

# 蒲桃中氨基酸组成与含量对其营养与风味的影响

王齐<sup>1</sup>, 朱伟伟<sup>2</sup>, 苏丹<sup>3</sup>, 杨俊<sup>1</sup>

(1. 昆明理工大学分析测试研究中心, 云南 昆明 650093;

2. 河池学院化学与生命科学系, 广西 宜州 546300; 3. 滇虹药业集团股份有限公司, 云南 昆明 650000)

**摘要:** 采用柱前衍生-液相色谱法对蒲桃中水解氨基酸与游离氨基酸的种类与含量进行测定。通过对蒲桃中水解氨基酸的分析, 发现蒲桃中含有全部 18 种氨基酸, 人体所必需的 8 种氨基酸占总氨基酸比例为 33.49%, 表明蒲桃是具有较高营养价值的水果; 对影响感官的游离氨基酸进行分类, 研究各类味觉氨基酸对蒲桃风味的影响, 结果表明, 人体所必需的氨基酸中蛋氨酸和半胱氨酸含量不足, 影响蒲桃的营养价值, 而谷氨酸与天冬氨酸对果实的整体鲜味有较高的贡献。

**关键词:** 蒲桃; 氨基酸; 营养价值; 风味

Effects of Amino Acid Composition and Contents on Nutritional Value and Flavor in Rose Apple Fruits

WANG Qi<sup>1</sup>, ZHU Wei-wei<sup>2</sup>, SU Dan<sup>3</sup>, YANG Jun<sup>1</sup>

(1. Research Center for Analysis and Measurement, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

2. Department of Chemistry and Life Science, Hechi University, Yizhou 546300, China;

3. Kunming Dihon Pharmaceutical Co. Ltd., Kunming 650000, China)

**Abstract:** The contents of hydrolyzed amino acids and free amino acids in rose apple fruits were determined by reversed phase high performance liquid chromatography (RP-HPLC). Totally 18 kinds of amino acids were identified. Total content of human essential amino acids was 33.49%. These results showed that rose apple is rich in nutrients. The flavor of rose apple was also investigated. It was found that the contents of Met and Cys were insufficient as human essential amino acids, which resulted in poor nutritional value of rose apple. On the other hand, abundant Glu and Asp made a substantial contribution to tasty flavor of rose apple.

**Key words:** rose apple; amino acid; nutritional value; flavor

中图分类号: O651

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)16-0204-04

蒲桃(*Syzygium jambos* (L.) Alston.), 英文名 rose apple, 为桃金娘科常绿乔木, 原产于印度、马来群岛及我国海南岛人工栽培蒲桃在我国有小面积连片分布于台湾、广东和广西, 偶有半野生蒲桃分布于西南各省<sup>[1-2]</sup>。蒲桃树冠丰满浓郁, 花、叶、果的园林观赏性高, 可作庭荫树和固堤、防风树用<sup>[3-6]</sup>; 木理纹路美观, 又可做上等家具用材; 花、种子和树皮中黄酮类物质含量较高, 具有一定药用价值, 可治疗糖尿病、痢疾及其他疾病<sup>[7-11]</sup>。蒲桃果实的可食用率高达 80% 以上, 果味酸甜多汁, 具有特殊的玫瑰香气<sup>[12]</sup>, 颇受人们欢迎, 但其营养价值与滋味分析鲜有报道。

氨基酸是构成蛋白质的基本单位, 氨基酸的种类和含量是考察食品的营养价值的主要指标之一<sup>[13]</sup>; 而且,

以谷氨酸为代表的 L 构型天然氨基酸是食品中具有鲜香口感的主要贡献组分, 它们的类型与含量是影响品味的因素之一<sup>[14-17]</sup>。本研究以广西河池地区半野生状态的 5 年龄蒲桃果实为样本, 测定水解氨基酸和游离氨基酸的组成与含量, 并分析蒲桃的营养价值及其中游离氨基酸对口感的影响, 为蒲桃食疗保健功能的研究与商业化大规模种植推广与品种选育改良提供科学根据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料与试剂

蒲桃成熟果实采集于广西河池学院内, 经洗涤、取食用部分、干燥箱内烘干后, 研磨成粉末, 烘干过

收稿日期: 2011-07-18

基金项目: 昆明理工大学分析测试中心主任基金项目(2008-1); 河池学院 2008 年“引进人才科研启动费”项目(2008QS-N012); 云南省科技条件平台建设计划项目(2011DH025)

作者简介: 王齐(1981—), 男, 工程师, 硕士, 主要从事天然产物研究。E-mail: kmuac@163.com

程同时测定水分含量为 84.3g/100g。

氨基酸对照品为美国 Waters 公司的氨基酸水解标样, 每毫升含 17 种水解氨基酸各 2.5mmol/L(胱氨酸为 1.25mmol/L), 稀释 5 倍后备用; 色氨酸标液配制为 2.5mmol/L 标准溶液后, 稀释 5 倍备用。氨基酸衍生剂为 AccQ·Fluor 试剂盒, 临用时配制; 氨基酸衍生专用硼酸缓存液 美国 Waters 公司; 乙腈(色谱纯) 美国 Fisher 公司; 实验用水为双蒸水, 其余试剂除非特别说明均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

液相色谱仪(600 四元泵、717plus 自动进样器、2487 双波长紫外检测器、M32 色谱数据处理工作站) 美国 Waters 公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 色谱条件

色谱柱为 Waters Nova-Pak C<sub>18</sub> 柱(150mm × 3.9mm, 5 μm); 流动相: A 相为 1L 二次蒸馏水溶解 19.04g 三水乙酸后, 加入 2.37mL 三乙胺与 1mL 1mg/mL EDTA 溶液, 最后用 1:1(V/V) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 溶液调节 pH 值为 4.95; B 相为 60% (V/V) 乙腈溶液; 流动相梯度比例变化见表 1; 流速为 1.0mL/min; 色谱柱温度为 37℃; 紫外检测器波长为 248nm。

表 1 流动相梯度洗脱表  
Table 1 Gradient elution program

| 时间/min | 初始  | 0.5 | 17 | 24 | 32 | 34 | 35 | 37  | 38  |
|--------|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 流动相体   | A 相 | 100 | 99 | 91 | 72 | 67 | 67 | 0   | 0   |
| 累积比/%  | B 相 | 0   | 1  | 9  | 28 | 33 | 33 | 100 | 100 |

#### 1.3.2 氨基酸分析样品处理

##### 1.3.2.1 游离氨基酸样品前处理

于比色管中称取 2.0g 干燥样品, 加入 25mL 0.1mol/L 盐酸后超声萃取 30min, 溶液用 0.45 μm 微膜过滤后待衍生。

##### 1.3.2.2 水解氨基酸样品前处理

于安瓿瓶中称取 50mg 干燥样品, 加入 5mL 6.0mol/L 盐酸, 吹入氮气后封口, 在(105 ± 1)℃ 水解 24h, 冷却, 取 1mL 水解液蒸干后用二次蒸馏水定容为 2mL, 溶液用 0.45 μm 微膜过滤后待衍生。

##### 1.3.2.3 氨基酸样品与标样的衍生

准确吸取 10 μL 氨基酸标准溶液或氨基酸样品处理液至样品管底部, 加入 70 μL 硼酸缓存液后旋涡混匀, 最后加入 20 μL 衍生试剂并立即旋涡混匀后封口。于 55℃ 加热 5min 后待测。

## 2 结果与分析

### 2.1 蒲桃中氨基酸种类与营养价值分析

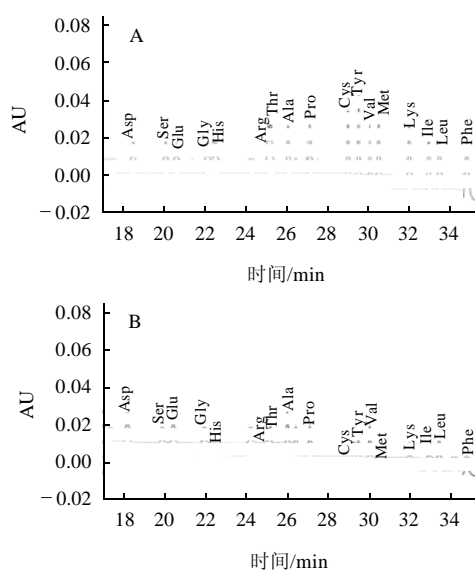


图 1 氨基酸对照品(A)和蒲桃水解样品(B)的色谱图

Fig.1 HPLC spectra of standard amino acids and hydrolyzed samples of rose apple

表 2 蒲桃与其他 8 种水果<sup>[18]</sup>的氨基酸含量

Table 2 Amino acid contents in rose apple and other 8 kinds of fruits<sup>[18]</sup> g/kg

| 氨基酸名称     | 蒲桃(水<br>解处理) | 蒲桃<br>(游离) | 苹果    | 梨     | 芒果    | 荔枝    | 沙枣    | 李子    | 桂圆    | 枇杷    |
|-----------|--------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 天冬氨酸 Asp  | 1.24         | 1.02       | 0.45  | 0.46  | 0.44  | 1.29  | 4.10  | 2.67  | 1.56  | 1.54  |
| 丝氨酸 Ser   | 0.57         | 0.14       | 0.09  | 0.12  | 0.27  | 0.33  | 0.58  | 0.35  | 0.50  | 0.34  |
| 谷氨酸 Glu   | 1.75         | 0.58       | 0.20  | 0.20  | 0.81  | 1.37  | 0.88  | 0.58  | 1.78  | 0.96  |
| 甘氨酸 Gly   | 0.57         | 0.39       | 0.08  | 0.12  | 0.19  | 0.36  | 0.39  | 0.14  | 0.84  | 0.26  |
| 组氨酸 His   | 0.22         | 0.11       | 0.03  | 0.10  | 0.28  | 0.17  | 0.28  | 0.10  | 0.31  | 0.14  |
| 精氨酸 Arg   | 0.56         | 0.17       | 0.06  | 0.12  | 0.3   | 0.22  | 0.32  | 0.17  | 0.58  | 0.24  |
| 苏氨酸 Thr*  | 0.54         | 0.15       | 0.07  | 0.14  | 0.2   | 0.95  | 0.42  | 0.19  | 0.98  | 0.26  |
| 丙氨酸 Ala   | 0.79         | 0.14       | 0.09  | 0.12  | 0.6   | 0.91  | 0.42  | 0.33  | 1.07  | 0.34  |
| 脯氨酸 Pro   | 0.60         | 0.11       | 0.07  | 0.14  | 0.17  | 0.56  | 1.00  | 0.57  | 0.58  | 0.32  |
| 半胱氨酸 Cys  | 0.04         | 0.01       | 0.08  | 0.10  | 0     | 0     | 0.07  | 0.04  | 0     | 0.04  |
| 酪氨酸 Tyr   | 0.61         | 0.17       | 0.10  | 0.14  | 0.14  | 0.15  | 0.38  | 0.08  | 0.28  | 0.18  |
| 缬氨酸 Val*  | 0.63         | 0.15       | 0.14  | 0.20  | 0.2   | 0.81  | 0.59  | 0.21  | 0.47  | 0     |
| 蛋氨酸 Met*  | 0.03         | 0.01       | 0.03  | 0.14  | 0     | 0.05  | 0.10  | 0.02  | 0.12  | 0.04  |
| 赖氨酸 Lys*  | 0.43         | 0.17       | 0.10  | 0.12  | 0.36  | 0.33  | 0.64  | 0.26  | 0.37  | 0.44  |
| 异亮氨酸 Ile* | 0.59         | 0.25       | 0.09  | 0.12  | 0.16  | 0.22  | 0.43  | 0.18  | 0.26  | 0.38  |
| 亮氨酸 Leu*  | 0.76         | 0.28       | 0.12  | 0.14  | 0.96  | 0.34  | 0.61  | 0.25  | 0.45  | 0.46  |
| 苯丙氨酸 Phe* | 0.50         | 0.23       | 0.11  | 0.14  | 0.2   | 0.18  | 0.50  | 0.12  | 0.22  | 0.20  |
| 色氨酸 Trp*  | 0.02         | 0.02       | 0.07  | 0.18  | 0     | 0.05  | 0.18  | 0.02  | 0.11  | 0.02  |
| 氨基酸总量     | 10.45        | 4.10       | 1.98  | 2.80  | 5.28  | 8.29  | 11.89 | 6.28  | 10.48 | 6.16  |
| 必需氨基酸     | 3.50         | 1.26       | 0.73  | 1.18  | 2.08  | 2.93  | 3.47  | 1.25  | 2.98  | 1.80  |
| 必需氨基酸比例/% | 33.37        | 30.73      | 36.87 | 42.14 | 39.39 | 35.34 | 29.18 | 19.90 | 28.44 | 29.22 |

注: \* .必需氨基酸。

氨基酸在食物中大部分是以蛋白质的形式存在, 蒲桃干样经水解处理后, 蛋白质转变成氨基酸, 水解氨基酸的种类与含量真实地反映了此食品的营养价值。测定所得结果与市售 8 种常见水果的氨基酸组分<sup>[18]</sup>进行对比, 并计算各组样品的氨基酸总量、人体必需氨基酸总量及其在氨基酸总量中所占比例。由图 1 和表 1 可知,

蒲桃氨基酸含量为 10.45g/kg, 作为含水量比较大(水分含量大于 80%)的水果, 与水分相当的水果(如枇杷、李子)比较, 蒲桃水解氨基酸含量比较高; 并且包含 8 种必需氨基酸, 总含量为 3.50g/kg, 其在氨基酸总量中所占比例为 33.49%, 与对比水果、相比处于中等水平。

表 3 蒲桃中各氨基酸占总氨基酸比例

Table 3 Percentage of each amino acid in total amino acids

| 氨基酸名称 | 质量分数 /% | 氨基酸名称 | 质量分数 /% |
|-------|---------|-------|---------|
| Asp   | 11.87   | Cys   | 0.38    |
| Ser   | 5.45    | Tyr   | 5.84    |
| Glu   | 16.75   | Val   | 6.03    |
| Gly   | 5.45    | Met   | 0.29    |
| His   | 2.11    | Lys   | 4.11    |
| Arg   | 5.36    | Ile   | 5.65    |
| Thr   | 5.17    | Leu   | 7.27    |
| Ala   | 7.56    | Phe   | 4.78    |
| Pro   | 5.74    | Trp   | 0.19    |

表 3 显示, 蒲桃中富含丰富的天冬氨酸(11.87%)、谷氨酸(16.75%)、丙氨酸(7.56%)与亮氨酸(7.27%), 这些氨基酸在人体生命活动中有重要的作用。

食品中氨基酸比例与人体蛋白越接近, 其营养价值相对越高。将蒲桃中所含的人体必需氨基酸占氨基酸总量的比例与氨基酸模式谱进行对照, 并计算各组人体必需氨基酸的氨基酸比值(ratio of amino acid, RAA)、氨基酸比值系数(ratio of coefficient of amino acid, RC)和比值系数分(score of RC, SRC)<sup>[19]</sup>(表 4)。

表 4 蒲桃中人体必需氨基酸比例与模式谱的比较

Table 4 Essential amino acid composition and pattern spectrum in rose apple

| 氨基酸组成   | 氨基酸模式谱 | 蒲桃   | RAA  | RC   | SRC   |
|---------|--------|------|------|------|-------|
| Thr     | 4.0    | 5.17 | 1.29 | 1.35 |       |
| Val     | 5.0    | 6.03 | 1.21 | 1.26 |       |
| Met+Cys | 3.5    | 0.63 | 0.18 | 0.19 |       |
| Ile     | 4.0    | 5.65 | 1.41 | 1.47 | 56.38 |
| Leu     | 7.0    | 7.27 | 1.04 | 1.08 |       |
| Phe+Tyr | 6.0    | 4.97 | 0.83 | 0.86 |       |
| Lys     | 5.5    | 4.11 | 0.75 | 0.78 |       |

氨基酸比值(也称氨基酸分)与氨基酸比值系数均可表示食品中氨基酸组成含量比例与氨基酸模式谱的一致程度。当  $RC = 1$  时, 说明食品中此种氨基酸的含量与氨基酸模式谱要求一致;  $RC > 1$  时, 说明此种氨基酸相对过剩; 而  $RC < 1$  时, 说明此种氨基酸不足。通过计算表明, Leu 含量符合氨基酸模式谱的要求; 而 Thr、Val、Ile 三种氨基酸的含量过剩; Phe+Tyr 和 Lys 的含量略不足; 而蒲桃中 Met+Cys 含量偏低, 为第一限制

性氨基酸, 属重度缺乏。比值系数分描述了食品中各种人体所需氨基酸偏离氨基酸模式谱的离散度, 蒲桃中人体所需氨基酸的比值系数分为 56.38, Met+Cys 含量严重缺乏, 影响了其整体营养价值。

## 2.2 蒲桃中氨基酸种类与含量对滋味的影响

食物中所含氨基酸由两部分组成, 一是作为蛋白质基本结构的非游离氨基酸, 另一部分是处于游离状态的氨基酸。非游离氨基酸在食用过程中并不能立即水解, 对食品的滋味贡献不大, 因此研究氨基酸对食品滋味的贡献时, 有必要测定游离氨基酸的组成与含量。

氨基酸在结构上的差别取决于侧链基团的不同, 这一差别也影响了氨基酸的口味感官。D-型氨基酸大多以甜味为主; 在 L-型氨基酸中, 当侧基很小时, 一般以甜感占优势, 当侧基较大并带碱基时, 通常以苦味为主; 若侧基带有芳香基团时, 通常具有香味。按照氨基酸的味觉强度, 可以大致把氨基酸分为甜味氨基酸(Gly、Ala、Ser、Thr、Pro、His)、苦味氨基酸(Val、Leu、Ile、Met、Trp、Arg)、鲜味氨基酸(Lys、Glu、Asp)、芳香族氨基酸(Phe、Tyr、Cys)<sup>[14]</sup>。

然而, 不同氨基酸的味觉阈值不同, 含量高的风味氨基酸并非一定对食品的风味贡献大, 因此用蒲桃中各种风味氨基酸含量与其味觉阈值即含量阈值比(ratio of content and taste threshold, RCT)评价各种氨基酸对蒲桃口感的贡献(表 5)。当  $RCT < 1$  时, 此种氨基酸对蒲桃的整体风味无贡献;  $RCT \geq 1$  时, 此种氨基酸味觉特征影响蒲桃的风味, 且比值越大, 影响越大。

表 5 蒲桃中各种风味氨基酸的含量阈值比

Table 5 Threshold content ratio of each flavor amino acid in rose apple

| 氨基酸类别  | 蒲桃(游离)氨基酸含量/(g/kg) | 味觉阈值 <sup>[14]</sup> | RCT  |       |
|--------|--------------------|----------------------|------|-------|
| 甜味氨基酸  | Gly                | 0.39                 | 1.10 | 0.35  |
|        | Ala                | 0.14                 | 0.60 | 0.23  |
|        | Ser                | 0.14                 | 1.50 | 0.09  |
|        | Thr                | 0.15                 | 2.60 | 0.06  |
|        | Pro                | 0.11                 | 3.00 | 0.04  |
|        | His                | 0.11                 | 0.20 | 0.55  |
| 苦味氨基酸  | Val                | 0.15                 | 1.50 | 0.10  |
|        | Leu                | 0.28                 | 3.80 | 0.07  |
|        | Ile                | 0.25                 | 0.90 | 0.28  |
|        | Met                | 0.01                 | 0.30 | 0.03  |
|        | Trp                | 0.02                 | 0.90 | 0.02  |
|        | Arg                | 0.17                 | 0.10 | 1.70  |
| 鲜味氨基酸  | Lys                | 0.17                 | 0.50 | 0.34  |
|        | Glu                | 0.58                 | 0.05 | 11.60 |
| 芳香族氨基酸 | Asp                | 1.02                 | 0.03 | 34.00 |
|        | Phe                | 0.23                 | 1.50 | 0.15  |
|        | Tyr                | 0.17                 | 2.60 | 0.07  |
|        | Cys                | 0.01                 | 0.02 | 0.5   |

从表5可知,谷氨酸与天冬氨酸的RCT值较高,它们同属鲜味氨基酸,所具有的鲜味特征增强了蒲桃果实中整体风味的鲜味感官。

### 3 结 论

蒲桃中含有人体必需的所有氨基酸,并且天冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸与亮氨酸的相对含量较高,但与氨基酸模式谱相比较, Met + Cys 含量不足,影响了蒲桃的营养价值;蒲桃中影响滋味的游离氨基酸中,谷氨酸与天冬氨酸对果实的鲜味有较高的贡献,影响了整体口感。

#### 参 考 文 献:

- [1] 陈定如. 水翁、海南蒲桃、蒲桃、洋蒲桃[J]. 广东园林, 2007, 29(3): 79-80.
- [2] 杜华波. 热带亚热带果树: 蒲桃[J]. 中国热带农业, 2006(2): 43.
- [3] 柯欢, 庄雪影, 梁珍琦, 等. 7个华南园林树种的耐盐性研究[J]. 园林植物栽培与应用, 2010, 32(6): 62-65.
- [4] 王漳兴. 海南蒲桃在生物防火林带造林中的应用研究[J]. 现代农业科技, 2010(4): 223-225.
- [5] 华国峰, 谢正生. 海南蒲桃阴香林带的降温增湿效应[J]. 广东林业科技, 2007, 23(1): 58-61.
- [6] DJIPA C D, DELMÉE M, QUETIN-LECLERCQ J. Antimicrobial activity of bark extracts of *Syzygium jambos* (L.) Alston (Myrtaceae)[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2000, 71(1/2): 307-313.
- [7] 罗济文, 陈渊, 黎中良, 等. 差分脉冲伏安法测定蒲桃叶中芦丁的含量[J]. 林产化学与工业, 2009, 29(3): 85-88.
- [8] 张亮亮, 陈筋鸿, 汪咏梅, 等. 海南蒲桃叶黄酮的提取及抗氧化性研究[J]. 生物质化学工程, 2010, 44(2): 27-30.
- [9] 黄思梅, 张镜. 海南蒲桃原花青素 DPPH 自由基清除活性及稳定性的初步研究[J]. 食品科技, 2010, 35(3): 204-208.
- [10] ÁVILA-PEÑA D, PEÑA N, QUINTERO L, et al. Antinociceptive activity of *Syzygium jambos* leaves extract on rats[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2007, 112(2): 380-385.
- [11] BANERJEE A, DASGUPTA N, DE B. *In vitro* study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit[J]. *Food Chemistry*, 2005, 90(4): 727-733.
- [12] 刘艳清. 蒲桃茎、叶和花挥发油化学成分的气相色谱-质谱分析[J]. 精细化工, 2008, 25(3): 243-255.
- [13] 赵景联. 华山松籽仁的营养评估[J]. 林产化学与工业, 1993, 13(3): 251-255.
- [14] 蒋滢, 徐颖, 朱庚伯. 人类味觉与氨基酸味道[J]. 氨基酸和生物资源, 2002, 24(4): 1-3.
- [15] 张伟敏, 魏静, 施瑞诚, 等. 诺丽果与热带水果中氨基酸含量及组成对比分析[J]. 氨基酸和生物资源, 2008, 30(3): 37-41.
- [16] YVON M, RIJNEN L. Cheese flavour formation by amino acid catabolism [J]. *International Dairy Journal*, 2001, 11(4/7): 185-201.
- [17] ARDÖ Y. Flavour formation by amino acid catabolism[J]. *Biotechnology Advances*, 2006, 24(2): 238-242.
- [18] 杨月欣, 王广正, 潘兴昌. 中国食物成分表 2004[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2004: 154-177.
- [19] 刘刚, 王辉, 周本宏. 云南产松口蘑 17 种氨基酸的含量测定及评价[J]. 中国医院药学杂志, 2008, 28(7): 552-554.