

## 4 种小檗科植物叶片的蛋白质及氨基酸组成分析

牛丽丽<sup>1</sup>, 张华峰<sup>1,①</sup>, 杨晓华<sup>2</sup>, 李璐<sup>1</sup>, 张弘宇<sup>1</sup>, 张翔<sup>1</sup>

(1. 陕西师范大学食品工程与营养科学学院 药用资源与天然药物化学教育部重点实验室  
西北濒危药材资源开发国家工程实验室, 陕西 西安 710062; 2. 西安交通大学医学院 卫生部法医学重点实验室, 陕西 西安 710061)

**Analysis on composition of protein and amino acids in leaf of four species in Berberidaceae** NIU Lili<sup>1</sup>, ZHANG Huaifeng<sup>1,①</sup>, YANG Xiaohua<sup>2</sup>, LI Lu<sup>1</sup>, ZHANG Hongyu<sup>1</sup>, ZHANG Xiang<sup>1</sup> (1. Key Laboratory of Ministry of Education for Medicinal Resources and Natural Pharmaceutical Chemistry, National Engineering Laboratory for Resources Development of Endangered Crude Drugs in Northwest China, College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China; 2. Key Laboratory of Ministry of Health for Forensic Sciences, School of Medicine, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2013, 22(4): 105-107

**Abstract:** Composition of protein and amino acids in leaf of four species in Berberidaceae including *Nandina domestica* Thunb., *Mahonia fortunei* (Lindl.) Fedde, *M. bealei* (Fort.) Carr. and *Berberis thunbergii* DC. was compared. The results show that contents of albumin, globulin, gliadin and glutenin of protein, as well as composition and content of amino acids and their values of E/T, AAS and CS all have obvious differences among four species. In which, total protein content, contents of most amino acids, essential amino acids and total amino acids, as well as E/T, AAS and CS values all are the highest in *N. domestica* and have obvious differences as compared with those of other three species. It is suggested that nutritional value of protein in leaf of *N. domestica* is higher and its amino acid composition is balanceable, so this species can be used as one of well plant protein resources.

**关键词:** 小檗科; 南天竹; 叶片; 蛋白质组成; 氨基酸组成

**Key words:** Berberidaceae; *Nandina domestica* Thunb.; leaf; protein composition; amino acid composition

中图分类号: Q946.1; Q949.746.8 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2013)04-0105-03

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2013.04.15

蛋白质和氨基酸是植物体内重要的营养物质,研究药用植物的蛋白质和氨基酸组成对药用植物资源的合理开发和综合利用具有重要意义,但目前对药用植物次生代谢物的研究较为广泛(如黄酮类化合物)<sup>[1-2]</sup>,而对其初生代谢物的研究相对较少<sup>[3-4]</sup>。

中国分布有小檗科(Berberidaceae)植物11属303种<sup>[5]</sup>,其中的南天竹属(*Nandina* Thunb.)、十大功劳属(*Mahonia* Nutt.)和小檗属(*Berberis* Linn.)的很多种类都具有药用或食用价值<sup>[1,6]</sup>,但鲜见对其蛋白质和氨基酸组成的研究报道<sup>[2,6]</sup>。作者对其中的4种植物叶片的蛋白质及氨基酸组成进行了分析,以期对小檗科植物资源的开发利用提供研究依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

供试4种植物为南天竹(*Nandina domestica* Thunb.)、十大功劳[*Mahonia fortunei* (Lindl.) Fedde]、阔叶十大功劳[*M.*

*bealei* (Fort.) Carr.]和日本小檗(*Berberis thunbergii* DC.)。各种类的叶片于2012年12月中旬采自武汉植物园。每种植物随机选择3株样株分别采集顶端叶片,分别置于通风处阴干粉碎后过80目筛,并置于60℃干燥至恒质量,供试。

#### 1.2 方法

1.2.1 总蛋白质含量测定 分别准确称取各样株叶片粉末样品0.3000g,参照GB 5009.5—2010<sup>[7]</sup>的方法依次消化后,用Kjeltec 2300型全自动凯氏定氮仪(瑞典FOSS公司)测定总蛋白质含量。3次重复,结果取平均值。

1.2.2 蛋白质组分的分离和含量测定 准确称取各样株叶片粉末0.2000g,参照文献[8]的方法分离蛋白质组分。分别获得清蛋白、球蛋白、醇溶蛋白和谷蛋白提取液;采用考马斯亮蓝法<sup>[9]</sup>测定各组分含量。3次重复,结果取平均值。

1.2.3 氨基酸组成分析 分别准确称取各样株叶片粉末样品0.1000g,加入6 mol·L<sup>-1</sup>HCl 10 mL,持续吹氮气5 min后用压盖器封口,置于(110±1)℃水解22 h;水解液用0.45 μm滤膜过滤;取200 μL滤液,用氮气吹干;残留物用0.02 mol·L<sup>-1</sup>

收稿日期: 2013-04-27

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金项目(GK201302048); 陕西省大学生创新创业训练计划项目

作者简介: 牛丽丽(1987—),女,山西长治人,硕士研究生,主要研究方向为药用植物资源的开发与利用。

①通信作者 E-mail: isaacsau@sohu.com

HCl 5 mL 复溶, 0.45  $\mu\text{m}$  滤膜过滤; 用 L-8900 型全自动氨基酸分析仪(日本 HITACHI 公司)分析氨基酸种类和含量, 其中色氨酸(Trp)未检出。3 次重复, 结果取平均值。

### 1.3 数据分析

参考文献[10]的方法计算必需氨基酸与总氨基酸含量的比值(E/T 值); 以鸡蛋蛋白为参考蛋白质计算必需氨基酸的化学评分(CS 值)<sup>[11]</sup>, 以标准蛋白为参考蛋白质计算必需氨基酸的评分(AAS 值),  $\text{AAS 值} = (\text{1g 总蛋白质中某种必需氨基酸的含量} / \text{1g 标准蛋白中同种必需氨基酸的含量}) \times 100\%$ , 其中, 参照文献[12]确定标准蛋白的氨基酸构成模式。采用 SPSS 13.0 统计分析软件对数据进行统计和分析, 采用 One-way ANOVA 方法检测样本间的差异显著性。

## 2 结果和分析

### 2.1 蛋白质组成分析结果

4 种小檗科植物叶片中总蛋白质的组成及含量见表 1。南天竹的总蛋白质含量最高(129.50  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), 与其他 3 种植物有显著差异( $P < 0.05$ ); 日本小檗的总蛋白质含量最低(53.50  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。清蛋白含量由高到低依次为十大功劳、阔叶十大功劳、日本小檗、南天竹; 球蛋白含量以阔叶十大功劳最高(1.75  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), 南天竹最低(0.12  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ); 醇溶蛋白含量以南天竹最高(10.48  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), 日本小檗最低(6.85  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ); 谷蛋白含量以南天竹最高(11.24  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), 十大功劳最低(4.31  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )。4 种植物的各蛋白质组分含量有显著差异( $P < 0.05$ )。总体上看, 南天竹和阔叶十大功劳叶片中总蛋白质含量较高, 而日本小檗叶片中总蛋白质含量较低。

### 2.2 氨基酸组成分析结果

4 种小檗科植物叶片中氨基酸的组成及含量见表 2。日本

小檗叶片中氨基酸种类最多, 可检出 17 种氨基酸; 而南天竹、十大功劳和阔叶十大功劳叶片中未检出半胱氨酸(Cys)。南天竹叶片中赖氨酸(Lys)含量显著高于其他种类( $P < 0.05$ ), 其半必需氨基酸[组氨酸(His)和精氨酸(Arg)]的含量也显著高于其他种类; 而日本小檗叶片中半必需氨基酸含量最低。

表 1 4 种小檗科植物叶片中蛋白质组成及含量的比较( $n=3$ )<sup>1)</sup>  
Table 1 Comparison on composition and content of protein in leaf of four species in Berberidaceae ( $n=3$ )<sup>1)</sup>

种类 <sup>2)</sup> Species <sup>2)</sup>	含量/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Content				
	总蛋白质 Total protein	清蛋白 Albumin	球蛋白 Globulin	醇溶蛋白 Gliadin	谷蛋白 Glutenin
1	129.50a	4.25c	0.12d	10.48a	11.24a
2	104.60c	7.35a	1.07b	10.21b	4.31d
3	125.30b	4.69b	1.75a	8.94c	7.14c
4	53.50d	4.66b	0.74c	6.85d	7.86b

<sup>1)</sup> 同列中不同的小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ) Different small letters in the same column indicate the significant difference ( $P < 0.05$ ).

<sup>2)</sup> 1. 南天竹 *Nandina domestica*; 2. 十大功劳 *Mahonia fortunei*; 3. 阔叶十大功劳 *Mahonia bealei*; 4. 日本小檗 *Berberis thunbergii*.

此外, 4 种植物叶片中总氨基酸和必需氨基酸含量也有明显差异, 其中, 南天竹叶片中总氨基酸和必需氨基酸含量均最高、日本小檗叶片中均最低。此外, 南天竹叶片中 E/T 值也最高, 达到了 WHO 对于优质蛋白质资源的推荐标准(36%)。

### 2.3 必需氨基酸的 CS 值和 AAS 值比较

4 种小檗科植物叶片中必需氨基酸的 CS 值和 AAS 值见表 3。南天竹、十大功劳和阔叶十大功劳叶片中的第一限制氨基酸(limiting amino acids)为甲硫氨酸+半胱氨酸(Met+Cys), 其 CS 值分别为 9.04、3.79 和 4.53; 日本小檗叶片中第一限制氨基酸为亮氨酸(Leu), CS 值为 5.64。4 种植物的第二限制制

表 2 4 种小檗科植物叶片中氨基酸组成及含量比较( $n=3$ )<sup>1)</sup>

Table 2 Comparison on composition and content of amino acids in leaf of four species in Berberidaceae ( $n=3$ )<sup>1)</sup>

种类 Species	含量/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Content										
	赖氨酸 Lys	甲硫氨酸 Met	苯丙氨酸 Phe	缬氨酸 Val	亮氨酸 Leu	异亮氨酸 Ile	苏氨酸 Thr	组氨酸 His	精氨酸 Arg	天冬氨酸 Asp	丝氨酸 Ser
南天竹 <i>Nandina domestica</i>	15.37a	5.15a	15.55a	8.59a	11.15a	5.40a	6.22b	4.46a	6.47a	12.13a	6.31b
十大功劳 <i>Mahonia fortunei</i>	7.62c	2.16d	8.12c	7.19c	7.22c	3.84c	5.34c	2.62c	4.33c	9.85c	5.96c
阔叶十大功劳 <i>Mahonia bealei</i>	8.78b	2.58c	9.14b	8.06b	9.04b	4.68b	6.32a	3.21b	5.19b	11.84b	7.45a
日本小檗 <i>Berberis thunbergii</i>	5.51d	3.02b	5.59d	6.24d	4.85d	3.26d	3.91d	1.86d	2.81d	7.36d	4.69d

  

种类 Species	含量/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Content										E/T 值/% E/T value
	谷氨酸 Glu	甘氨酸 Gly	丙氨酸 Ala	半胱氨酸 Cys	酪氨酸 Tyr	脯氨酸 Pro	必需氨基酸 Essential amino acids	非必需氨基酸 Non-essential amino acids	总氨基酸 Total amino acids		
南天竹 <i>Nandina domestica</i>	14.56a	6.50a	16.00a	0.00b	15.65a	15.28c	67.43	97.36	164.79	40.92	
十大功劳 <i>Mahonia fortunei</i>	11.66c	5.07c	14.06c	0.00b	11.69c	25.29b	41.49	90.53	132.02	31.43	
阔叶十大功劳 <i>Mahonia bealei</i>	13.49b	6.02b	14.78b	0.00b	11.90b	29.15a	48.60	103.03	151.63	32.05	
日本小檗 <i>Berberis thunbergii</i>	8.60d	3.21d	7.89d	11.01a	11.00d	8.35d	32.38	66.78	99.16	32.65	

<sup>1)</sup> 同列中不同的小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ) Different small letters in the same column indicate the significant difference ( $P < 0.05$ ).

表3 4种小檗科植物叶片中必需氨基酸的CS值和AAS值的比较

Table 3 Comparison on CS and AAS values of essential amino acids in leaf of four species in Berberidaceae

种类 Species	CS/%							
	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	赖氨酸 Lys	甲硫氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	苏氨酸 Thr	缬氨酸 Val	总计 Total
南天竹 <i>Nandina domestica</i>	10.00	12.97	21.96	9.04	33.55	13.23	13.02	113.77
十大功劳 <i>Mahonia fortunei</i>	7.11	8.40	10.89	3.79	21.30	11.36	10.89	73.74
阔叶十大功劳 <i>Mahonia bealei</i>	8.67	10.51	12.54	4.53	22.62	13.45	12.21	84.53
日本小檗 <i>Berberis thunbergii</i>	6.04	5.64	7.87	24.61	17.84	8.32	9.45	79.77

  

种类 Species	AAS/%							
	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	赖氨酸 Lys	甲硫氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	苏氨酸 Thr	缬氨酸 Val	总计 Total
南天竹 <i>Nandina domestica</i>	13.50	15.93	27.95	14.71	52.00	15.55	17.18	156.82
十大功劳 <i>Mahonia fortunei</i>	9.60	10.31	13.85	6.17	33.02	13.35	14.38	100.68
阔叶十大功劳 <i>Mahonia bealei</i>	11.70	12.91	15.96	7.37	35.07	15.80	16.12	114.93
日本小檗 <i>Berberis thunbergii</i>	8.15	6.93	10.02	40.09	27.65	9.78	12.48	115.10

基酸均为异亮氨酸(Ile)。此外,由表2和表3可知:南天竹叶片中必需氨基酸含量和AAS值均最高,说明南天竹叶片中必需氨基酸种类相对比较齐全、组成比例较为合理。

### 3 讨论和结论

供试的4种小檗科植物叶片的蛋白质和氨基酸组成差异较大,其中十大功劳和阔叶十大功劳虽为同属植物,但两者的总蛋白质组成和含量及氨基酸含量却有显著差异( $P<0.05$ ),表明植物遗传因素对其蛋白质和氨基酸组成影响较大。

供试4种植物中,南天竹叶片中赖氨酸(Lys)、甲硫氨酸(Met)、苯丙氨酸(Phe)、缬氨酸(Val)、亮氨酸(Leu)和异亮氨酸(Ile)的含量均最高,并且其氨基酸组成也更接近人体的需求;其叶片中Lys、Met、Phe、Val、Leu、Ile、苏氨酸(Thr)和组氨酸(His)等的含量均明显高于桑(*Morus alba* Linn.)叶<sup>[13]</sup>,其E/T值(40.92%)则超过了莲(*Nelumbo nucifera* Gaertn.)的种子(36.40%)<sup>[14]</sup>。综合分析结果显示:南天竹叶片所含的蛋白质品质较好、氨基酸组成较为平衡,更加接近人体必需氨基酸的构成模式值,在不考虑其他因素的前提下可以作为良好的植物蛋白质来源,具有较大的研究及开发潜力。

### 参考文献:

- [1] ZHANG H F, YANG X H, WANG Y. Microwave assisted extraction of secondary metabolites from plants: current status and future directions[J]. Trends in Food Science and Technology, 2011, 22(12): 672-688.
- [2] ZHANG H F, YANG T S, LI Z Z, et al. Simultaneous extraction of epimedin A, B, C and icariin from *Herba Epimedii* by ultrasonic technique[J]. Ultrasonics Sonochemistry, 2008, 15(4): 376-385.
- [3] 李妮亚,高培元,王紫.海南石斛属和金石斛属多糖及氨基酸含量分析[J].植物资源与环境学报,2004,13(4):57-58.
- [4] 李绍军,舒志明,魏良柱,等.丹参种子脂肪及蛋白质组分分析[J].西北植物学报,2008,28(9):1899-1903.
- [5] WU Z Y, RAVEN P H. Flora of China: Vol. 19[M]. Beijing: Science Press, 2011: 714-800.
- [6] 周荣汉,段金殿.植物化学分类学[M].上海:上海科学技术出版社,2005:3-225.
- [7] 中华人民共和国卫生部. GB 5009.5—2010 食品安全国家标准:食品中蛋白质的测定[S].北京:中国标准出版社,2010.
- [8] BERNARDINO-NICANOR A, SCILINGO A A, AÑÓN M C, et al. Guava seed storage protein: fractionation and characterization[J]. LWT-Food Science and Technology, 2006, 39(8): 902-910.
- [9] SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ E, RUBIO-WILHELMI M M, RÍOS J J, et al. Ammonia production and assimilation: its importance as a tolerance mechanism during moderate water deficit in tomato plants[J]. Journal of Plant Physiology, 2011, 168(8): 816-823.
- [10] WANG X S, TANG C H, YANG X Q, et al. Characterization, amino acid composition and *in vitro* digestibility of hemp (*Cannabis sativa* L.) proteins[J]. Food Chemistry, 2008, 107(1): 11-18.
- [11] MARTÍNEZ-VILLALUENGA C, TORRES A, FRIAS J, et al. Semolina supplementation with processed lupin and pigeon pea flours improve protein quality of pasta[J]. LWT-Food Science and Technology, 2010, 43(4): 617-622.
- [12] GALDÓN B R, MESA D R, RODRÍGUEZ E M R, et al. Amino acid content in traditional potato cultivars from the Canary Islands[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2010, 23(2): 148-153.
- [13] 冯华东,王建,马涛,等.柱后衍生HPLC法测定桑叶中的氨基酸含量[J].中国药事,2010,24(8):798-800.
- [14] 蔡联辉,曾虹燕,王亚举,等.莲子蛋白质的氨基酸组成及其营养评价[J].营养学报,2010,32(5):503-506.

(责任编辑:佟金凤,惠红)