

罗绪强,周金星,张桂玲,等. 黔产铁皮石斛不同部位多糖、氨基酸及必需元素含量[J]. 江苏农业科学,2017,45(10):150-153.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.10.042

黔产铁皮石斛不同部位多糖、氨基酸及必需元素含量

罗绪强^{1,2}, 周金星², 张桂玲³, 杨秀群³, 邓家彬¹, 郜红娟¹

(1. 贵州师范学院地理与旅游学院, 贵州贵阳 550018; 2. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083;

3. 贵阳学院化学与材料科学学院, 贵州贵阳 550005)

摘要:为探讨铁皮石斛(*Dendrobium officinale* Kimura et Migo)药用及保健功能的高效利用途径,以黔产铁皮石斛为研究对象,分别对其下茎、上茎、叶片中多糖、氨基酸、必需元素含量进行测定分析。结果表明,黔产铁皮石斛下茎、上茎、叶片中的多糖含量分别为 $27.50\% \pm 2.43\%$ 、 $28.04\% \pm 0.9\%$ 、 $15.03\% \pm 2.15\%$,叶片与上茎、下茎间的多糖含量存在显著差异($P < 0.05$)。各氨基酸含量在不同部位中均表现为叶片 > 上茎 > 下茎,下茎、上茎、叶片中的总氨基酸质量分数分别为 (22.10 ± 4.70) 、 (37.21 ± 9.14) 、 (89.00 ± 10.09) mg/g; Ser, Gly, Cys, Met, Phe 含量和芳香族氨基酸总量在各部位间差异均显著($P < 0.05$)。黔产铁皮石斛不同部位中必需元素含量和分配模式均有所不同且均具有富钙特征。Ca、Cu、Zn 含量在叶片与下茎、上茎间的差异均显著($P < 0.05$),上茎与叶片间的 K 含量、叶片与下茎间的 Mn 含量、上茎与下茎间的 Fe 含量也存在显著差异($P < 0.05$)。铁皮石斛多糖含量与 7 种必需元素含量均呈负相关关系且与 K、Ca、Mn、Cu、Zn 含量相关性显著($P < 0.05$)。各氨基酸与 7 种必需元素间除去 Fe、Cys、Met 含量外均呈正相关关系,其中, K、Cu 含量除与 Cys、Met 含量外, Ca 含量除与 Cys 含量外,其余均相关性显著($P < 0.05$), Zn、Mn 含量与各氨基酸含量均相关性显著($P < 0.05$)。铁皮石斛多糖含量与各氨基酸含量均呈显著负相关关系。

关键词:铁皮石斛;不同部位;多糖;氨基酸;必需元素;分配模式;相关关系

中图分类号: Q949.95; R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2017)10-0150-04

铁皮石斛(*Dendrobium officinale* Kimura et Migo)是石斛属植物中药用价值最高的一种石斛,也是我国三级珍稀濒危保护植物和二类药材品种^[1-6]。据报道,铁皮石斛多糖具有抗肿瘤、抗氧化损伤、抗癌、抗菌、增强机体免疫等多种生物活性,氨基酸是其发挥药效、调节口感的物质基础,而 K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 等微量元素与铁皮石斛药效关系密切^[7-13]。传统用药上铁皮石斛以茎为主,但近期研究发现占

其总生物量 50% 左右的叶片也具有滋补保健功效^[2-3,14]。贵州简称黔,地处中国西南腹地,属亚热带湿润季风气候区,境内气候温暖湿润,土壤类型多样,是我国铁皮石斛主要产区之一^[3-5]。本研究以黔产铁皮石斛为对象,分别对其下茎、上茎、叶片中的多糖、氨基酸、必需元素含量进行测定分析,以期铁皮石斛药用及保健功能的高效利用途径提供基础数据和理论支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试铁皮石斛样品取样时间为 4 月中旬,由贵州金茂生物科技有限公司桐木岭铁皮石斛培育基地、荔波石上森中药材开发有限公司水甫村铁皮石斛种植基地、荔波普生铁皮石斛开发有限责任公司白岩村铁皮石斛种植基地共同提供。3 个基地铁皮石斛样品的种植方式、种植基质、生长期等条件均相对一致。采集样品时,3 个基地按相同标准各随机选择 5 株成熟、健康的植株,每株按下茎、上茎、叶片分别采集,不同植株铁皮石斛相同部位样品混合成 1 个样装入干净透气的信

收稿日期:2017-02-03

基金项目:国家自然科学基金(编号:41563007);贵州省优秀青年科技人才培养对象专项(编号:黔科合人字[2015]21 号);贵州省优秀科技教育人才省长资金(编号:黔省合专字[2012]80 号);贵州省高层次创新型人才资金(编号:黔人领发[2015]3 号);贵州省自然科学基金(编号:黔科合 J 字 LKG[2013]14 号);贵州省教育厅自然科学基金[编号:黔教合 KY 字(2012)059 号]。

作者简介:罗绪强(1976—),男,贵州绥阳人,博士,教授,主要从事生态环境地球化学研究。Tel: (0851) 85811045; E-mail: xuqiangluo@163.com。

- [17] Wall M E, Krider M M, Krewson C F, et al. Steroidal sapogenins. VII. Survey of plants for steroidal sapogenins and other constituents [J]. Journal of the American Pharmaceutical Association. American Pharmaceutical Association, 1954, 43(1): 1-7.
- [18] 杜道林, 符文英. 珍稀濒危植物海南粗榧种群保护生物生态学 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2003, 108-109.
- [19] 龙晓娟, 李永成. 诱导子对海南粗榧悬浮细胞生长及三尖杉酯类碱合成的影响 [J]. 热带作物学报, 2015, 36(6): 1125-1130.
- [20] Eegriwe E. Reaktionen und reagenzien zum nachweis organischer

verbindungen IV[J]. Analytical Chemistry, 1937, 110(1/2): 22-25.

- [21] 丁兴华. 变色酸法检测水产品中甲醛分析方法的研究 [J]. 广州化工, 2009, 37(9): 166-167, 170.
- [22] 张秀芝, 辛雨家, 何鑫巍, 等. 甲醛的危害及检测 [J]. 山西建筑, 2013, 39(7): 208-209.
- [23] Lee L A. Determination of free and combined formaldehyde using modified chromotropic acid procedure - application to determination of piperine content of pepper [J]. Analytical Chemistry, 1956, 28(10): 1621-1623.

封中。样品带回实验室后,用自来水和去离子水快速冲洗干净、晾干,105 ℃杀青,置于烘箱中 60 ℃烘干(约 4 h),粉碎过 100 目筛后封存于密封袋内避光干燥保存,备用。

主要仪器包括 721N 可见分光光度计(上海仪电分析仪器有限公司);日立 L-8900 氨基酸自动分析仪(日本);AA320N 原子吸收分光光度计(上海仪电分析仪器有限公司);FW100 微型高速万能粉碎机(天津泰斯特仪器有限公司)。

主要试剂包括苯酚(西陇化工有限公司,分析纯);硝酸(上海国药集团化学试剂有限公司,保证试剂);L-8500-PH 缓冲液套装(日本三菱化学公司);日立氨基酸分析仪配套茚三酮显色液(和光化学工业有限公司);氨基酸混合标准样品(日本和光纯药工业株式会社)。

1.2 测试方法

多糖含量采用苯酚-硫酸法测定^[15];氨基酸含量参照 GB/T 5009.124—2003《食品中氨基酸的测定》测定^[16],测定条件:HITACHI 2622SC-PH 离子分离柱,色谱柱尺寸 4.6 mm ID×60 mm,日立专用 3 μm 钠型阳离子交换树脂,分离柱柱温 57 ℃,反应柱尺寸 4.6 mm ID×40 mm,反应柱柱温 135 ℃;泵 I(缓冲液)流速 0.4 mL/min,泵 II(反应液)流速 0.35 mL/min,一通道检测波长 570 nm,二通道检测波长 440 nm;一通道分析时间 32 min,二通道分析时间 10 min。必需元素含量采用原子吸收分光光度计测定,各元素测定波长依次选择为:K,767.0 nm;Ca,423.5 nm;Mg,286.0 nm;Fe,249.0 nm;Mn,280.2 nm;Cu,325.3 nm;Zn,214.3 nm。以《植物成分分析标准物质》GBW07604(GSV-3)杨树叶作质量控制,标样元素含量测定结果均在标准值范围内。各项测定值均为植物干物质的元素总量。

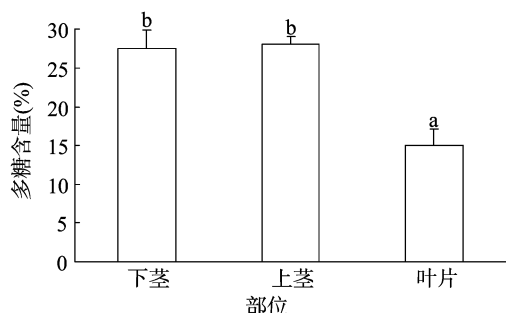
1.3 数据分析

采用 Excel 2010、SPSS 19 软件对试验数据进行处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 多糖含量

从图 1 可以看出,黔产铁皮石斛不同部位多糖含量不同,下茎、上茎、叶片中的多糖百分含量分别为 27.50%±2.43%、28.04%±0.95%、15.03%±2.15%,含量最高部位下茎约为最低部位叶片的 2 倍。最小显著差法、单因素方差分析、多重比较分析结果表明,黔产铁皮石斛叶片中的多糖含量与上茎、下茎中的多糖含量均存在显著差异($P<0.05$),但上茎、下茎间的多糖含量差异不显著($P>0.05$)。



不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著
图1 铁皮石斛不同部位多糖含量

2.2 氨基酸含量

铁皮石斛下茎、上茎、叶片中均检测出 16 种氨基酸(表 1),按检测时的出峰顺序依次为天冬氨酸(Asp)、苏氨酸(Thr)、丝氨酸(Ser)、谷氨酸(Glu)、甘氨酸(Gly)、丙氨酸(Ala)、胱氨酸(Cys)、缬氨酸(Val)、甲硫氨酸(Met)、异亮氨酸(Ile)、亮氨酸(Leu)、苏氨酸(Tyr)、苯丙氨酸(Phe)、赖氨酸(Lys)、组氨酸(His)、精氨酸(Arg)。从表 1 中可以看出,黔产铁皮石斛下茎、上茎、叶片中的总氨基酸含量分别为(22.10±4.70)、(37.21±9.14)、(89.00±10.09)mg/g,各氨基酸在不同部位中的含量大小均表现为叶片>上茎>下茎,各部位含量最多的 3 种氨基酸均为 Glu、Asp、Leu,这 3 种氨基酸含量之和均占其总氨基酸含量的 1/3 以上。

黔产铁皮石斛下茎、上茎、叶片中含量较高的 4 类氨基酸均为药效氨基酸、必需氨基酸、鲜味氨基酸、非必需氨基酸,此 4 类氨基酸在各部位中的含量均占其总氨基酸含量的 40% 以上^[17-18],其中,药效氨基酸均达 2/3 左右;必需氨基酸、非必需氨基酸均占对应总氨基酸含量的 50% 上下,其比值均接近 1.0,远高于氨基酸理想模式比值 FAO/WHO 的 0.6^[19]。上茎、叶片中各类氨基酸总量高低顺序均为药效氨基酸>必需氨基酸>非必需氨基酸>鲜味氨基酸>甜味氨基酸^[20-21]>支链氨基酸>芳香族氨基酸;而在下茎中的氨基酸总量高低顺序则为药效氨基酸>非必需氨基酸>必需氨基酸>鲜味氨基酸>甜味氨基酸>支链氨基酸>芳香族氨基酸。黔产铁皮石斛各部位中的支链氨基酸含量均分别占对应必需氨基酸总量、总氨基酸含量的 40%、20% 左右,支链氨基酸、芳香族氨基酸含量比值均约为 2.0,低于正常人血液中的最低比值 3.0^[22-24]。

最小显著差法、单因素方差分析、多重比较分析结果表明,黔产铁皮石斛 16 种氨基酸中,Ser、Gly、Cys、Met、Phe 含量在各部位间差异均显著($P<0.05$),Asp、Thr、Glu、Ala、Val、Ile、Leu、Tyr、Lys、His、Arg 含量在上茎、下茎间无显著差异($P>0.05$);总氨基酸含量、除芳香族氨基酸外的各类氨基酸总量在上茎、下茎间无显著差异($P>0.05$),芳香族氨基酸总量在各部位间差异均显著($P<0.05$)。

2.3 必需元素含量

从表 2 可以看出,黔产铁皮石斛不同部位中 K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 等 7 种必需元素的含量和分配模式均有所不同。Ca、Mg、Mn、Zn 元素含量在各部位中的高低顺序均为叶片>上茎>下茎,K、Cu 含量为叶片>下茎>上茎,而 Fe 含量为下茎>叶片>上茎;下茎中 7 种必需元素含量的分配模式为 Ca>K>Mg>Fe>Zn>Mn>Cu,上茎为 Ca>Mg>K>Fe>Mn>Zn>Cu,叶片为 Ca>K>Mg>Fe>Mn>Zn>Cu。表明黔产铁皮石斛各部位均具有富钙特征。

最小显著差法、单因素方差分析、多重比较分析结果表明,Ca、Cu、Zn 含量在叶片与下茎、上茎间的差异均显著($P<0.05$),K 含量在上茎、叶片间,Mn 含量在叶片、下茎间,Fe 含量在上茎、下茎间也存在显著差异($P<0.05$),而 Mg 含量在各部位间的差异均不显著($P>0.05$)。

2.4 相关性分析

从表 3 可以看出,铁皮石斛多糖含量与 K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 等 7 种必需元素含量均为负相关关系,其中与 Mn

表 1 铁皮石斛不同部位氨基酸含量及组成

氨基酸	含量(mg/g)			组成(%)		
	下茎	上茎	叶片	下茎	上茎	叶片
Asp ^{beg}	2.82 ± 0.36a	4.24 ± 0.83a	9.22 ± 1.18b	12.76 ± 0.36	11.39 ± 0.83	10.36 ± 1.18
Thr ^{af}	1.12 ± 0.21a	1.90 ± 0.46a	4.53 ± 0.55b	5.07 ± 0.21	5.11 ± 0.46	5.09 ± 0.55
Ser ^{fg}	1.15 ± 0.25a	2.17 ± 0.57b	4.57 ± 0.50c	5.20 ± 0.25	5.83 ± 0.57	5.13 ± 0.50
Glu ^{beg}	3.53 ± 1.03a	4.83 ± 1.13a	11.42 ± 1.17b	15.97 ± 1.03	12.98 ± 1.13	12.83 ± 1.17
Gly ^{befg}	1.28 ± 0.21a	2.37 ± 0.55b	5.78 ± 0.58c	5.79 ± 0.21	6.37 ± 0.55	6.49 ± 0.58
Ala ^{efg}	1.46 ± 0.41a	2.48 ± 0.63a	6.68 ± 0.75b	6.61 ± 0.41	6.66 ± 0.63	7.51 ± 0.75
Cys ^g	0.08 ± 0.02a	0.25 ± 0.10b	0.42 ± 0.01c	0.36 ± 0.02	0.67 ± 0.10	0.47 ± 0.01
Val ^{ac}	1.37 ± 0.35a	2.36 ± 0.64a	5.89 ± 0.70b	6.20 ± 0.35	6.34 ± 0.64	6.62 ± 0.70
Met ^{ab}	0.39 ± 0.05a	0.88 ± 0.12b	1.46 ± 0.13c	1.76 ± 0.05	2.36 ± 0.12	1.64 ± 0.13
Ile ^{ac}	1.24 ± 0.26a	2.20 ± 0.57a	5.20 ± 0.60b	5.61 ± 0.26	5.91 ± 0.57	5.84 ± 0.60
Leu ^{abc}	2.09 ± 0.27a	3.55 ± 0.77a	9.25 ± 1.01b	9.46 ± 0.27	9.54 ± 0.77	10.39 ± 1.01
Tyr ^{bdg}	1.07 ± 0.16a	1.76 ± 0.38a	4.29 ± 0.46b	4.84 ± 0.16	4.73 ± 0.38	4.82 ± 0.46
Phe ^{abd}	1.20 ± 0.22a	2.18 ± 0.55b	5.86 ± 0.51c	5.43 ± 0.22	5.86 ± 0.55	6.58 ± 0.51
Lys ^{ab}	1.43 ± 0.46a	2.67 ± 0.86a	6.08 ± 0.81b	6.47 ± 0.46	7.18 ± 0.86	6.83 ± 0.81
His ^a	0.58 ± 0.16a	1.05 ± 0.33a	2.60 ± 0.29b	2.62 ± 0.16	2.82 ± 0.33	2.92 ± 0.29
Arg ^{abe}	1.29 ± 0.28a	2.32 ± 0.65a	5.75 ± 0.84b	5.84 ± 0.28	6.23 ± 0.65	6.46 ± 0.84
T	22.10 ± 4.70a	37.21 ± 9.14a	89.00 ± 10.09b	100.00	100.00	100.00
Σ a	10.71 ± 2.26a	19.11 ± 4.95a	46.62 ± 5.44b	48.46 ± 10.23	51.36 ± 13.30	52.38 ± 6.11
Σ b	15.10 ± 3.04a	24.80 ± 5.84a	59.11 ± 6.69b	68.33 ± 13.76	66.65 ± 15.69	66.42 ± 7.52
Σ c	4.70 ± 0.88a	8.11 ± 1.98a	20.34 ± 2.31b	21.27 ± 3.98	21.80 ± 5.32	22.85 ± 2.60
Σ d	2.27 ± 0.38a	3.94 ± 0.93b	10.15 ± 0.97c	10.27 ± 1.72	10.59 ± 2.50	11.40 ± 1.09
Σ e	10.38 ± 2.29a	16.24 ± 3.79a	38.85 ± 4.52b	46.97 ± 10.36	43.64 ± 10.19	43.65 ± 5.08
Σ f	5.01 ± 1.08a	8.92 ± 2.21a	21.56 ± 2.38b	22.67 ± 4.98	23.97 ± 5.94	24.22 ± 2.67
Σ g	11.39 ± 2.44a	18.10 ± 4.19a	42.38 ± 4.65b	51.54 ± 11.04	48.64 ± 11.26	47.62 ± 5.22
Σ a/Σ g	0.94 ± 0.01	1.06 ± 0.12	1.10 ± 0.07	0.94 ± 0.01	1.06 ± 0.12	1.10 ± 0.07
Σ c/Σ a	0.44 ± 0.05	0.42 ± 0.02	0.44 ± 0.02	0.44 ± 0.05	0.42 ± 0.02	0.44 ± 0.02
Σ c/Σ d	2.07 ± 0.25	2.06 ± 0.07	2.00 ± 0.38	2.07 ± 0.25	2.06 ± 0.07	2.00 ± 0.38

注：a—必需氨基酸；b—药效氨基酸；c—支链氨基酸；d—芳香族氨基酸；e—鲜味氨基酸；f—甜味氨基酸；g——非必需氨基酸。T—总氨基酸；Σ a—必需氨基酸总量；Σ b—药效氨基酸总量；Σ c—支链氨基酸总量；Σ d—芳香族氨基酸总量；Σ e—鲜味氨基酸总量；Σ f—甜味氨基酸总量；Σ g—非必需氨基酸总量。同行数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

表 2 铁皮石斛不同部位必需元素含量

部位	必需元素的含量(mg/kg)						
	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
下茎	2 850.3 ± 1113.9ab	4 466.1 ± 1082.0a	262.8 ± 170.2a	237.1 ± 94.5b	14.1 ± 2.7a	4.7 ± 0.8a	18.6 ± 8.4a
上茎	1 351.0 ± 508.8a	5 522.3 ± 1857.2a	1418.3 ± 1 964.9a	119.8 ± 19.5a	24.9 ± 11.4ab	3.8 ± 0.9a	20.1 ± 6.5a
叶片	4 616.0 ± 1 706.9b	9 119.5 ± 1 649.5b	2 890.0 ± 3 936.1a	211.4 ± 25.7ab	60.8 ± 33.4b	6.1 ± 0.3b	35.6 ± 5.9b

注：同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

含量相关性显著($P < 0.05$)，与 K、Ca、Cu、Zn 含量相关性极显著($P < 0.01$)。除 Fe 含量与 Cys、Met 含量呈负相关外，7 种必需元素含量与各氨基酸含量均为正相关关系，其中 K、Cu 含量除与 Cys、Met 外，与其他元素含量均显著相关；Ca 含量与除 Cys 含量外的其他元素含量均显著相关，Zn、Mn 含量与各氨基酸含量均显著相关，且 Zn 含量除与 Met 含量外，与其他元素含量均极显著相关；而 Mg、Fe 含量与各氨基酸含量相关性均不显著($P > 0.05$)。铁皮石斛多糖含量与各氨基酸含量除与 Cys 含量外均呈极显著相关关系($P < 0.01$)。

3 结论与讨论

黔产铁皮石斛下茎、上茎、叶片中的多糖含量分别为 27.50% ± 2.43%、28.04% ± 0.95%、15.03% ± 2.15%；多糖含量在叶片与上茎、下茎间均存在显著差异($P < 0.05$)，但在

上茎、下茎间的差异不显著($P > 0.05$)。各氨基酸在不同部位中的含量大小均表现为叶片 > 上茎 > 下茎，各部位中的药效氨基酸均达总氨基酸量的 2/3 左右，其中 Glu、Asp、Leu 之和均占总氨基酸量的 1/3 以上；Ser、Gly、Cys、Met、Phe 含量和芳香族氨基酸总量在各部位间差异均显著($P < 0.05$)；上茎、下茎、叶片中的必需氨基酸与非必需氨基酸含量比值均远高于 FAO/WHO 理想模式比值；支链氨基酸与芳香族氨基酸的含量比值均低于正常人血液中的最低比值。

不同部位中必需元素含量和分配模式均有所不同；黔产铁皮石斛各部位均具有富钙特征。Ca、Cu、Zn 含量在叶片与下茎、上茎间的差异均显著($P < 0.05$)，K 含量在上茎、叶片间，Mn 含量在叶片、下茎间，Fe 含量在上茎、下茎间也存在显著差异($P > 0.05$)，而 Mg 含量在各部位间的差异均不显著($P > 0.05$)。

表 3 铁皮石斛多糖、氨基酸含量与必需元素含量间的皮尔逊相关系数

指标	与必需元素含量之间的皮尔逊相关系数							
	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	PSa
PSa 含量	-0.821 **	-0.816 **	-0.489	-0.288	-0.773 *	-0.888 **	-0.800 **	1.000
Asp 含量	0.726 *	0.759 *	0.429	0.117	0.725 *	0.726 *	0.814 **	-0.942 **
Thr 含量	0.715 *	0.762 *	0.425	0.116	0.731 *	0.725 *	0.823 **	-0.943 **
Ser 含量	0.673 *	0.745 *	0.402	0.079	0.722 *	0.686 *	0.831 **	-0.917 **
Glu 含量	0.756 *	0.778 *	0.416	0.207	0.738 *	0.762 *	0.848 **	-0.955 **
Gly 含量	0.692 *	0.780 *	0.430	0.095	0.747 *	0.718 *	0.818 **	-0.940 **
Ala 含量	0.726 *	0.767 *	0.411	0.154	0.724 *	0.743 *	0.840 **	-0.952 **
Cys 含量	0.450	0.661	0.294	-0.092	0.689 *	0.517	0.800 **	-0.777 *
Val 含量	0.721 *	0.769 *	0.419	0.135	0.736 *	0.733 *	0.830 **	-0.944 **
Met 含量	0.516	0.718 *	0.425	-0.136	0.697 *	0.553	0.739 *	-0.839 **
Ile 含量	0.706 *	0.766 *	0.420	0.112	0.736 *	0.717 *	0.824 **	-0.936 **
Leu 含量	0.712 *	0.779 *	0.421	0.118	0.735 *	0.735 *	0.816 **	-0.948 **
Tyr 含量	0.712 *	0.774 *	0.421	0.121	0.732 *	0.729 *	0.822 **	-0.946 **
Phe 含量	0.698 *	0.778 *	0.414	0.123	0.740 *	0.729 *	0.831 **	-0.947 **
Lys 含量	0.696 *	0.711 *	0.369	0.120	0.683 *	0.694 *	0.852 **	-0.921 **
His 含量	0.712 *	0.766 *	0.411	0.129	0.742 *	0.731 *	0.836 **	-0.940 **
Arg 含量	0.721 *	0.740 *	0.414	0.114	0.711 *	0.720 *	0.823 **	-0.938 **

注:“PSa”表示多糖;“*”表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关,“**”表示在 0.01 水平(双侧)上极显著相关。

铁皮石斛多糖含量与 7 种必需元素含量均为负相关关系,其中与 Mn 含量显著相关($P < 0.05$),与 K、Ca、Cu、Zn 含量极显著相关($P < 0.01$)。除 Fe 与 Cys、Met 呈负相关关系外,7 种必需元素与各氨基酸含量均呈正相关关系;其中,K、Cu 含量除与 Cys、Met 含量外,与其他元素含量均显著相关($P < 0.05$);Ca 含量除与 Cys 含量外,与其他元素含量也显著相关($P < 0.05$);Zn、Mn 含量与各氨基酸含量均呈显著相关($P < 0.05$);Zn 含量除与 Met 含量外,与其他元素含量均呈极显著相关($P < 0.01$)。铁皮石斛多糖含量与各氨基酸含量除与 Cys 含量外均呈极显著相关性($P < 0.01$)。

参考文献:

- [1] 付伟丽,黄作喜,唐正义,等. 铁皮石斛多糖研究进展[J]. 内江师范学院学报,2011,26(4):40-44.
- [2] 聂少平,蔡海兰. 铁皮石斛活性成分及其功能研究进展[J]. 食品科学,2012,33(23):356-361.
- [3] 王伟英,邹晖,陈永快,等. 铁皮石斛的综合利用与展望[J]. 中国园艺文摘,2011(1):189-192.
- [4] Ng T B, Liu J, Wong J H, et al. Review of research on dendrobium, a prized folk medicine[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2012,93(5):1795-1803.
- [5] 白音,包英华,金家兴,等. 我国药用石斛资源调查研究[J]. 中草药,2006,37(9):4-6.
- [6] 黎万奎,胡之璧,周吉燕,等. 人工栽培铁皮石斛与其他来源铁皮石斛中氨基酸与多糖及微量元素的比较分析[J]. 上海中医药大学学报,2008,22(4):80-83.
- [7] 刘莉,萧凤回. 石斛属药用植物多糖研究进展[J]. 现代中药研究与实践,2009,23(1):77-80.
- [8] 刘振鹏,郭英英,刘京晶,等. 铁皮石斛品系与部位对氨基酸含量的影响[J]. 中国中药杂志,2015,40(8):1468-1472.
- [9] 武维华. 植物生理学[M]. 北京:科学出版社,2007:86.
- [10] 张本厚,胡燕花,金磊磊,等. 铁皮石斛组培体药用和营养成分含量的比较[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):324-327.
- [11] 张建新,乔正道,贡小清. 人体必需微量元素与营养状况评价[J]. 中国卫生检验杂志,1992,2(4):225-227.
- [12] 祁俊生,徐辉碧,周井炎,等. 解表植物类中药中微量元素与功效关系[J]. 计算机与应用化学,2003,20(4):449-452.
- [13] 诸燕,苑鹤,李国栋,等. 铁皮石斛中 11 种金属元素含量的研究[J]. 中国中药杂志,2011,36(3):356-360.
- [14] 章晓玲,斯金平,吴令上,等. 铁皮石斛 F₁ 代田间试验与优良家系选择[J]. 中国中药杂志,2013,38(22):3861.
- [15] 范传颖,陶正明,吴志刚. 苯酚硫酸法与蒽酮硫酸法测定铁皮石斛中多糖含量的比较[J]. 浙江农业科学,2013(7):799-801.
- [16] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会. 食品中氨基酸的测定:GB/T 5009.124—2003[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [17] 张晓晓,刘静,袁海燕,等. 不同地域环境对枸杞蛋白质和药用氨基酸含量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2004,22(3):100-104.
- [18] 刘纯洁,张娟婷. 食品添加剂手册[M]. 北京:中国展望出版社,1998:73-77.
- [19] World Health Organization. Energy and protein requirements; report of a joint FAO/WHO ad hoc expert committee[M]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1973:40-72.
- [20] 陈宗礼,贺晓龙,张向前,等. 陕北红枣的氨基酸分析[J]. 中国农学通报,2012,28(34):296-303.
- [21] 梁兰兰,宁正祥. 氨基酸结构特征与甜味关系研究[J]. 食品科学,1997,18(2):5-9.
- [22] 谷文英. 肝性脑病防治肽——高 F 值低聚肽的研究[J]. 中国食品添加剂,2000(2):69-73.
- [23] 蒋音,巫善明,朱文芳. 支链氨基酸/芳香氨基酸(BCAA/AAA)值在病毒性肝炎的临床意义[J]. 肝脏,2005,10(4):268-270.
- [24] 张丽丽,蔡东联. 支链氨基酸在肝性脑病中应用的研究进展[J]. 氨基酸和生物资源,2011,33(3):63-66.