

## 119种植物种子蛋氨酸含量分析

陈宏伟<sup>1,2,3,5</sup>, 杨进军<sup>2,4</sup>, 饶力群<sup>3</sup>, 邱业先<sup>1,2,3,5\*</sup>

(1. 苏州科技学院 化学与生物工程学院, 苏州 215009; 2. 江西农业大学 理学院, 南昌 330045; 3. 湖南农业大学 生物科学技术学院, 长沙 410128; 4. 天津理工大学 环境科学与安全工程学院, 天津 300191; 5. 江苏省环境功能材料重点实验室, 苏州 215009)

**摘要:** 豆科植物蛋白中含硫氨基酸尤其是蛋氨酸含量低, 影响其蛋白质的营养价值。为开发出更高甲硫氨酸含量蛋白质基因资源, 采用酸水解法, 对我国亚热带常见的 119 种森林植物种子的蛋氨酸含量进行了测定。结果表明: 93% 以上植物种子的蛋氨酸含量较低, 只有八仙花、榕叶冬青、山苍子、锌树、龙葵、栎树、商陆和盐肤木的蛋氨酸含量在 10.00 mg/g 以上, 其中盐肤木的蛋氨酸含量为 119 种植物中最高, 达 36.89 mg/g, 可以作为进一步开发的新型高蛋白氨基酸蛋白基因资源。

**关键词:** 亚热带植物; 贮藏蛋白; 蛋氨酸

中图分类号: Q517, Q781, S188 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2012)04-0557-04

## Analysis of methionine contents in seeds of 119 plants

CHEN Hong-Wei<sup>1,2,3,5</sup>, YANG Jin-Jun<sup>2,4</sup>,  
RAO Li-Qun<sup>3</sup>, QIU Ye-Xian<sup>1,2,3,5\*</sup>

(1. College of Chemistry and Bioengineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215009, China; 2. College of Science, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 3. College of Bioscience and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 4. School of Environmental Science and Safety Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin 300191, China; 5. Jiangsu Key Laboratory for Environment Functional Materials, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou, 215009, China)

**Abstract:** Low content of the sulfur amino acid especially methionine is responsible for the relatively poor nutritional quality of legume protein. The methionine content in seeds of 119 subtropical plants in our country was determined by acid hydrolysis method. The results showed that more than 93% plants had low methionine contents. However, the methionine content of *Hydrangea macrophylla*, *Ilex ficoidea*, *Litsea cubeba* var. *formosana*, *Catalpa ovata*, *Solanum nigrum*, *Koelreuteria paniculata*, *Phytolacca acinosa* and *Rhus chinensis* was found to exceed 10.00 mg/g, and that of *Rhus chinensis* was the highest, which reached 36.89 mg/g. The species *Rhus chinensis* could serve as a new methionine-rich protein gene resource.

**Key words:** subtropical plant; storage proteins; methionine

植物能合成它所需的全部氨基酸, 而人体需要供给一些必需氨基酸。但是一种植物蛋白质往往缺乏一些必需氨基酸, 通常谷物蛋白缺乏赖氨酸(Lys)及色氨酸(Trp), 蛋氨酸含量也不高, 而豆类

\* 收稿日期: 2011-12-12 修回日期: 2012-04-10

基金项目: 江西省新世纪学术与技术带头人项目(20030304); 江苏高校优势学科建设工程项目; 苏州科技学院基金(XKY201025)[Supported by New Century Learning and Technical Leader Project of Jiangxi Province(20030304); Project Funded by the Priority Academic Program Development of Jiangsu Higher Education Institutions (PAPD); Suzhou University of Science and Technology Foundation(XKY201025)]

作者简介: 陈宏伟(1978-), 男, 湖南茶陵人, 博士生, 讲师, 主要从事植物生物化学与分子生物学研究, (E-mail)hwchen2000@163.com。

\* 通讯作者: 邱业先, 博士生导师, 教授, 研究方向为生物化学与分子生物学, (E-mail)qyx542@mail.usts.edu.cn。

和多数蔬菜蛋白主要缺少含硫氨基酸,如蛋氨酸(Met)和半胱氨酸(Cys)。因此依靠单一农作物(如水稻、玉米)为主粮的人和动物,其营养是不均衡的,尤其是含硫氨基酸(蛋氨酸和半胱氨酸)缺乏,常常使得蛋氨酸成为第一限制性氨基酸(WHO,2007),所以改善农作物的蛋白质品质,特别是提高蛋白质的氨基酸成分,以便使它更适合于人类营养平衡的需要,已成为当今植物育种学家的一个主要目标。获取异源高蛋氨酸蛋白基因,通过基因工程的方法提高作物的蛋氨酸含量是一条重要途径(赵文明,1995)。迄今为止,已从巴西栗(Philippe等,1990; Susan等,1992)、玉米(Chui等,1995)、向日葵和花生(Basha等,1981)等作物中筛选分离了一些高含硫氨基酸主要是蛋氨酸的种子贮藏蛋白基因,并且成功地在转基因烟草、油菜、大豆、水稻(Tsuzuki等,1986)、马铃薯(Tu等,1998;李雷等,2000)、苜蓿(Amira等,2005;吕德扬等,2000)等植物中提高了含硫氨基酸的含量。为了开发出更高甲硫氨酸含量蛋白质基因资源,本研究通过对119种常见亚热带森林植物种子的贮藏蛋白进行蛋氨酸含量测定和分析,以明确其含量,发现高蛋氨酸森林植物资源,为新型高蛋氨酸种质资源的开发提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

119种常见亚热带植物种子均采自江西农业大学校园内和江西省南昌市梅岭。选取籽粒饱满的成熟种子,去壳后磨粉,收集干粉备用。

### 1.2 试验方法

酸水解法水解种子蛋白质,用Hitachi835-50高速氨基酸自动分析仪测定氨基酸含量。

### 1.3 精密仪器和药品规格

日本日立公司生产的Hitachi835-50高速氨基酸自动分析仪。药品均为分析纯。

## 2 结果与分析

### 2.1 蛋氨酸含量分析

2.1.1 含量分析 由表1可以得知,在所测定的54科119种常见亚热带森林植物种子中,其种子干粉平均蛋氨酸含量为4.55、10.00 mg/g以下的共有111种之多,占比在93%以上,其中有22种植物种

子蛋氨酸含量极微。

2.1.2 种属分析 由表1可以看出,每克种子干粉中蛋氨酸含量低于1.00 mg的22种,含量在1.00~2.00 mg/g的有1种,含量在2.00~3.00 mg/g的有21种,含量在3.00~4.00 mg/g的有21种,含量在4.00~5.00 mg/g的有19种,含量在5.00~6.00 mg/g的有6种,含量在6.00~7.00 mg/g的有9种,含量在7.00~8.00 mg/g的有8种,含量在8.00~9.00 mg/g的有3种,含量在9.00~10.00 mg/g的有1种,含量在10.00~20.00 mg/g的有5种,含量在20.00~30.00 mg/g的有2种,含量在30.00 mg/g以上的只有1种,即盐肤木,为36.89 mg/g。多数同属中不同种的植物蛋氨酸含量较为接近,如樟科樟属的樟树、阴香、细叶香桂的蛋氨酸含量相近。

2.1.3 科属分析 本研究测定的119种植物分属54个科,相对而言,同科植物中,蛋氨酸含量也大多接近,只在无患子科、漆树科、茄科、樟科、商陆科的少数不同属或者不同种的植物中,蛋氨酸含量相差较大。

## 3 讨论

上述分析结果表明,大多数植物的蛋氨酸含量较低,这与多数植物较为缺乏蛋氨酸相符。各科属植物中种子蛋氨酸含量也较为接近,只有少数植物如八仙花、榕叶冬青、山苍子、锌树、龙葵、栾树、商陆和盐肤木等种子贮藏蛋白蛋氨酸含量较高,其中盐肤木的种子干粉中蛋氨酸含量即已达36.89 mg/g,即3.69%,扣除种子中淀粉等物质的比例,其蛋氨酸含量大大超过了联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)规定的标准氨基酸比例(每种必需氨基酸占总蛋白的3.5%),我们有理由相信盐肤木种子贮藏蛋白具有乐观的研究和开发前景。

近年来,将编码高含硫氨基酸的基因转入相对缺乏含硫氨基酸的农作物中改善氨基酸平衡已经取得一些进展。Tu等(1998)将巴西豆2S蛋白基因导入植物显著提高了转基因植株中含硫氨基酸的含量,李雷等(2000)将玉米醇溶蛋白基因导入马铃薯也明显提高了马铃薯块茎中含硫氨基酸的含量,吕德扬等(2000)也成功获得了高含硫氨基酸的转基因苜蓿。但目前从GenBank上获得的高蛋氨酸蛋白基因序列只有166条记录,且绝大部分为昆虫蛋白基因,植物源仅有34条,其中玉米源高蛋氨酸蛋白

表 1 119 种植物种子中蛋氨酸含量的测定 (单位:mg/g)  
Table 1 Determination of met content in seeds of 119 plants

植物种类 Plant species	蛋氨酸 含量 Met content	植物种类 Plant species	蛋氨酸 含量 Met content	植物种类 Plant species	蛋氨酸 含量 Met content
柿树科 Ebenaceae		省沽油科 Staphyleaceae		忍冬科 Caprifoliaceae	
1. 罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	5.12	44. 银鹊树 <i>Tapiscia sinensis</i>	6.22	85. 金银花 <i>Lonicera japonica</i>	3.23
茶科 Theaceae		45. 野鸭椿 <i>Euscaphis japonica</i>	3.89	86. 茶茱萸 <i>Viburnum setigerum</i>	—
2. 木荷 <i>Schima saepeba</i>	6.00	46. 锐尖山香圆 <i>Turpinia arguta</i>	4.99	87. 宜昌茱萸 <i>V. ichangense</i>	—
3. 黄瑞木 <i>Adinandra millettii</i>	3.40	榆科 Ulmaceae		88. 南方茱萸 <i>V. fordiae</i>	3.54
4. 油茶 <i>Camellia oleifera</i>	3.54	47. 榔榆 <i>Ulmus parvifolia</i>	3.83	89. 陆英 <i>Sambucus chinensis</i>	5.62
壳斗科 Fagaceae		蔷薇科 Rosaceae		槭树科 Aceraceae	
5. 麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	4.06	48. 光叶石楠 <i>Photnia glabra</i>	7.61	90. 三峡槭 <i>Acer wilsonii</i>	6.27
6. 苦槠 <i>Castanopsis sclerophylla</i>	2.49	49. 小叶石楠 <i>P. parvifolia</i>	3.27	91. 中华槭 <i>A. sinense</i>	6.28
7. 青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	—	50. 桃叶石楠 <i>P. prunifolia</i>	2.73	猕猴桃科 Actinidia lanceolata	
8. 滑皮石栎 <i>Lithocarpus skanianus</i>	—	51. 大果花楸 <i>Sorbus megalocarpa</i>	—	92. 小叶猕猴桃 <i>A. lanceolata</i>	3.53
9. 水青冈 <i>Fagus longipetiolata</i>	2.02	52. 金樱子 <i>Rosa laevigata</i>	—	茄科 Solanaceae	
豆科 Leguminosae		53. 高粱泡 <i>Rubus lambertianus</i>	—	93. 野海茄 <i>Solanum japonense</i>	6.39
10. 马缨花 <i>Albizia julibrissin</i>	7.24	柏科 Cupressaceae		94. 龙葵 <i>S. nigrum</i>	18.29
11. 山蚂蝗 <i>Deamodium racemosum</i>	6.20	54. 侧柏 <i>Platyclusus orientalis</i>	2.26	山矾科 Symlocaceae	
千屈菜科 Lythraceae		石榴科 Puniceae		95. 南岭山矾 <i>Symplocos confusa</i>	2.58
12. 紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i>	5.40	55. 石榴 <i>Punica granatum</i>	4.85	马鞭草科 Verbenaceae	
虎耳草科 Saxifragaceae		樟科 Lauraceae		96. 紫珠 <i>Callicarpa japonica</i>	3.65
13. 八仙花 <i>Hydrangea macrophylla</i>	10.50	56. 山苍子 <i>Litsea cubeba</i> var. <i>formosana</i>	11.46	百合科 Liliaceae	
14. 鼠刺 <i>Itea chinensis</i>	3.66	57. 木姜子 <i>L. cubeba</i>	3.14	97. 山姜 <i>Polygonatum cyrtoneura</i>	4.49
茜草科 Rubiaceae		58. 山胡椒 <i>Lindera glauca</i>	—	98. 黄精 <i>P. sibiricum</i>	2.22
15. 粗叶木 <i>Lasianthus chinensis</i>	4.47	59. 乌药 <i>L. aggregata</i>	2.83	99. 土茯苓 <i>Smilax glabra</i>	2.69
16. 黄栀子 <i>Gardenia jasminoides</i>	9.20	60. 樟树 <i>Cinnamomum camphora</i>	4.59	旋花科 Convolvulaceae	
17. 山黄皮 <i>Randia cochinchinensis</i>	2.30	61. 细叶香桂 <i>C. subavenium</i>	4.35	100. 菟丝子 <i>Cuscuta chinensis</i>	3.71
18. 狗骨柴 <i>Thicalysia dubia</i>	7.48	62. 阴香 <i>C. burmannii</i>	3.01	金粟花科 Chloranthaceae	
19. 流苏 <i>Thysanospemum defusum</i>	3.42	63. 湘楠 <i>Phoebe hunanensis</i>	—	101. 草珊瑚 <i>Sarcandra glabra</i>	3.26
20. 毛鸡矢藤 <i>Paederia scandens</i>	7.42	芸香科 Rutaceae		紫金牛科 Myrsinaceae	
悬铃木科 Platanaceae		64. 黄蘗 <i>Phellodendron amurense</i>	2.28	102. 朱砂根 <i>Ardisia crenata</i>	2.26
21. 悬铃木 <i>Plantanus acerifolia</i>	2.04	大戟科 Euphorbiaceae		103. 铁凉伞 <i>A. bicolor</i>	4.84
蓝果树科 Nyssaceae		65. 油桐 <i>Vernicia fordii</i>	3.54	104. 杜茎山 <i>Maesa japonica</i>	7.98
22. 喜树 <i>Campthotheca acuminata</i>	8.60	66. 乌柏 <i>Sapium sebiferum</i>	4.50	105. 血党 <i>Ardisia brevicaulis</i>	—
木兰科 Magnoliaceae		67. 山乌柏 <i>Sapium didcolor</i>	—	胡桃科 Juglandaceae	
23. 野含笑 <i>Michelia skinneriana</i>	4.38	68. 酸味子 <i>Antidesma japonicum</i>	4.35	106. 青钱柳 <i>Cyclocarya paliurus</i>	4.96
24. 紫花含笑 <i>M. crassipes</i>	4.13	69. 野南瓜 <i>Glochidion puberum</i>	2.68	棕榈科 Areaceae (palmaceae)	
25. 深山含笑 <i>M. maudiae</i>	6.76	杉科 Taxodiaceae		107. 棕榈 <i>Trachycarpus fortunei</i>	2.98
26. 乐昌含笑 <i>M. chapensis</i>	1.80	70. 柳杉 <i>Cryptomeria fortunei</i>	—	莎草科 Cyperaceae	
27. 南五味子 <i>Kadsura longepedunculata</i>	8.61	71. 杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	3.55	108. 莎草 <i>Scirpus triqueter</i>	7.46
木犀科 Oleaceae		五加科 Araliaceae		石蒜科 Amaryllidaceae	
28. 女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	4.28	72. 槲木 <i>Aralia chinensis</i>	—	109. 石蒜 <i>Lycoris radiata</i>	2.61
29. 小蜡树 <i>L. sinensis</i> var. <i>myrianthum</i>	5.71	73. 黄毛槲木 <i>A. decaisneana</i>	5.08	山茶科 Theaceae	
30. 流苏树 <i>Chionanthus retusus</i>	4.56	74. 星毛鹅掌柴 <i>Schefflera minutistellata</i>	3.61	110. 杨桐 <i>Cleyera japonica</i>	6.53
冬青科 Aquifoliaceae		无患子科 Sapindaceae		111. 柃木 <i>Eurya japonica</i>	4.20
31. 榕叶冬青 <i>Ilex ficoidea</i>	11.46	75. 无患子 <i>Sapindus mukorossi</i>	—	玄参科 Scrophulariaceae	
32. 毛冬青 <i>I. pubescens</i>	4.60	76. 栲树 <i>Koelreuteria paniculata</i>	20.51	112. 毛泡桐 <i>Paulownia tomentosa</i>	7.19
33. 凹叶冬青 <i>I. championii</i>	2.72	木通科 Lardizabalaceae		113. 泡桐 <i>P. fortune</i>	7.13
34. 铁冬青 <i>I. rotunda</i>	2.64	77. 紫花牛姆瓜 <i>Holboellia fargesii</i>	—	红豆杉科 Taxaceae	
35. 落霜红 <i>I. serrata</i>	2.09	桃金娘科 Myrtaceae		114. 南方红豆杉 <i>Taxus mairei</i>	3.67
松科 Pinaceae		78. 乌口树 <i>Syzygium cumini</i>	—	商陆科 Phytolaccaceae	
36. 马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	8.62	79. 赤楠 <i>S. buxifolium</i>	2.88	115. 商陆 <i>Phytolacca acinosa</i>	23.89

续表 1

植物种类 Plant species	蛋氨酸 含量 Met content	植物种类 Plant species	蛋氨酸 含量 Met content	植物种类 Plant species	蛋氨酸 含量 Met content
37. 黄山松 <i>P. taiwanensis</i>	—	小檗科 Berberidaceae		116. 洋商陆 <i>P. americana</i>	5.89
38. 黑松 <i>P. thunbergii</i>	—	80. 阔叶十大功劳 <i>Mahonia bealei</i>	6.58	桑科 Moraceae	
漆树科 Anacardiaceae		苏木科 Caesalpiniaceae		117. 琴叶榕 <i>Ficus pandurata</i>	4.73
39. 盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	36.89	81. 皂荚 <i>Gleditsia sinensis</i>	—	卫矛科 Celastraceae	
40. 野漆树 <i>R. sylvestris</i>	3.31	海桐花科 Pittosporaceae		118. 哥兰叶 <i>Celastrus gemmaatus</i>	—
41. 南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i>	3.31	82. 短萼海桐 <i>Pittosporum brevicalyx</i>	4.81	鼠李科 Rhamnaceae	
紫葳科 Bignoniaceae		83. 崖花海桐 <i>P. sahnianum</i>	—	119. 小叶冻绿 <i>Rhamnus vigata</i>	2.90
42. 锌树 <i>Catalpa ovata</i>	10.34	楝科 Meliaceae			
野茉莉科 Styracaceae		84. 苦楝 <i>Melia azedarach</i>	—		
43. 小叶白辛树 <i>Pterostyrax corymbosa</i>	2.14				

注：“—”表示蛋氨酸含量极微

Note: “—” presents infinitesimal content of Met.

基因序列达 19 条,其他基因分别来源于荞麦、番茄、巴西豆、向日葵、高粱、花生、水稻、豆类植物等。

本文对我国资源丰富的亚热带常见森林植物种子贮藏蛋白的甲硫氨酸的含量进行了测定,发现盐肤木、商陆和栲树等森林植物种子贮藏蛋白中具有高含量的蛋氨酸,这无疑将丰富高蛋氨酸蛋白基因资源的生物多样性,并为广泛开展高蛋氨酸蛋白基因性状的遗传和分子机理研究提供有效的科学依据;通过基因组学和蛋白质组学的研究也将为高蛋氨酸蛋白基因克隆、蛋白质工程和转基因作物的研究挖掘更多的基因资源。

### 参考文献:

- 赵文明. 1995. 种子蛋白质基因工程[M]. 西安:陕西科技出版社
- Amira G, Ifat M, Tal A, *et al.* 2005. Soluble methionine enhances accumulation of a 15 kDa zein, a methionine-rich storage protein, in transgenic alfalfa but not in transgenic tobacco plants[J]. *J Exp Bot*, **56**(419): 2 443-2 452
- Bagga SC, Potenza C, Ross J, *et al.* 2005. A transgene for high methionine protein is posttranscriptionally regulated by methionine[J]. *In Vitro Cell Dev-Pl*, **41**(6): 731-741
- Basha SM, Pancholy SK. 1981. Identification of methionine-rich polypeptides in peanut (*Arachis hypogaea*) seed[J]. *J Agric Food Chem*, **29**(2): 331-335
- Benner MS, Phillips RL, Kirihara A, *et al.* 1989. Genetic analysis

of methionine-rich storage protein accumulation in maize[J].

*Theor Appl Genet*, **78**(6): 761-767

Chui CF, Falco SC. 1995. A new methionine-rich seed storage protein from maize[J]. *Plant Physiol*, **107**: 291

Li L(李雷), Liu SM(刘松梅), Hu YL(胡鸢雷), *et al.* 2000. The transferred 10Ku maize zein genes increase in sulfur containing amino acid content in potato tubers(导入玉米 10 ku 醇溶蛋白基因提高马铃薯块茎中含硫氨基酸的含量)[J]. *Chin Sci Bull(科学通报)*, **45**(12): 1 313-1 316

Lü DY(吕德扬), Fan YL(范云六), Yu MM(俞梅敏). 2000. Regeneration of HNP transgenic alfalfa plants by agrobacterium mediated gene transfer[J]. *Acta Genet Sin*, **27**(4): 331-337

Philippe G, Elionor RP, De A, *et al.* 1990. Expression of the 2S albumin from *Bertholletia excelsa* in *Brassica napus* [J]. *Mol Gen Genet*, **221**: 306-314

Susan BA, Karen WP, Filomena WL, *et al.* 1992. Accumulation of a Brazil nut albumin in seeds of transgenic canola results in enhanced levels of seed protein methionine[J]. *Plant Mol Biol*, **8**(3): 235-245

Tsuzuki E, Furusho M. 1986. Studies on the characteristics of scented rice. A trail of rice breeding for high protein variety[J]. *Japan J Crop Sci*, **55**(1): 7-14

Tu HM, Godfrey LW, Sun SS. 1998. Expression of the Brazil nut methionine-rich protein and mutants with increased methionine in transgenic potato[J]. *Plant Mol Biol*, **37**: 829-838

WHO. 2007. Technical Report Series[R]. No. 935.

Wu YW, Goettel W, Messing J. 2009. Non-Mendelian regulation and allelic variation of methionine-rich delta-zein genes in maize [J]. *Theor Appl Genet*, **119**(4): 721-731