

## 4个等级内山六安瓜片茶叶氨基酸的组成及差异

范培珍<sup>1,2</sup>, 薄晓培<sup>1</sup>, 王梦馨<sup>1</sup>, 韩宝瑜<sup>1\*</sup>

(1. 中国计量大学浙江省生物计量及检验检疫技术重点实验室, 杭州 310018; 2. 六安职业技术学院, 六安 237158)

**摘要:** 使用 HPLC 检测了内山六安瓜片 4 个等级茶样氨基酸组成及其含量。从每个茶样皆测出 18 种氨基酸, 其中茶氨酸、谷氨酸、天门冬氨酸、脯氨酸、酪氨酸和丝氨酸是主要成分, 苏氨酸、赖氨酸、缬氨酸和甲硫氨酸含量较少。从特级、一级、二级至三级, 游离氨基酸总量分别为 (38.848±0.671)、(32.774±1.177)、(26.113±0.326) 和 (21.887±0.354) mg·g<sup>-1</sup>, 茶氨酸分别占游离氨基酸总量的 69.86%、69.71%、67.33% 和 60.20%。特级瓜片的谷氨酸含量分别超出一级、二级至三级含量的 19.3%、37.4% 和 55.7%。根据滋味, 将 18 种氨基酸分为 6 类: 滋味相关类 (天门冬氨酸、谷氨酸、精氨酸、茶氨酸)、鲜爽类 (谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、脯氨酸、茶氨酸)、鲜味类 (天门冬氨酸、谷氨酸)、甜味类 (丝氨酸、甘氨酸、丙氨酸、脯氨酸)、芳香类 (精氨酸、酪氨酸、缬氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸) 和苦味类 (组氨酸、精氨酸、缬氨酸、甲硫氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸)。前 3 类分别占这 4 个等级茶样游离氨基酸的 82.95%~88.69%、77.89%~85.00% 和 17.79%~19.52%; 前 3 类的每个类型含量在特级、一级、二级至三级的含量显著递减。据此认为可尝试将氨基酸按滋味分类以便评判不同等级茶叶的氨基酸组成及其含量对茶汤鲜度的贡献率。还计算了每个等级瓜片 18 种氨基酸含量之间相关性, 探讨了显著正相关的组数对茶汤滋味的协同增效及其在不同等级瓜片茶叶之间差异。

**关键词:** 六安瓜片茶叶; 游离氨基酸; 茶氨酸; 茶汤滋味; 氨基酸成分之间相关性

中图分类号: S571.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2017)01-0014-08

### Similarities and differences in composition of amino acids in four grades of Liu'an Neishan Guapian tea

FAN Peizhen<sup>1,2</sup>, BO Xiaopei<sup>1</sup>, WANG Mengxin<sup>1</sup>, HAN Baoyu<sup>1</sup>

(1. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Biometrology and Inspection & Quarantine, China Jiliang University, Hangzhou 310018;

2. Lu'an Vocation Technology College, Lu'an 237158)

**Abstract:** According to the production origin, Liu'an Guapian tea, one of the Chinese historic famous teas, can be divided into Neishan Guapian (grown in the mountains) and Waishan Guapian (grown around the mountains). The composition and amino acids in four grades of Liu'an Neishan Guapian tea were detected using HPLC (high performance liquid chromatography). Eighteen amino acids in the four grades of the tea were detected, of which Thea(theanine), Glu(glutamic acid), Asp(aspartic acid), Pro (proline), Tyr (tyrosine) and Ser (serine) were the chief components, while the contents of Thr (threonine), Lys (lysine), Val (valine) and Met (methionine) were low. The contents of the free amino acids in the top, the first, the second, and the third grade were 38.848±0.671, 32.774±1.177, 26.113±0.326, and 21.887±0.354 mg·g<sup>-1</sup>, respectively, and the ratio of Thea to the free amino acids was 69.86%, 69.71%, 67.33%, or 60.20%, respectively. The content of Glu in the top grade exceeded that in the first, the second and the third grade by 19.3 %, 37.4 % and 55.7 %, respectively. On the basis of the taste, the eighteen amino acids could be divided into six categories: taste related category(Asp, Glu, Arg and Thea); freshing and re-freshing tasting category (Glu, Gly, Ala, Pro and Thea); palatable tasting category (Asp and Glu); sweet tasting category (Ser, Gly, Ala and Pro); aromatic category (Arg, Tyr, Val, Leu, Phe and Lys), and bitter tasting category (His, Arg, Val, Met, Ile, Leu and Phe). The amount of amino acids in the first three categories accounted for 82.95% to 88.69%, 77.89% to 85.00%, and 17.79% to 19.52% of the total amount of free amino acids, correspondingly. In each

收稿日期: 2016-06-06

基金项目: 荷兰 Solidaridad (禾众) 基金会项目 (SOL 2010/714) 资助。

作者简介: 范培珍, 副教授。E-mail: fanpeizhen@126.com

\* 通信作者: 韩宝瑜, 博士, 教授。E-mail: han-insect@263.net

of the first category, the content of the top, the first, the second and the third grade significantly progressively decreased. Based on the results, the amino acids could be classified by tastes to judge the contribution rate of the composition and contents of amino acids to the freshness of tea soup. The correlation coefficients between eighteen amino acids in every grade of Guapian tea were calculated. Subsequently, the coordinating synergy and significant positive correlation on tea soup taste and the difference between the four grades were discussed.

**Key words:** Lu'anguapian tea; free amino acids; theanine; tea soup taste; correlation between components in amino acids

六安瓜片属于中国传统十大名茶, 原产地为皖西六安市的金寨县、霍山县和裕安区交界区域。依据产地分为内山瓜片和外山瓜片, 内山瓜片产地涵盖金寨县齐山村、响洪甸水库流域、鲜花岭、龚店、裕安区的独山、双峰、龙门冲、石婆店镇三岔村、沙家湾村, 以及霍山县的诸佛庵一带。外山瓜片产地主要包括裕安区的石板冲、狮子岗和骆家庵一带。内山瓜片和外山瓜片通常各分为 4 个等级, 以金寨县齐山山区产的内山瓜片品质最佳。谷雨之前生产的茶叶称为“提片”, 谷雨以后生产的茶叶叫做“瓜片”, 进入梅雨季节生产的茶叶叫“梅片”。六安瓜片由单片茶叶制成, 成茶叶片背卷呈瓜子形, 汤色清澈透亮, 滋味鲜醇回甘<sup>[1]</sup>。氨基酸是茶汤中主要呈味化合物, 各类游离氨基酸的质(氨基酸种类)和量(各种氨基酸之间比例)决定了氨基酸对茶汤滋味的贡献度, 影响着茶汤风味。而原产地内不同地点、不同时间采制的六安瓜片的氨基酸组成、含量及差异鲜见报道。为了深入解析六安瓜片氨基酸组成, 并为六安瓜片原产地产品保护技术提供参考, 选择了 4 个等级的内山瓜片, 对其氨基酸进行了定性定量分析并作比较。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试茶样和试剂

供试茶样: 2013 年 4 月 14 日金寨县蝙蝠洞茶场生产的“提片”, 2013 年 4 月 24 日、29 日金寨县面冲村茶厂生产的一级“瓜片”和二级“瓜片”, 2013 年 5 月 13 日金寨县面冲村茶厂生产的“梅片”。为便于比较, 本研究依次称其为特级、一级、二级和三级六安瓜片。

色谱纯试剂: 乙腈、甲醇; 分析纯试剂: 醋酸钠、醋酸、盐酸、三乙胺和正己烷。试验用水为 Milli-Q 超纯水, 衍生化试剂异硫氰酸苯酯(PITC, 纯度 98.0%) 购自 Aladdin 公司, 作为标准品的 17 种氨基酸购自美国安捷伦公司(批号 5061-3330), 包括: 天门冬氨酸(Asp)、谷氨酸(Glu)、丝氨酸(Ser)、甘氨酸(Gly)、组氨酸(His)、精氨酸(Arg)、苏氨酸(Thr)、丙氨酸(Ala)、脯氨酸(Pro)、酪

氨酸(Tyr)、缬氨酸(Val)、甲硫氨酸(Met)、半胱氨酸(Cys)、异亮氨酸(Ile)、亮氨酸(Leu)、苯丙氨酸(Phe)和赖氨酸(Lys); 茶氨酸(Thea) 购自美国 Sigma-Aldrich 公司。

### 1.2 分析仪器

Agilent 1260 高效液相色谱仪(美国安捷伦公司), 由 G1311C 1260 Quat Pump VL(四元泵)、G316A 1260TCC(柱温箱)、G1314F1260VWD(可变波长紫外检测器)和 G1328C 1260Man.Inj.(手动进样器)组成; 还有 PB-10 Sartorius pH 计(德国赛多利斯公司)、Sigma 1-14K 高速离心机(德国 Sigma 公司)、BSA224S 精密电子天平(德国赛多利斯公司)、以及 XW-80A 旋涡混合器(上海精科实业有限公司)。

### 1.3 检测方法

**1.3.1 待测液制备** 参照田野等方法略作改进<sup>[2]</sup>, 称取 2.00 g 茶叶粉末(过 40 目筛)放入 100 mL 具塞锥形瓶中, 加入 75 mL 蒸馏水(沸水), 摇匀, 于沸水浴中提取 1 h。冷却后, 以 2 000 r·min<sup>-1</sup> 离心 5 min, 吸取上清液, 用 0.45 μm 微孔滤膜过滤, 吸 600 μL 滤液至 2 mL 离心管, 分别加入 0.2 mol·L<sup>-1</sup> PITC-乙腈溶液、1 mol·L<sup>-1</sup> 三乙胺-乙腈溶液各 200 μL, 混匀, 室温条件下静置 1 h。加正己烷 400 μL, 涡旋振荡 30 s, 静置 10 min, 取下层溶液至棕色小瓶, 即为待测液。采用高效液相色谱法测定 18 种游离氨基酸含量。每个样品重复检测 6 次。

**1.3.2 色谱条件** 本次试验采用 Phenomenex Luna C18 色谱柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm), 流动相 A 为 0.1 mol·L<sup>-1</sup> 醋酸钠缓冲液(pH6.50), 流动相 B 为乙腈:水(体积比 4:1)混合液, 柱温 43℃, 紫外检测波长 254 nm, 流速 1 mL·min<sup>-1</sup>, 进样体积 10 μL, 梯度洗脱(表 1)。

**1.3.3 检测值计算** 用 50%的乙腈将氨基酸标准品原液分别稀释 10 倍、20 倍、50 倍和 100 倍, 按“1.3.2”条件进样, 将不同浓度梯度的标准品按其峰面积和浓度制成标准曲线, 根据测得样品的峰面积, 通过标准曲线计算样品中氨基酸含量。

表 1 梯度洗脱方法

Table 1 Gradient elution method

时间/min	流动相 A	流动相 B
Time	Mobile phase A	Mobile phase B
0	100%	0
20	96%	4%
21	80%	20%
40	78%	22%
41	70%	30%
46	0	100%
48	0	100%
53	100%	0
55	100%	0

#### 1.4 数据分析

对每种氨基酸含量及总氨基酸含量在 4 个等级六安瓜片之间的差异作方差分析,再以 Duncan's 新复极差测验方法分析差异的显著性。

将 18 种氨基酸分为滋味相关氨基酸(天门冬氨酸、谷氨酸、精氨酸、茶氨酸)<sup>[3-5]</sup>、鲜味氨基酸(天门冬氨酸、谷氨酸)<sup>[6]</sup>、甜味氨基酸(丝氨酸、甘氨酸、丙氨酸和脯氨酸)<sup>[7]</sup>、芳香味氨基酸(精氨酸、

酪氨酸、缬氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸和赖氨酸)<sup>[8]</sup>、苦味氨基酸(组氨酸、精氨酸、缬氨酸、甲硫氨酸、异亮氨酸、亮氨酸和苯丙氨酸)<sup>[6]</sup>和鲜爽氨基酸(谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、脯氨酸和茶氨酸,可协同增强茶叶的鲜爽味)<sup>[5,9]</sup>。比较这 6 类滋味氨基酸的含量在 4 个等级六安瓜片之间差异。

特定品种茶叶有其特定风味,氨基酸又是其中重要的呈味化合物,通常情况下几种氨基酸的含量之间具有显著相关性,并贡献于茶汤特定风味<sup>[9-10]</sup>。因此,本试验对每个等级六安瓜片茶样皆检测了 6 次,对于每个等级的 18 种氨基酸含量之间的相关性做了数值分析,计量每个等级六安瓜片的氨基酸之间正相关个数、负相关个数,以此评判氨基酸组合对于茶汤滋味的贡献程度。

## 2 结果与分析

### 2.1 4 个等级六安瓜片茶叶氨基酸组成及其含量的异同

在 4 个等级六安瓜片茶样中,氨基酸组成有相似性:含量较高游离氨基酸成分皆为茶氨酸、谷氨酸、天门冬氨酸、脯氨酸、酪氨酸、丝氨酸、精氨

表 2 4 个等级六安瓜片氨基酸含量

Table 2 Contents of amino acids in four grades of Lu'anguapian teas

mg·g<sup>-1</sup>

序号	氨基酸	特级	一级	二级	三级	柱形图
Number	Amino acid	Super grade	First grade	Second grade	Third grade	Column chart
1	Thea	27.137±0.390 <sup>a</sup>	22.846±1.037 <sup>b</sup>	17.583±0.497 <sup>c</sup>	13.176±0.267 <sup>d</sup>	
2	Glu	4.490±0.068 <sup>a</sup>	3.764±0.120 <sup>b</sup>	3.269±0.008 <sup>c</sup>	2.884±0.098 <sup>d</sup>	
3	Asp	2.421±0.085 <sup>a</sup>	2.219±0.036 <sup>a</sup>	1.825±0.218 <sup>b</sup>	1.384±0.004 <sup>c</sup>	
4	Pro	1.021±0.093 <sup>a</sup>	0.976±0.085 <sup>a</sup>	0.750±0.037 <sup>b</sup>	0.690±0.020 <sup>b</sup>	
5	Tyr	0.841±0.268 <sup>a</sup>	0.786±0.070 <sup>a</sup>	0.499±0.070 <sup>b</sup>	0.487±0.016 <sup>b</sup>	
6	Ser	0.636±0.047 <sup>b</sup>	0.428±0.016 <sup>d</sup>	0.545±0.016 <sup>c</sup>	0.753±0.038 <sup>a</sup>	
7	Arg	0.327±0.150 <sup>b</sup>	0.241±0.028 <sup>b</sup>	0.393±0.028 <sup>b</sup>	0.712±0.108 <sup>a</sup>	
8	His	0.274±0.017 <sup>ab</sup>	0.211±0.019 <sup>b</sup>	0.301±0.019 <sup>a</sup>	0.357±0.073 <sup>a</sup>	
9	Leu	0.247±0.013 <sup>a</sup>	0.122±0.018 <sup>b</sup>	0.102±0.018 <sup>bc</sup>	0.084±0.004 <sup>c</sup>	
10	Ile	0.218±0.005 <sup>b</sup>	0.104±0.015 <sup>c</sup>	0.067±0.015 <sup>d</sup>	0.280±0.013 <sup>a</sup>	
11	Gly	0.213±0.003 <sup>a</sup>	0.134±0.026 <sup>b</sup>	0.125±0.026 <sup>b</sup>	0.109±0.032 <sup>b</sup>	
12	Val	0.196±0.012 <sup>a</sup>	0.052±0.002 <sup>b</sup>	0.035±0.002 <sup>c</sup>	0.037±0.001 <sup>c</sup>	
13	Cys	0.178±0.017 <sup>b</sup>	0.214±0.010 <sup>a</sup>	0.148±0.010 <sup>c</sup>	0.120±0.015 <sup>d</sup>	
14	Phe	0.175±0.014 <sup>c</sup>	0.314±0.028 <sup>a</sup>	0.134±0.028 <sup>d</sup>	0.214±0.002 <sup>b</sup>	
15	Ala	0.157±0.008 <sup>b</sup>	0.105±0.005 <sup>c</sup>	0.107±0.005 <sup>c</sup>	0.190±0.006 <sup>a</sup>	
16	Thr	0.154±0.053 <sup>ab</sup>	0.103±0.015 <sup>b</sup>	0.111±0.015 <sup>b</sup>	0.183±0.031 <sup>a</sup>	
17	Lys	0.103±0.019 <sup>b</sup>	0.047±0.002 <sup>c</sup>	0.049±0.002 <sup>c</sup>	0.165±0.006 <sup>a</sup>	
18	Met	0.062±0.009 <sup>b</sup>	0.107±0.011 <sup>a</sup>	0.072±0.011 <sup>b</sup>	0.062±0.004 <sup>b</sup>	
19	TAA	38.848±0.671 <sup>a</sup>	32.774±1.177 <sup>b</sup>	26.113±0.326 <sup>c</sup>	21.887±0.354 <sup>d</sup>	

注: TAA 为总氨基酸,带有不同小写字母的同行数值之间差异达显著水平。柱形图为 4 个等级茶样同种氨基酸的含量。

Note: TAA means total amino acids, and the difference in the numerals with different letters at the same row reaches the level of  $P < 5\%$ . The column charts display the contents of the same amino acids in four tea samples.

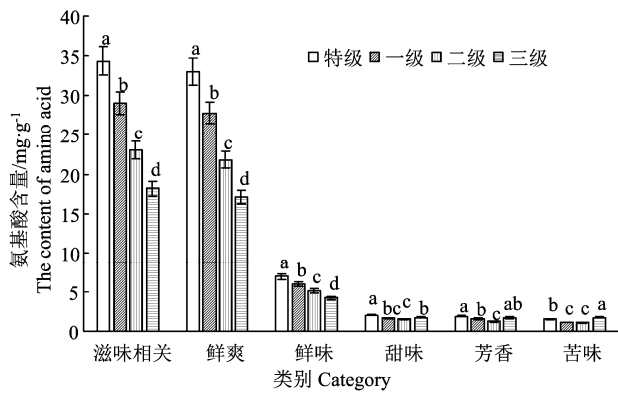


图 1 6 种滋味氨基酸在 4 个等级茶样中含量的差异

Figure 1 Difference in relative contents of four grades within each of six taste categories

酸和组氨酸, 前 6 种是主要成分, 尤其是茶氨酸含量最高, 分别占特级、一级、二级和三级六安瓜片茶叶氨基酸总量的 69.86%、69.71%、67.33%和 60.20%; 含量较少的为苏氨酸、赖氨酸、缬氨酸和甲硫氨酸 (表 2)。

其次为相异性: 从特级、一级、二级至三级六安瓜片, 游离氨基酸总量呈梯度下降, 差异显著, 以特级的含量最高, 分别高出一级、二级至三级 18.5%、48.9%和 77.5%; 茶氨酸、谷氨酸、天门冬氨酸、亮氨酸、缬氨酸、丝氨酸、异亮氨酸、半胱氨酸、苯丙氨酸、丙氨酸和赖氨酸等单组分的含量也是呈梯度下降, 差异显著, 其中特级的茶氨酸含量分别高出一级、二级和三级的 18.8%、54.4%和

106.0% (表 2)。

再次, 精氨酸、组氨酸、苏氨酸和甲硫氨酸含量在等级间的差异性不很明显, 二级和三级六安瓜片中大多氨基酸含量相对较低。

## 2.2 每种呈味氨基酸的含量及其在 4 个等级六安瓜片之间差异

所有氨基酸协同影响着茶汤滋味。根据滋味将 18 种氨基酸归为 6 类: 滋味相关类、鲜爽类、鲜味类、甜味类、芳香类和苦味类 (图 1 和表 3)。前 3 类氨基酸含量高, 随着茶样等级的降低呈梯度递减, 后 3 类氨基酸含量低 (图 1 和表 3)。在前 3 类 (滋味相关类、鲜爽类、鲜味类) 的每个类型中, 从特级、一级、二级至三级六安瓜片, 含量显著递减 (图 1)。在后 3 类 (甜味、芳香、苦味) 的每个类型中, 4 个等级六安瓜片中含量差异不明显 (图 1)。

## 2.3 18 种氨基酸之间的相关性

特级茶样中显著相关的氨基酸共有 40 组, 其中 33 组显著正相关, 7 组显著负相关 (表 4); 一级茶样中显著相关的有 33 组, 其中 29 组显著正相关, 4 组显著负相关 (表 5); 二级茶样中显著相关的有 27 组, 其中 16 组显著正相关, 11 组显著负相关 (表 6); 三级茶样中显著相关的共 36 组, 其中 18 组显著正相关, 18 组显著负相关 (表 7)。即瓜片茶叶中氨基酸成分之间消长是相互关联的, 从特级、一级至二级, 正相关组数呈梯度下降, 三级瓜片虽有 18 组正相关, 但是负相关组数高达 18 组。

表 3 呈味氨基酸占游离氨基酸含量的比率

Table 3 The proportions of flavor amino acids to the free amino acids

类别 Category	特级 Super grade	一级 First grade	二级 Second grade	三级 Third grade
滋味相关 Taste-related	88.50 <sup>a</sup>	88.69 <sup>a</sup>	88.34 <sup>a</sup>	82.95 <sup>b</sup>
鲜爽 Freshening and refreshing tasting	85.00 <sup>a</sup>	84.90 <sup>a</sup>	83.61 <sup>b</sup>	77.89 <sup>c</sup>
鲜味 Palatable tasting	17.79 <sup>b</sup>	18.26 <sup>b</sup>	19.52 <sup>a</sup>	19.50 <sup>a</sup>
甜味 Sweet tasting	5.21 <sup>c</sup>	5.02 <sup>c</sup>	5.85 <sup>b</sup>	7.96 <sup>a</sup>
芳香 Aromatic	4.86 <sup>b</sup>	4.77 <sup>b</sup>	4.63 <sup>b</sup>	7.77 <sup>a</sup>
苦味 Bitter tasting	3.86 <sup>bc</sup>	3.51 <sup>c</sup>	4.22 <sup>b</sup>	7.98 <sup>a</sup>

注: 带有不同小写字母的同行数值之间的差异达显著水平。

Note: the difference in the numerals with different letters at the same row reaches the level of  $P < 5\%$ .

## 3 讨论

六安瓜片鲜醇回甘的风味令饮者遐思, 氨基酸起到明显的贡献。其一, 茶汤中氨基酸种类丰富, 含量高, 本研究测得 4 个等级内山瓜片氨基酸含量占干重 2.2%~3.9%, 尤其是具有鲜味的茶氨酸和谷氨酸含量较大, 比如茶氨酸占游离氨基酸总量的

60.2%~69.9%, 谷氨酸占游离氨基酸总量的 11.5%~13.2%, 氨基酸对于茶汤鲜醇风味贡献较大。其二, 如果把 18 种氨基酸分为 6 类, 与鲜味相关的滋味相关类、鲜爽类、鲜味类含量之和占游离氨基酸总量的 82.95%~88.69%、77.89%~85.00%和 17.79%~19.52%, 一定程度上决定了茶汤滋味的“鲜美”。其三, 瓜片茶叶 18 种氨基酸含量之间具

有显著相关性, 从特级、一级、二级至三级, 含量说明氨基酸之间协同增效效应明显。  
相关的氨基酸组数是 33 组、29 组、16 组和 18 组,

表 4 特级六安瓜片茶叶 18 种氨基酸之间的相关性  
Table 4 Correlation of each other in eighteen amino acids in super grade Lu'anguapian tea

氨基酸 Amino acid	Asp	Glu	Ser	Gly	His	Arg	Thr	Ala	Pro
Asp	1								
Glu	0.996**	1							
Ser	0.662	0.596	1						
Gly	-0.204	-0.287	0.597	1					
His	0.783	0.727	0.985*	0.448	1				
Arg	0.821	0.866	0.115	-0.725	0.287	1			
Thr	0.994**	1.000**	0.578	-0.307	0.712	0.877	1		
Ala	0.549	0.475	0.990*	0.706	0.950	-0.027	0.456	1	
Pro	-0.950	-0.973*	-0.395	0.499	-0.549	-0.958*	-0.978*	-0.260	1
Thea	-0.222	-0.304	0.584	0.997**	0.433	-0.739	-0.325	0.693	0.515
Tyr	-0.475	-0.548	0.345	0.956*	0.176	-0.893	-0.566	0.475	0.726
Val	0.472	0.395	0.973*	0.766	0.918	-0.116	0.375	0.996**	-0.173
Met	-0.978*	-0.992**	-0.491	0.404	-0.636	-0.921	-0.994**	-0.362	0.994**
Cys	-0.641	-0.704	0.151	0.881	-0.024	-0.965*	-0.719	0.290	0.848
Ile	0.746	0.686	0.993**	0.499	0.998**	0.231	0.670	0.966*	-0.500
Leu	0.691	0.627	0.999**	0.566	0.991**	0.154	0.610	0.983*	-0.430
Phe	0.720	0.659	0.997**	0.531	0.995**	0.195	0.642	0.975*	-0.468
Lys	0.710	0.647	0.998**	0.543	0.994**	0.180	0.630	0.978*	-0.454

氨基酸 Amino acid	Thea	Tyr	Val	Met	Cys	Ile	Leu	Phe	Lys
Asp									
Glu									
Ser									
Gly									
His									
Arg									
Thr									
Ala									
Pro									
Thea	1								
Tyr	0.963*	1							
Val	0.755	0.551	1						
Met	0.420	0.648	-0.278	1					
Cys	0.891	0.980*	0.374	0.787	1				
Ile	0.484	0.232	0.939	-0.590	0.034	1			
Leu	0.551	0.308	0.963*	-0.525	0.112	0.997**	1		
Phe	0.516	0.268	0.951*	-0.560	0.071	0.999**	0.999**	1	
Lys	0.530	0.283	0.956*	-0.547	0.086	0.999**	1.000**	1.000**	1

注：“\*”表示显著相关 ( $P < 0.05$ ), “\*\*”表示极显著相关 ( $P < 0.01$ )。下同。

Note: “\*” indicates significant correlation ( $P < 0.05$ ), “\*\*” indicates extremely significant correlation ( $P < 0.01$ ). The same below.

表 5 一级六安瓜片茶叶 18 种氨基酸之间的相关性  
Table 5 Correlation of each other in eighteen amino acids in first grade Lu'anguapian tea

氨基酸 Amino acid	Asp	Glu	Ser	Gly	His	Arg	Thr	Ala	Pro
Asp	1								
Glu	0.618	1							
Ser	0.842	0.944	1						
Gly	-0.419	-0.973*	-0.842	1					
His	0.967*	0.799	0.951*	-0.637	1				
Arg	0.701	0.994**	0.974*	-0.941	0.860	1			
Thr	0.837	0.948	1.000**	-0.847	0.949	0.977*	1		
Ala	0.987*	0.498	0.755	-0.283	0.917	0.589	0.748	1	
Pro	-0.088	0.728	0.463	-0.868	0.169	0.649	0.471	-0.229	1
Thea	0.963*	0.383	0.665	-0.158	0.862	0.482	0.658	0.989*	-0.354
Tyr	-0.820	-0.058	-0.382	-0.176	-0.647	-0.167	-0.374	-0.891	0.642
Val	0.917	0.875	0.981*	-0.739	0.987*	0.922	0.981*	0.843	0.309
Met	0.862	0.931	0.999**	-0.821	0.963*	0.966*	0.999**	0.778	0.429
Cys	0.285	-0.577	-0.277	0.751	0.030	-0.484	-0.286	0.420	-0.980*
Ile	0.995**	0.535	0.782	-0.324	0.936	0.624	0.777	0.995**	-0.190
Leu	0.921	0.263	0.565	-0.031	0.790	0.367	0.557	0.965*	-0.470
Phe	0.939	0.851	0.976*	-0.705	0.996**	0.903	0.974*	0.878	0.259
Lys	0.285	-0.577	-0.277	0.751	0.030	-0.484	-0.286	0.418	-0.980*

氨基酸 Amino acid	Thea	Tyr	Val	Met	Cys	Ile	Leu	Phe	Lys
Asp									
Glu									
Ser									
Gly									
His									
Arg									
Thr									
Ala									
Pro									
Thea	1								
Tyr	-0.944	1							
Val	0.777	-0.528	1						
Met	0.693	-0.417	0.989*	1					
Cys	0.533	-0.782	-0.116	-0.240	1				
Ile	0.985*	-0.874	0.873	0.806	0.381	1			
Leu	0.992**	-0.978*	0.690	0.596	0.636	0.955*	1		
Phe	0.812	-0.574	0.995**	0.984*	-0.062	0.899	0.731	1	
Lys	0.533	-0.782	-0.114	-0.240	1.000**	0.381	0.636	-0.062	1

4 个等级内山瓜片游离氨基酸含量以及茶氨酸、谷氨酸、天门冬氨酸、脯氨酸、酪氨酸和丝氨酸等主要氨基酸含量差异显著, 其中, 特级的游离氨基酸含量分别是一级、二级和三级的 1.19、1.49 和 1.77 倍, 特级的茶氨酸含量分别是一级、二级和三级的 1.19、1.54 和 2.06 倍。不同等级之间氨基酸

的质(氨基酸组成成分)和量(游离氨基酸含量、主要氨基酸含量)差异显著, 六安瓜片制作工艺一致, 差异源于产地、原料和采制时间的不同。

氨基酸的鲜爽风味为饮茶者首肯。因此, 本研究根据前人对于氨基酸滋味的评判, 将 18 种氨基酸分为滋味相关类、鲜爽类、鲜味类、甜味类、芳

香类和苦味类等6类<sup>[3-8]</sup>, 各类之间氨基酸种类有所交叉, 可在一定程度上解释氨基酸对于茶汤滋味的贡献。还有研究者认为茶叶氨基酸成分之间有关联, 并影响着茶汤滋味<sup>[9-10]</sup>, 本研究则分别计算了

每个等级瓜片茶叶18种氨基酸含量之间的相关性, 并假定正相关的组数大小与氨基酸对茶汤风味贡献率的强弱正相关, 以揭示氨基酸成分之间对滋味的协同效应。这2种假定的客观性尚需进一步验证。

表6 二级六安瓜片茶叶18种氨基酸之间的相关性

Table 6 Correlation of each other in eighteen amino acids in second grade Lu'anguapian tea

氨基酸 Amino acid	Asp	Glu	Ser	Gly	His	Arg	Thr	Ala	Pro
Asp	1								
Glu	-0.806	1							
Ser	0.133	0.479	1						
Gly	-0.873	0.992**	0.366	1					
His	0.716	-0.990**	-0.597	-0.965*	1				
Arg	-0.976*	0.916	0.088	0.959*	-0.852	1			
Thr	0.821	-0.327	0.667	-0.441	0.193	-0.677	1		
Ala	0.729	-0.993**	-0.581	-0.970*	1.000**	-0.862	0.211	1	
Pro	0.096	0.513	0.999**	0.402	-0.627	0.126	0.642	-0.612	1
Thea	-0.991**	0.719	-0.265	0.800	-0.615	0.937	-0.890	-0.630	-0.229
Tyr	0.994**	-0.866	0.023	-0.921	0.788	-0.994**	0.755	0.800	-0.015
Val	0.996**	-0.823	0.094	-0.886	0.738	-0.979*	0.804	0.750	0.060
Met	-0.591	0.000	-0.872	0.124	0.138	0.400	-0.945	0.120	-0.856
Cys	0.110	0.500	0.999**	0.388	-0.615	0.111	0.653	-0.60	1.000**
Ile	0.823	-0.327	0.671	-0.442	0.193	-0.679	0.998**	0.212	0.643
Leu	-0.978*	0.663	-0.339	0.751	-0.552	0.907	-0.922	-0.568	-0.303
Phe	0.821	-0.327	0.667	-0.441	0.193	-0.677	1.000**	0.211	0.642
Lys	0.003	0.590	0.991**	0.485	-0.697	0.217	0.568	-0.683	0.996**

氨基酸 Amino acid	Thea	Tyr	Val	Met	Cys	Ile	Leu	Phe	Lys
Asp									
Glu									
Ser									
Gly									
His									
Arg									
Thr									
Ala									
Pro									
Thea	1								
Tyr	-0.970*	1							
Val	-0.982*	0.994**	1						
Met	0.694	-0.499	-0.566	1					
Cys	-0.243	0.000	0.075	-0.864	1				
Ile	-0.892	0.756	0.800	-0.943	0.655	1			
Leu	0.997**	-0.948	-0.966*	0.747	-0.317	-0.924	1		
Phe	-0.890	0.755	0.804	-0.945	0.653	0.998**	-0.922	1	
Lys	-0.137	-0.108	-0.033	-0.805	0.994**	0.569	-0.213	0.568	1

表 7 三级六安瓜片茶叶 18 种氨基酸之间的相关性  
Table 7 Correlation of each other in eighteen amino acids in third grade Lu'anguapian tea

氨基酸 Amino acid	Asp	Glu	Ser	Gly	His	Arg	Thr	Ala	Pro
Asp	1								
Glu	0.934	1							
Ser	0.948	0.999**	1						
Gly	0.327	0.643	0.612	1					
His	-0.034	0.324	0.286	0.933	1				
Arg	0.111	-0.251	-0.212	-0.903	-0.997**	1			
Thr	0.144	-0.218	-0.179	-0.888	-0.994**	0.999**	1		
Ala	0.082	-0.279	-0.240	-0.915	-0.999**	1.000**	0.998**	1	
Pro	0.911	0.704	0.732	-0.091	-0.443	0.511	0.539	0.486	1
Thea	0.204	0.540	0.506	0.992**	0.971*	-0.950*	-0.939	-0.959*	-0.218
Tyr	-0.030	-0.385	-0.348	-0.954*	-0.998**	0.990*	0.985*	0.994**	0.384
Val	-0.500	-0.776	-0.750	-0.982*	-0.848	0.805	0.785	0.822	-0.098
Met	-0.791	-0.956*	-0.944	-0.835	-0.582	0.517	0.489	0.542	-0.471
Cys	0.339	0.653	0.622	1.000**	0.928	-0.897	-0.882	-0.910	-0.079
Ile	0.355	0.665	0.635	0.999**	0.922	-0.889	-0.874	-0.902	-0.061
Leu	-0.277	-0.602	-0.569	-0.999**	-0.951*	0.924	0.911	0.935	0.143
Phe	0.990**	0.884	0.902	0.216	-0.148	0.224	0.255	0.195	0.951*
Lys	0.654	0.342	0.379	-0.500	-0.778	0.823	0.842	0.807	0.908

氨基酸 Amino acid	Thea	Tyr	Val	Met	Cys	Ile	Leu	Phe	Lys
Asp									
Glu									
Ser									
Gly									
His									
Arg									
Thr									
Ala									
Pro									
Thea	1								
Tyr	-0.985*	1							
Val	-0.950	0.881	1						
Met	-0.758	0.633	0.923	1					
Cys	0.990**	-0.951*	-0.984*	-0.842	1				
Ile	0.987*	-0.945	-0.987*	-0.851	1.000**	1			
Leu	-0.997**	0.969*	0.971*	0.805	-0.998**	-0.996**	1		
Phe	0.090	0.084	-0.396	-0.718	0.229	0.246	-0.165	1	
Lys	-0.606	0.735	0.327	-0.059	-0.489	-0.473	0.544	0.737	1

## 参考文献:

- [1] 詹罗九. 中国十大名茶—六安瓜片简介[J]. 茶业通报, 2010, 32(1): 10.
- [2] 田野, 王梦馨, 王金和, 等. 茶鲜叶可溶性糖和氨基酸含量与低温的相关性[J]. 茶叶科学, 2015, 35(6): 567-573.
- [3] 蒲晓亚, 袁毅君, 王廷璞, 等. 茶叶的主要呈味物质综述[J]. 天水师范学院学报, 2011, 31(2): 40-44.
- [4] 阮宇成, 朱珩. 茶叶中蛋白质氨基酸与茶氨酸的研究[J]. 中国茶叶, 1986(4): 24-25.
- [5] 郭颖, 陈琦, 黄峻榕, 等. 茶叶滋味与其品质成分的关系[J]. 茶叶通讯, 2015, 42(3): 13-15.
- [6] 李玉, 李杰, 董红敏, 等. 不同保鲜方法对佛手瓜贮藏期间氨基酸含量变化的影响[J]. 食品与发酵工业, 2015, 41(10): 197-203.
- [7] 姜仲茂, 王森, 朱绪春. 不同产地野生长柄扁桃仁氨基酸组成及营养价值评价[J]. 食品科学, 2016, 37(4): 77-82.
- [8] 陈宗礼, 贺晓龙, 张向前, 等. 陕北红枣的氨基酸分析[J]. 中国农学通报, 2012, 28(34): 296-303.
- [9] 徐茂, 刘玲, 童华荣. 鲜味及茶叶鲜味研究[J]. 茶叶, 2010, 36(2): 84-86.
- [10] 李立祥. 绿茶氨基酸对滋味的影响[J]. 生物学杂志, 1997, 14(5): 16-19.