

新疆精河地区四种枸杞果实品质的比较分析

高仿¹, 田英姿^{1,2}, 丁晓丽², 赵翠¹, 靳欣欣¹, 杨永涛¹

(1. 华南理工大学轻工科学与工程学院, 广东广州 510640)(2. 喀什大学生命与地理科学学院, 新疆喀什 844006)

摘要: 通过对新疆精河地区精杞一号、精杞二号、宁夏红和豫新 4 个枸杞品种的外观品质, 以及主要理化成分和活性成分进行了测定, 采用显著性分析和聚类分析来比较其差异性。并且对比分析了它们的氨基酸组成差异, 并利用氨基酸比值系数法对其蛋白质营养价值进行评价。结果表明: 精杞一号和宁夏红在外观性状方面有明显的品种优势。作为精河地区主栽品种的精杞一号, 浸出物、甜菜碱、类胡萝卜素等活性成分含量都是最高的, 这充分体现了它的药用价值。除果形指数和总黄酮外, 四个品种的其他指标差异都达到了极显著性水平。四种枸杞的氨基酸含量丰富, 种类齐全, 宁夏红与精杞一号的必需氨基酸、药用氨基酸含量相对较高。精杞一号的 SRC 值为 83.27, 必需氨基酸模式更接近于人体蛋白质组成。由此可见精杞一号的营养价值和药用价值都比较理想, 有利于进一步的开发和利用。

关键词: 枸杞; 药用价值; 显著性分析; 聚类分析; 氨基酸比值系数法

文章编号: 1673-9078(2017)5-233-239

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.5.037

Comparative Analysis of Fruit Quality of Four *Lycium barbarum* L. Cultivars from Jinghe Region of Xinjiang

GAO Fang¹, TIAN Ying-zi^{1,2}, DING Xiao-li², ZHAO Cui¹, JIN Xin-xin¹, YANG Yong-tao¹

(1. College of Light Industry and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

(2. College of Life and Geography Sciences, Kashi University, Kashi 844006, China)

Abstract: The appearance quality, main physicochemical composition, and active ingredients of four *Lycium barbarum* L. cultivars (Jingqi 1, Jingqi 2, Ningxia Hong, and Yuxin) from Jinghe Region of Xinjiang were determined, and significance analysis and cluster analysis were performed to compare their differences. Additionally, the differences in amino acid composition of different cultivars were comparatively analyzed, and the protein nutrition quality was evaluated by amino acid score of ratio coefficient (SRC). The results indicated that Jingqi 1 and Ningxia Hong had an obvious cultivar advantage in terms of appearance characteristics. As the main cultivar in Jinghe region, Jingqi 1 had the highest active ingredient (extract, betaine, and carotenoids) content, which fully reflected its medicinal value. In addition to berry shape index and total flavonoids, the differences among the four cultivars on other indicators reached the extremely significant level. High amino acid content and all types of amino acids were found in all four cultivars, and the content of essential amino acids and medicinal amino acids in Ningxia Hong and Jingqi 1 were relatively high. The SRC of Jingqi 1 was 83.27, and the essential amino acid pattern was closer to the protein composition in humans. Thus, the nutritional value and medicinal value of Jingqi 1 were ideal, and were conducive to further development and utilization.

Key words: *Lycium barbarum* L.; medicinal value; significance analysis; cluster analysis; score of ratio coefficient of amino acid

枸杞 (*Lycium barbarum* L.) 为茄科枸杞属多年生落叶灌木, 是我国重要的经济植物资源, 其果实、叶片、果柄和根系中都含有人体需要的蛋白质、维生素、氨基酸和微量元素^[1]。而利用价值最高的是其果实-枸

收稿日期: 2016-06-15

基金项目: 自治区财政林业科技专项资金项目 (0608)

作者简介: 高仿 (1992-), 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 植物资源的综合利用与天然产物的转化

通讯作者: 田英姿 (1966-), 女, 教授级高级工程师, 研究方向: 植物资源的综合利用与天然产物的转化

杞子。枸杞子的传统功效是补肾益精、养肝明目, 枸杞果实药食同源, 既是名贵的中药材, 又是很好的滋补品^[2]。现代医学研究发现, 枸杞子还具有增强免疫力、抗衰老、抗肿瘤和抗氧化等多种药理作用^[3,4]。

枸杞抗逆性强, 不仅抗旱, 还具有很强的耐盐碱性和生物排水 (biological drainage) 能力^[5], 是西北干旱地区的重要生态和经济树种, 也是新疆北疆博州精河县重要的特色经济林树种之一。目前我国枸杞种植主要有 4 大产区, 宁夏、河北、内蒙古和新疆。而精河县作为新疆枸杞最早的主栽区, 由于其得天独厚的

自然环境条件,其种植面积、总产量、品质还是出口量,都列居全国县级产地第一,并且枸杞栽培技术已实现良种化、规模化。此外,精河枸杞因果实鲜红、粒大饱满、皮薄肉厚、含糖丰富和药用价值高等特点,而颇受国内外客户的欢迎,有着“精河枸杞甲天下”的美誉^[6]。

精河地区枸杞品种主要有自身培育的精杞一号(来自大麻叶)和精杞二号(来自小麻叶),已形成独特的种植、培育和加工体系^[7]。现阶段,精杞一号是我国新疆地区广泛种植的优良枸杞品种,虽然其产量高、果粒大、色泽好,外在品质佳,是枸杞各种深加工产品的主要原材料。当然为了适应多样化的品种体系,也外来引种一些比较优质的品种,如宁夏枸杞、豫新枸杞等。目前,关于精杞种植虽有报道,但它的营养成分和药用成分却很少涉及。

枸杞的果品品质分外观品质和内在品质两方面,其中百粒质量、果形指数、坏果率、色泽等为果实外观品质,决定着果实的商品性;甜菜碱、枸杞多糖、黄酮、氨基酸、Vc和总糖等为果实的内在品质,决定着果实的营养及药用性,其含量是评价食品和中药药材品质的一项重要指标。氨基酸作为蛋白质构成的基本物质,是枸杞果实中重要的营养及药用成分之一,果实中不同的氨基酸组成及含量对其营养品质和风味均有重要影响。不同品种枸杞的化学成分含量不同^[8],会导致不同枸杞品种在营养价值和药用功效上存在差异。

本研究主要比较分析新疆精河地区四个不同枸杞品种外观品质、各种营养成分以及氨基酸含量之间的差异,并通过对不同品种的枸杞子氨基酸组成及氨基酸平衡理论进行评估,旨在为新疆精河地区枸杞资源的开发利用提供科学依据,为进一步选育枸杞优良品种提供参考。

1 材料与方法

1.1 原料

原料:4个不同品种的枸杞(精杞1号、精杞2号、宁夏红和豫新),均采集于新疆精河地区。

1.2 实验主要试剂与仪器

仪器:旋转蒸发仪(RE52CS-2 中国上海);高效液相色谱仪(Agilent 1100);紫外可见分光光度计(岛津 UV-1800);循环水式多用真空泵(SHB-III型);数控超声波清洗器(KQ-100DB);凯式定氮仪(UDK127型);氨基酸分析仪(日立 L-8800型);游标卡尺,0~150

mm(上海量具刀具厂);马弗炉(德国 N7/HB150)。

试剂:甜菜碱标准品(99%)、芦丁标准品(99%)、葡萄糖标准品(98%),上海融禾医药科技发展有限公司;2,6-二氯靛酚(纯度 98%),Regal Biotechnology Company;无水乙醇,AR,天津市富宇精细化工有限公司;苯酚、石油醚、乙醚,AR,广东光华科技股份有限公司;硫酸、盐酸、丙酮,AR,广州化学试剂厂;葡萄糖,AR 江苏强盛功能化学股份有限公司;酒石酸钠、硫酸铜、硫酸钠 AR,天津市科盟化工工贸有限公司;甲基红、亚甲基蓝、甲基红,天津市天新精细化工开发中心。

1.3 实验方法

1.3.1 枸杞外观品质的测定

百粒重:每个品种随机选取100粒干果,称重,重复3次,取平均值(保证每次误差小于0.05g)。

果形指数:随机取20粒枸杞干果,用游标卡尺测定干果的纵径和横径,重复3次,取平均值。(果形指数=果纵径/果横径)

1.3.2 枸杞理化成分和活性成分的测定

灰分参照 GB 5009.4-2010 食品安全国家标准 食品中灰分的测定;维生素 C 采用 2,6-二氯靛酚滴定法,参照 GB/T 6195-1986 水果、蔬菜维生素 C 含量测定方法;蛋白质采用凯式定氮法,参照 GB 5009.5-2010 食品中蛋白质的测定;总酸参照 GB/T 12456-2008 食品中总酸的测定方法;总糖参照 GB/T 18672-2002 附录 B 中“枸杞总糖测定方法”;多糖和黄酮采用超声辅助测定法^[9];浸出物含量的测定:参照《中华人民共和国药典》中的测定方法;甜菜碱采用高效液相色谱法^[10];类胡萝卜素采用高效液相色谱法,参照 GB/T 5009.83-2003 食品中胡萝卜素的测定。

1.3.3 枸杞氨基酸的测定

氨基酸的测定:参照 GB/T 5009.124-2003《食品中氨基酸的测定》测定方法。色氨酸因酸水解无法测定。

检测条件:柱温:程序恒温 57℃;色谱柱:日立 855-350 型;反应柱温:135℃;柠檬酸钠 PH 缓冲液梯度洗脱;检测波长:570 nm+440 nm;流速:洗脱泵 0.40 mL/min,衍生泵 0.35 mL/min;分析时间:59 min。

1.4 数据处理方法

1.4.1 采用 SPSS 22.0 软件进行数据处理和分析

对不同种枸杞的三项外观指标、5项理化成分、5

项活性成分含量分别做显著性检验分析,通过 Duncan's 新复极差法来表征各因素间的差异。

采用系统聚类分析,对四个枸杞品种进行聚类分析,得出聚类图(以平方 Euclidean 距离作为测度,聚类方法选择组之间的链接法)

1.4.2 氨基酸比值系数法^[11]

参照世界卫生组织(WHO)和联合国粮农组织(FAO)1973年提出的评价蛋白质营养价值的必需氨基酸模式氨基酸比值系数法,即根据氨基酸平衡理论,

利用 WHO/FAO 的必需氨基酸模式,计算样品中 EAA 的氨基酸比值(ratio of amino acid, RAA),氨基酸比值系数(ratio coefficient of amino acid, RC)和比值系数分(score of RC, SRC)。

2 结果与分析

2.1 不同品种枸杞外观品质

表 1 不同品种枸杞外观品质的测定结果

品种	百粒重/g	果形指数	坏果率/%	色泽
精杞一号	22.24±2.38 ^{aa}	2.22 ^{aa}	1.97±0.08 ^{cc}	A
精杞二号	20.56±2.15 ^{cc}	2.17 ^{ba}	2.88±0.13 ^{aa}	B
宁夏红	24.34±2.56 ^{aa}	2.36 ^{aa}	2.52±0.11 ^{bb}	A
豫新	22.35±2.42 ^{bb}	2.08 ^{ba}	2.47±0.10 ^{bb}	C
平均值	22.37	2.21	2.46	-
标准差	1.55	0.12	0.37	-
变异系数/%	6.91	5.30	15.21	-

注:不同的小写字母表示不同样品之间存在显著性差异($p < 0.05$),不同大写字母表示不同样品之间存在极显著性差异($p < 0.01$);“-”表示无。

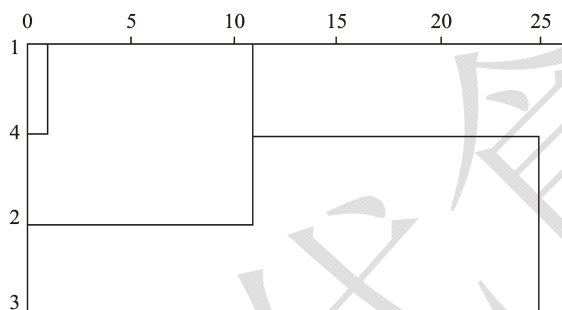


图 1 4 种枸杞外观品质聚类分析

Fig.1 Cluster analysis of appearance quality of four cultivars of *Lycium barbarum* L.

注:1表示精杞一号;2表示精杞二号;3表示宁夏红;4表示豫新。

干果的百粒重,决定着果实的商品性,百粒重是衡量枸杞干果大小的决定因素。由表 1 可知,枸杞干果的百粒重,宁夏红最高,达 24.34 g。与其它品种存在极显著性差异,而精杞一号与豫新枸杞之间没有显著性差异。

果形指数反应消费者对果形的认可程度。一般来说果形指数越大,越受消费者欢迎。四个品种比较,宁夏红的果形指数最高,达 2.36。精杞一号的果形指数为 2.22,仅次与宁夏红。这两个品种与其它两个品种的差异水平达到了显著性。

坏果率对枸杞的商品品质影响较大,这四种枸杞坏果率在 3%以下,整体比较好。其中精杞二号的坏果率最高为 2.88%,精杞一号坏果率最小,为 1.97%。宁夏红枸杞与豫新枸杞之间差异不显著。但它们与精杞一号和精杞二号之间存在极显著性差异。坏果率实际与枸杞品种、产地没有直接关系,与产后的管理水平的关系比较大。

色泽(由鲜红到暗红,A、B、C和D四个等级),反映枸杞颜色的一项商品品质因子,是枸杞外观品相的重要指标。枸杞越红,品质越好,反之,枸杞果呈紫黑色,无光泽,则商品品质差。精杞一号和宁夏红颜色都比较鲜艳,为 A 级;其次是精杞二号,为 B 级;豫新枸杞的颜色最暗,为 C 级。

通过对四个枸杞品种外观品质的对比分析发现,精杞一号和宁夏红在百粒重、果形指数和色泽等方面表现比较好,并且精杞一号的坏果率也比较低。由聚类分析图可知,宁夏红单独为一类,品质比较好,商品价值比较高。精杞一号、精杞二号和豫新聚为一类。

2.2 不同品种枸杞内在品质比较

灰分、Vc、蛋白质、总酸和总糖为果品常见的理化成分,这些成分含量的高低影响着枸杞果实营养价值的大小。而浸出物、甜菜碱、类胡萝卜素、总黄酮和多糖为枸杞特有的活性成分,它们更多地决定着枸

杞的药用价值。

2.2.1 不同品种枸杞理化成分的比较分析

表 2 不同品种枸杞理化成分的测定结果

Table 2 Determination results of chemical composition of different cultivars of *Lycium barbarum* L.

品种	灰分/%	Vc/(mg/kg)	蛋白质/%	总酸/(g/kg)	总糖/($\times 10^{-2}$ g/g)
精杞一号	3.87 \pm 0.17 ^{bb}	32.86 \pm 2.57 ^{aa}	13.54 \pm 1.29 ^{aa}	29.02 \pm 2.44 ^{aa}	59.37 \pm 5.35 ^{aa}
精杞二号	3.94 \pm 0.21 ^{bb}	30.55 \pm 2.32 ^{bb}	12.82 \pm 1.15 ^{aa}	26.13 \pm 2.25 ^{bb}	57.64 \pm 5.26 ^{bb}
宁夏红	4.08 \pm 0.22 ^{bb}	29.47 \pm 2.26 ^{bb}	12.07 \pm 1.12 ^{bb}	28.44 \pm 2.37 ^{aa}	60.02 \pm 5.52 ^{aa}
豫新	4.36 \pm 0.25 ^{aa}	23.31 \pm 2.08 ^{cc}	11.88 \pm 1.04 ^{bb}	24.30 \pm 2.16 ^{cc}	47.39 \pm 4.78 ^{cc}
平均值	4.06	29.05	12.45	26.97	56.11
标准差	0.22	4.08	7.19	2.17	5.90
变异系数/%	5.33	14.04	57.78	8.06	10.51

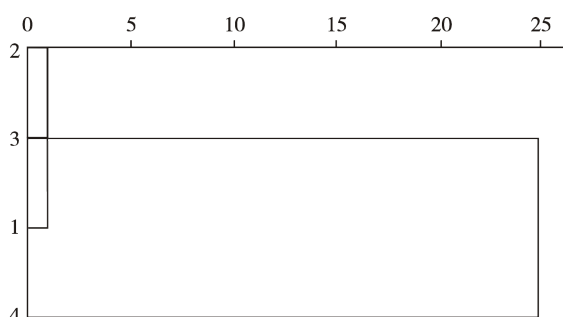


图 2 4 种枸杞理化成分聚类分析

Fig.2 Cluster analysis of chemical composition of four cultivars of *Lycium barbarum* L.

枸杞灰分是枸杞中比较基本的理化性质，是枸杞干果充分燃烧后留下的物质，主要由无机物组成，一般占枸杞干果重的 3%~8%^[12]。灰分的高低对枸杞品质影响很大，在其他组分含量相当时，灰分含量越大，枸杞品质越差。四个品种中，豫新枸杞的灰分含量最大。与其它三个品种有极显著性差异。精杞一号的含量最少，为 3.87%。

Vc 含量由高到低依次为：精杞一号>精杞二号>宁夏红>豫新，精杞一号含量为 32.86 mg/kg，其中精杞二号与宁夏红之间没有明显的差异性。

蛋白质含量的范围在 11.88~13.54%之间，其中含量最高的精杞一号与含量最低的豫新之间达到了极显著性差异。

总酸是影响果实风味的重要因素，它的高低直接影响着枸杞风味的好坏。四个品种中，精杞一号的含量最高，为 29.02 g/kg，其次是宁夏红，为 28.44 g/kg，与其它两个品种存在极显著性差异。

枸杞中总糖主要是葡萄糖和果糖，是枸杞甜味的重要来源。糖份的高低对枸杞品质有一定影响，一般，总糖越高，品质越好。四个品种比较，豫新枸杞的总糖含量最低，为 47.39 $\times 10^{-2}$ g/g，其它三个品种含量均超过 0.55 g/g，且这三个品种之间的总糖含量未达到显

著性水平。

由理化成分的聚类分析图可知，精杞一号、精杞二号、宁夏红枸杞聚为一类，说明它们的灰分、Vc 和总酸等营养成分含量有较强的相似性。而豫新与这三种枸杞差异性比较大，单独聚为一类。

2.2.2 不同品种枸杞活性成分的比较分析

四个品种枸杞浸出物含量均超过 55.0%，达到《中华人民共和国药典》规定标准，其中精杞一号和宁夏红含量较高，分别为 64.65%和 63.24%，均显著高于其它两个品种。含量最低的是豫新枸杞，为 50.71%，而它与精杞二号的差异也达到了极显著性水平。

甜菜碱与氨基酸结构类似，一种季胺碱类物质。它在体内起着甲基供应体的作用，枸杞对脂质代谢或抗脂肪肝的作用主要是由甜菜碱引起的^[7]。甜菜碱含量高低依次为：宁夏红>精杞一号>精杞二号>豫新。宁夏红、精杞一号无显著性差异，但与其它两种的甜菜碱含量差异达到极显著性水平。

枸杞中的类胡萝卜素具有很重要的药用价值，枸杞的明目功效主要得益于富含这一成分。四个品种中含量最高的是精杞一号，为 32.42 $\times 10^{-2}$ mg/g，精杞二号与宁夏红之间差异不显著。豫新枸杞含量相对较低，每 100 g 中只有 20.15 mg。

黄酮类化合物是枸杞的有效生物活性物质之一。它具有止咳、平喘、祛痰之功效，并能扩张冠状动脉及降低血胆固醇，且具有明显的抗氧化作用，所以黄酮含量的多少也反映了枸杞品质的好坏^[13]。四个品种，总黄酮含量未达到极显著性差异，只有豫新枸杞含量比较低，与含量最高的精杞一号存在显著性差异。

枸杞多糖是一种非特异性的免疫增强剂，提高机体的免疫功能；研究表明^[14]它还具有抗衰老、抗肿瘤、抗疲劳、清除自由基、生殖功能保护和改善等作用。新疆枸杞的产量低但多糖的含量远高于宁夏枸杞和其他种类的枸杞，成为世界上少有的几种提取多糖的原料。在多糖含量上，精杞一号表现最好，豫新表现最

差, 这两者之间有极显著性差异。精杞二号与宁夏红之间差异不显著。

由活性成分的聚类关系树形图, 可以将四种枸杞简单的分为2类。豫新枸杞为一类, 精杞一号、精杞

二号以及宁夏红枸杞三者为一类, 豫新枸杞单独为一类, 这与前面理化成分的聚类分析结果有一定的一致性。

表3 不同品种枸杞活性成分的测定结果

Table 3 Determination results of active ingredients in different cultivars of *Lycium barbarum* L.

品种	浸出物/%	甜菜碱/%	类胡萝卜素/($\times 10^{-2}$ mg/g)	总黄酮/(mg/g)	多糖/($\times 10^{-2}$ g/g)
精杞一号	64.65±6.42 ^{aA}	1.15±0.09 ^{aA}	32.42±3.45 ^{aA}	2.56±0.32 ^{aA}	3.36±0.47 ^{aA}
精杞二号	60.45±5.86 ^{bB}	1.02±0.07 ^{bB}	28.76±3.06 ^{bB}	2.28±0.25 ^{aA}	3.05±0.38 ^{bB}
宁夏红	63.24±6.25 ^{aA}	1.21±0.10 ^{aA}	28.05±2.95 ^{bB}	1.97±0.21 ^{aA}	3.24±0.43 ^{bB}
豫新	50.71±4.97 ^{cC}	0.99±0.06 ^{bB}	20.15±2.24 ^{cC}	1.74±0.83 ^{bA}	2.88±0.27 ^{cC}
平均值	59.76	1.09	27.35	2.14	3.13
标准差	6.28	0.10	5.16	0.36	0.21
变异系数/%	10.51	9.58	18.89	16.76	6.74

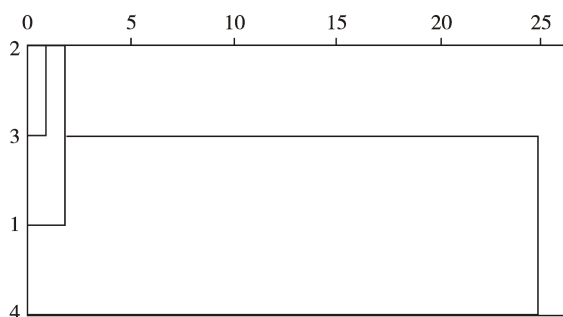


图3 4种枸杞活性成分聚类分析

Fig.3 Cluster analysis of active ingredients from four cultivars of *Lycium barbarum* L.

2.3 不同品种枸杞氨基酸分析研究及 EAA 评价

2.3.1 四种枸杞氨基酸含量对比分析

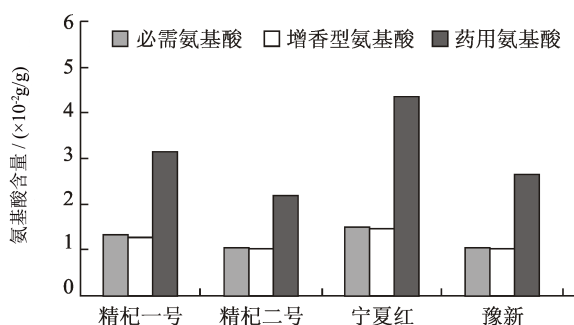


图4 不同品种枸杞中必需氨基酸、药用氨基酸、增香剂型氨基酸总含量

Fig.4 Total contents of essential amino acids, medicinal amino acids, and fragrance-producing amino acids in different cultivars of *Lycium barbarum* L.

氨基酸是枸杞果实中主要的营养及药用功效成分, 其含量是评价食品和中药药材品质的一项重要指标^[15]。枸杞作为药食同源的功能性食品, 其药用氨基酸含量的高低是评价枸杞药用价值的主要指标。主要有天门冬氨酸(Asp)、谷氨酸(Glu)、甘氨酸(Gly)、蛋氨酸(Met)、亮氨酸(Leu)、酪氨酸(Tyr)、赖氨酸(Lys)、苯丙氨酸(Phe)、精氨酸(Arg)等9种药用氨基酸, 这9种氨基酸在一般植物中含量少, 且有些人体内不能合成, 是维持机体氮平衡所必须的^[16]; 增香剂型氨基酸包括缬氨酸(Val)、亮氨酸(Leu)、苯丙氨酸(Phe)、赖氨酸(Lys)、精氨酸(Arg)等5种氨基酸; 人体必需氨基酸包括苏氨酸(Thr)、缬氨酸(Val)、蛋氨酸(Met)、异亮氨酸(Ileu)、亮氨酸(Leu)、苯丙氨酸(Phe)、赖氨酸(Lys)和色氨酸(Try)等8种氨基酸。

由表4可知, 精河地区不同种类枸杞子中氨基酸种类齐全, 含有17种不同的氨基酸, 包括7种人体必需氨基酸(因酸水解色氨酸被破坏, 未能测出)各类枸杞氨基酸含量和总量存在差异, 总氨基酸含量大小排列顺序为: 宁夏红>精杞一号>豫新>精杞二号, 其中组氨酸、脯氨酸、天门冬氨酸的含量比较高, 这是枸杞子具有鲜甜风味的原因之一。

各枸杞品种中的必需氨基酸含量最高的为宁夏红, 每100g枸杞干果中含有1.72g必需氨基酸。这说明宁夏枸杞的营养价值高, 是当前利用与开发规模最大的种质。精杞一号仅次于宁夏红, 每100g枸杞干果中含有1.50g必需氨基酸。各枸杞品种中的药用氨基酸含量从高到低依次为宁夏红>精杞一号>豫新枸杞>精杞二号。宁夏红的药用氨基酸含量最高, 为4.95g; 精杞二号的最低, 为2.52g。这说明宁夏红枸杞的药用价值更好。各枸杞品种中的增香剂型氨基酸的含量差别不太大, 最高的宁夏红达1.69g, 最低的

豫新枸杞为 1.18 g。而精杞一号仍稍低于宁夏红, 为 1.46 g。

表 4 不同品种枸杞中氨基酸的含量

Table 4 Amino acid content of different cultivars of *Lycium*

barbarum L. ($\times 10^{-2}$ g/g)

项目	精杞一号	精杞二号	宁夏红	豫新
天门冬氨酸(Asp)	1.17	0.69	1.59	0.99
苏氨酸(Thr)	0.26	0.25	0.41	0.26
丝氨酸(Ser)	0.41	0.28	0.47	0.29
谷氨酸(Glu)	0.80	0.61	1.46	0.83
甘氨酸(Glv)	0.22	0.17	0.24	0.16
丙氨酸(Ala)	0.43	0.29	0.59	0.54
缬氨酸(Val)	0.21	0.16	0.21	0.15
蛋氨酸(Met)	0.07	0.02	0.03	0.03
异亮氨酸(Ile)	0.18	0.14	0.20	0.12
亮氨酸(Leu)	0.33	0.26	0.41	0.28
酪氨酸(Tyr)	0.08	0.03	0.15	0.06
苯丙氨酸(Phe)	0.21	0.15	0.22	0.15
赖氨酸(Lys)	0.24	0.16	0.24	0.15
组氨酸(His)	2.21	1.49	3.56	2.43
精氨酸(Arg)	0.48	0.43	0.61	0.39
脯氨酸(Pro)	2.34	1.87	1.52	2.27
胱氨酸(Cys)	0.13	0.13	0.16	0.10
氨基酸总和 (T)	9.78	7.14	12.06	9.21

2.3.2 四种枸杞氨基酸 EAA 评价结果

食品中蛋白质的营养价值主要取决于其含有的必需氨基酸种类、数量及组成比例, 其组成比例越接近人体必需氨基酸组成比例, 越易被机体利用, 则这种蛋白质的营养价值越高^[7]。此处通过比较分析四种枸杞 RAA、RC 和 SRC, 来研究其与 FAO/WHO 氨基酸模式接近程度, 评价其蛋白质营养价值。

由表知, 缬氨酸为精杞一号和宁夏红的第一限制性氨基酸, 赖氨酸为精杞二号、豫新枸杞的第一限制性氨基酸。而他们的苏氨酸含量都很很高, 根据蛋白质互补原理, 可与其它缬氨酸、赖氨酸含量高的食物搭配食用, 以更好地利用其营养价值。比较 SRC 的值可得, 精杞一号>精杞二号>豫新>宁夏红, 精杞一号的 SRC 值为 83.27, 说明精杞一号最接近 FAO/WHO 必需氨基酸模式, 营养价值最高。

3 结论

3.1 外观品质分析表明, 宁夏红与精杞一号在百果

率、果形指数、色泽上优势比较明显, 但宁夏红的坏果率达到 2%以上, 这点对它的商品性影响不太好, 所以精杞一号的外观品质比较理想。从显著性分析上看, 除果形指数外, 四个品种的枸杞在这几项外观性状上都表现出极显著性差异。聚类分析结果表明, 精杞一号、精杞二号、豫新聚为一类, 其宁夏红单独为一类。这与显著性分析的结果有一定的一致性。

3.2 从灰分、Vc、蛋白质和总酸等这些基本理化指标来看, 除总糖的含量宁夏红稍高外, 其它几种成分都是精杞一号的品质最优, 豫新的品质最差, 并且含量差异都达到了极显著性水平。从活性成分分析结果, 精杞一号的浸出物、甜菜碱、类胡萝卜素、总黄酮和多糖的含量比较高, 可以判定精杞的一号的药用价值比较理想。四个品种之间除了总黄酮含量未达到极显著性水平外, 其它几个指标的差异性均达到极显著性水平。药用成分的聚类分析结果与营养成分的一致, 豫新枸杞为一类, 精杞一号、精杞二号、宁夏红三个品种的各项指标比较接近, 聚为一类, 利用价值相对较高。

3.3 氨基酸含量分析结果表明, 四种枸杞的基酸种类比较齐全, 其中脯氨酸、组氨酸、天冬氨酸含量相对比较高, 总氨基酸含量最高的是宁夏红, 其次是精杞一号。氨基酸含量在不同枸杞品种间存在有较大差异。必需氨基酸、增香型氨基酸、药用氨基酸含量比较突出的宁夏红, 这再次验证了宁夏枸杞的品种优势。而豫新枸杞无论是总氨基酸含量, 还是各功效组分的含量均最低。枸杞的氨基酸含量主要由遗传因素和环境条件 2 个方面决定, 本研究四种氨基酸均种植于新疆精河地区, 生长环境及管理方法差异不大, 可以推测, 不同枸杞品种间氨基酸含量的差异可能主要是由其自身的遗传因素所致。

3.4 根据 FAO/WHO 的必需氨基酸模式, 四种枸杞的 SRC 值在 64.82~83.27 之间, RC 值在 0.73~1.75 之间, 其中精杞一号的 SRC 值为 83.27。必需氨基酸的模式更接近于人体的蛋白质组成。这充分说明了精杞一号蛋白质的营养价值比较高。而其它几个品种与精杞一号相比, 有一定的差距, 营养价值不是很理想。

3.5 决定枸杞营养品质与药用价值的指标是多方面的, 而且影响各指标成分的因素也是多样化的。由此可见, 对同一地区不同枸杞品种的营养价值和药用功效等方面开展进一步的深入研究, 十分必要且研究空间广泛。

表5 枸杞蛋白中RAA、RC及SRC对比

Table 5 Comparison of RAA, RC, and SRC in the protein of *Lycium barbarum* L.

品种	RAA、RC	FAO/WHO 必需氨基酸参考模式							SRC
		苏氨酸	蛋氨酸+胱氨酸	缬氨酸	异亮氨酸	亮氨酸	苯丙氨酸+酪氨酸	赖氨酸	
精杞一号	RAA	0.665	0.586	0.434	0.468	0.481	0.502	0.436	83.27
	RC	1.303	1.148	0.851	0.917	0.943	0.984	0.854	
精杞二号	RAA	0.883	0.580	0.448	0.505	0.527	0.413	0.402	69.18
	RC	1.645	1.080	0.834	0.941	0.982	0.769	0.749	
宁夏红	RAA	0.855	0.434	0.350	0.420	0.481	0.513	0.365	64.82
	RC	1.751	0.889	0.717	0.860	0.985	1.051	0.748	
豫新	RAA	0.698	0.420	0.330	0.298	0.434	0.388	0.296	66.01
	RC	1.706	1.027	0.807	0.728	1.061	0.948	0.723	

参考文献

[1] 匡可任,路安民,吴征镒,等.中国茄科植物志[M].北京:科学出版社,1988
KUANG Ke-ren, LU An-min, WU Zheng-yi, et al. Solanaceae flora of China [M]. Beijing: Science Press, 1988

[2] 钟铨元.西夏园艺场枸杞高产高效栽培技术[J].宁夏农林科技,1993,4:38-39
ZHONG Sheng-yuan. Xixia horticultural field cultivation technique for high yield of *Lycium barbarum* L. [J]. Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology, 1993, 4: 38-39

[3] 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

[4] Jin M, Huang Q, Ke Z, et al. Biological activities and potential health benefit effects of polysaccharides isolated from *Lycium barbarum* L. [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2012, 54(1): 16-23

[5] Zhao C, Wang Y, Song Y, et al. Biological drainage characteristics of alkalized desert soils in north-western China [J]. *Journal of Arid Environments*, 2004, 56(1): 1-9

[6] 马惠兰,刘英杰,孙天罡.新疆枸杞产业发展现状及对策建议[J].新疆社科论坛,2012,1:15-17
MA Hui-lan, LIU Ying-jie, SUN Tian-gang. The development situation of industry and countermeasures of *Lycium barbarum* L. in Xinjiang [J]. *Tribune of Social Sciences in Xinjiang*, 2012, 1: 15-17

[7] 董静洲,杨俊军,王瑛.我国枸杞属物种资源及国内外研究进展[J].中国中药杂志,2008,33(18):2020-2027
DONG Jing-zhou, YANG Jun-jun, WANG Ying. Resources of *Lycium* species and related research progress [J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2008, 33(18): 2020-2027

[8] 王亚军,安巍,袁立勇,等.不同品系枸杞果实中氨基酸含量的比较分析[J].广东农业科学,2011,38(20):124-125
WANG Ya-jun, AN Wei, YUAN Li-yong, et al. Comparative analysis on amino acid content in different strains of wolfberry fruit [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2011, 38(20): 124-125

[9] 张自萍,黄文波.枸杞总黄酮和多糖的超声提取及含量测定[J].农业科学研究,2006,27(1):22-24
ZHANG Zi-ping, HUANG Wen-bo. Ultrasonic extraction and determination of total flavonoids and polysaccharides from *Lycium barbarum* L. [J]. *Journal of Agricultural Sciences*, 2006, 27(1): 22-24

[10] 张自萍,郭荣,廖国玲,等.枸杞甜菜碱含量测定方法的比较研究[J].西北农业学报,2007,16(6):292
ZHANG Zi-ping, GUO Rong, LIAO Guo-ling, et al. Comparative study on methods for determination of betaine from *Lycium barbarum* L. [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2007, 16(6): 292

[11] 钱爱萍,颜孙安,林香信,等.家禽肉中氨基酸组成及营养评价[J].中国农学通报,2010,26(13):94-97
QIAN Ai-ping, YAN Sun-an, LIN Xiang-xin, et al. The content of amino acid in the poultry meat and its nutritive evaluation [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010, 26(13): 94-97

[12] 张晓煜,刘静,王连喜.枸杞品质综合评价体系构建[J].中国农业科学,2004,37(3):416-421
ZHANG Xiao-yu, LIU Jing, WANG Lian-xi. A synthetic system established for assessing the quality of *Lycium barbarum* L. [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2004, 37(3): 416-421

[13] 雷建刚,刘敦华,郭进.不同产地枸杞干果品质的差异性研究[J].现代食品科技,2013,3:494-497

- LEI Jian-gang, LIU Dun-hua, GUO Jin. Quality differences of *Lycium barbarum* L. dried fruit in different producing areas [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 3: 494-497
- [14] X L Li, A G Zhou. Evaluation of the antioxidant effects of polysaccharides extracted from *Lycium barbarum* [J]. Medicinal Chemistry Research, 2007, 15(9): 471-482
- [15] 马建军,周涛,朱立新.不同产地宁夏枸杞特征化学成分及营养成分比较[J].中国蔬菜,2009,2009(12):11-14
- MA Jian-jun, ZHOU Tao, ZHU Li-xin. Comparison of chemical composition and nutritional components of genuine traditional *Lycium barbarum* L. produced from different habitats [J]. China Vegetables, 2009, 2009(12): 11-14
- [16] 刘凤兰,王建友,毛金梅,等.新疆主栽枸杞品种蛋白质与氨基酸含量及组分分析[J].北方园艺,2016,4:146-150
- LIU Feng-lan, WANG Jian-you, MAO Jin-mei, et al. Analysis of content and composition about proteins and amino acids of Xinjiang's main Chinese wolfberry varieties [J]. Northern Horticulture, 2016, 4: 146-150
- [17] 张泽煌,钟秋珍,林旗华.杨梅果实氨基酸组成及营养评价[J].热带作物学报,2012,33(12):2279-2283
- ZHANG Ze-huang, ZHONG Qiu-zhen, LIN Qi-hua. The content of amino acid of chinese bayberry fruit and its nutritive evaluation [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2012, 33(12): 2279-2283