

## 6种鲜食葡萄营养成分比较分析

颜孙安<sup>1,2,3</sup>, 黄彪<sup>1,2,3</sup>, 林香信<sup>1,2,3</sup>, 刘文静<sup>1,2,3</sup>, 姚清华<sup>1,2,3\*</sup>

(1. 农业农村部农产品质量安全风险评估实验室(福州), 福州 350003; 2. 福建省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 福州 350003; 3. 福建省农产品质量安全重点实验室, 福州 350003)

**摘要:** **目的** 比较我国6种鲜食葡萄主栽品种营养成分的差异。**方法** 采用理化分析方法对葡萄的氨基酸等营养成分进行测定, 采用统计学方法比较分析品种间的营养差异。**结果** 6种鲜食葡萄的脂肪、灰分、纤维、总酸、半胱氨酸、甘氨酸和磷含量差异不显著( $P > 0.05$ ); 夏黑葡萄的蛋白、总糖、还原糖、总花色苷、维生素C、必需氨基酸、风味氨基酸、支链氨基酸、药用氨基酸、增香与着色氨基酸、伯胺基氨基酸、K、Fe和Cu的含量均最高; 巨玫瑰的总黄酮、总多酚、Ca、Mg和Mn的含量均最高; 红地球的氨基酸比值系数评分和P含量最高, 氨基酸营养均衡性最佳。**结论** 不同品种鲜食葡萄营养差异明显, 具有不同的潜在开发应用价值。

**关键词:** 葡萄; 品种; 营养; 氨基酸; 矿质元素

### Comparison and analysis of nutritional components of 6 kinds of table grapes

YAN Sun-An<sup>1,2,3</sup>, HUANG Biao<sup>1,2,3</sup>, LIN Xiang-Xin<sup>1,2,3</sup>, LIU Wen-Jing<sup>1,2,3</sup>, YAO Qing-Hua<sup>1,2,3\*</sup>

(1. Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment for Agro-products, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Fuzhou 350003, China; 2. Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology Research, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China; 3. Fujian Key Laboratory of Quality and Safety of Agri-Products, Fuzhou 350003, China)

**ABSTRACT: Objective** To compare the differences in nutritional components of six main varieties of table grapes in China. **Methods** The amino acid and other nutrients of grapes were determined by physical and chemical analysis methods, and the nutritional differences between varieties were compared and analyzed by statistical methods. **Results** The differences of contents of fatty, ash, fiber, total acid, cysteine, glycine, and phosphorus in six kinds of table grapes were not significant ( $P > 0.05$ ). The content of protein, total sugar, reducing sugar, total anthocyanins, vitamin C, essential amino acid, flavoring amino acid, branched chain amino acid, medical amino acid, flavoring and coloring amino acid, primary amine amino acid, K, Fe, and Cu in Summer Black grape were all highest. The contents of total flavonoids, total polyphenols, Ca, Mg, and Mn in Muscat Kyoho grape were all highest. Red globe grape had the highest amino acid ratio coefficient score and P content, and the amino acid nutritional balance was best. **Conclusion** Different varieties of table grapes have obvious nutritional differences and different potential

**基金项目:** 国家农产品质量安全风险评估重大专项(GJFP201701505)、福建省公益类科研院所专项(2019R1022-1)、福建省农业科学院农产品质量安全创新团队项目(STIT2017-1-12)

**Fund:** Supported by Major Special Project of National Agricultural Product Quality and Safety Risk Assessment(GJFP201701505), Project of the Public Welfare Project of Fujian Province (2019R1022-1), Agricultural Product Quality and Safety Innovation Team Project of Fujian Academy of Agricultural Sciences (STIT2017-1-12)

\*通信作者: 姚清华, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全风险评估。E-mail: yaoyaoshuimu@163.com

\*Corresponding author: YAO Qing-Hua, Associate Professor, Institute of Quality Standards and Testing Technology, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China. E-mail: yaoyaoshuimu@163.com

development and application value.

**KEY WORDS:** grape; variety; nutrition; amino acid; mineral element

## 0 引言

葡萄(*Vitis vinifera* L.)是多年落叶藤本植物,富含蛋白质、糖、有机酸、维生素及矿物质等多种营养成分,具有抗氧化、抗菌、抗炎、抗癌和保护心血管等保健功效,深受消费者青睐<sup>[1-3]</sup>。我国约 80%的葡萄用于鲜食,其次是用于酿酒和葡萄干的制作<sup>[4]</sup>。鲜食葡萄种类繁多,上世纪 80 年代以巨峰为主,90 年代以后红地球成为种植新热潮的主角,21 世纪以来夏黑、巨玫瑰、阳光玫瑰和醉金香等逐渐成为新宠。不同品种间生态适应性的差异和不同的栽培环境导致果实品质良莠不齐,因此,开展我国鲜食葡萄营养价值评价,具有重要的学术和经济意义。而近年来,国内外对葡萄品质评价的研究多集中于酿酒葡萄的酚类物质<sup>[5-7]</sup>、野生葡萄的糖酸组分、酚类物质及其抗氧化性<sup>[2]</sup>和部分鲜食葡萄的性状、口感及风味<sup>[1]</sup>,而对于不同区域不同品种葡萄果实基本营养成分的分析评价及品种间差异

的研究较少。本研究以我国南方 6 个鲜食葡萄品种为材料,分析了不同鲜食葡萄的蛋白质、氨基酸、糖酸及矿质元素等营养指标,旨在了解不同鲜食葡萄品种间营养价值差异,以期筛选优良的鲜食葡萄栽培品种提供参考依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

#### 1.1.1 葡萄来源

以我国南方 6 个主要鲜食葡萄品种(巨峰、巨玫瑰、阳光玫瑰、夏黑、红地球及醉金香)为研究对象,每个品种均采摘自 6 个葡萄基地(见表 1),即 6 个平行组,共计 36 份样品。采摘时间为盛花后同一成熟期,采摘果穗完整、无病虫害和机械伤害的葡萄果实约 3 kg,置于铺有弹性材料的泡沫保温箱,内衬保鲜专用袋,冷链运至实验室。去掉果柄和果托后,部分用于水分测定,其余在液氮中用研钵和杵捣碎果实,用聚乙烯管密封贮藏于-80 °C 的冰箱备用。

表 1 样品的来源  
Table 1 Source of samples

品种	来源	品种	来源
巨峰	长兴县画溪街道曹家桥村虹桥浜自然村	夏黑	海盐县百步镇五丰村
	台州市三门县健跳镇双港村		长兴县李家巷镇刘家渡村钮家桥自然村
	怀化市会同县坪村镇新屋村 2 组		台州市天台县平桥镇宁一村
	福安市松罗乡松罗村		长沙市宁乡市金洲镇关山村 1 组
	建瓯市朱峰果蔬专业合作社		长沙市宁乡市金洲镇关山村 3 组
	连城县揭乐乡揭乐村四海昇平果园		连城县揭乐乡揭乐村四海昇平果园
巨玫瑰	金华市金东区傅村镇上荷塘村	红地球	海盐县于城镇八字村
	余姚市泗门镇海南村姚北大道南		长兴县吕山乡雁陶村陶家自然村
	湘潭市湘潭县易俗河镇梅林村		长兴县李家巷镇章浜村
	建阳县营口镇马伏村		台州市仙居县横溪镇桃源村
	建瓯市朱峰果蔬专业合作社		建瓯市朱峰果蔬专业合作社
	连城县揭乐乡揭乐村四海昇平果园		福州市寿山乡福建龙晶生物技术有限公司
阳光玫瑰	金华市浦江县浦勇街道潘宅村六区	醉金香	金华市金东区曹宅镇花厅村
	海盐县于城镇构滕村碑牌组		海盐县于城镇良贤村
	湘潭市湘乡市泉塘镇三角塘村		海盐县通元镇丰义村
	常德市澧县城头山镇古大堤村		余姚市临山镇兰海村新庵
	建阳县营口镇马伏村		长沙市宁乡市夏铎铺镇凤桥社区
	连城县揭乐乡揭乐村四海昇平果园		连城县揭乐乡揭乐村四海昇平果园

### 1.1.2 实验试剂

硝酸、氯化铯、氯化锶(优级纯, 阿拉丁试剂(上海)有限公司); 盐酸、硫酸、氢氧化钾、石油醚、氢氧化钠、硼酸(优级纯, 上海国药集团公司); 17 种氨基酸标准品(纯度均大于 99%, 美国 Sigma 公司); 色氨酸(纯度大于等于 99%, 上海嘉辰化工有限公司); 磷、钙、钾、铁和镁等标准品(纯度均大于 99%, 国家有色金属及电子材料分析测试中心); 其余试剂均为分析纯, 购自上海国药集团。

### 1.1.3 实验仪器

ICPMS-2030 电感耦合等离子体质谱仪(日本岛津公司); L-8800 型氨基酸自动分析仪(日本日立公司); Kjeltac 2300 型全自动凯氏定氮仪、Fibertec 8000 型全自动分析纤维仪(瑞典 FOSS TECATOR 公司); 722N 可见分光光度计(上海精密科学仪器有限公司); AB204-S 型电子分析天平(瑞士 METTLER TOLEDO 公司); DHG-9140A 型电热恒温鼓风干燥箱(上海精宏实验设备有限公司); HH-6 型数显恒温水浴锅(国华电器有限公司); KQ-500DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 分析指标及方法

营养指标: 水分的测定: GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》<sup>[8]</sup>; 粗纤维的测定: GB/T 5009.10—2003《植物类食品中粗纤维的测定》<sup>[9]</sup>; 蛋白质的测定: GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》<sup>[10]</sup>; 灰分的测定: GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》<sup>[11]</sup>; 总糖的测定: GB 5009.8—2016《食品安全国家标准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定》<sup>[12]</sup>; 总酸的测定: GB/T 12456—2008《食品中总酸的测定》<sup>[13]</sup>; 还原糖的测定: GB 5009.7—2016《食品安全国家标准 食品中还原糖的测定》<sup>[14]</sup>; 维生素 C(VC)的测定: GB 5009.86-2016《食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定》<sup>[15]</sup>; 磷的测定: GB 5009.87—2016《食品安全国家标准 食品中磷的测定》<sup>[16]</sup>; 矿质元素的测定: GB 5009.268—2016《食品安全国家标准 食品中多元素

的测定》<sup>[17]</sup>; 总黄酮测定: 参照 CHUN<sup>[18]</sup>等的亚硝酸钠-硝酸铝比色法; 总多酚测定: 参照 WATERHOUSE<sup>[19]</sup>等的福林酚比色法; 总花色苷测定: 参照 TONG<sup>[20]</sup>等的 pH 示差法; 上述指标测定每个基地均重复 3 次。

氨基酸营养价值评定: 参照蒋莹、姚清华等的方法<sup>[21-22]</sup>。

### 1.2.2 数据处理与分析

实验数据用 Excel 和 SPSS 17.0 软件进行统计分析, 结果以平均值±标准差(mean±SD)表示。利用单因素方差分析(One-Way ANOVA)检验差异显著性、邓肯氏新复极差法(Duncan's multiple range test)作多重比较分析和双变量相关系数(Pearson)进行相关性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 基本营养成分

由表 1 可知, 部分鲜食葡萄水分和蛋白的含量差异较大( $P < 0.05$ ), 而灰分、脂肪和纤维含量差异不显著( $P > 0.05$ )。红地球水分含量显著高于其他品种( $P < 0.05$ ), 夏黑水分含量最低, 均低于玫瑰香等葡萄品种<sup>[23]</sup>; 夏黑蛋白含量显著高于其他品种( $P < 0.05$ ), 红地球蛋白含量最低, 均高于玫瑰香等葡萄品种<sup>[23]</sup>。

### 2.2 活性营养成分

由表 2 可知, 鲜食葡萄总糖、还原糖、VC、总黄酮、总多酚和总花色苷的含量差异均较大( $P < 0.05$ ), 而总酸含量和糖酸比差异不显著( $P > 0.05$ )。糖、酸是葡萄风味物质的重要组成部分, 糖酸比值更能反映出品质的差异性, 夏黑的总糖和还原糖含量均高于其他品种, 总酸含量较低, 阳光玫瑰的糖酸比最高, 红地球总糖、还原糖和糖酸比均最低; 酚类物质也是构成葡萄品质的重要组成部分, 夏黑的 VC 和总花色苷含量均高于其他品种, 阳光玫瑰的 VC 和总花色苷含量最低; 巨玫瑰总黄酮、总多酚含量显著高于其他品种( $P < 0.05$ ), 夏黑总黄酮含量最低, 阳光玫瑰总多酚含量最低。各葡萄品种果实中总黄酮、总多酚和总花色苷的含量相对偏差较大, 可能与其栽培措施和生态条件有关。

表 1 不同鲜食葡萄的基本营养成分(鲜基, g/100 g, n=6)  
Table 1 Basic nutrients of different table grapes(wet, g/100 g, n=6)

指标	巨峰	巨玫瑰	阳光玫瑰	夏黑	红地球	醉金香
水分	82.71±0.20 <sup>c</sup>	82.45±0.52 <sup>c</sup>	83.68±0.43 <sup>bc</sup>	82.34±0.39 <sup>c</sup>	87.26±0.93 <sup>a</sup>	84.73±0.81 <sup>b</sup>
蛋白质	0.58±0.01 <sup>ab</sup>	0.54±0.02 <sup>abc</sup>	0.51±0.03 <sup>c</sup>	0.65±0.05 <sup>a</sup>	0.44±0.03 <sup>c</sup>	0.55±0.05 <sup>abc</sup>
粗脂肪	0.24±0.02	0.28±0.02	0.27±0.03	0.28±0.05	0.26±0.05	0.29±0.09
粗灰分	0.20±0.02	0.21±0.02	0.17±0.03	0.23±0.05	0.24±0.05	0.19±0.09
粗纤维	0.44±0.02	0.48±0.02	0.37±0.03	0.43±0.05	0.44±0.05	0.49±0.09

注: 同一行不同字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。下同。

表 2 不同鲜食葡萄的活性营养成分(鲜基,  $n=6$ )  
Table 2 Active constituents in fruit of different grape varieties (wet,  $n=6$ )

指标	巨峰	巨玫瑰	阳光玫瑰	夏黑	红地球	醉金香
还原糖/(g/100 g)	16.0±0.2 <sup>a</sup>	16.5±0.6 <sup>a</sup>	15.7±0.5 <sup>a</sup>	16.8±0.6 <sup>a</sup>	11.5±1.3 <sup>c</sup>	14.7±1.0 <sup>b</sup>
总糖/(g/100 g)	17.0±0.2 <sup>ab</sup>	17.4±0.6 <sup>a</sup>	16.7±0.5 <sup>ab</sup>	18.1±0.5 <sup>ab</sup>	12.7±1.2 <sup>c</sup>	15.7±1.0 <sup>b</sup>
总酸/(g/kg)	3.79±0.24	4.18±0.64	3.41±0.46	4.48±0.24	3.36±0.56	4.57±0.44
糖酸比	45.8±3.3	47.1±8.0	55.3±9.9	41.0±2.4	34.4±9.5	36.3±4.1
VC/(mg/100 g)	8.72±0.42 <sup>a</sup>	7.83±0.58 <sup>a</sup>	5.09±0.54 <sup>b</sup>	9.09±0.80 <sup>a</sup>	5.50±0.28 <sup>b</sup>	7.59±0.55 <sup>a</sup>
总黄酮/(mg/100 g)	198.29±35.14 <sup>b</sup>	365.50±53.14 <sup>a</sup>	152.33±24.94 <sup>b</sup>	111.83±20.81 <sup>b</sup>	156.80±28.13 <sup>b</sup>	144.50±16.99 <sup>b</sup>
总多酚/(mg/100 g)	1050.11±71.27 <sup>b</sup>	2018.67±208.86 <sup>a</sup>	613.66±93.76 <sup>c</sup>	1160.59±122.70 <sup>b</sup>	970.93±81.60 <sup>bc</sup>	791.56±159.99 <sup>bc</sup>
总花色苷/(mg/100 g)	9.02±1.53 <sup>a</sup>	6.30±0.98 <sup>ab</sup>	2.49±0.40 <sup>b</sup>	9.90±1.54 <sup>a</sup>	3.70±0.28 <sup>b</sup>	3.56±0.54 <sup>b</sup>

### 2.3 氨基酸组成及营养评价

氨基酸作为重要营养成分之一,是维系人体生命活动的重要物质。由表 3 可知,6 种葡萄果实至少含有 18 种蛋白质氨基酸,与前人的研究结果一致<sup>[23]</sup>,由于 Asn 和 Gln 在酸水解时释放出氨而成为 Asp 和 Glu,不能排除 6 种葡萄含有 Asn 和 Gln 的可能,说明葡萄果实的氨基酸种类齐全。除 Cys 和 Gly 外,其他氨基酸含量差异较大。巨峰和夏黑的 Glu 含量最高,其次为 Arg、Ala 和 Pro,Trp、Met 和 Cys 含量最低;巨玫瑰、阳光玫瑰、红地球和醉金香的 Arg 含量最高,其次为 Glu 和 Ala,Trp、Met 和 Cys 含量最低。夏黑的必需氨基酸(essential amino acids, EAA)、非必需氨基酸(non-essential amino acids, NEAA)、风味氨基酸(flavo amino acids, FAA)和总氨基酸(total amino acids, TAA)均显著高于其他品种( $P < 0.05$ ),阳光玫瑰的 FAA 含量最低外,其他指标以红地球最低。6 种葡萄均具有促进红细胞生成、改善脑细胞营养及活跃思维等作用的 Glu,占 TAA 的比例高于苹果、桃和樱桃等水果<sup>[22,24]</sup>;占 TAA 的比例高于沙棘、中华猕猴桃、香蕉等水果<sup>[22,24]</sup>。

药用氨基酸(medicinal amino acids, MAA)是机体维持氮平衡所必需的,部分药用氨基酸人体不能合成,必需从食物中摄取<sup>[22]</sup>。由表 3 可知,夏黑的 MAA 均显著高于其他品种( $P < 0.05$ ),其他品种差异均不显著( $P > 0.05$ ),占 TAA 的 58.87%~74.08%,高于红枣<sup>[25]</sup>和冬虫夏草<sup>[26]</sup>等中药材,说明葡萄可能有一定的药用价值。

增香与着色氨基酸(flavoring and coloring amino acids, FCAA)的氨基会与还原糖的羰基产生羰-氨反应并生成具有特殊香味的物质,提升食物的香气<sup>[22]</sup>。由表 3 可知,夏黑的 FCAA 均显著高于其他品种( $P < 0.05$ ),其他品种差异均不显著( $P > 0.05$ ),占 TAA 的 53.42%~65.87%,远高于草莓<sup>[24]</sup>等色深气味香的水果,说明葡萄可适用于食品增香剂和发色剂的开发。

伯胺基氨基酸(primary amine amino acids, PAAA)能替代仲胺竞争性地与亚硝酸盐产生范斯莱克反应,分解为氮气和有机酸抑制有害物质二甲氨基亚硝胺的生成<sup>[22]</sup>。由表 3 可知,夏黑的 PAAA 显著高于其他品种( $P < 0.05$ ),阳

光玫瑰、红地球和醉金香间 PAAA 含量差异不显著( $P > 0.05$ ),占 TAA 的 74.19%~78.76%,远高于柠檬<sup>[27]</sup>等水果,说明葡萄可能适用于食品抑制剂的开发。

EAA 种类、含量及其组成比例直接影响食物的营养价值和保健价值。在糖类、脂肪能量物质缺乏时或代谢障碍时,支链氨基酸(branched chain amino acids, BCAA)成为肌肉及脑组织重要的能源物质<sup>[22]</sup>。由表 3、4 可知,6 种鲜食葡萄的 BCAA/EAA 与人体组织细胞比例相符,能够满足成人、儿童的需求;BCAA/AAA 大于 1.8,基本能满足肝受损人体的需求;除巨峰外,每克氮中 TEAA、E/T、E/N 差异不大,远低于 FAO/WHO、鸡蛋模式<sup>[22]</sup>。由表 5 可知,6 种葡萄果实的氨基酸比值系数分(amino acid ratio coefficient score, SRC)为 51.88%~63.49%,红地球最高、巨玫瑰最低,Ile、Leu、Trp、Met +Cys 含量均严重不足,第一限制性氨基酸为 Met +Cys,而 Thr、Lys、Phe+Tyr 和 Val 含量相对过剩,根据蛋白质互补法,应搭配 Met +Cys 相对过剩的食用菌类<sup>[28]</sup>或 Lys、Thr 相对缺乏的谷物类<sup>[29]</sup>,以提高其食用价值。

### 2.4 矿物质含量

矿物质元素通过与蛋白质和其他有机基团结合,对人体的细胞代谢、生物合成及免疫功能起着至关重要的作用<sup>[30]</sup>。由表 6 可知,6 种葡萄的 P、Fe 和 Cu 含量差异不显著( $P > 0.05$ ),其他元素差异较大,可能与土壤和气候条件诸多因素的影响<sup>[31]</sup>。夏黑的 K、Fe 和 Cu 含量最高;巨玫瑰的 Ca、Mg 和 Mn 含量最高,但 Na 含量最低;红地球的 P 含量高于其他品种,Ca 含量最低;巨峰的 Na 含量高于其他品种,P、Zn 含量最低;醉金香的 Zn 含量最高,K、Mg、Fe、Mn 和 Cu 含量最低。可见,品种可能是影响葡萄果实中矿物质元素含量的重要因素之一。除巨峰和红地球外,其他 4 种鲜食葡萄矿物元素含量依次为  $K > P > Ca > Mg > Na > Fe > Mn > Zn > Cu$ ,除 Cu 外矿物质元素外,排序与康露<sup>[32]</sup>、刘霞<sup>[33]</sup>和史天赐<sup>[34]</sup>的研究结果基本一致。由此可见葡萄果实中矿物质元素的排序可能与品种、土壤和气候条件关系不密切。

表 3 不同鲜食葡萄的氨基酸组成(鲜基, mg/100g, n=6)  
Table 3 Amino acids composition in different table grapes(wet, mg/100 g, n=6)

氨基酸	巨峰	巨玫瑰	阳光玫瑰	夏黑	红地球	醉金香
Ile <sup>*◊</sup>	6.90±0.55 <sup>b</sup>	7.71±0.23 <sup>ab</sup>	7.22±0.49 <sup>b</sup>	9.20±0.89 <sup>a</sup>	6.37±0.67 <sup>b</sup>	7.86±0.63 <sup>ab</sup>
Leu <sup>*◊◊</sup>	12.04±1.13 <sup>b</sup>	13.64±0.64 <sup>ab</sup>	13.09±1.08 <sup>b</sup>	16.58±1.57 <sup>a</sup>	10.87±1.04 <sup>b</sup>	14.03±1.00 <sup>ab</sup>
Lys <sup>*◊◊</sup>	13.74±1.62 <sup>b</sup>	15.23±0.74 <sup>b</sup>	17.44±1.03 <sup>ab</sup>	19.89±1.65 <sup>a</sup>	13.42±1.60 <sup>b</sup>	16.61±1.50 <sup>ab</sup>
Cys <sup>△◊</sup>	0.96±0.19	0.92±0.24	0.71±0.15	0.81±0.28	1.34±0.18	0.94±0.24
Met <sup>*•</sup>	1.09±0.07 <sup>ab</sup>	1.10±0.07 <sup>ab</sup>	0.96±0.09 <sup>abc</sup>	1.18±0.12 <sup>a</sup>	0.71±0.08 <sup>c</sup>	0.87±0.12 <sup>bc</sup>
Tyr <sup>△◊•</sup>	3.65±0.43 <sup>b</sup>	5.12±0.20 <sup>a</sup>	5.66±0.14 <sup>a</sup>	5.13±0.55 <sup>a</sup>	4.69±0.42 <sup>ab</sup>	5.25±0.56 <sup>a</sup>
Phe <sup>*◊</sup>	9.97±0.65 <sup>bc</sup>	11.61±0.41 <sup>ab</sup>	9.52±0.59 <sup>bc</sup>	12.41±1.14 <sup>a</sup>	8.47±0.74 <sup>c</sup>	11.08±0.57 <sup>ab</sup>
Thr <sup>*</sup>	14.04±0.19 <sup>b</sup>	17.01±0.61 <sup>a</sup>	12.22±0.96 <sup>bc</sup>	16.74±0.75 <sup>a</sup>	9.92±1.17 <sup>c</sup>	14.24±1.01 <sup>b</sup>
Trp <sup>*◊</sup>	0.93±0.12 <sup>b</sup>	1.35±0.06 <sup>a</sup>	1.52±0.03 <sup>a</sup>	1.35±0.16 <sup>a</sup>	1.27±0.11 <sup>ab</sup>	1.41±0.16 <sup>a</sup>
Val <sup>△◊◊</sup>	11.43±0.45 <sup>c</sup>	12.40±0.25 <sup>ab</sup>	10.68±1.00 <sup>bc</sup>	14.86±1.13 <sup>a</sup>	8.96±0.99 <sup>c</sup>	11.61±0.97 <sup>bc</sup>
His <sup>△※◊</sup>	9.59±0.38 <sup>bc</sup>	10.01±0.47 <sup>b</sup>	9.42±0.50 <sup>bc</sup>	13.08±1.25 <sup>a</sup>	7.58±0.8 <sup>6c</sup>	9.91±0.67 <sup>bc</sup>
Arg <sup>△※▲◊◊</sup>	76.02±4.51 <sup>b</sup>	93.42±6.29 <sup>ab</sup>	118.59±12.17 <sup>a</sup>	84.34±8.01 <sup>b</sup>	80.52±5.93 <sup>b</sup>	100.03±14.32 <sup>ab</sup>
Asp <sup>△▲••</sup>	18.72±1.88 <sup>ab</sup>	20.94±2.59 <sup>ab</sup>	16.62±0.95 <sup>b</sup>	23.39±1.81 <sup>a</sup>	18.16±1.81 <sup>ab</sup>	18.36±1.09 <sup>ab</sup>
Ser <sup>△</sup>	15.72±0.37 <sup>ab</sup>	16.01±0.69 <sup>ab</sup>	11.94±0.86 <sup>cd</sup>	17.65±1.09 <sup>a</sup>	10.20±1.08 <sup>d</sup>	13.90±0.78 <sup>bc</sup>
Glu <sup>△▲◊◊</sup>	113.62±7.38 <sup>a</sup>	64.01±9.54 <sup>b</sup>	30.95±1.88 <sup>c</sup>	107.81±8.54 <sup>a</sup>	72.12±7.66 <sup>b</sup>	61.31±7.09 <sup>b</sup>
Pro <sup>△•</sup>	22.55±1.75 <sup>bc</sup>	35.00±3.96 <sup>ab</sup>	24.81±6.61 <sup>bc</sup>	46.22±7.05 <sup>a</sup>	10.97±1.15 <sup>c</sup>	22.57±6.17 <sup>bc</sup>
Ala <sup>△▲•</sup>	65.04±3.11 <sup>b</sup>	51.85±2.85 <sup>c</sup>	19.96±1.97 <sup>c</sup>	78.25±4.03 <sup>a</sup>	20.03±2.84 <sup>c</sup>	32.30±5.17 <sup>d</sup>
Gly <sup>△▲••</sup>	10.27±1.32	10.81±1.03	10.00±0.73	12.88±1.17	10.13±1.14	10.79±0.96
EAA	70.13±4.52 <sup>bc</sup>	80.04±1.63 <sup>b</sup>	72.66±4.96 <sup>bc</sup>	92.19±6.99 <sup>a</sup>	60.00±6.35 <sup>c</sup>	77.71±5.61 <sup>bc</sup>
NEAA	336.13±8.18 <sup>b</sup>	308.07±9.11 <sup>bc</sup>	248.65±15.51 <sup>d</sup>	389.54±24.27 <sup>a</sup>	235.73±19.54 <sup>d</sup>	275.37±19.20 <sup>cd</sup>
CE	85.61±4.50 <sup>b</sup>	103.42±6.42 <sup>ab</sup>	128.01±12.47 <sup>a</sup>	97.42±8.80 <sup>b</sup>	88.10±6.74 <sup>b</sup>	109.94±14.32 <sup>ab</sup>
FAA	283.67±8.44 <sup>b</sup>	241.03±11.67 <sup>c</sup>	196.11±13.57 <sup>d</sup>	306.66±18.06 <sup>a</sup>	200.96±16.55 <sup>d</sup>	222.80±18.22 <sup>d</sup>
BCAA	30.36±2.10 <sup>b</sup>	33.75±0.94 <sup>ab</sup>	30.99±2.56 <sup>b</sup>	40.64±3.55 <sup>a</sup>	26.21±2.70 <sup>b</sup>	33.49±2.57 <sup>ab</sup>
AAA	14.55±1.16 <sup>b</sup>	18.07±0.54 <sup>a</sup>	16.70±0.71 <sup>a</sup>	18.88±1.82 <sup>a</sup>	14.43±1.24 <sup>ab</sup>	17.75±1.21 <sup>a</sup>
MAA	259.12±11.21 <sup>bc</sup>	235.87±10.18 <sup>c</sup>	222.84±14.11 <sup>c</sup>	283.58±19.19 <sup>a</sup>	219.09±17.50 <sup>c</sup>	238.34±14.76 <sup>c</sup>
FCAA	237.40±9.46 <sup>ab</sup>	209.62±10.04 <sup>b</sup>	200.88±13.66 <sup>b</sup>	257.36±17.04 <sup>a</sup>	194.81±15.78 <sup>b</sup>	214.44±15.36 <sup>b</sup>
PAAA	319.96±7.97 <sup>b</sup>	291.26±9.48 <sup>bc</sup>	238.37±14.98 <sup>d</sup>	372.77±23.61 <sup>a</sup>	225.35±18.64 <sup>d</sup>	261.98±19.36 <sup>cd</sup>
TAA	406.26±9.24 <sup>b</sup>	388.12±9.14 <sup>b</sup>	321.31±18.97 <sup>c</sup>	481.73±29.93 <sup>a</sup>	295.73±25.42 <sup>c</sup>	353.08±19.43 <sup>bc</sup>
BCAA/EAA(%)	43.29	42.16	42.65	44.08	43.68	43.10
BCAA/AAA	2.09	1.87	1.86	2.15	1.82	1.89

注: \*EAA 为必需氨基酸; △NEAA 为非必需氨基酸; ※CE 为儿童必需氨基酸; ▲FAA 为风味氨基酸; ◊BCAA 为支链氨基酸; ◊AAA 为芳香族氨基酸; \*MAA 为药用氨基酸; ◊FCAA 为增香着色氨基酸; •PAAA 为伯胺基氨基酸; TAA 为氨基酸总量。

表4 不同鲜食葡萄的必需氨基酸含量与鸡蛋蛋白、FAO/WHO标准模式的比较(mg·g<sup>-1</sup>N)Table 4 The composition of essential amino acid in fruit of different grape varieties and comparison with egg's protein and FAO/WHO standard model (mg·g<sup>-1</sup>N)

种类	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+ Tyr	Thr	Trp	Val	TEAA	E/T/%	E/N/%
巨峰	74	129	148	22	146	151	10	123	803	18.40	22.55
巨玫瑰	89	158	176	23	193	197	16	143	995	22.18	28.50
阳光玫瑰	88	160	213	20	185	149	19	130	965	24.60	32.62
夏黑	90	162	194	19	171	163	13	145	956	20.37	25.58
红地球	90	153	189	29	185	140	18	126	930	22.32	28.74
醉金香	90	161	190	21	187	163	16	133	960	23.76	31.17
Egg	331	534	441	386	565	292	106	411	3066	49.80	99.22
FAO/WHO	250	440	340	220	380	250	60	310	2250	36.35	57.11

注: TEAA: 必需氨基酸总量(包括 Cys and Tyr); E/T: TEAA/TAA; E/N: TEAA/(TAA-TEAA)。

表5 不同鲜食葡萄的必需氨基酸营养价值评分

Table 5 Nutritional value of essential amino acids in fruit of different grape varieties

种类		Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+ Tyr	Thr	Trp	Val	SRC/%
巨峰	RAA	0.30	0.29	0.43	0.10	0.38	0.60	0.17	0.40	52.81
	RC	0.89	0.88	1.30	0.30*	1.15	1.80	0.50	1.18	
巨玫瑰	RAA	0.36	0.36	0.52	0.11	0.51	0.79	0.26	0.46	51.88
	RC	0.85	0.85	1.23	0.25*	1.21	1.87	0.62	1.10	
阳光玫瑰	RAA	0.35	0.36	0.63	0.09	0.49	0.60	0.31	0.42	57.96
	RC	0.87	0.89	1.54	0.23*	1.20	1.47	0.76	1.04	
夏黑	RAA	0.36	0.37	0.57	0.09	0.45	0.65	0.22	0.47	54.02
	RC	0.90	0.93	1.44	0.22*	1.13	1.65	0.55	1.18	
红地球	RAA	0.36	0.35	0.56	0.13	0.49	0.56	0.30	0.41	63.49
	RC	0.91	0.88	1.41	0.33*	1.24	1.42	0.76	1.04	
醉金香	RAA	0.36	0.36	0.56	0.09	0.49	0.65	0.27	0.43	56.84
	RC	0.89	0.91	1.39	0.23*	1.22	1.62	0.67	1.06	

注: \*为第一限制性氨基酸。

表6 不同鲜食葡萄的必需氨基酸营养价值评分(鲜基, mg/kg, n=6)

Table 6 Nutritional value score of essential amino acids in different fresh grapes (wet, mg/kg, n=6)

矿物质	巨峰	巨玫瑰	阳光玫瑰	夏黑	红地球	醉金香
Ca	59.45±5.13 <sup>b</sup>	106.80±20.88 <sup>a</sup>	81.12±12.70 <sup>ab</sup>	78.55±11.66 <sup>ab</sup>	58.62±6.75 <sup>b</sup>	80.72±14.36 <sup>ab</sup>
Fe	3.52±0.35	3.55±0.50	3.44±0.34	4.68±0.80	3.80±0.64	3.35±0.46
Mg	64.82±3.55 <sup>ab</sup>	82.20±7.54 <sup>a</sup>	72.20±6.93 <sup>ab</sup>	77.65±8.06 <sup>a</sup>	62.85±3.18 <sup>ab</sup>	54.25±6.30 <sup>b</sup>
K	1839.08±117.50 <sup>ab</sup>	2105.00±215.62 <sup>ab</sup>	2121.67±113.06 <sup>ab</sup>	2124.17±119.46 <sup>a</sup>	1730.00±110.11 <sup>ab</sup>	1525.08±163.53 <sup>b</sup>
Na	21.15±3.48 <sup>a</sup>	4.10±0.68 <sup>c</sup>	11.60±1.19 <sup>cd</sup>	18.22±2.43 <sup>ab</sup>	8.02±0.88 <sup>dc</sup>	14.20±1.25 <sup>cb</sup>
Mn	2.61±0.83 <sup>ab</sup>	3.31±1.02 <sup>a</sup>	2.17±0.65 <sup>ab</sup>	2.29±0.69 <sup>ab</sup>	2.58±0.50 <sup>ab</sup>	0.58±0.12 <sup>b</sup>
Zn	1.11±0.07 <sup>b</sup>	1.13±0.08 <sup>b</sup>	1.14±0.10 <sup>b</sup>	1.64±0.32 <sup>ab</sup>	1.33±0.09 <sup>ab</sup>	1.72±0.21 <sup>a</sup>
Cu	0.69±0.10	0.70±0.16	0.63±0.12	0.95±0.18	0.54±0.09	0.54±0.10
P	193.98±9.27	237.67±12.88	240.83±20.13	215.00±19.51	241.80±17.99	234.67±17.79

### 3 结 论

巨峰、巨玫瑰、阳光玫瑰、夏黑、红地球及醉金香等 6 种葡萄果实中水分、蛋白、糖、VC、总黄酮、总多酚、总花色苷、大部分氨基酸和矿质元素含量差异较大, 氨基酸组成可与食用菌类和谷物类食物形成互补。夏黑葡萄的蛋白、糖、总花色苷、VC、EAA、NEAA、FAA、BCAA、MAA、FCAA、PCAA、TAA、K、Fe 和 Cu 含量最高; 巨玫瑰总黄酮、总多酚、TEAA、Ca、Mg 和 Mn 含量最高; 红地球的 SRCAA 评分和 P 含量最高。本研究结果有助于人们了解不同品种葡萄的营养价值及其特性, 为差异化开发利用葡萄的营养保健功能提供理论依据, 同时也为南方栽培的优良鲜食葡萄品种提供参考。

### 参考文献

- [1] 刘欢, 何文兵, 李乔, 等. 通化葡萄产区主栽 4 个品种品质的比较[J]. 食品科学, 2017, 38(17): 107-113.  
LIU H, HE WB, LI Q, *et al.* Comparison of quality traits of four major grape cultivars planted in Tonghua [J]. Food Sci, 2017, 38(17): 107-113.
- [2] 江雨. 中国野生葡萄果实品质评价和主要物质组分研究[D]. 西安: 西北农林科技大学, 2016.  
JIANG Y. Evaluation of fruit quality and study on main substance components of wild grape in China [D]. Xi'an: Northwest Agricultural and Forestry University of Science and Technology, 2016.
- [3] IANNONE M, MARE R, PAOLINO D, *et al.* Characterization and *in vitro* anticancer properties of chitosan-microencapsulated flavan-3-ols-rich grape seed extracts [J]. Inter J Biol Macromol, 2017, 104(A): 1039-1045.
- [4] 穆维松, 冯建英, 田东, 等. 我国鲜食葡萄产业的国际贸易与国内需求形势[J]. 中国果树, 2019, (2): 5-10.  
MU WS, FENG JY, TIAN D, *et al.* The international trade and domestic demand of the table grape industry in China [J]. Chin Fruits, 2019, (2): 5-10.
- [5] 张娟, 王晓宇, 田呈瑞, 等. 基于酚类物质的酿酒红葡萄品种特性分析[J]. 中国农业科学, 2015, 48(7): 1370-1382.  
ZHANG J, WANG XY, TIAN CR, *et al.* Analysis of phenolic compounds in red grape varieties [J]. Sci Agric Sin, 2015, 48(7): 1370-1382.
- [6] SHARMA AK, SOMKUWAR RG, BHANGE MA, *et al.* Evaluation of grape varieties for juice quality under tropical conditions of pune region [J]. Proceed Nat Acad Sci Ind, 2017, (12): 1-5.
- [7] ROLLE L, GIACOSA S, GERBI V, *et al.* Comparative study of texture properties, color characteristics, and chemical composition of ten white table-grape varieties [J]. Am J Enol Viticult, 2011, 62(1): 49-56.
- [8] GB 5009. 3—2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S].  
GB 5009. 3—2016 National food safety standard-Determination of moisture in foods [S].
- [9] GB/T 5009. 10—2003 植物类食品中粗纤维的测定[S].  
GB/T 5009. 10—2003 Determination of crude fiber in plant food [S].
- [10] GB 5009. 5—2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S].  
GB 5009. 5—2016 National food safety standard-Determination of protein in food [S].
- [11] GB 5009. 4—2016 食品安全国家标准 食品中灰分的测定[S].  
GB 5009. 4—2016 National food safety standard-Determination of ash in food [S].
- [12] GB 5009. 8—2016 食品安全国家标准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定[S].  
GB 5009. 8—2016 National food safety standard-Determination of fructose, glucose, sucrose, maltose and lactose in food [S].
- [13] GB/T 12456—2008 食品中总酸的测定[S].  
GB/T 12456—2008 Determination of total acid in food [S].
- [14] GB 5009. 7—2016 食品安全国家标准 食品中还原糖的测定[S].  
GB 5009. 7—2016 National food safety standard-Determination of reducing sugar in food [S].
- [15] GB 5009. 86—2016 食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定[S].  
GB 5009. 86—2016 National food safety standard-Determination of ascorbic acid in food [S].
- [16] GB 5009. 87—2016 食品安全国家标准 食品中磷的测定[S].  
GB 5009. 87—2016 National food safety standard-Determination of phosphorus in food [S].
- [17] GB 5009. 268—2016 食品安全国家标准 食品中多元素的测定[S].  
GB 5009. 268—2016 National food safety standard-Determination of multielement in food [S].
- [18] CHUN OK, KIM DO, LEE CY. Superoxide radical scavenging activity of the major polyphenols in fresh plums [J]. J Agric Food Chem, 2003, 51(27): 8067-8072.
- [19] WATERHOUSE L. Determination of total phenolics [M]/Current protocols in Food Analytical Chemistry. Newyork: John Wiley, Sons, 2001.
- [20] TONG T, NIU YH, YUE Y, *et al.* Beneficial effects of anthocyanins from red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata L.) administration to prevent ironotecan-induced mucositis [J]. J Funct Food, 2017, 32: 9-17.
- [21] 姚清华, 苏德森, 颜孙安, 等. 不同种菲律宾鳗肌肉脂肪酸及氨基酸组成特征比较[J]. 中国食品学报, 2016, 16: 244-250.  
YAO QH, SU DS, YAN SA, *et al.* Comparison of composition mode of fatty acid and amino acid in *anguilla bicolor pacifica* and *Anguilla marmorata* muscle [J]. J Chin Instit Food Sci Technol, 2016, 16: 244-250.
- [22] 蒋莹. 氨基酸的应用[M]. 北京: 世界图书出版公司北京公司, 1996.  
JIANG Y. Application of amino acids [M]. Beijing: World Book Publishing Company Beijing Company, 1996.
- [23] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表(第一册)[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2017.  
YANG YX, WANG GY, PAN XC. Chinese food composition table (Book I) [M]. Beijing: Peking University Medical Press, 2017.
- [24] 夏宏义, 杨勇, 张永芳, 等. 阳丰甜柿果实营养成分和氨基酸组成分析[J]. 黑龙江农业科学, 2015, (1): 116-120.  
XIA HY, YANG Y, ZHANG YF, *et al.* Analysis on nutritive compositions, amino acid content of diospyros kaki cv. Youhou fruit [J]. Heilongjiang Agric Sci, 2015, (1): 116-120.
- [25] 田艳花, 张立伟, 田叶, 等. 11 种红枣氨基酸组成及主要成分分析[J]. 分子植物育种, 2018, 16(4): 1300-1360.  
TIAN YH, ZHANG LW, TIAN Y, *et al.* Multivariate analysis of amino acid composition of 11 kinds of jujube [J]. Mol Plant Breed, 2018, 16(4): 1300-1360.
- [26] 周苏, 刘磊. 冬虫夏草中氨基酸含量分析[J]. 现代食品, 2017, (5): 116-118.

- ZHOU S, LIU L. Analysis of amino acids in *Cordyceps sinensis* [J]. Mod Food, 2017, (5): 116–118.
- [27] 何莎莎. 不同类型柑橘果实氨基酸组成分析及“三度”法营养价值评价[D]. 重庆: 西南大学, 2018.
- HE SS. Analysis of amino acid composition of different types of citrus fruits and evaluation of nutritional value by "three degree" method [D]. Chongqing: Southwest University, 2018.
- [28] 李巧珍, 吴迪, 陈明杰, 等. 猴头菌子实体不同发育阶段蛋白质营养价值评价[J]. 农产品加工, 2015, (6): 53–56.
- LI QZ, WU D, CHEN MJ, *et al.* Nutritional assessment of protein from *H. erinaceus* fruit bodies harvested at different developmental stages [J]. Farm Prod Proc, 2015, (6): 53–56.
- [29] 王娟, 李小平, 刘柳, 等. 燕麦等五种谷物的氨基酸含量综合评价[J]. 麦类作物学报, 2019, 39(4): 438–445.
- WANG J, LI XP, LIU L, *et al.* Principal component analysis and comprehensive evaluation of amino acids of oat and other four crops [J]. J Trit Crops, 2019, 39(4): 438–445.
- [30] 于馨森, 陈发兴, 卢海芬, 等. 不同品种枇杷果实微量元素分析及综合评价[J]. 热带作物学报, 2019, 40(11): 2227–2235.
- YU XM, CHEN FX, LU HF, *et al.* Analysis and evaluation of trace elements in different varieties of loquat fruits [J]. Chin J Trop Crops, 2019, 40(11): 2227–2235.
- [31] 张平, 马潇, 张明童, 等. ICP-MS 分析不同产地侧柏叶中 18 种重金属及微量元素[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(7): 75–81.
- ZHANG P, MA X, ZHANG MT, *et al.* Determination and analysis of trace elements and heavy metals content in *Platycladi Cacumen* from different origins by ICP-MS [J]. Chin J Exper Trad Medic Formul, 2018, 24(7): 75–81.
- [32] 康露, 刘河疆, 王帅, 等. 新疆葡萄果实矿质元素的主成分及聚类分析[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2018, 49(6): 975–981.
- KANG L, LIU HJ, WANG S, *et al.* Principal component and clustering analysis of mineral elements in Xinjiang grape fruit [J]. J Shandong Agric Univ(Nat Sci Edit), 2018, 49(6): 975–981.
- [33] 刘霞, 李彩霞, 焦扬. 河西走廊张掖地区土壤、葡萄及葡萄酒矿质元素特征分析[J]. 中国酿造, 2019, 38(1): 179–182.
- LIU X, LI CX, JIAO Y. Characteristics analysis of mineral elements in soil, grapes and wine from Zhangye region of Hexi Corridor [J]. Chin Brew, 2019, 38(1): 179–182.
- [34] 史天赐, 杨景雯, 骆小瑞, 等. 酿酒葡萄果实中主要矿质元素的品种特性[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(1): 133–140.
- SHI TC, YANG JW, LUO XR, *et al.* Determination and analysis of trace elements and heavy metals content in *platycladi cacumen* from different origins by ICP-MS [J]. J Northwest Forest Univ, 2018, 33(1): 133–140.

(责任编辑: 韩晓红)

### 作者简介



颜孙安, 高级实验师, 主要研究方向为农产品质量安全风险评估。  
E-mail: yansunan1982@163.com



姚清华, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全与风险评估。  
E-mail: yaoyaoshuimu@163.com