

· 中药农业 ·

三大主产地桔梗营养成分分析及评价[△]张岩^{1,2}, 魏建和¹, 刘娟², 金钺¹, 纪宏亮¹, 苏昆¹, 杨成民^{1*}

1. 中国医学科学院北京协和医学院药用植物研究所/中草药物质基础与资源利用教育部重点实验室/濒危药材繁育国家工程实验室, 北京 100193;
2. 佳木斯大学, 黑龙江 佳木斯 154007

[摘要] 目的: 评价我国桔梗内蒙古赤峰、山东博山、安徽亳州和太和三大主产地的桔梗营养成分状况。方法: 苯酚-硫酸法测定多糖含量; 微量凯氏定氮法测定蛋白质含量; 重量法测定粗纤维含量、盐酸水解法测定氨基酸含量; 原子吸收光谱法测定矿质元素含量; 数据采用 SPSS 统计软件进行方差分析。结果: 桔梗粗纤维含量在 6.9% ~ 9.1% 之间, 属于高纤维食品, 安徽亳州最高, 显著高于其他产地; 桔梗多糖含量在 18.1% ~ 23.1% 之间, 山东博山所产桔梗的多糖含量显著高于其他产地; 桔梗粗蛋白含量在 6.6% ~ 14.1% 之间, 安徽亳州和山东博山产地显著高于其他产地。桔梗富含精氨酸、脯氨酸、谷氨酸和赖氨酸, 四者含量占总氨基酸的近 70%。不同产地的桔梗矿质元素含量存在明显差异。山东博山桔梗除锌元素含量显著高于赤峰产地外, 其他矿质元素含量均低于其他产地。结论: 桔梗是一种富含多糖、矿质元素、高纤维的功能性食品。不同产地桔梗营养成分含量的差异为综合开发桔梗资源提供科学依据。

[关键词] 桔梗; 营养成分

[中图分类号] R282; R284 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2019)02-0194-05

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20181017002

Analysis and Evaluation of Nutritional Component of *Platycodon grandiflorus* in Three Main Producing AreasZHANG Yan^{1,2}, WEI Jian-he¹, LIU Juan², JIN Yue¹, JI Hong-liang¹, SU Kun¹, YANG Cheng-min^{1*}

1. Key Laboratory of Bioactive Substances and Resources Utilization of Chinese Herbal Medicine, Ministry of Education & National Engineering Laboratory for Breeding of Endangered Medicinal Materials, Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100193, China;
2. Jiamusi University, Jiamusi 154007, China

[Abstract] **Objective:** To analyze and evaluate the nutritional components of three main producing areas of *Platycodon grandiflorus* in Inner Mongolia, Chifeng, Shandong, Boshan, Anhui Bozhou and Taihe. **Methods:** The contents of crude fiber, polysaccharide, protein, mineral elements and amino acid were determined respectively by the gravimetric method, the phenol-sulfuric acid colorimetry, Micro-Kjeldahl method, atomic absorption spectrometry, acid hydrolysis-automatic amino acid analyzer. **Results:** The crude fiber content of *P. grandiflorus* ranged from 6.9% to 9.1%, which was the highest in Bozhou, Anhui province, and was significantly higher than that from other producing areas; the polysaccharide content of *P. grandiflorus* ranged from 18.1% to 23.1%, and the polysaccharide content of *P. grandiflorus* in Boshan, Shandong province was significantly higher than that from other producing areas; the crude protein content of *P. grandiflorus* ranged from 6.6% to 14.1%, Bozhou, Anhui province the production area was significantly higher than that from other producing areas. *P. grandiflorus* was rich in arginine, proline, glutamic acid and lysine, which accounted for nearly 70% of total amino acids. The content of mineral elements in *P. grandiflorus* from different producing areas was obviously different. The contents of mineral elements in *P. grandiflorus* from Boshan, Shandong Province were lower than those from other areas except that of zinc element. **Conclusion:** *P. grandiflorus* is a functional food rich in polysaccharides, mineral elements and high fiber. Due to the significant differences in nutrient composition among *P. grandiflorus* from different habitats, it is necessary to select the suitable habitats for exploiting *P. grandiflorus* resources.

[Keywords] *Platycodon grandiflorus*; nutritive composition

[△] [基金项目] 中国医学科学院医学与健康科技创新工程经费资助(2016-I2M-2-003); 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-21)

* [通信作者] 杨成民, 副研究员, 研究方向: 药用植物遗传学育种研究; E-mail: cmyang@implad.ac.cn

桔梗 *Platycodon grandiflorus* (Jacq) A. DC. 为桔梗科桔梗属多年生草本植物, 以其干燥根入药, 有祛痰、镇咳、抗炎、降血糖、抗过敏、抗肿瘤及提高免疫力等广泛的药理活性^[1]。桔梗根除药用外, 也是一种药食同源、营养丰富的食品, 根中富含多糖、粗纤维、蛋白质、矿质元素和多种必需氨基酸^[2], 在我国东北地区及日、韩、朝等国家一直将桔梗根制成咸菜、泡菜等美食的传统。前人主要研究了不同种质和不同年份间桔梗矿质元素^[3]、氨基酸含量^[4], 以及不同产地间桔梗多糖含量和得率的差异^[5]。本文系统地比较了我国桔梗三大产地内蒙古赤峰牛营子镇、山东淄博博山、安徽亳州和太和等所产桔梗根的营养成分, 旨在为桔梗资源的综合开发利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

样品采自内蒙古赤峰牛营子镇、山东淄博池上镇、安徽亳州十九里、安徽太和李兴镇等地2年生桔梗, 每个地区采集3份样品, 每份样品收集5 kg鲜根。

1.2 方法

1.2.1 样品处理 将采集的鲜根样品洗净, 带皮切成0.3 cm厚的薄片, 装入纸袋, 60℃烘箱烘干, 粉碎过二号筛, 至于干燥器内备用。

1.2.2 桔梗中一般成分分析 (1)粗纤维含量的测定依据中华人民共和国国家标准 GB/T 5009.10—2003《植物类食品中粗纤维的测定》重量法^[6]; (2)蛋白质含量测定采用微量凯氏定氮法, 设备为K-360瑞士步琦凯氏定氮仪; (3)桔梗多糖含量测定使用苯酚-硫酸法^[7], 设备为UV-1102上海天美科学仪器有限公司紫外分光光度计。

1.2.3 桔梗中氨基酸的分析 样品用6 mol·L⁻¹ HCl水解24 h, L-8900日立型氨基酸自动分析仪测定。计算人体必需氨基酸(EAA)、氨基酸总量(TAA), 根据世界卫生组织和联合国粮农组织1973年提出的理想蛋白质人体必需氨基酸的含量模式谱和计分标准, EAA/TAA在40%左右的蛋白质营养价值较好。

1.2.4 桔梗中无机元素及微量元素的分析 样品0.5 g加20 mL HNO₃和HClO₄(2:1)消化后, 用去离子水定容至10 mL, 以原子吸收仪(日本岛津AA-

6300)测定。

1.3 数据处理

采用SPSS 20软件包进行方差分析(ANOVA)和采用最小显著差数法(LSD法)。除氨基酸外, 其余指标测定数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。

2 结果

2.1 桔梗的一般成分含量分析

从表1可知, 各产地间桔梗多糖含量在18.1%~23.1%之间, 山东博山产桔梗的多糖含量显著高于其他产地, 其他三个产地间无差异。桔梗粗纤维含量在6.9%~9.1%之间, 属于高纤维食品, 其中安徽两个产地的桔梗纤维素含量显著高于其他产地, 山东博山和内蒙古赤峰产地的含量相当。桔梗粗蛋白含量在6.6%~14.1%之间, 其中安徽亳州和山东博山产桔梗显著高于其他两产地, 内蒙古赤峰产地含量最低。

表1 桔梗根中多糖、粗纤维、粗蛋白质含量

产地	多糖含量	粗纤维含量	粗蛋白含量
内蒙古赤峰	19.48 ± 1.98b	6.97 ± 0.26c	7.96 ± 2.24b
山东博山	23.15 ± 2.02a	7.09 ± 0.79bc	11.47 ± 1.10a
安徽亳州	19.64 ± 3.23b	9.14 ± 0.73a	14.13 ± 1.15a
安徽太和	18.18 ± 2.92b	7.84 ± 0.16b	8.10 ± 0.70b
平均值	20.11 ± 2.53	7.45 ± 0.95	10.41 ± 3.27

注: 同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

从表2可知, 桔梗根中含有17种氨基酸(TAA), 包括8种人体必需氨基酸(EAA)。不同产地桔梗的各类氨基酸含量的分布与组成比例类似, 其中以精氨酸、脯氨酸、谷氨酸含量最高, 三者占到总氨基酸比例近70%。必需氨基酸含量在1.3%~1.8%之间, 其中赖氨酸含量最高在0.30%~0.48%之间, 最低的为色氨酸0.064%, EAA含量在各产地间无显著性差异, 平均值为16.8%, 说明桔梗蛋白质没有达到理想蛋白质的要求, 需要与其他食物搭配使用。

2.2 矿质元素含量分析

从表3可知, 桔梗根中富含人体必需的铁、锌、钙等矿质元素。不同产地的桔梗矿质元素含量存在明显差异。山东博山产地除锌元素含量显著高于内蒙古赤峰产地外, 其他矿质元素含量均低于其他产地,

表2 桔梗根氨基酸含量

%

氨基酸	内蒙古赤峰		山东博山		安徽亳州		安徽太和		平均值
	含量	占比	含量	占比	含量	占比	含量	占比	
酪氨酸	0.047	0.6	0.051	0.5	0.072	0.6	0.011	0.1	0.045
甘氨酸	0.124	1.6	0.140	1.3	0.164	1.3	0.113	1.5	0.135
组氨酸	0.128	1.7	0.217	2.1	0.260	2.0	0.146	2.0	0.188
丝氨酸	0.207	2.7	0.242	2.3	0.297	2.3	0.209	2.8	0.239
丙氨酸	0.202	2.6	0.224	2.1	0.408	3.1	0.220	3.0	0.264
色氨酸*	0.051	0.7	0.077	0.7	0.064	0.5	0.065	0.9	0.064
蛋氨酸*	0.088	1.1	0.054	0.5	0.103	0.8	0.088	1.2	0.083
苯丙氨酸*	0.137	1.8	0.160	1.5	0.170	1.3	0.120	1.6	0.147
异亮氨酸*	0.147	1.9	0.186	1.8	0.168	1.3	0.146	2.0	0.162
苏氨酸*	0.188	2.4	0.233	2.2	0.276	2.1	0.199	2.7	0.224
亮氨酸*	0.211	2.7	0.232	2.2	0.246	1.9	0.189	2.6	0.220
缬氨酸*	0.258	3.4	0.274	2.6	0.299	2.3	0.264	3.6	0.274
赖氨酸*	0.312	4.1	0.382	3.7	0.480	3.7	0.304	4.1	0.370
天冬氨酸	0.425	5.5	0.487	4.7	0.792	6.1	0.390	5.3	0.524
脯氨酸	1.634	21.2	2.378	22.7	2.535	19.6	1.565	21.2	2.028
谷氨酸	1.734	22.5	2.490	23.8	3.342	25.8	1.667	22.6	2.308
精氨酸	1.806	23.5	2.644	25.2	3.288	25.4	1.677	22.8	2.354
TAA	7.699b		10.472b		12.964a		7.370b		9.625
EAA	1.392a		1.599a		1.806a		1.373a		1.543
E/T	18.7a		15.6a		14.1a		18.8a		16.8

注：“占比”指该种氨基酸含量占总氨基酸含量的百分数；同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)；*表示为必需氨基酸。

表3 桔梗根矿物质元素含量

元素	内蒙古赤峰	山东博山	安徽亳州	安徽太和	平均值
Mg	190.66 ± 19.00bc	166.33 ± 5.86c	281.67 ± 24.68a	236.00 ± 17.06ab	47.96 ± 12.38
Ca	229.66 ± 57.50a	141.67 ± 27.32b	237.33 ± 42.85a	287.33 ± 67.80a	236.40 ± 78.63
Fe	45.20 ± 8.91a	13.63 ± 4.61b	36.26 ± 13.95ab	62.0 ± 33.58ab	41.12 ± 26.50
Zn*	11.96 ± 1.78b	21.10 ± 4.98a	20.5 ± 1.99a	20.70 ± 4.16a	18.64 ± 4.61
Cu*	3.89 ± 0.46b	4.22 ± 0.20b	5.12 ± 0.20a	4.03 ± 0.35b	4.25 ± 0.62
Mn	1.16 ± 0.10a	0.75 ± 0.18b	0.68 ± 0.25ab	1.02 ± 0.57ab	0.96 ± 0.38
Se	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

注：同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)；*表示单位为 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ；其余矿物质元素的单位为 $\text{mg} \cdot (100 \text{g})^{-1}$ 。

其中铁元素含量显著低于内蒙古赤峰产地；镁元素含量显著低于安徽产地；锰元素含量显著低于内蒙古赤峰产地；钙元素含量显著低于其他三产地；铜元素含量显著低于安徽亳州产地。内蒙赤峰产地桔梗除锌含量显著低于其他地区，其他5种矿物质元素含量均较高。安徽亳州和太和两产地桔梗矿物质元素

含量相似，其中亳州产地桔梗的铜元素含量显著高于其他产地。桔梗根中没有检测到硒，说明桔梗对硒富集能力不强且硒含量极低。

3 结论与讨论

不同产地桔梗蛋白质含量较低，平均值为

10.41%，高于其他根茎类药材如党参^[8]、山药等^[9]，与太子参含量相当^[10]。但富含谷氨酸、脯氨酸、精氨酸、赖氨酸，其中作为人体必需的赖氨酸含量在0.30%~0.48%，可以媲美高赖氨酸玉米品种籽粒中的赖氨酸含量，高于一般谷类食物。这四种氨基酸含量较高的原因可能是谷氨酸是合成脯氨酸、精氨酸、谷氨酰胺、赖氨酸的重要前体^[11]，预示谷氨酸在桔梗氨基酸代谢途径中占有重要位置。

粗纤维食物是指每百克食物含粗纤维2g以上的食物，桔梗作为高纤维食品，其纤维比较粗，难以消化、吸收，会加重胃的负担，故胃病患者应少吃。但它可以通过其物理性状影响胃肠道功能及营养素的吸收速率，起到降低血浆胆固醇水平、改善大肠功能、改善血糖生成反应等作用^[12]。

营养锌的缺乏已成为影响人类健康的全球性因素^[13]。桔梗根中的锌元素平均为186.4 mg·kg⁻¹，远高于仅有12 mg·kg⁻¹的精米。据统计世界近1/3人口严重缺锌，依据世界卫生组织、联合国粮食组织每日建议膳食摄入量12~15 mg(其中男性15 mg，女性12 mg)^[14]。桔梗是一种补充锌元素优良的植物食材。

桔梗根中含有大量的植物多糖，具有清除羟基自由基和超氧阴离子自由基的能力^[15]、抗疲劳等作用^[16]。不同产地桔梗多糖含量以山东博山的最高，山东桔梗以味甜、鲜美著称，而其他两个产地的桔梗以辛、苦味为主。这可能与山东地区山地和丘陵地昼夜温差大于多糖积累有关。以往研究表明，增大昼夜温差可增加柑橘、番茄等果实可溶性糖含量^[17]，枸杞多糖含量与平均温差呈极显著正相关^[18]。石斛根部多糖含量随着温度的变化而变化^[19]。

山东博山桔梗的中量元素钙、镁，以及微量元素铁显著低于其他产地。以往的研究表明，山东淄川区1年生桔梗^[20]和泰安2年生桔梗^[3]的钙含量分别为2.12、4.70 g·kg⁻¹，镁元素为3.15、3.40 g·kg⁻¹，远高于本文测定的数值。其原因可能是取样地点的种植年限不同导致。山东博山产地是我国最早开展桔梗野变家种植的地区，其核心产地池上镇桔梗连作40余年，由于栽培过程中几乎不施用有机肥，以复合肥为主，矿质元素得不到及时补充，加之山地水土肥流失较为严重，土壤中有效矿质元素大量流失^[21]，造成了桔梗根矿质元素大幅度低于其他产地。以往研究也表明，桔梗连作造成土壤元素缺乏

或积累，连作第5年土壤锌、钙、镁含量差异显著低于正茬土壤，含量分别降低了57.1%，57.5%和42.7%，而土壤铜含量变化不显著^[22]。这种现象在三七连作的土壤中表现为铜、钙、镁减少，而锰、铁等微量元素增加^[23]，穿山龙连作土壤和药材中的钾、钙、镁等大多数无机元素含量均呈现下降趋势^[24]。此外，由于矿质元素与真菌、细菌等病原体引起的侵染性植物病害之间也有密切的关联^[25]，连作还会造成土壤酸化明显，土壤由细菌型向真菌型转变，桔梗根腐病发病率剧增^[22]。因此，桔梗栽培过程中要重视轮作、肥料(包括土壤生物菌肥和矿质元素)的合理施用，才能持续生产出优质的药材。

桔梗既是常用的大宗药材，又是药食兼用的功能性食品。综合三大产地桔梗营养指标数据，我们认为桔梗是一种富含矿质元素、粗纤维和多糖的功能性食品。不同产地桔梗因其生长环境、栽培模式、种植历史等因素造成其营养成分产生差异，因此在开发桔梗产品时应注意选择适宜的产地。

参考文献

- [1] 郭文杰,许旭东,魏建和,等. 桔梗中三萜皂苷类化学成分研究进展[J]. 中国医药学杂志, 2008, 43(11): 801-804.
- [2] 赵淑春,富丽,刘敏莉,等. 桔梗等3种植物营养成分的测定[J]. 食品科学, 1994, 4: 47-49.
- [3] 仇劲,李国清,毕研文,等. 中药材桔梗中常量元素和微量元素含量分析[J]. 农学学报, 2017, 7(7): 43-46.
- [4] 陈宝芳,仇劲,毕研文. 粉花桔梗与紫花桔梗中氨基酸组成与含量的比较[J]. 农业科技通讯, 2016, 6: 140-142.
- [5] 杨晓杰,张晶,王瑶,等. 桔梗高含量多糖种质资源的筛选[J]. 分子植物育种, 2017, 15(10): 4228-4233.
- [6] GB/T 5009.10—2003. 中华人民共和国国家标准. 植物类食品中纤维素的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [7] 赵祥升,赵禹凯,师风华,等. 不同加工方法对桔梗根中多糖含量的影响[J]. 中国现代应用药学, 2010, 27(11): 983-986.
- [8] 杨鲜,祝慧凤,王涛,等. 重庆巫山等多地党参氨基酸及营养价值比较与分析[J]. 食品科学, 2014, 35(15): 251-257.
- [9] 李方良,梁潇,张凤银. 佛掌山药与铁棍山药的营养成分比较[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(35): 21678, 21703.
- [10] 杨昌贵,江维克,周涛,等. 不同种源太子参中多糖和氨基酸含量的比较研究[J]. 中国现代中药, 2014, 16(1): 32-37.

- [11] BUCHANAN B B. 植物生物化学与分子生物学[M]. 翟礼嘉,译. 北京:科学出版社,2004.
- [12] 闻芝梅,陈君石. 现代营养学[M]. 北京:人民卫生出版社,1998,85-94.
- [13] MISHRA, B K SHARMA R K. and Nagarajan, S. Plant breeding; a component of public health strategy[J]. Current Sci, 2004,86(9):1210-1215.
- [14] YANHG X E, YE Z Q, SHI C H, et al. Genotypic differences in concentrations of iron, manganese, copper, and zinc in polished rice grains [J]. J Plant Nutr, 1998, 21 (7): 1453-1462.
- [15] 张莲姬,南昌希,张丽霞. 桔梗多糖的提取及其抗氧化作用研究[J]. 食品与机械,2008,24(3):60-63.
- [16] 杨晓杰,于侃超,李娜,等. 桔梗多糖抗疲劳活性研究实糖代谢及其影响因素的研究进展[J]. 天然产物研究与开发,2015,27:459-461,479.
- [17] 李莉,李佳,高青,等. 昼夜温差对番茄生长发育、产量及果实品质的影响[J]. 应用生态学报,2015,26(9):2700-2706.
- [18] 罗霄,郑国琦,王俊. 果实糖代谢及其影响因素的研究进展[J]. 农业科学研究,2008,29(2):69-74.
- [19] 艾馨娟,严替宁,胡馨虹,等. 温度对铁皮石斛生长及生理特性的影响[J]. 云南植物研究,2010,32(5):420-426.
- [20] 孙慧博,张宝贤,刘婷婷. 一年生桔梗在不同生育期对大量元素吸收规律的研究[J]. 农业科技通讯,2015,2:91-94.
- [21] 杨艳,卢明锋. 淄博市水土流失现状与对策分析[J]. 山东水利,2012(9):65-66,69.
- [22] 祝丽香,霍学慧,孙洪信,等. 桔梗连作对土壤理化性状和生物学性状的影响[J]. 水土保持学报,2013,27(6):1177-1181.
- [23] 简在友,王文全,游佩进. 三七连作土壤元素含量分析[J]. 中国现代中药,2009,11(4):10-11,17.
- [24] 姚佳,尹海波,赵容,等. 基于连作障碍条件下穿山龙无机元素吸收规律及总皂苷含量分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2015,21(24):61-64.
- [25] 慕康国,赵秀琴,李健强,等. 矿质营养与植物病害关系研究进展[J]. 中国农业大学学报,2000,5(1):84-90.

(收稿日期:2018-10-17 编辑:姚霞)

(上接第187页)

- [12] 衡宇,李晰,孙涛,等. 葡聚糖硫酸钠自由饮用与灌胃诱导小鼠溃疡性结肠炎模型的对比研究[J]. 中国药师,2017,20(4):603-606.
- [13] MURANO M, MAEMURA K, HIRATA I, et al. Therapeutic effect of intracolonicly administered nuclear factor kappa B (p65) antisense oligonucleotide on mouse dextran sulphate sodium (DSS)-induced colitis. [J]. Clin Exp Immunol, 2000,120(1):51-58.
- [14] SÁNCHEZ-FIDALGO S, CÁRDENO A, SÁNCHEZ-HIDALGO M, et al. Dietary extra virgin olive oil polyphenols supplementation modulates DSS-induced chronic colitis in mice[J]. J Nutr Biochem,2013,24(7):1401-1413.
- [15] 孔鹏飞,赵兵,覃勤,等. 葡聚糖硫酸钠致大鼠急性溃疡性结肠炎模型建立与评价[J]. 中华结直肠疾病电子杂志,2015,4(6):617-619.
- [16] 周正,马婷,冯澜,等. 马齿苋多糖对溃疡性结肠炎小鼠肠道菌群及血内毒素的影响[J]. 中国微生态学杂志,2014,26(6):646-648.
- [17] 陈晓杨. 芍药汤治疗溃疡性结肠炎36例临床观察[J]. 实用中医内科杂志,2014,28(5):39-40.
- [18] SHEN H, TANG G, ZENG G, et al. Purification and characterization of an antitumor polysaccharide from Portulaca oleracea L [J]. Carbohydr Polym, 2013, 93(2):395-400.
- [19] 冯津津. 马齿苋的化学成分及药理作用研究进展[J]. 云南中医中药杂志,2013,34(7):66-68.
- [20] 冯澜,李绍民,代立娟,等. 马齿苋多糖对溃疡性结肠炎小鼠肠黏膜细胞因子及肠道菌群的影响[J]. 中国微生态学杂志,2015,27(2):139-142.
- [21] 赵月. 肉桂黄酮类抗氧化活性成分的 HPLC 法识别及其成分分析[D]. 天津:天津商业大学,2017.

(收稿日期:2018-06-12 编辑:王丽英)