

doi:10.3969/j.issn.2095-6002.2018.05.010

文章编号:2095-6002(2018)05-0061-07

引用格式:廖鲜艳,许慧敏,刘萍,等.铁皮石斛“岩上仙”基本营养成分分析[J].食品科学技术学报,2018,36(5):61-67.

LIAO Xianyan, XU Huimin, LIU Ping, et al. Analysis of basic nutritional components in *Dendrobium officinale*[J]. Journal of Food Science and Technology, 2018,36(5):61-67.

铁皮石斛“岩上仙”基本营养成分分析

廖鲜艳¹, 许慧敏¹, 刘萍¹, 陈诚杰², 李效凯³, 黄俊逸^{1,*}

(1. 上海大学 生命科学学院 食品营养与慢性病防治研究中心, 上海 200444;

2. 浙江甲丰生态农业科技有限公司, 浙江 台州 318020;

3. 上海大学 体育学院 运动与健康科学实验室, 上海 200444)

摘要:铁皮石斛是名贵的中药材之一,含有丰富的营养成分。分析了春季和秋季收获的三年生仿野生栽培的铁皮石斛“岩上仙”茎和叶的水分、可溶性蛋白质、总蛋白质、粗纤维、脂肪、多糖、矿物质元素和氨基酸的含量。检测结果表明,与春季相比,秋季石斛茎中的水分(863.10 mg/g)、多糖(289.90 mg/g)、铁(71.10 mg/kg)和硒(1.07 mg/kg)质量分数较高;与茎相比,叶中的多糖质量分数虽然较低(秋季叶中多糖质量分数为162.30 mg/g),但叶中有较高的可溶性蛋白质(4.20 mg/g)、总蛋白质(67.03 mg/g)、粗纤维(204.60 mg/g)和脂肪(14.70 mg/g),且氨基酸含量也明显高于茎,其中天冬氨酸和谷氨酸的质量分数最高,分别达到13.60 mg/g和13.80 mg/g。由此可见,不仅铁皮石斛的茎具有多种营养成分,而且叶也具有一定的营养价值,该资源不容忽视。

关键词:铁皮石斛;营养成分;氨基酸;硒;多糖;蛋白质

中图分类号: TS218; S567

文献标志码: A

石斛是一种稀有的名贵中药材,为多种植物的新鲜或干燥茎的统称。传统中医常将其用于滋阴清热、生津益胃、止咳润肺^[1],现代药理研究表明其具有抗衰老、增强免疫力、抗疲劳、清肺、降血糖等多种功能。铁皮石斛(*Dendrobium officinale*),因表皮呈铁绿色而得名^[2],被誉为“中国九大仙草”之首^[3]。

从20世纪70年代起,国内外有关文献报道了对铁皮石斛基本营养成分的研究。例如,马小双等^[4]研究发现紫杆铁皮石斛水分含量高于黄杆铁皮石斛水分含量。查学强等^[5]研究8种铁皮石斛种质资源之间的关系,结果发现可溶性蛋白质和同工酶图谱在种类和表达量上均有比较明显的差异。魏静等^[6]分别对海南和浙江产铁皮石斛的主要营养成分进行测定,结果表明海南产铁皮石斛具有较高的营养价值和良好的开发应用前景。莫瑞华等^[7]

的结果表明铁皮石斛的茎部多糖含量高于根部;各部位的总生物碱含量相差较大,茎部较低,根部虽高,但总体含量较低。

可见,对铁皮石斛营养成分的分析,主要集中于铁皮石斛茎,关于铁皮石斛叶却鲜有报道。因此,本文对不同季节(春、秋)的浙江仿野生铁皮石斛(岩上仙)和其不同部位(茎、叶)的主要营养成分进行系统分析,为铁皮石斛的合理利用、产品开发奠定理论基础,同时为铁皮石斛叶的开发与利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料与设备

1.1.1 实验材料

春秋季节的三年生铁皮石斛“岩上仙”由浙江

收稿日期:2018-05-01

基金项目:浙江甲丰生态农业科技有限公司铁皮石斛专项研究基金资助项目。

作者简介:廖鲜艳,女,副教授,博士,主要从事食品营养与功能方面的研究;

*黄俊逸,男,副教授,博士,主要从事食品营养与慢性病防治方面的研究,通信作者。

甲丰生态农业有限公司提供。

1.1.2 实验试剂

考马斯亮蓝 G250、氯化钠、牛血清蛋白、85% 磷酸、浓硫酸、氢氧化钠、丙酮、石油醚、无水乙醇、苯酚、葡萄糖、无水碳酸钠、过氧化氢、浓硝酸、24 种元素(K, Zn, Fe, Se 等)混合标准溶液等试剂,均为 AR 级,购于国药化学集团试剂有限公司。

1.1.3 仪器与设备

DZF-6020 型真空干燥箱,上海一恒科技有限公司;202-2-A 型电热恒温干燥箱,上海跃进医疗器械厂;DHG-9240A 型电热恒温鼓风干燥箱,HWS-24 型双列四孔恒温水浴锅,上海慧泰仪器制造有限公司;UV-1600PC 型紫外可见分光光度计,MAPA-DA 公司;HPLC Agilent 1100,美国 Agilent 公司;MD6 型微波消解仪,北京盈安美诚科学仪器有限公司;ZEEnit700/700P 型原子吸收光谱仪,德国耶拿分析仪器股份公司;FW100 型高速万能粉碎机,天津市泰斯特仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 铁皮石斛预处理

新鲜铁皮石斛先用蒸馏水清洗干净,然后将其茎、叶分离,将茎切成约 1 cm 小段。茎和叶分别置于 60 °C 热风干燥箱中干燥至恒重。干燥后用粉碎机打磨成粉,过 100 目筛,用保鲜袋密封在 4 °C 冰箱中保存,备用。

1.2.2 水分含量的测定

按照郑超等^[8]的方法并稍作改进。

1.2.3 蛋白质的提取和测定

可溶性蛋白质和总蛋白质的测定方法分别按照邓丽莉等^[9]和郭应时等^[10]的方法并稍作改进。

1.2.4 粗纤维的提取和测定

按照张崇玉等^[11]方法并稍作改进。

1.2.5 脂肪的提取和测定

按照于文萃^[12]的方法进行测定。

1.2.6 多糖的提取和测定

多糖的测定采用苯酚-硫酸法,按照周桂芬等^[13]的方法并稍作改进。

1.2.7 总氨基酸含量的测定

参照张亮等^[14]的方法。采用 HPLC 方法,具体条件:流动相 A[0.05 mol/L 乙酸钠缓冲液(以乙酸调 pH 值 6.5)]-乙腈(1:1)]和流动相 B[0.05 mol/L 乙酸钠缓冲液(以乙酸调 pH 值 6.5)]梯度洗脱,洗脱时间为 0~15 min,5% A;15~60 min,5%~

23% A;60~100 min,23%~50% A;100~115 min,50%~60% A;115~125 min,60%~5% A,检测波长 254 nm,流速 0.6 mL/min,柱温室温。

1.2.8 矿物质元素含量的测定

矿物质元素含量的测定按照 Zhu 等^[15]和李险峰等^[16]的方法用 ICP-MS 进行测定。

1.2.9 数据统计分析

所有数据均采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析并作图,所有实验均重复测定 3 次,实验结果表示为平均值±标准差,并通过单因素方差分析(one-way ANOVA)对所有数据进行显著性分析, $p < 0.05$ 表明具有显著性差异。

2 结果与讨论

2.1 铁皮石斛水分含量分析

不同季节铁皮石斛茎和叶中水分含量(质量分数)均在 82.0%~86.5%,同一季节的茎和叶的 $w(\text{水})$ 差异不显著;但秋季茎(863.10 mg/g)和叶(862.30 mg/g)水分含量分别略高于春季茎(829.10 mg/g)和叶(846.20 mg/g),见表 1。这一结果略高于马小双等^[4]测定的广南铁皮石斛紫杆(789 mg/g)和黄杆(731 mg/g)的水分含量。岩上仙铁皮石斛的水分含量比较高,可能是由于岩上仙铁皮石斛的产地—浙江长潭湖桃花岛经常受暖湿气流影响,常年湿度保持在 65%~85% 之间,且多山涧小溪。在这种环境下,铁皮石斛生长茂盛,水分含量稍高于其他产地。

水分为鲜重的测量值,其他指标为干燥后的测量值,均为 3 次测量的平均值。

2.2 铁皮石斛可溶性蛋白质和总蛋白质含量分析

由表 1 可知,岩上仙铁皮石斛中可溶性蛋白质的质量比相对较低(小于 10 mg/g),同一部位秋季收获的样品其可溶性蛋白含量略高于春季样品,秋季茎比春季茎提高 7.4%,秋季叶比春季叶提高 27.3%。茎和叶相比较发现,叶中的可溶性蛋白质高于茎中的含量,其中秋季叶可溶性蛋白质质量比(4.20 mg/g)比秋季茎(2.90 mg/g)高约 44.8%。

岩上仙铁皮石斛中总蛋白质的含量相对较高,不同部位和季节的含量变化趋势与可溶性蛋白质类似,同一部位秋季收获的样品其总蛋白含量略高于春季样品的含量,秋季石斛茎比春季石斛茎提高

10.9%,秋季石斛叶比春季石斛叶提高 9.3%。对比茎和叶,发现叶中的总蛋白质高于茎中的含量,其中秋季叶总蛋白质质量比(67.03 mg/g)比秋季茎(51.02 mg/g)高约 31.4%。

表 1 铁皮石斛营养成分分析

Tab. 1 Nutrition content of <i>Dendrobium officinale</i> in different parts and different seasons				mg/g
营养成分	春季茎	春季叶	秋季茎	秋季叶
水分	829.10 ± 11.70	846.20 ± 12.00	863.10 ± 11.20	862.30 ± 11.61
可溶性蛋白质	2.70 ± 0.40	3.30 ± 0.40	2.90 ± 0.40	4.20 ± 0.51
总蛋白质	46.02 ± 3.21	61.30 ± 2.80	51.02 ± 6.38	67.03 ± 3.20
粗纤维	120.20 ± 6.40	91.80 ± 5.60	192.00 ± 6.60	204.60 ± 2.40
脂肪	10.30 ± 5.00	14.70 ± 4.90	12.70 ± 6.20	13.10 ± 4.60
多糖	271.70 ± 18.90	139.00 ± 17.10	289.90 ± 7.20	162.30 ± 17.50

本文测得的总蛋白质量比要高于魏静等^[6]对海南与浙江产铁皮石斛的测定结果(40~50 mg/g)。这可能是由于铁皮石斛生长环境以及土壤不同造成的。可见,不同品种的石斛其蛋白质含量有一定的差异。

另外比较本文所测定的可溶性蛋白质和总蛋白含量,可见铁皮石斛的蛋白质大部分属于不溶性蛋白质。铁皮石斛叶是补充蛋白质的一个很好的来源。

2.3 铁皮石斛粗纤维含量分析

由表 1 可知,铁皮石斛的粗纤维含量非常丰富,秋季茎和叶中粗纤维的含量都远高于春季,秋季茎比春季茎提高了 59.7%,秋季叶比春季叶提高了 122.9%。产生这种差距的原因有可能是秋季收获之前的气候更适宜纤维素、半纤维素和木质素的生成。对比同一季节茎与叶的粗纤维含量,发现两者相差不明显。

粗纤维食物的规定是每百克食物中的粗纤维质量超过 2g(2%),而铁皮石斛干品的粗纤维质量分数(9%~20%)远超出这个百分比。因此,铁皮石斛可作为粗纤维的重要来源之一。

2.4 铁皮石斛脂肪含量分析

由表 1 可看出,铁皮石斛茎和叶的粗脂肪质量比随季节的变化差异不大,均在 10.0~15.0 mg/g。叶中脂肪的平均质量比(13.90 mg/g)略高于茎中的脂肪质量比,但这一结果高于海南铁皮石斛脂肪质量比(6.80 mg/g)^[6]。

2.5 铁皮石斛多糖含量分析

铁皮石斛中的多糖与其他营养成分相比,其含量相对较高,这也是铁皮石斛最具营养与保健价值的活性成分。由表 1 可以发现,茎中的多糖质量比

达到 270~290 mg/g,叶中的多糖质量比达到 130~170 mg/g。秋季茎的多糖含量与春季茎中的含量相差不大,这说明茎中的多糖含量受季节的影响较小;但秋季叶中的多糖含量比春季叶中的多糖含量增加了 16.76%。

姜殿强等^[17]测定了贵州石生、树生和棚生铁皮石斛茎的多糖质量比,测定结果分别为 277.4、272.6、272.0 mg/g,可见岩上仙铁皮石斛与贵州不同生长方式培育的铁皮石斛多糖含量差距不大。唐丽等^[18]测定了不同龄铁皮石斛中叶的总多糖质量比,测定结果的平均值约为 180 mg/g,略高于春季岩上仙铁皮石斛叶中多糖的含量,与秋季叶中的含量相当。而多糖含量的差异与多种因素有关,如品种及生长环境中的温度、湿度、光照度等。

研究表明,铁皮石斛中的多糖可以调节机体免疫能力、降血糖、抗氧化、抗衰老等^[19]。因此,多糖的含量很大程度地决定了铁皮石斛保健价值的高低。茎的多糖含量显著高于叶,这充分说明了茎的保健功效要强于叶。

2.6 铁皮石斛氨基酸含量分析

铁皮石斛中丰富的氨基酸,是其发挥营养价值、调节口感的物质基础。部分氨基酸及其代谢产物在体内具有生物活性,对营养物质代谢、神经内分泌调节、基因表达、信号传导及免疫功能等都具有调控作用^[20-21]。

铁皮石斛的氨基酸含量测定结果见表 2。由表 2 可知,春季的茎和叶中均检出 17 种氨基酸,按出峰顺序依次为天冬氨酸(Asp)、谷氨酸(Glu)、丝氨酸(Ser)、组氨酸(His)等。但张桂玲等^[20]检出铁皮石斛中含有 16 种氨基酸,没有检出脯氨酸。之所以没有检出脯氨酸,有可能是检测方法的不同,也有可

能是铁皮石斛品种的不同。

表 2 铁皮石斛中氨基酸质量比

Tab. 2 Amino acid content of *Dendrobium officinale*

	mg/g			
氨基酸	春季茎	春季叶	秋季茎	秋季叶
天冬氨酸	5.90	13.60	4.80	1.10
谷氨酸	5.60	13.80	3.80	1.30
丝氨酸	1.50	4.20	1.30	4.10
组氨酸	1.00	2.60	0.49	2.20
甘氨酸	1.70	6.00	1.40	5.10
苏氨酸*	1.70	4.50	1.10	3.90
精氨酸	1.90	5.60	1.60	5.50
丙氨酸	2.50	6.80	1.70	6.60
酪氨酸	1.10	2.70	1.60	3.50
胱氨酸	0.05	0.03	0.08	0.08
缬氨酸*	2.20	7.60	2.20	8.20
甲硫氨酸*	0.11	0.81	0.45	1.50
苯丙氨酸*	1.30	5.70	1.60	6.60
异亮氨酸*	1.80	5.90	1.70	6.20
亮氨酸*	2.40	8.90	2.50	9.80
赖氨酸*	1.30	5.40	1.70	6.60
脯氨酸	1.60	6.10	44.60	38.10
总氨基酸	33.66	100.24	72.62	110.38
必需氨基酸	10.81	38.81	11.25	42.80

* 为人体必需氨基酸。

从表 2 可以看出,对于铁皮石斛“岩上仙”,其茎和叶中均含有丰富的氨基酸,叶中总氨基酸含量显著高于茎。春季和秋季的茎和叶中总氨基酸质量比分别为 33.66、100.24、72.62、110.38 mg/g,均高于陈芳等^[22]测定的茎中氨基酸质量比(24.71 mg/g)。同一部位的氨基酸含量,秋季高于春季。

分析比较春季的氨基酸含量,在茎中,人体必需

氨基酸占总氨基酸的 32.11%;天冬氨酸和谷氨酸质量比最高,分别为 5.90 mg/g 和 5.60 mg/g,这 2 种氨基酸占总氨基酸质量分数的 34%;胱氨酸质量比最低,仅为 0.05 mg/g。在叶中,必需氨基酸占总氨基酸的 38.72%;天冬氨酸和谷氨酸质量比最高,分别为 13.60 mg/g 和 13.80 mg/g,这 2 种氨基酸占总氨基酸质量分数的 27%;胱氨酸质量比最低,仅为 0.03 mg/g。

分析比较秋季的氨基酸含量,在茎中,人体必需氨基酸占总氨基酸的 15.49%;天冬氨酸和脯氨酸质量比最高,分别为 4.80 mg/g 和 44.60 mg/g,这 2 种氨基酸占总氨基酸质量分数的 68%;胱氨酸质量比最低,仅为 0.08 mg/g。在叶中,必需氨基酸占总氨基酸的 38.77%;亮氨酸和脯氨酸质量比最高,分别为 9.80 mg/g 和 38.10 mg/g,这 2 种氨基酸占总氨基酸质量分数的 43%;胱氨酸质量比最低,仅为 0.08 mg/g,与茎中的含量相当。

各种必需氨基酸占总氨基酸的质量分数及 WHO/FAO 推荐值列于表 3。由表 3 可知,甲硫氨酸 + 胱氨酸占总氨基酸的质量分数在不同部位及季节均低于推荐值。同一部位,春季茎必需氨基酸较接近于推荐标准,秋季茎明显低于推荐标准,这是因为虽然春秋季茎的必需氨基酸质量分数相差不大,但秋季茎中一种非必需氨基酸脯氨酸的质量比较高(44.60 mg/g),导致总氨基酸质量分数较高,所以秋季茎中的必需氨基酸质量分数明显低于推荐标准。但春季茎中异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸明显低于推荐标准。春季叶和秋季叶都较接近推荐标准,且秋季叶必需氨基酸占总氨基酸的质量分数较高。对于春季叶,除赖氨酸质量分数略低于推荐标准外,其他必需氨基酸均高于推荐标准。对于秋季叶,除苏氨酸

表 3 铁皮石斛中各种必需氨基酸占总氨基酸的质量分数

Tab. 3 Essential amino acids make up mass fraction of total amino acids in *Dendrobium officinale*

氨基酸	春季茎	春季叶	秋季茎	秋季叶	FAO/WHO 推荐值
苏氨酸*	5.05	4.49	1.51	3.53	4.00
缬氨酸*	6.54	7.58	3.03	7.43	5.00
甲硫氨酸 + 胱氨酸*	0.48	0.84	0.73	1.43	3.50
苯丙氨酸 + 酪氨酸*	7.13	8.38	4.41	9.15	6.00
异亮氨酸*	1.80	5.90	1.70	6.20	4.00
亮氨酸*	2.40	8.90	2.50	9.80	7.00
赖氨酸*	1.30	5.40	1.70	6.60	5.50
必需氨基酸	32.11	38.72	15.49	38.77	40.00

* 为人体必需氨基酸。

质量分数略低于推荐标准外,其他必需氨基酸均高于推荐标准。对于不同部位,叶明显比茎氨基酸质量分数更高且更接近推荐标准。

结合本文分析,除了秋季茎之外,春季茎、叶以及秋季叶中氨基酸组成接近 FAO/WHO 提出的理想蛋白质(必需氨基酸占总氨酸的40%)的标准。

从分析结果看,铁皮石斛“岩上仙”含有丰富的氨基酸,且叶中的氨基酸含量远高于茎。其与刘振鹏等^[21]研究结果基本一致。这一结果显示铁皮石斛叶可能是一个种很好的蛋白质源。如果能将叶加工成一款保健饮料^[23],将会有很大的市场价值。

2.7 铁皮石斛中的矿物质元素含量分析

铁皮石斛秋季茎中铁质量比(71.10 mg/kg)高于春季茎(60.70 mg/kg)约17%,但该结果明显低于魏静等^[6]研究的浙江铁皮石斛中的铁元素质量比(110.70 mg/kg),见表4。铁皮石斛茎中的锌元素质量比在春季达到56.50 mg/kg,明显高于秋季茎(33.10 mg/kg),提高了约70%。但茎中的钾元素质量比在春秋两季几乎没有差异,平均在26.70 mg/g;春秋季茎中的钾和锌元素质量比都明显高于浙江产的铁皮石斛中的钾元素质量比(6.94 mg/g)和锌元素质量比(27.1 mg/kg)^[6]。不同产地结果的差异性可能归因于植物所处的土壤环境^[15]。

表4 不同部位和季节的铁皮石斛中矿物质元素质量比
Tab.4 Mineral content of *Deudrobium officinale* in different parts and different seasons mg·kg⁻¹

矿物质	春季茎	秋季茎
钾/(mg·g ⁻¹)	26.70 ± 1.20	26.70 ± 2.00
锌	56.50 ± 1.60	33.10 ± 2.20
铁	60.70 ± 1.20	71.10 ± 1.60
硒	0.56 ± 0.02	1.07 ± 0.30

另外,大量的研究证实硒是生物体内多种酶的重要组分,而且具有预防癌变、提高人体免疫力、解毒排毒、抗衰老、提高红细胞的携氧能力^[24]等作用;但目前很少对铁皮石斛中硒的含量有过研究。从本文的结果来分析,秋季铁皮石斛中硒质量比(1.05 mg/kg)明显高于春季(0.56 mg/kg),提高了约87%。由此可见,秋季更有利于硒元素的富集。铁皮石斛能有效地帮助人们补充钾、锌、硒等矿物质元素。因此对于富硒铁皮石斛的需求,可以通过选择富硒的土壤进行规模化种植来实现。

3 结 论

浙江台州气候总的特点是季风显著、四季分明、年气温适中、光照较多、雨量丰沛和空气湿润,其适宜的自然条件为发展铁皮石斛的人工种植提供了得天独厚的地理环境和气候优势。铁皮石斛“岩上仙”,采用人工模拟自然的环境,不仅很好地富集了铁皮石斛的营养成分,而且很好地提高了铁皮石斛的质量和产量。

对于“岩上仙”铁皮石斛,秋季应是较佳的收获时间,因该季节其茎中钾元素、粗纤维、多糖方面均有较高的含量。相较于茎,叶的最大优势在于氨基酸含量较高,“岩上仙”茎是钾的较好来源,春季茎能很好地补充锌,秋季茎可以很好地补充铁和硒。

参考文献:

[1] LIN X, SHAW P C, SZE S C, et al. *Dendrobium officinale* polysaccharides ameliorate the abnormality of aquaporin 5, pro-inflammatory cytokines and inhibit apoptosis in the experimental Sjogren's syndrome mice[J]. International Immunopharmacology, 2011, 11 (12): 2025 - 2032.

[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.

NIE S P, CAI H L. Advance of active components and functions of *Dendrobium officinale* [J]. Food Science, 2012,33(23):356 - 361.

[3] FAN Y, HE X, ZHOU S, et al. Composition analysis and antioxidant activity of polysaccharide from *Dendrobium denneanum* [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2009, 45(2): 169 - 173.

[4] 马小双,李程程. 广南不同种类铁皮石斛水分的测定[J]. 绿色科技,2015(10):142 - 143.

MA X S, LI C C. Determination of moisture content in different species of *Dendrobium candidum* in Guangnan[J]. Journal of Green Science and Technology, 2015(10):142 - 143.

[5] 查学强,魏鹏,罗建平. 8种产地铁皮石斛蛋白质和同工酶分析[J]. 安徽农业科学,2007,35(27):8464 - 8465, 8473.

ZHA X Q, WEI P, LUO J P. Protein and isoenzyme analysis of *Dendrobium officinale* from 8 producing areas [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007, 35

- (27):8464-8465, 8473.
- [6] 魏静,谷满屯,姬彦羽,等.海南与浙江产铁皮石斛主要营养成分分析比较[J].热带作物学报,2015,36(6):1059-1066.
WEI J, GU M T, JI Y Y, et al. Comparison of nutritional composition of *Dendrobium officinale* from Hainan and Zhejiang[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2015, 36(6):1059-1066.
 - [7] 莫瑞华,黄映恒,韦菲,等.铁皮石斛的多糖含量分析及其健康的食用方法[J].科教文汇,2016(8):184-185.
MO R H, HUANG Y H, WEI F, et al. Polysaccharide content analysis of *Dendrobium officinale* and its healthy edible methods[J]. Education Science & Culture Magazine, 2016(8):184-185.
 - [8] 郑超,王月秋.食品中水分的测定方法[J].黑龙江科技信息,2016(22):8.
ZHENG C, WANG Y Q. Determination methods of moisture in food[J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2016(22):8.
 - [9] 邓丽莉,潘晓倩,生吉萍,等.考马斯亮蓝法测定苹果组织微量可溶性蛋白含量的条件优化[J].食品科学,2012,33(24):185-189.
DENG L L, PAN X Q, SHENG J P, et al. Optimization of experimental conditions for the determination of water soluble protein in apple pulp using Coomassie brilliant blue method[J]. Food Science, 2012, 33(24):185-189.
 - [10] 郭应时,曹小彦,邹杭君,等.全自动凯氏定氮仪测定大米蛋白质[J].食品与机械,2017(11):67-71.
GUO Y S, CAO X Y, ZOU H J, et al. Automatic Kjeldahl determination of protein in rice[J]. Food & Machinery, 2017(11):67-71.
 - [11] 张崇玉,张桂国,付璐,等.食品粮食中不溶性膳食纤维及粗纤维含量的快速测定[J].山东畜牧兽医,2017(7):13-15.
ZHANG C Y, ZHANG G G, FU L, et al. Rapid content determination of insoluble dietary fiber and crude fiber in food and cereals[J]. Shandong Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2017(7):13-15.
 - [12] 于文萃.五类常见食品脂肪含量的测定[J].黑龙江生态工程职业学院学报,2013,26(6):27-28.
YU W C. Determination of fat content in five common foodstuff[J]. Journal of Heilongjiang Vocational Institute of Ecological Engineering, 2013, 26(6):27-28.
 - [13] 周桂芬,庞敏霞,陈素红,等.铁皮石斛茎、叶多糖含量及多糖部位柱前衍生化-高效液相色谱指纹图谱比较研究[J].中国中药杂志,2014,39(5):795-802.
ZHOU G F, PANG M X, CHEN S H, et al. Comparison on polysaccharide content and PMP-HPLC fingerprints of polysaccharide in stems and leaves of *Dendrobium officinale*[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2014, 39(5):795-802.
 - [14] 张亮,鲁芹飞,张扬,等.柱前衍生化 RP-HPLC 测定铁皮石斛中的氨基酸的含量[J].中国实验方剂学杂志,2014,43(22):54-57.
ZHANG L, LU Q F, ZHANG Y, et al. Amino acid content of *Dendrobium officinale* determined by pre-column derivatization RP-HPLC[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2014, 43(22):54-57.
 - [15] ZHU N N, HAN S, YANG C N, et al. Element-tracing of mineral matters in *Dendrobium officinale* using ICP-MS and multivariate analysis[J]. Springer Plus, 2016, 5(1):1-9.
 - [16] 李险峰,邓必阳.微波消解-ICP-AES法测定铁皮石斛中多种金属元素[J].湖北农业科学,2012,51(24):5769-5770.
LI X F, DENG B Y. Determination of metals in *Dendrobium officinale* by microwave digestion with ICP-AES[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2012, 51(24):5769-5770.
 - [17] 姜殿强,刘再华,申宏岗,等.岩溶生态环境条件下不同生境铁皮石斛多糖含量的比较研究[J].中国岩溶,2007,26(3):226-229.
JIANG D Q, LIU Z H, SHEN H G, et al. Comparative study on *Dendrobium officinale* polysaccharide content at different habitats in Karstic environment[J]. Carsologica Sinica, 2007, 26(3):226-229.
 - [18] 唐丽,李菁,龙华,等.不同生长龄铁皮石斛茎与叶中总多糖、总生物碱及总黄酮含量的差异[J].广东农业科学,2015,42(8):17-21.
TANG L, LI J, LONG H, et al. Content differences of total polysaccharides, total alkaloids and total flavonoids from stems and leaves of *Dendrobium candidum* at different growth ages[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2015, 42(8):17-21.
 - [19] 胡贤春,郭永兵,向劲松,等.铁皮石斛多糖的研究进展[J].安徽农业科学,2015,27(15):78-80, 84.
HU X C, GUO Y B, XIANG J S, et al. Research advances in polysaccharides of *Dendrobium officinale*[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 27(15):78-80, 84.

- [20] 张桂玲,冉靓,罗绪强.两种荔波产铁皮石斛多糖、氨基酸及微量元素含量分析[J].时珍国医国药,2017(2):296-298.
ZHANG G L, RAN J, LUO X Q. Content analysis of polysaccharide, amino acid and microelement of two kinds of *Dendrobium officinale* from Libo[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2017 (2): 296-298.
- [21] 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.
LIU Z P, GUO Y Y, LIU J J, et al. Effect of strains and parts on amino acids of *Dendrobium officinale*[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2015, 40 (8): 1468-1472.
- [22] 陈芳,谷晓平,梁平,等.不同栽培方式下铁皮石斛有效成分和光合特性的变化[J].江苏农业科学,2017,45(11):90-93.
CHEN F, GU X P, LIANG P, et al. Change of active ingredients and photosynthetic characteristic of *Dendrobium officinale* planted in different ways [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2017, 45(11): 90-93.
- [23] 陈楠楠,陈珍,卜黎明,等.丝胶枸杞保健饮料的研制[J].食品科学技术学报,2016,34(4):85-90.
CHEN N N, CHEN Z, BU L M, et al. Production of healthy beverage of sericin and wolfberry [J]. Journal of Food Science and Technology, 2016, 34(4): 85-90.
- [24] CAREY A M, LOMBI E, DONNER E, et al. A review of recent developments in the speciation and location of arsenic and selenium in rice grain [J]. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2012, 402 (10): 3275-3286.

Analysis of Basic Nutritional Components in *Dendrobium officinale*

LIAO Xianyan¹, XU Huimin¹, LIU Ping¹, CHEN Chengjie², LI Xiaokai³, HUANG Junyi^{1,*}

(1. Center for Food Nutrition and Chronic Disease Control, School of Life Sciences, Shanghai University, Shanghai 200444, China;

2. Zhejiang Jiafeng Ecological Agriculture Co Ltd, Taizhou 318020, China;

3. Laboratory of Sports and Health, College of Physical Education, Shanghai University, Shanghai 200444, China)

Abstract: *Dendrobium officinale* is one of the valuable Chinese herbal medicines which is rich in nutrients. In this study, the contents of water, soluble protein, total protein, crude fiber, fat, total sugar, mineral and amino acids in stems and leaves of *D. officinale* for two seasons were determined. The results showed that the contents of water (863.10 mg/g), polysaccharide (289.90 mg/g), iron (71.10 mg/kg), and selenium (1.07 mg/kg) were much higher than that of stems in autumn. Compared with stems, the content of polysaccharides in leaves was lower (the autumn leaf content was 162.30 mg/g), but there were a higher soluble protein (4.20 mg/g), total protein (67.03 mg/g), crude fiber (204.60 mg/g) and fat (14.70 mg/g) in leaves. In addition, the content of amino acids in leaves was significantly higher than that in stems, and aspartic acid and glutamic acid contents were the highest, reaching to 13.60 mg/g and 13.80 mg/g, respectively. So the leaves had a certain nutrition value. Therefore, *D. officinale* can be used as a medicinal material for further research and development.

Keywords: *Dendrobium officinale*; nutrition; amino acid; Se; polysaccharide; protein

(责任编辑:张逸群)