



杨春霞,单巧玲,惠芳.枸杞原浆品质评价及氨基酸呈味特征分析[J].黑龙江农业科学,2024(2):57-63.

枸杞原浆品质评价及氨基酸呈味特征分析

杨春霞¹,单巧玲¹,惠芳²

(1.宁夏农产品质量标准与检测技术研究所,宁夏银川 750002; 2.宁夏农产品质量安全中心,宁夏银川 750002)

摘要:为提高枸杞利用率,促进枸杞产品精深加工,测定了枸杞原浆营养品质指标可溶性糖、可滴定酸、可溶性固形物、枸杞多糖、甜菜碱、黄酮、总酚及氨基酸含量并进行主成分分析和综合评价,采用氨基酸评分法(AAS)、化学评分(CS)、氨基酸比值系数(RC)、氨基酸比值系数分(SRC)评价枸杞原浆的氨基酸营养价值,采用味道强度值(TAV)评价氨基酸呈味特征。结果表明,影响枸杞原浆的主要营养成分是氨基酸、可溶性固形物、可滴定酸,主要活性成分是枸杞多糖、黄酮和总酚。品牌1的AAS、CS、RC、SRC值评分最高,氨基酸营养价值最高。品牌2的AAS、CS、RC、SRC值分别为8.200、30.200、0.328和54.300,必需氨基酸含量均衡。Cys为第一限制性氨基酸。呈味氨基酸组分特征差异明显,Ala、Val、Arg、Asp、Glu对枸杞原浆呈味有显著贡献,以鲜味氨基酸Asp、Glu贡献最大,苦味氨基酸Val、Arg次之,体现了枸杞原浆鲜甜味夹杂苦味的口感特征。品牌2的鲜味突出、品牌1的甜味和苦味和芳香味突出。

关键词:枸杞原浆;品质评价;氨基酸营养价值;呈味特征;主成分分析

宁夏枸杞富含蛋白质、枸杞多糖、氨基酸、甜菜碱、黄酮、多酚等营养物质和生物活性物质^[1-4],使其具有特殊的品质特性^[5]和药理学功效^[6-8],极大地体现了保健功能价值^[9]。直接食用枸杞鲜果能够最大程度发挥其营养价值,但其保质期短。枸杞原浆由枸杞鲜果作为原料,不添加任何防腐剂加工而成,其保存了鲜果枸杞体内100%的营养成分,含有胡萝卜素、硫胺素、核黄素、抗坏血酸、亚油酸等成分,具有极高的营养价值,且具有明目、护肝、养颜抗衰、增强免疫力等功效^[10]。每袋原浆中的营养相当于约480颗鲜果枸杞、2400颗干红枸杞^[11],且营养更容易被人体吸收,保质期长。目前,市场中的枸杞以枸杞干果为主,枸杞鲜果保质期短,枸杞原浆具有很大的市场前景。枸杞原浆的营养活性成分组成和比例亦可反映其营养价值和药用价值,同时呈味氨基酸的组成和含量能够让枸杞原浆呈现独特的风味,枸杞原浆能够保持枸杞鲜果鲜甜味夹杂苦味的口感特征。为提高枸杞的综合利用率,进一步开发精深加工产品,以营养成分最大化被人体利用为目标,枸杞原浆将极大地体现其优越性。

目前,研究者对不同果蔬制汁的品质特性、适

宜性、加工工艺等展开了研究^[12-17],禄璐等^[18]对枸杞原浆品质分析并建立了评价标准,迟明^[19]对枸杞原浆加工工艺进行了研究。本研究主要考察枸杞原浆品质特性(糖酸含量、可溶性固形物、枸杞多糖、氨基酸、甜菜碱、黄酮、总多酚),评价品质特性,比较氨基酸的营养价值及呈味特征,以期为提高枸杞利用率和精深加工产品提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料

收集了3个品牌的枸杞原浆产品作为试验材料。样品于-4℃中冷藏保存。

标准物质:葡萄糖(纯度≥98%,国药集团化学试剂有限公司);芦丁(纯度≥98%)、没食子酸(纯度≥98%,北京世纪奥科生物技术有限公司);甜菜碱(纯度≥98%,美国Sigma公司);17种氨基酸混合标准品(苏氨酸Thr、缬氨酸Val、苯丙氨酸Phe、蛋氨酸Met、异亮氨酸Ile、亮氨酸Leu、赖氨酸Lys、天冬氨酸Asp、丝氨酸Ser、谷氨酸Glu、甘氨酸Gly、丙氨酸Ala、胱氨酸Cys、酪氨酸Tyr、组氨酸His、精氨酸Arg和脯氨酸Pro)(纯度>99.9%,Sigma-Aldrich Chemical Company, St. Louis, Missouri, USA)。

收稿日期:2023-08-05

基金项目:2021年第二批自治区人才专项青年拔尖人才项目;宁夏回族自治区重点研发计划项目(2022BEG03069)。

第一作者:杨春霞(1983-),女,硕士,副研究员,从事农林产品质量与安全研究。E-mail:xia0113@126.com。

甲醇(色谱纯)、乙腈(色谱纯,美国 Fisher 公司);酒石酸钾钠、硫酸铜、氢氧化钠、亚硝酸钠、硝酸铝、福林酚试剂、无水乙醇、无水碳酸钠、盐酸(优级纯,国药集团化学试剂有限公司);水为二次去离子水。

Waters 2695 液相色谱仪(配 2487 紫外检测器,Empower II 数据处理系统);S-433D 氨基酸全自动分析仪(德国 Sykam 公司);DHG-9246A 电热恒温鼓风干(上箱海精宏实验设备有限公司);TVE-1000 试管浓缩仪(EYELA 东京理化);GM 0.33A 无油真空泵(上海楚柏实验室设备有限公司);U3900 紫外可见风光光度计(日本日立公司);KQ5200DE 数控超声波清洗器(昆山市超生仪器有限公司);LD5-2A 型高速冷冻离心机(北京医用离心机厂);IKA 涡旋混合器(广州 IKA 公司);T25 匀质器(IKA 公司);Mili-Q/Element超纯水机(美国 Millipore 公司)。

1.2 方法

1.2.1 品质特性分析 营养活性指标测定:可溶性糖、枸杞多糖采用 GB/T 18672—2014《枸杞》^[20]方法进行测定;可滴定酸采用 GB 12456—2021《食品安全国家标准 食品中总酸的测定》^[21]方法进行测定;可溶性固形物依照 GB/T 10651—2008《鲜苹果》^[22]方法进行测定。甜菜碱采用 NY/T 2947—2016《枸杞中甜菜碱含量的测定高效液相色谱法》^[23]方法进行测定;黄酮依照 NY/T 3903—2021 和 GB/T 8210—2011《枸杞中黄酮类化合物的测定》^[24]方法进行测定;总酚依照 T/NAIA 097—2021《枸杞中总酚含量的测定风光光度法》进行测定^[25]。

游离氨基酸的测定:精确称取一定量的样品加 9 倍 1%的磺基水杨酸,10 000 r·min⁻¹ 离心 15 min,取上清液用 0.22 μm 滤膜过滤后,供上机测定使用。

色谱条件:LCA K06/Na 阳离子交换柱(4.6 mm×150 mm);流动相:pH3.45、pH10.85 缓冲液;检

测器:集成双波长光度计(570 nm、440 nm);洗脱泵流速 0.45 mL·min⁻¹,衍生泵流速 0.25 mL·min⁻¹;梯度控温,柱温 58~74 ℃;反应器温度 130 ℃;分析周期 56 min。

1.2.2 氨基酸营养价值评价 根据氨基酸评分法(AAS)^[26]、化学评分(CS)^[27]、氨基酸比值系数(RC)^[28]、氨基酸比值系数分(SRC)^[28],系统分析不同品牌枸杞原浆的氨基酸营养价值。

1.2.3 味觉强度值 味觉强度值(Taste Activity Value,TAV)是样品中呈味物质的测定值与其呈味物质味觉阈值之比,可以反映单一化合物对整体滋味的贡献大小,当 TAV>1 时,氨基酸对呈味有贡献,而 TAV<1 时,氨基酸对呈味贡献较小,呈味作用不显著^[29]。TAV 计算公式如下,

$$TAV = \rho_1 / \rho_2$$

式中, ρ_1 为呈味氨基酸的质量浓度(mg·g⁻¹); ρ_2 为该氨基酸滋味阈值质量浓度(mg·g⁻¹)。

1.2.4 数据分析 数据采用 Excel 2017 和 SPSS 23.0 软件进行整理并进行相关性分析、主成分分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 枸杞原浆的营养成分及活性成分分析

枸杞原浆营养成分可溶性固形物、可溶性糖含量高,氨基酸含量在 1.04%~2.02%。活性成分枸杞多糖、甜菜碱、黄酮及总酚含量分别在 0.61%~1.52%、0.164%~0.310%、5.85%~6.25%、1.23%~1.47%之间。品牌 1 可溶性糖、可滴定酸、可溶性固形物、甜菜碱、氨基酸含量均最高;品牌 2 枸杞多糖、总酚含量最高;品牌 3 黄酮含量最高。可溶性固形物、枸杞多糖、甜菜碱、氨基酸含量各品牌间差异显著;总酚含量各品牌间无显著性差异;品牌 1 与品牌 2 的可滴定酸、黄酮含量差异不显著,与品牌 3 差异显著;品牌 2 与品牌 3 的可溶性糖含量无显著性差异,与品牌 1 差异显著。

表 1 不同品牌枸杞原浆营养成分及活性成分

单位:%

| 品牌 | 可溶性糖 | 可滴定酸 | 可溶性固形物 | 氨基酸 | 甜菜碱 | 黄酮 | 总酚 | 枸杞多糖 |
|----|-------------|--------------|-------------|--------------|---------------|-------------|-------------|--------------|
| 1 | 15.1±0.36 a | 0.82±0.029 a | 20.3±0.27 a | 2.02±0.089 a | 0.310±0.006 a | 5.96±2.54 a | 1.27±0.11 a | 0.85±0.045 a |
| 2 | 12.1±0.60 b | 0.81±0.016 a | 18.7±0.00 b | 1.69±0.070 b | 0.266±0.005 b | 5.85±0.87 a | 1.47±0.36 a | 1.52±0.130 b |
| 3 | 13.2±0.52 b | 0.62±0.089 b | 15.0±0.35 c | 1.04±0.320 c | 0.164±0.046 c | 6.25±0.30 b | 1.23±0.31 a | 0.61±0.036 c |

注:同列数据后不同小写字母表示在 P<0.05 水平差异显著。

2.2 枸杞原浆品质因子分析

2.2.1 品质因子相关性分析 由表 2 可知,枸杞原浆品质因子间存在正相关也存在负相关。可溶性糖与可溶性固形物、氨基酸,可滴定酸与可溶性固形物、枸杞多糖、甜菜碱、氨基酸,可溶性固形物与甜菜碱、黄酮、氨基酸,甜菜碱与氨基酸均呈极显著正相关。可滴定酸与可溶性糖,甜菜碱与枸

杞多糖、可溶性糖,黄酮与可滴定酸、枸杞多糖,氨基酸与黄酮呈显著正相关。总酚仅与枸杞多糖显著正相关,与其他因子相关性不显著。枸杞多糖与氨基酸、可溶性糖,黄酮与可溶性糖、甜菜碱间相关性不显著。整体上,各品质因子间相关性较强,可通过主成分进行综合评价。

表 2 枸杞原浆品质因子间相关性分析

| 指标 | 可溶性糖 | 可滴定酸 | 可溶性固形物 | 枸杞多糖 | 甜菜碱 | 黄 酮 | 总 酚 | 氨基酸 |
|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|-------|-----|
| 可溶性糖 | 1 | | | | | | | |
| 可滴定酸 | 0.396* | 1 | | | | | | |
| 可溶性固形物 | 0.573** | 0.826** | 1 | | | | | |
| 枸杞多糖 | −0.327 | 0.586** | 0.469* | 1 | | | | |
| 甜菜碱 | 0.628* | 0.926** | 0.904** | 0.386* | 1 | | | |
| 黄酮 | 0.224 | 0.422* | 0.627** | 0.418* | 0.365 | 1 | | |
| 总酚 | −0.062 | 0.101 | 0.178 | 0.457* | 0.054 | 0.167 | 1 | |
| 氨基酸 | 0.678** | 0.923** | 0.899** | 0.379 | 0.982** | 0.430* | 0.129 | 1 |

注:* 和** 分别表示在 $P<0.05$ 和 $P<0.01$ 水平显著相关。

2.2.2 公因子提取 经 KMO 和 Bartlett 检验,8 个指标符合因子分析要求($KMO>0.6,P<0.05$)。由表 3 可知,前两个因子的特征值大于 1.0,累计方差贡献率为 78.63%,保留了原始数据的大部分信息。因子 1 的贡献率为 57.95%,主要反映氨基酸、可溶性固形物、甜菜碱、可滴定酸营养成分。因子 2 的贡献率为 20.69%,主要反映枸杞多糖、总酚、黄酮活性成分。

表 3 主成分分析中各因子载荷矩阵、特征值及贡献率

| 指标 | 因子 1 | 因子 2 |
|-----------|--------|--------|
| 可溶性糖 | 0.585 | −0.690 |
| 可滴定酸 | 0.929 | 0.058 |
| 可溶性固形物 | 0.959 | −0.014 |
| 枸杞多糖 | 0.517 | 0.797 |
| 甜菜碱 | 0.956 | −0.179 |
| 黄酮 | 0.589 | 0.254 |
| 总酚 | 0.203 | 0.645 |
| 氨基酸 | 0.971 | −0.164 |
| 特征值 | 4.636 | 1.655 |
| 方差贡献率/% | 57.950 | 20.690 |
| 累积方差贡献率/% | 57.950 | 78.630 |

2.2.3 因子得分和排名 综合得分高低可以反映枸杞原浆的综合品质。以 2 个主成分对应的方

差贡献率为权重,将主成分得分进行权重加和,建立综合评价函数,计算 3 个品牌枸杞原浆营养品质的综合得分,结果见表 4。权重综合得分值反映了枸杞原浆的综合品质以品牌 2 的最优,品牌 1 的次之,品牌 3 的最差。

表 4 不同品牌枸杞原浆营养成分及活性成分综合得分及排名

| 品牌 | 综合得分 | 权重综合得分 | 排名 |
|----|--------|--------|----|
| 2 | 49.06 | 0.624 | 1 |
| 1 | 32.91 | 0.419 | 2 |
| 3 | −81.97 | −0.955 | 3 |

2.3 氨基酸分析

2.3.1 氨基酸营养价值评价 由表 5 可知,品牌 1 的 AAS、CS、RC、SRC 值分别为 8.9、33.2、0.376 和 56.0;品牌 2 的 AAS、CS、RC、SRC 值分别为 8.2、30.2、0.328 和 54.3;品牌 3 的 AAS、CS、RC、SRC 值分别为 6.9、32.7、0.113 和 41.8。3 个品牌评分最高的为品牌 1,营养价值最高。品牌 3 的评分最低,营养价值较低。Cys+Met 的得分在 4 个体系中均较低,Cys 是第一限制性氨基酸。结合表 6 数据,品牌 2 枸杞原浆中胱氨酸未检出,品牌 1 和品牌 3 中酪氨酸和胱氨酸缺乏,有可能是在制浆过程遭到破坏。

表 5 不同品牌枸杞原浆氨基酸营养评价

| 评价指标 | | FAO/WHO 推荐必需氨基酸组成 | | | | | | | AAS/ CS 评分 | 氨基酸比值 系数分 SRC |
|------|-----|-------------------|-------|-------|---------|----------|-------|-------|---------------|---------------------|
| | | 异亮氨酸 | 亮氨酸 | 赖氨酸 | 胱氨酸+蛋氨酸 | 苯丙氨酸+酪氨酸 | 苏氨酸 | 缬氨酸 | | |
| | | Ile | Leu | Lys | Cys+Met | Phe+Tyr | Thr | Val | | |
| 品牌 1 | AAS | 19.4 | 15.9 | 8.9 | 9.8 | 18.3 | 37.5 | 21.2 | 8.9 | — |
| | CS | 71.4 | 134.7 | 64.1 | 33.2 | 100.3 | 178.8 | 110.3 | 33.2 | — |
| | RAA | 0.008 | 0.011 | 0.005 | 0.003 | 0.011 | 0.015 | 0.011 | — | 56.0 |
| | RC | 0.850 | 1.220 | 0.538 | 0.376 | 1.211 | 1.645 | 1.162 | 0.376 | — |
| 品牌 2 | AAS | 20.0 | 14.1 | 10.6 | 8.2 | 14.4 | 32.5 | 20.8 | 8.2 | — |
| | CS | 80.6 | 130.3 | 83.1 | 30.2 | 86.4 | 169.5 | 118.4 | 30.2 | — |
| | RAA | 0.008 | 0.010 | 0.006 | 0.003 | 0.009 | 0.012 | 0.016 | — | 54.3 |
| | RC | 0.875 | 1.090 | 0.656 | 0.328 | 0.985 | 1.310 | 1.750 | 0.328 | — |
| 品牌 3 | AAS | 15.0 | 10.4 | 6.9 | 7.3 | 17.2 | 18.1 | 21.2 | 6.9 | — |
| | CS | 72.6 | 115.7 | 65.5 | 32.7 | 123.8 | 113.5 | 144.9 | 32.7 | — |
| | RAA | 0.061 | 0.007 | 0.004 | 0.002 | 0.010 | 0.008 | 0.011 | — | 41.8 |
| | RC | 4.180 | 0.503 | 0.264 | 0.113 | 0.713 | 0.500 | 0.732 | 0.113 | — |

2.3.2 呈味氨基酸组成、含量、味觉强度值及呈味特征分析 枸杞原浆的游离氨基酸总量在1.041%~2.020%，必需氨基酸在0.249%~0.327%(表6)。枸杞原浆中甜味氨基酸(SWAA)含量为0.408%~0.885%，苦味氨基酸(BIAA)0.194%~0.289%，鲜味氨基酸(FAA)0.377%~0.781%、芳香味氨基酸(AAA)0.052%~0.066%。SWAA 占总含量的37.950%~43.790%，BIAA 占总含量的14.280%~18.590%，FAA 占总含量的36.200%~43.620%，AAA 占总含量的3.080%~5.960%。

鲜味氨基酸中 Glu 和 Asp 含量高,甜味氨基酸中 Pro 和 Ala 含量高,苦味氨基酸中 Arg 含量高,芳

香味氨基酸中 Phe 含量高,Cys 未检出。

由表 6 中的 TAV 值可知,3 个品牌枸杞原浆的 TAV 都大于 1 的氨基酸有 Ala、Val、Arg、Asp 和 Glu,以鲜味氨基酸(Asp、Glu)贡献最大,可有效增加产品的鲜美口味。苦味氨基酸(Val、Arg)次之,这体现了枸杞自身鲜甜味夹杂苦味的口感特征。Cys 是半必需氨基酸,是呈芳香味的主要贡献者,样品中未检出,说明枸杞在加工成中 Cys 被破坏,营养成分有损失。其余各氨基酸对枸杞原浆的整体风味没有贡献。3 个品牌的呈味特点表现为品牌 2 的鲜味突出、品牌 1 的甜味和苦味和芳香味突出。

表 6 不同品牌枸杞原浆呈味氨基酸组分含量及 TVA 值

| 游离氨基酸类别 | | 组分含量/% | | | 味觉阈值/ (mg·g ⁻¹) | TVA 值 | | |
|-----------------|----------|---------------|---------------|---------------|--------------------------------|-------|-------|-------|
| | | 品牌 1 | 品牌 2 | 品牌 3 | | 品牌 1 | 品牌 2 | 品牌 3 |
| 甜味氨基酸 (SWAA) | 苏氨酸 Thr | 0.060±0.017 | 0.052±0.016 | 0.029±0.012 | 0.260 | 0.231 | 0.200 | 0.112 |
| | 丙氨酸 Ala | 0.225±0.011 | 0.195±0.002 | 0.106±0.038 | 0.060 | 3.567 | 3.250 | 1.767 |
| | 甘氨酸 Gly | 0.030±0.003 | 0.028±0.001 | 0.025±0.006 | 0.130 | 0.231 | 0.215 | 0.192 |
| | 组氨酸 His | 0.019±0.018 | 0.024±0.016 | 0.010±0.013 | 0.200 | 0.095 | 0.120 | 0.125 |
| | 脯氨酸 Pro | 0.435±0.030 | 0.230±0.020 | 0.179±0.105 | 0.300 | 1.450 | 0.767 | 0.597 |
| | 丝氨酸 Ser | 0.116±0.010 | 0.113±0.008 | 0.060±0.026 | 0.150 | 0.773 | 0.753 | 0.400 |
| | 总量 | 0.885±0.054 a | 0.641±0.036 b | 0.408±0.180 c | — | — | — | — |
| 苦味氨基酸 (BIAA) | 缬氨酸 Val | 0.053±0.004 | 0.052±0.037 | 0.053±0.076 | 0.040 | 1.325 | 1.300 | 1.325 |
| | 异亮氨酸 Ile | 0.031±0.002 | 0.032±0.003 | 0.024±0.005 | 0.090 | 0.344 | 0.356 | 0.267 |
| | 亮氨酸 Leu | 0.078±0.003 | 0.069±0.006 | 0.051±0.012 | 0.190 | 0.411 | 0.363 | 0.268 |
| | 蛋氨酸 Met | 0.012±0.001 | 0.010±0.002 | 0.009±0.003 | 0.030 | 0.400 | 0.333 | 0.300 |
| | 精氨酸 Arg | 0.115±0.007 | 0.098±0.007 | 0.057±0.002 | 0.050 | 2.300 | 1.960 | 1.140 |
| | 总量 | 0.289±0.011 a | 0.259±0.026 a | 0.194±0.047 b | — | — | — | — |
| 鲜味氨基酸 (FAA) | 天冬氨酸 Asp | 0.365±0.033 | 0.367±0.035 | 0.207±0.057 | 0.100 | 3.650 | 3.670 | 2.070 |
| | 赖氨酸 Lys | 0.027±0.002 | 0.032±0.004 | 0.021±0.004 | 0.050 | 0.540 | 0.640 | 0.420 |

表 6 (续)

| 游离氨基酸类别 | 组分含量/% | | | 味觉阈值/ (mg·g ⁻¹) | TVA 值 | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|--------|--------|-------|
| | 品牌 1 | 品牌 2 | 品牌 3 | | 品牌 1 | 品牌 2 | 品牌 3 |
| 谷氨酸 Glu | 0.389±0.038 | 0.339±0.019 | 0.150±0.056 | 0.030 | 12.967 | 11.300 | 5.000 |
| 总量 | 0.781±0.042 a | 0.737±0.038 a | 0.377±0.116 b | — | — | — | — |
| 芳香味氨基酸 (AAA) | 苯丙氨酸 Phe | 0.066±0.005 | 0.049±0.033 | 0.062±0.031 | 0.090 | 0.733 | 0.689 |
| | 酪氨酸 Tyr | ND | 0.003±0.008 | ND | 0.260 | ND | ND |
| | 胱氨酸 Cys | ND | ND | ND | 0.002 | ND | ND |
| | 总量 | 0.066±0.005 a | 0.052±0.029 a | 0.062±0.031 a | — | — | — |
| 游离氨基酸总量/[g·(100 g) ⁻¹] | 2.020±0.078 a | 1.690±0.071 b | 1.041±0.318 c | — | — | — | — |
| 必需氨基酸总量/[g·(100 g) ⁻¹] | 0.327±0.003 a | 0.299±0.004 a | 0.249±0.002 a | — | — | — | — |
| 呈味氨基酸总量/[g·(100 g) ⁻¹] | 2.020±0.078 a | 1.690±0.071 b | 1.041±0.318 c | — | — | — | — |
| SWAA/TAA/% | 43.790±2.693 a | 37.950±2.156 a | 39.190±17.340 a | — | — | — | — |
| BIAA/TAA/% | 14.280±0.566 b | 15.350±1.550 ab | 18.590±4.490 a | — | — | — | — |
| FAA/TAA/% | 38.660±2.074 a | 43.620±2.239 a | 36.200±11.130 a | — | — | — | — |
| AAA/TAA/% | 3.250±0.259 a | 3.080±1.728 a | 5.960±2.940 a | — | — | — | — |

注:同列数据后不同小写字母分别表示在 $P<0.05$ 水平差异显著。“ND”为未检出。

2.3.3 枸杞原浆综合品质分析 以 8 个营养活性指标系统聚类分析枸杞原浆的综合品质。由图 1 可知,当欧氏距离为 5 时,可将 8 个营养活性指标分为 3 大类,可滴定酸、枸杞多糖、总酚、甜菜碱和氨基酸聚为一类,它们是影响枸杞原浆营养成分的因素;黄酮聚为一类,可溶性糖和可溶性固形物是一类。分析结果与主成分分析结果一致。

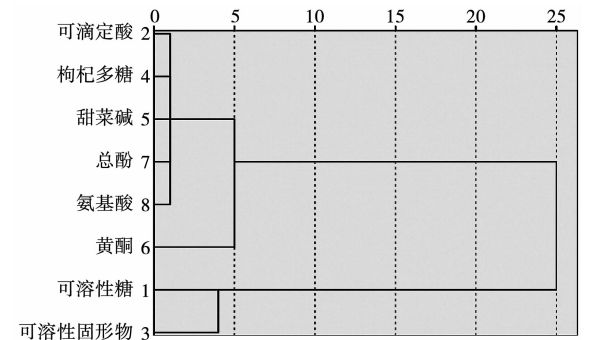


图 1 主成分因子荷载图

3 讨论

枸杞原浆是近年来迅速发展起来的一种加工产品形式,以枸杞鲜果为唯一原料,经打浆、粗滤、均质、巴氏杀菌、灌装等工序制成,不复配,不调配,最大程度保持枸杞鲜果的营养成分和风味,区别于枸杞果汁、枸杞浓缩汁、枸杞复合果浆等,目前已成为新型枸杞消费市场的主体产品^[18]。目

前枸杞原浆产品众多,品质参差不齐,缺乏规范化的生产体系和品质评价标准。2019—2020 年国家和地方分别出台了枸杞浆行业标准^[30]和枸杞原浆^[31]团体标准,把可溶性固形物和酸度作为规范枸杞浆及枸杞原浆生产的关键指标。本文通过对市售的 3 个品牌枸杞原浆产品营养活性成分系统分析,比较不同品牌的品质差异性,3 个品牌枸杞原浆样品总体表现出较好的枸杞营养特征,可溶性固形物为 15.0%~20.3%,总酸含量为 0.62%~0.82%,完全达到了 T/NXFSA 002S—2020^[31]规定的可溶性固形物≥15.0%,总酸(以柠檬酸计)≥0.4%指标,与枸杞鲜果可溶性固形物较接近^[32]。可溶性糖含量为 12.1%~15.1%,枸杞多糖含量为 0.61%~1.52%、甜菜碱含量为 0.164%~0.310%、总酚含量为 1.23%~1.47%,由于枸杞原浆的生产贯穿整个采果季(6 月—9 月),因此,不同品牌枸杞原浆中的营养指标含量差异显著。本文测定枸杞原浆中黄酮含量为 5.85%~6.25%,赵建华等^[32]研究表明不同果色枸杞鲜果中黄酮含量为 41.02~185.44 μg·g⁻¹,宁杞 1 号枸杞鲜果的黄酮含量为 101.13±0.93 μg·g⁻¹^[33];禄璐等^[18]测定的 46 个枸杞原浆的黄酮含量为 2.34~8.73 μg·g⁻¹,推测枸杞鲜果在打浆、过滤、杀菌等加工环节中有较大损失。游离氨基酸既是

营养成分又是滋味成分,采用 AAS、CS、RC、SRC 法系统分析 3 个品牌枸杞原浆的氨基酸营养价值。品牌 1 的 AAS、CS、RC、SRC 值评分最高,氨基酸营养价值最高;品牌 2 的 AAS、CS、RC、SRC 值分别为 8.2、30.2、0.328 和 54.3,必需氨基酸含量均衡;品牌 3 整体评分最低,营养价值较低。由于枸杞原浆的生产贯穿整个采果季(6 月—9 月),因此,不同品牌枸杞原浆中的氨基酸含量差异显著,营养价值不同。从 8 个品质指标中筛选出氨基酸、可溶性固形物、甜菜碱、可滴定酸是反映枸杞原浆品质的主要营养成分,枸杞多糖、总酚、黄酮活性是主要活性成分。权重综合得分值反映了枸杞原浆的综合品质以品牌 2 的最优,品牌 1 的次之,品牌 3 的最差。

基于主成分分析得到了各指标与主成分的相关程度和贡献程度,确立了枸杞原浆的品质评价指标,获得各枸杞原浆样品的综合得分,为枸杞原浆品质评价及进一步开发精深加工产品提供理论依据。

4 结论

采用主成分分析与聚类分析,综合考察了枸杞原浆的 8 个营养活性指标,评价了其营养品质和氨基酸呈味特征。可滴定酸、枸杞多糖、总酚、甜菜碱和氨基酸是影响枸杞原浆营养成分的一类因素;甜菜碱和黄酮是影响枸杞原浆活性成分的一类因素,可溶性糖和可溶性固形物是一类。3 个品牌枸杞原浆的游离氨基酸含量在 1.04%~2.02%之间,其在甜味、鲜味、苦味、芳香味滋味特征均有响应,其中以 Asp、Glu 对鲜味的贡献最大,Val 和 Arg 对苦味的贡献大。Cys 是芳香味的主要贡献者,但样品中未检出,说明枸杞在加工中 Cys 被破坏。采用 AAS、CS、RC、SRC 法系统分析 3 个品牌枸杞原浆的氨基酸营养价值,品牌 1 整体评分最高,营养价值高,品牌 3 整体评分最低,营养价值较低,品牌 2 必需氨基酸含量均衡,Cys 是第一限制性氨基酸。3 个品牌的呈味特点分别为品牌 2 鲜味突出,品牌 1 甜味、苦味和芳香味突出。

参考文献:

- [1] 白寿宁. 宁夏枸杞研究[M]. 银川:宁夏人民出版社,1999:681.
- [2] POTTERAT O. Goji (*Lycium barbarum* and *L. chinense*): phytochemistry, pharmacology and safety in the perspective

of traditional uses and recent popularity[J]. *Planta Medica*, 2010, 76(1):7-19.

- [3] YUAN G S, REN J, OUYANG X Y, et al. Effect of raw material, pressing and glycosidase on the volatile compound composition of wine made from goji berries[J]. *Molecules*, 2016, 21(10):1324.
- [4] KOKOTKIEWICZ A, MIGAS P, STEFANOWICZ J, et al. Densitometric TLC analysis for the control of tropane and steroidal alkaloids in *Lycium barbarum* [J]. *Food Chemistry*, 2017, 221:535-540.
- [5] KAFKALETOU M, CHRISTOPOULOS M V, TSANTILI E. Short-term treatments with high CO₂ and low O₂ concentrations on quality of fresh goji berries (*Lycium barbarum* L.) during cold storage[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2017, 97(15):5194-5201.
- [6] GONG G P, LIU Q, DENG Y N, et al. Arabinogalactan derived from *Lycium barbarum* fruit inhibits cancer cell growth via cell cycle arrest and apoptosis[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2020, 149:639-650.
- [7] DONG W, HUANG K Y, YAN Y M, et al. Long-term consumption of 2-O- β -D-glucopyranosyl-L-ascorbic acid from the fruits of *Lycium barbarum* modulates gut microbiota in C57BL/6 mice[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2020, 68(33):8863-8874.
- [8] MA Z F, ZHANG H X, TEH S S, et al. Goji berries as a potential natural antioxidant medicine: an insight into their molecular mechanisms of action[J]. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019, :2437397.
- [9] MASCI A, CARRADORI S, CASADEI M A, et al. *Lycium-barbarum* polysaccharides: extraction, purification, structural characterisation and evidence about hypoglycaemic and hypolipidaemic effects. A review[J]. *Food Chemistry*, 2018, 254:377-389.
- [10] 杨露, 赵冉, 吴镇槐, 等. 枸杞原浆抗氧化及增强免疫活性研究[J]. *食品与机械*, 2022, 38(9):18-21, 28.
- [11] 枸杞原浆加工后和我们直接食用枸杞有什么区别? [EB/OL]. (2023-03-13) [2023-07-10]. http://qizitown.com/news_show.asp?id=1484.
- [12] 孙海娟, 李洁, 刘义满, 等. 不同品种莲藕加工制汁适宜性评价[J]. *食品科学技术学报*, 2023, 41(2):164-174.
- [13] 郭秋余, 林洪, 张吉照, 等. 葡萄品种(系)制汁特性评价[J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2023(3):32-39.
- [14] 杜婵媛, 郭伟珍, 赵京献, 等. 鲜榨梨汁品质评价及适宜制汁品种(系)的筛选[J]. *中国南方果树*, 2023, 52(2):174-184, 190.
- [15] 成传香, 王鹏旭, 贾蒙, 等. 三个中国主栽宽皮柑橘品种制汁品质评价[J]. *食品与发酵工业*, 2019, 45(24):173-178.
- [16] 张春岭, 刘慧, 刘杰超, 等. 基于主成分分析与聚类分析的中、早熟桃品种制汁品质评价[J]. *食品科学*, 2019, 40(17):141-149.

[17] 张程慧,石超,冯叙桥.胡萝卜、番茄、黄瓜和西芹制汁过程中酶解工艺的优化[J].食品工业科技,2020,41(21):199-207.

[18] 禄璐,闫亚美,米佳,等.枸杞原浆品质分析与评价标准构建[J].食品工业科技,2022,43(21):271-281.

[19] 迟明.高原特色枸杞原浆加工工艺研究[Z].青海省轻工研究所有限责任公司,2020-05-07.

[20] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.枸杞:GB/T 18672—2014[S].北京:中国标准出版社,2014:1-3.

[21] 中华人民共和国国家卫生健康委员会,国家市场监督管理总局.食品安全国家标准 食品中总酸的测定:GB 12456—2021[S].北京:中国标准出版社,2021:1-3.

[22] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.鲜苹果:GB/T 10651—2008[S].北京:中国标准出版社,2008:9.

[23] 中华人民共和国农业部.枸杞中甜菜碱含量的测定 高效液相色谱法:NY/T 2947—2016[S].北京:中国标准出版社,2016:1-4.

[24] 中华人民共和国农业农村部.枸杞中黄酮类化合物的测定:NY/T 2947—2016[S].北京:中国标准出版社,2016:1-6.

[25] 宁夏化学分析测试协会.枸杞中总酚含量的测定:T/NAIA 097—2021[S].全国团体标准信息平台,2021:1-5.

[26] BANO Z,RAJRATHNAM S. Pleurotus mushroom as a nutritious food[M]//In:the tropical mushrooms biological nature and cultivation methods. HongKong: The Chinese University Press,1982:363-380.

[27] FAO nutrition studies No. 24. Amino acid content of foods and biological data on proteins[R]. Rome:Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1970.

[28] 朱圣陶,吴坤.蛋白质营养价值评价:氨基酸比值系数法[J].营养学报,1988,10(2):187-190.

[29] KONG Y,ZHANG L L,SUN Y, et al. Determination of the free amino acid, organic acid, and nucleotide in commercial vinegars[J]. Journal of Food Science,2017,82(5):1116-1123.

[30] 中华供销合作总社.枸杞浆:GH/T 1237—2019[S].北京:中国标准出版社,2019:1-5.

[31] 宁夏食品安全协会.枸杞原浆:T/NXFSA 002S—2020[S].全国团体标准信息平台,2020:1-4.

[32] 赵建华,述小英,李浩霞,等.不同果色枸杞鲜果品质性状分析及综合评价[J].中国农业科学,2017,50(12):2338-2348.

[33] 禄璐,米佳,罗青,等.枸杞总黄酮提取工艺优化及其体外抗氧化活性分析[J].食品工业科技,2019,40(24):165-171.

Evaluation of Pulping Quality and Analysis of Amino Acid Flavor Characteristics of Wolfberry Puree

YANG Chunxia¹, SHAN Qiaoling¹, HUI Fang²

(1. Institute of Quality Standard and Testing Technology for Agro-Products of Ningxia, Yinchuan 750002, China; 2. The Center for Agri-Food Quality& Safety, Yinchuan 750001, China)

Abstract: In order to improve the utilization rate of goji berries and promote the deep processing of wolf berry products, the nutritional quality components of soluble sugar, titrable acid, soluble solid, wolfberry barbary polysaccharide, betaine, flavonoids, total phenols and amino acids were determined. And the principal component analysis was used to compare and distinguish and comprehensive evaluation them. The results showed that the main nutrients affecting of wolfberry puree were amino acid, soluble solid, titrable acid, and the main active components were wolfberry polysaccharide, flavonoid and total phenol. Amino acid nutritional value of wolfberry puree was evaluated by amino acid score, chemical score, amino acid ratio coefficient and amino acid ratio coefficient score. The Brand 1 had the highest scores of AAS, CS, RC and SRC values with the highest nutritional value. The values of AAS, CS, RC and SRC of Brand 2 were 8. 200, 30. 200, 0. 328 and 54. 300, respectively, and the content of essential amino acids was balanced. Cys was the first limiting amino acid. The flavor characteristics were evaluated by flavor strength value. The results showed that the characteristics of flavorful amino acids were significantly different. The taste characteristics of fresh sweet mixed bitter of wolfberry puree were mainly contributed by umami amino acids Asp and Glu, followed by bitter amino acids Val and Arg. The umami flavor of Brand 2 was prominent. And the sweet, bitter and aromatic flavor of Brand 1 were prominent.

Keywords: wolfberry puree; quality evaluation; amino acid nutritional value; characteristic of taste; principal component analysis