总于图3。

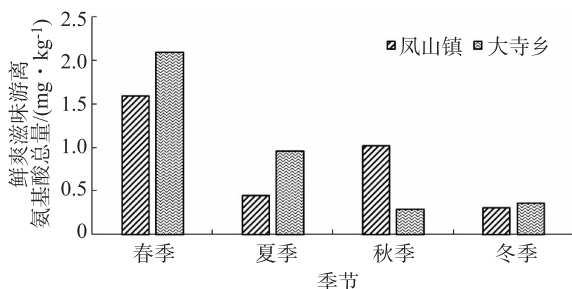


图3 不同生长季节茶叶中鲜爽滋味的游离氨基酸总量对比

从图3可以明显看出, 在春季, 具有鲜爽滋味的游离氨基酸含量显著高于其他3个季节, 凤山镇和大寺乡茶园中的鲜爽滋味的游离氨基酸总量分别达到了1.596 9 mg/kg和2.098 9 mg/kg, 分别是冬季含量的5.2倍和秋季含量的7.2倍; 同时, 秋季凤山镇具有鲜爽滋味的游离氨基酸含量高于夏季和冬季, 为1.023 4 mg/kg。

对凤山镇和大寺乡不同季节茶叶中具有鲜甜滋味的12种游离氨基酸含量进行对比分析结果见表6。由表6可见, 在春节, 大叶种中茶氨酸(特征氨基酸)的含量显著高于其余3个季节, 在本研究所选取的2个茶产地所采春茶中, 其茶氨酸的含量分别高达2.695 7 mg/kg和2.284 3 mg/kg, 超出了其他季节总含量最大值的1.8倍以上。值得注意的是, 在冬季凤山镇大叶种茶中, 其茶氨酸的含量也显著高于夏季和秋季。茶氨酸在总游离氨基酸中的占比计算结果表明, 冬季凤山镇大叶种茶叶茶氨酸所占百分比高达82.63%, 甚至高于春季的73.68%; 且冬季大寺乡大叶种茶叶茶氨酸所占百分比也高达71.67%, 高于春季、夏季、秋季的65.22%、47.03%、42.46%, 表明在云南特殊气候的条件下, 存在秋冬季节产出游离氨基酸含量较高的优质大叶种茶叶的可能性。对不同生长季节茶叶中总游离氨基酸的含量进行分析, 结果如图4所示。

表6 不同生长季节茶叶中鲜甜滋味氨基酸的含量

mg/kg

氨基酸	春		夏		秋		冬	
	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡	凤山镇	大寺乡
茶氨酸	2.695 7	2.284 3	0.193 2	0.305 5	0.802 8	0.464 3	1.438 7	0.664 3
甘氨酸	0.005 9	0.009 6	-	-	0.003 2	0.006 5	0.002 8	0.003 3
丙氨酸	0.113 1	0.137 5	0.037 1	0.074 9	0.081 7	0.147 4	0.106 7	0.090 7
丝氨酸	0.080 0	0.096 0	0.018 1	0.024 7	0.037 6	0.038 3	0.064 5	0.048 7
苏氨酸	0.085 8	0.103 0	0.019 4	0.026 5	0.040 3	0.041 1	0.022 6	0.019 6
脯氨酸	0.099 9	0.141 9	0.049 4	0.021 4	0.062 4	0.070 5	0.019 7	0.022 5
缬氨酸	0.197 6	0.247 4	0.120 7	0.077 7	0.139 6	0.117 1	0.031 2	0.026 4
组氨酸	0.028 9	0.047 8	0.006 3	0.009 8	0.013 4	0.004 4	0.008 8	0.006 3
异亮氨酸	0.094 5	0.129 9	0.085 2	0.044 7	0.082 9	0.069 0	0.013 1	0.011 8
亮氨酸	0.063 9	0.095 0	0.045 1	0.027 0	0.044 5	0.067 1	0.014 1	0.013 4
苯丙氨酸	0.193 5	0.210 3	0.076 3	0.037 4	0.088 6	0.067 9	0.018 7	0.019 9
酪氨酸	0.078 2	0.112 9	0.018 6	0.025 3	0.041 1	0.116 9	0.023 4	0.025 3
总量	3.658 7	3.502 7	0.650 9	0.649 6	1.396 9	1.093 6	1.741 1	0.926 9

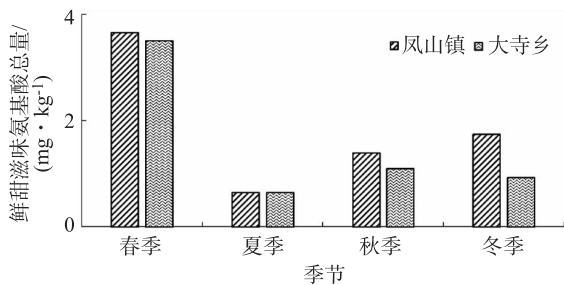


图4 不同生长季节茶叶中鲜甜滋味氨基酸的含量

结果表明, 在春茶中, 具有鲜甜滋味的游离氨基酸总含量显著高于其他季节, 分别高达 3.658 7 mg/kg 和 3.502 7 mg/kg, 超出其他季节总含量最大值的 2 倍以上. 同时, 凤山镇和大寺乡茶叶在夏季具有鲜甜滋味的游离氨基酸总含量均达到了一年中的最低值, 甚至不到春季游离氨基酸总含量的 20%.

2.4 不同生长季节茶叶中各滋味游离氨基酸的含量分布特征

茶树的生长发育与其生长周期密切相关<sup>[27]</sup>, 为进一步探究不同生长季节对大叶种茶叶中各滋味游离氨基酸含量的影响, 对凤山镇和大寺乡两产地不同滋味游离氨基酸含量占总含量的变化趋势进行对比分析, 结果如图 5 所示.

结果表明, 凤山镇的游离氨基酸总量为:  $w(\text{春季}) > w(\text{秋季}) > w(\text{冬季}) > w(\text{夏季})$ , 呈现下降、升高、下降的趋势. 而由图 2 可知, 具有营养价值的游离氨基酸总量为:  $w(\text{春季}) > w(\text{冬季}) > w(\text{秋季}) > w(\text{夏季})$ , 呈现下降后上升的趋势. 总体而言, 在凤山镇茶叶中, 4 个季节的鲜甜和鲜爽

滋味氨基酸占总氨基酸的百分比分别为 86.3%、86.7%、88.5% 和 90.9%, 显然冬茶具有较好的滋味. 此外, 在大寺乡大叶种茶叶中, 游离氨基酸的总量为  $w(\text{春季}) > w(\text{夏季}) > w(\text{秋季}) > w(\text{冬季})$ , 呈现不断下降的趋势, 而图 2 表明, 具有营养价值的游离氨基酸总量为春季 > 冬季 > 秋季 > 夏季, 呈现下降、升高、下降的趋势, 这进一步表明, 除春季外, 在夏季和冬季节也具备产出优质茶叶的可能性.

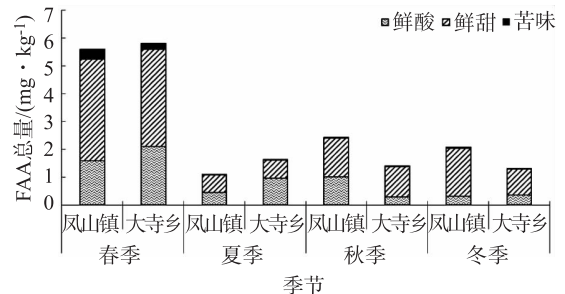


图5 不同生长季节茶叶中不同滋味 FAA 含量对比

3 结论

通过以上实验研究, 可以得出以下结论:

1) 在凤山镇和大寺乡两茶叶产区中, 春茶中游离氨基酸总量、具有营养价值的游离氨基酸总量和滋味游离氨基酸总量均高于其他季节, 说明在各采摘季节中, 春茶的品质最好.

2) 在凤山镇大叶种冬茶中的游离氨基酸总量大于夏季和秋季, 茶氨酸所占百分比高达 82.63%, 甚至高于春季的 73.68%, 说明凤山镇

冬季大叶种茶叶的品质高于夏季和秋季。

3) 在大寺乡大叶种冬茶中茶氨酸所占百分比高达 71.67%，远高于春季、夏季、秋季的 65.22%、47.03%、42.46%，说明凤山镇冬季大叶种茶叶的品质较好。

#### [参考文献]

- [1] 耿莲莲. 浅谈中国茶叶发展的历史节点 [J]. 福建茶叶, 2020, 42 (7): 1-2.
- [2] 潘蓉, 赵学尽, 杜建斌, 等. 2021 年中国茶叶进出口贸易情况简析 [J]. 中国茶叶, 2022, 44 (3): 25-31.
- [3] 虞富莲. 论茶树原产地和起源中心 [J]. 茶叶科学, 1986 (1): 1-8.
- [4] 何青元. 云南茶产业发展研究 (I): 云南茶产业现状及思考 [J]. 云南农业科技, 2022, 1 (2): 4-6.
- [5] 刘学艳, 何鲁南, 吕才有. 普洱茶国内外研究进展及展望 [J]. 中国茶叶, 2020 (9): 1-7.
- [6] 龚雨顺, 戴申, 黄建安. 茶叶的抗衰老作用 [J]. 中国茶叶, 2019, 41 (8): 6-11.
- [7] 龚加顺, 陈文品, 周红杰, 等. 云南普洱茶特征成分的功能与毒理学评价 [J]. 茶叶科学, 2007 (3): 201-210.
- [8] 杨方慧, 杨毅坚, 张艳梅, 等. 大叶种茶功能成分研究及提取开发现状 [J]. 安徽农业科学, 2018, 46 (11): 10-13.
- [9] 陈雅君. 影响茶叶品质的主要生化指标的高光谱反演研究 [D]. 福州: 福建师范大学, 2018.
- [10] ZHANG X. Differences of Polyphenols Content in Anxi Tie GuanYin Tea among Different Seasons and Relationship between Polyphenols and Tea Quality [J]. Agricultural Science & Technology, 2014, 15 (7): 1191-1195.
- [11] 刘晓慧, 王琼, 邓懿涵, 等. 不同等级软枝乌龙茶品质研究 [J]. 云南农业大学学报 (自然科学), 2022, 37 (3): 464-470.
- [12] HAO J, FENG Y, LI Q, et al. Dynamic change in amino acids, catechins, alkaloids, and gallic acid in six types of tea processed from the same batch of fresh tea (*Camellia sinensis* L.) leaves [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2019, 77: 28-38.
- [13] YU P, HUANG H, ZHAO X, et al. Dynamic variation of amino acid content during black tea processing: A review [J/OL]. Food Reviews International, 2022 (1): 1-14. [2022-09-20]. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559129.2021.2015374>.
- [14] 康受姪. 不同茶树品种、生产季节和加工方法对茶叶挥发性化合物的影响 [D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [15] 刘红艳, 周凌云, 李维, 等. 新型微量元素叶面肥对茶叶产量与品质的影响 [J]. 茶叶通讯, 2020, 47 (1): 58-61.
- [16] 廖日艳, 黄霞, 梁昌贵, 等. 含氨基酸水溶肥对秋茶产量品质及效益的影响 [J]. 农业科技通讯, 2020 (7): 152-154.
- [17] JABEEN S, ALAM S, SALEEM M, et al. Withering timings affect the total free amino acids and mineral contents of tea leaves during black tea manufacturing [J]. Arabian Journal of Chemistry, 2019, 12 (8): 2411-2417.
- [18] 杨广容, 王秀青, 李永梅, 等. 景迈山茶园土壤养分与茶叶品质分析研究 [J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2016 (3): 519-527.
- [19] HORANNI R, ENGELHARDT U H. Determination of amino acids in white, green, black, oolong, pu-erh teas and tea products [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2013, 13 (1): 94-100.
- [20] 张佳. 应用气相色谱: 质谱测定茶叶中主要游离氨基酸及 15N 丰度的研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2010.
- [21] 张兰, 魏吉鹏, 沈晨, 等. 秋茶光合作用与品质成分变化的分析 [J]. 茶叶科学, 2018, 38 (3): 271-280.
- [22] 陈保, 车涛, 姜东华, 等. 云南景迈茶氨基酸及矿质元素分析评价 [J]. 食品研究与开发, 2017, 38 (6): 11-14.
- [23] 许雅楠. 基于双模板分子印迹技术检测茶叶中 13 种游离氨基酸的研究 [D]. 烟台: 烟台大学, 2020.
- [24] 杨转, 莫海珍, 郭桂义. 不同产地信阳毛尖茶中游离氨基酸指纹图谱特征分析 [J]. 茶叶通讯, 2021, 48 (2): 306-310.