

云南不同产地臭灵丹草氨基酸测定及营养评价

杨芳¹, 严世武², 马维思², 杨斌^{2*}

(1. 云南省农业科学院质量标准与检测技术研究所, 昆明 650223;

2. 云南省农业科学院药用植物研究所, 昆明 650205)

摘要: **目的** 以云南 10 个不同产地臭灵丹草为研究对象, 测定其氨基酸组成及含量, 对其营养价值进行评价, 为臭灵丹草的资源利用及质量控制提供理论依据。 **方法** 采用氨基酸自动分析仪对氨基酸测定, 利用氨基酸比值系数法和聚类分析法探讨不同产地臭灵丹草在氨基酸营养价值上的差异。 **结果** 各产地臭灵丹草中均含有 17 种氨基酸以及 1 种非蛋白类氨基酸 γ -氨基丁酸, 其中包括 7 种人体必需氨基酸, 各产地臭灵丹草氨基酸总量为 9.25%~19.74%, 必需氨基酸含量为 3.97%~8.63%, 各产地臭灵丹草中氨基酸总量和必需氨基酸含量有明显差异, 但各种氨基酸含量分布类似。臭灵丹草中氨基酸含量较高, 且比例均衡, 超过 FAO/WHO 提出的推荐值。臭灵丹草的氨基酸比值系数分(SRC)平均值为 78.22, 第一限制氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸。臭灵丹草中含有丰富的药效氨基酸, 占氨基酸总量的 62.74%~66.48%。以氨基酸总量、必需氨基酸含量、药效氨基酸含量、必需氨基酸与氨基酸总量比值(E/T)、必需氨基酸与非必需氨基酸比值(E/N)、SRC 值等为指标, 聚类分析将各地臭灵丹草分为 4 类。 **结论** 臭灵丹草具有较高的营养价值和保健作用, 有待成为新资源食品, 可进一步开发利用。

关键词: 臭灵丹草; 氨基酸; 成分分析; 营养评价

Amino acid composition and nutritional evaluation of *Laggera pterodonta* (DC.) Benth. from different areas in Yunnan

YANG Fang¹, YAN Shi-Wu², MA Wei-Si², YANG Bin^{2*}

(1. Agri-Food Quality Standard & Testing Technology Institute, Yunnan Academy of Agricultural Science, Kunming 650223, China; 2. Institute of Medicinal Plants Research, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China)

ABSTRACT: Objective To detect and evaluate the nutrition quality of *Laggera pterodonta* (DC.) Benth from 10 regions of Yunnan through amino acids composition and content for providing a theoretical basis of the utilization and quality control of *Laggera pterodonta* (DC.) Benth. **Methods** Amino acid composition was analyzed with automatic amino acid analyzer. Ratio coefficient of amino acid method and cluster analysis were conducted to evaluate nutrition quality and distinguish differences among the heterotrophic strains of *L. pterodonta* (DC.) Benth.. **Results** All samples had 17 kinds of amino acids and γ -aminobutyric, including 7 kinds of essential amino acids. The total amino acids content in *L. pterodonta* (DC.) Benth. from different regions was in range from 9.25%~19.74%, the essential amino acids content was in range from 3.97% to 8.63%.

基金项目: 云南省科技创新强省计划(2010AE003)、云南省技术创新人才培养计划

Fund: Supported by the Science and Technology Innovation Project of Yunnan Province (2010AE003) and the Yunnan Province Technological Innovation Talent Training Project

*通讯作者: 杨斌, 副研究员, 主要研究方向为药用植物栽培与质量控制。E-mail: yb0872@163.com

*Corresponding author: YANG Bin, Associate Research Fellow, Cultivation and Quality control of Medicinal Plants, Institute of Medicinal Plants Research, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, No. 2238, Beijing road, Kunming 650205, China. E-mail: yb0872@163.com

Although there were significant differences between total amino acids and essential amino acids from different region, the *L. Pterodonta* (DC.) Benth contained almost all essential amino acids in a well-balanced proportion, and the essential amino acid composition exceeded the FAO/WHO recommended pattern. With amino acids ratio coefficient, the score of amino acids ratio coefficient SRC was 78.22, the first limiting amino acids were Met+Cys, the medicinal amino acids took up 62.74%~66.48% of the total amino acids. In addition, the multivariate statistical method was used to analyze the differences in amino acid content, essential amino acid content, medicinal amino acid content, the ratio of essential amino acids and total amino acids (E/T), the ratio of essential amino acids and non essential amino acids (E/N) and SRC among the samples from 10 regions. These geographic origins were classified into 4 categories by cluster analysis. **Conclusion** *L. pterodonta* (DC.) Benth. has a high nutritional value and health benefit, and can be processed into natural green products.

KEY WORDS: *Laggerapterodonta* (DC.) Benth; amino acids; content analysis; nutritional evaluation

1 引言

臭灵丹草(*Laggera pterodonta* (DC.) Benth.)为菊科六棱菊属植物翼齿六棱菊的全草,主要分布于我国云南、四川、贵州、广西等地^[1]。臭灵丹草是我国传统中药材,具有清热解毒,止咳祛痰功效,民间常用煎煮或泡水等方法饮用,用于治疗风热感冒、咽喉肿痛和肺热咳嗽等症^[2]。现代药理研究表明臭灵丹草具有较强的抗菌消炎^[3]、抗癌^[4]、抗氧化^[5]等活性。

《中华人民共和国药典》中记载臭灵丹草的主要特征成分是洋艾素。但是,越来越多的研究表明药用植物中的多种氨基酸不仅具有营养价值,还对药效起辅助作用^[6]。本文对云南不同产地臭灵丹草中氨基酸成分进行分析和营养价值评价,以期为深入研究和开发利用臭灵丹草资源提供科学依据。

2 材料与方法

2.1 实验材料与试剂

实验材料:臭灵丹草样品。采自云南10个产地,经专家鉴定均为菊科植物翼齿六棱菊(*Laggera pterodonta* (DC.) Benth.)的茎叶。每个样品采样10~15株,采样后选取叶片数量、大小及茎的粗细、长度基本一致的茎叶部分,在60℃下烘干至恒重,粉碎过60目筛,备用,详见表1。

试剂:氨基酸标准品(2.5 μmol/mL 其中胱氨酸1.25 μmol/mL,美国Sigma公司);γ-氨基丁酸(纯度99%,美国Sigma公司);茛三酮(优级纯,美国Sigma公司);柠檬酸钠(优级纯,国药集团化学试剂有限公司);盐酸、氢氧化钠、柠檬酸、氯化钠、无水碳酸

钠等(分析纯,国药集团化学试剂有限公司)。

表1 臭灵丹草样品

Table 1 The samples of *Laggera pterodonta* (DC.) Benth.

编号	采样地
C1	云南省楚雄州武定县
C2	云南省楚雄州南华县
C3	云南省楚雄州禄丰县
C4	云南省大理州弥渡县
C5	云南省大理州永平县
C6	云南省楚雄州楚雄市
C7	云南省怒江州泸水县
C8	云南省大理州大理市
C9	云南省大理州鹤庆县
C10	云南省昆明市盘龙区

2.2 仪器与设备

L-8800型氨基酸自动分析仪(日本日立公司);BSA224S-CW型电子天平(赛多利斯科学仪器(北京)有限公司);HG101-2型鼓风干燥箱(南京实验仪器厂)。

2.3 实验方法

2.3.1 标准溶液的配制

分别准确移取2.5 μmol/mL氨基酸标准溶液1 mL和2.5 μmol/mL γ-氨基丁酸溶液1 mL,混合均匀,用0.02 mol/L的盐酸溶液稀释定容至25 mL,得到浓度为0.1 mmol/L的标准溶液。用0.45 μm的滤膜过滤,进样20 μL。

2.3.2 样品溶液制备

选取规格基本相同的样品, 干燥后粉碎混合均匀, 称取试样约 100 mg 置于 20 mL 玻璃水解管中, 加入 10 mL 6.0 mol/L 盐酸溶液, 摇匀, 抽真空, 封口。将水解管放入恒温干燥箱中, 在 (110 ± 2) °C 下水解 22 h, 冷却后过滤。用 6.0 mol/L 的氢氧化钠溶液调 pH 至中性, 并定容到 25 mL。取 1 mL 样液与 1 mL 0.02 mol/L 盐酸溶液混合, 用 0.45 μm 的滤膜过滤, 进样 20 μL 。用 L-8800 氨基酸自动分析系统计算各氨基酸含量。

2.3.3 色谱条件

标准分析柱(4.6 mm \times 60.0 mm), 分离柱温度: 57.0 °C, 反应柱温度: 136 °C

3 结果与分析

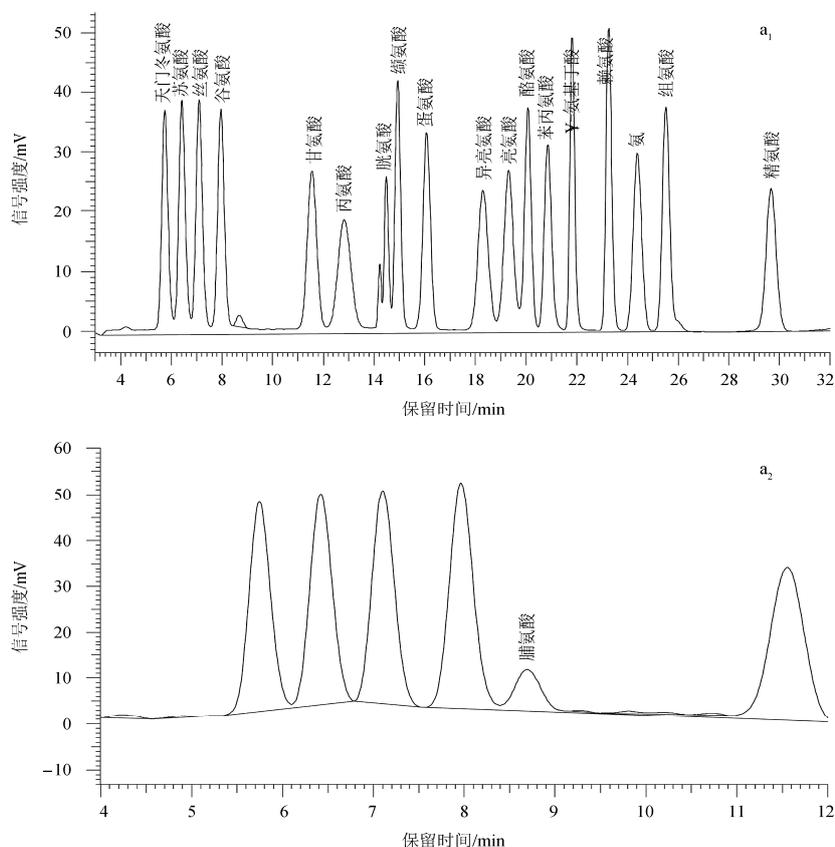
3.1 不同产地臭灵丹草中氨基酸组成及含量分析

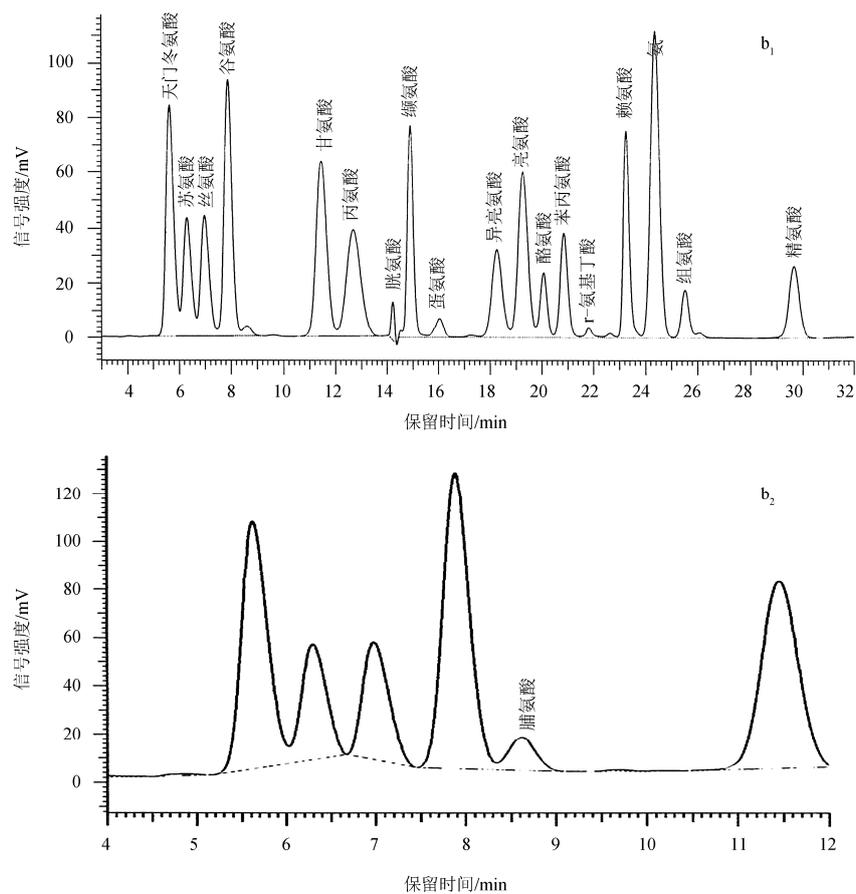
由图 1 可以看出, 使用氨基酸分析仪对臭灵丹草样品中的氨基酸进行测定, 18 种氨基酸峰均得到较为明显的分离, 分离效果良好。

不同产地臭灵丹草样品的氨基酸种类和含量测

定结果见表 2。10 个不同产地的臭灵丹草中氨基酸种类较为齐全, 均检测出 17 种蛋白类氨基酸(色氨酸在盐酸水解时被破坏, 未能检出)和 1 种非蛋白类氨基酸 γ -氨基丁酸, 总氨基酸含量(T)为 9.25%~19.74%, 平均为 14.29%, 明显高于天麻^[6]、党参^[7]、红枣^[8]、芡实^[9]、枸杞^[10]。不同产地的氨基酸总量差异较大, C4 氨基酸总量最高, 达 19.74%, C1 的臭灵丹草氨基酸总量最低, 为 9.25%。10 个不同产地的臭灵丹草中各种氨基酸含量分布类似, 天门冬氨酸和谷氨酸含量均较高, 排在各种氨基酸含量的前两位; 蛋氨酸和胱氨酸的含量较低。

从表 2 可知, 不同产地的臭灵丹草样品中, 均含有 7 种人体必需氨基酸, 其含量为 3.97%~8.63%, 其中 C4 最高, C1 最低。必需氨基酸中亮氨酸含量最高, 占必需氨基酸总量的 22.25%。其次是赖氨酸, 蛋氨酸最低, 仅为必需氨基酸总量的 2.79%。E/T 平均为 42.15%, E/N 平均为 72.86%, 均超过 FAO/WHO 制定的蛋白质评价氨基酸标准模式, 即 E/T 为 40%, E/N 为 60%。表明臭灵丹草中必需氨基酸含量较高, 具有较好的营养价值。





注: a 为氨基酸标准图谱; b 为臭灵丹草样品图谱; 数字 1、2 分别表示在 570 nm、440 nm 波长处的氨基酸图谱。

图 1 标准图谱和臭灵丹草氨基酸分析图谱

Fig. 1 Amino acid analysis spectrogram of standard and *Laggera pterodonta* (DC.) Benth.

表 2 不同产地臭灵丹草中氨基酸组成和含量

Table 2 Composition and content of amino acid in *Laggera pterodonta* from different areas

氨基酸种类	氨基酸含量/%										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	平均值
天门冬氨酸 Asp#	0.89	1.49	1.06	2.16	1.52	2.45	2.09	1.22	1.34	2.05	1.63
苏氨酸 Thr*	0.47	0.7	0.52	0.95	0.52	0.91	0.78	0.63	0.68	0.90	0.71
丝氨酸 Ser	0.44	0.64	0.49	0.83	0.48	0.78	0.68	0.57	0.67	0.74	0.63
谷氨酸 Glu#	1.08	1.57	1.2	2.18	1.16	1.94	1.73	1.42	1.57	2.50	1.63
甘氨酸 Gly#	0.51	0.78	0.58	1.06	0.55	0.97	0.86	0.67	0.82	0.95	0.77
丙氨酸 Ala	0.54	0.8	0.61	1.08	0.56	0.99	0.89	0.7	0.86	1.07	0.81
胱氨酸 Cys	0.22	0.22	0.24	0.2	0.19	0.25	0.24	0.23	0.18	0.14	0.21
缬氨酸 Val*	0.63	0.95	0.72	1.42	0.73	1.26	1.1	0.87	0.97	1.27	0.99
蛋氨酸 Met*#	0.09	0.15	0.13	0.29	0.1	0.2	0.17	0.19	0.2	0.16	0.17
异亮氨酸 Ile*#	0.52	0.77	0.6	1.15	0.63	1.04	0.89	0.71	0.75	1.05	0.81
亮氨酸 Leu*#	0.89	1.31	1.03	1.89	0.97	1.68	1.48	1.21	1.29	1.65	1.34

续表 2

氨基酸种类	氨基酸含量/%										平均值
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
酪氨酸 Tyr	0.34	0.51	0.41	0.78	0.39	0.65	0.58	0.47	0.56	0.57	0.53
苯丙氨酸 Phe*#	0.59	0.89	0.69	1.45	0.75	1.33	1.08	0.83	0.86	1.13	0.96
赖氨酸 Lys*#	0.78	0.99	0.87	1.48	0.75	1.27	1.08	0.93	1.11	1.23	1.05
组氨酸 His	0.22	0.32	0.25	0.49	0.25	0.46	0.38	0.33	0.41	0.46	0.36
精氨酸 Arg#	0.56	0.85	0.64	1.27	0.62	1.24	1.02	0.75	0.9	0.95	0.88
脯氨酸 Pro	0.48	0.68	0.48	1.06	0.48	0.81	0.85	0.91	0.65	1.76	0.82
氨基酸总量 T	9.25	13.62	10.52	19.74	10.65	18.23	15.9	12.64	13.82	18.56	14.29
必需氨基酸 E	3.97	5.76	4.56	8.63	4.45	7.69	6.58	5.37	5.86	7.37	6.02
非必需氨基酸 N	5.28	7.86	5.96	11.11	6.2	10.54	9.32	7.27	7.96	11.18	8.27
药效氨基酸 M	5.91	8.80	6.80	12.93	7.05	12.12	10.40	7.93	8.84	11.65	9.24
E/T(%)	42.92	42.29	43.35	43.72	41.78	42.18	41.38	42.48	42.40	39.73	42.15
E/N(%)	75.19	73.28	76.51	77.68	71.77	72.96	70.60	73.87	73.62	65.93	72.86
M/T(%)	63.89	64.61	64.64	65.50	66.20	66.48	65.41	62.74	63.97	62.80	64.67
γ -氨基丁酸 GABA#	0.06	0.05	0.06	0.03	0.06	0.06	0.06	0.11	0.12	0.12	0.07

注: 1.*必需氨基酸; 2.#药效氨基酸; 3.E/T必需氨基酸与氨基酸总量比值; 4.E/N必需与非必需氨基酸比值; 5.M/T药效氨基酸与氨基酸总量比值

3.2 臭灵丹草中氨基酸的营养评价

3.2.1 不同产地臭灵丹草中各种必需氨基酸与 FAO/WHO 推荐的氨基酸模式谱的比较

食物中各类蛋白质的氨基酸营养价值主要由所含必需氨基酸的种类、数量和组成比例决定, 其组成越接近人体所需氨基酸的比例, 其营养价值越高^[9]。为了确定不同产地臭灵丹草中氨基酸的营养价值, 将其所含必需氨基酸与 FAO/WHO 推荐的氨基酸模式谱标准值进行比较^[11]。由表 3 可知, C3 中各必需氨基酸数值均高于模式谱标准; 其他各产地臭灵丹草中, 除蛋氨酸+胱氨酸的数值低于模式谱标准外, 其余各必需氨基酸均高于模式谱标准, 表明臭灵丹草中必需氨基酸相对均衡、合理, 符合人体摄入的需要。其中 C3 中必需氨基酸配比最为合理。

3.2.2 氨基酸比值系数法对不同产地臭灵丹草中必需氨基酸营养价值的评价

为进一步说明云南不同产地臭灵丹草中氨基酸的营养价值, 采用氨基酸比值系数法对臭灵丹草中的氨基酸进行质量评价^[13]。利用 FAO/WHO 的必需氨基酸模式, 计算样品中必需氨基酸的比值(RAA)、

氨基酸比值系数(RC)和氨基酸比值系数分(SRC)来评价其营养价值。10 个产地臭灵丹草中各种必需氨基酸的 RAA、RC 及 SRC 见表 4。

从表 4 中可以看出, 臭灵丹草的 SRC 平均值为 78.22, 超过大米、小麦和马铃薯的 SRC 值^[12], 说明其营养价值较高。各产地中以 C1 最高, 达 83.62, 其次是 C3, C10 最低。同时, 从表 4 中也可以看出, 在各产地臭灵丹草中蛋氨酸+胱氨酸的 RC 值最小, 因此, 第一限制氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸。但各产地臭灵丹草中苯丙氨酸+酪氨酸、异亮氨酸含量较高, 可以根据蛋白质互补法和其他蛋白按一定比例互混, 提高其营养价值。根据上述结果, 臭灵丹草氨基酸组成配比平衡, 表明蛋白质利用率很高。

3.3 不同产地臭灵丹草中药效氨基酸含量

由表 2 可知, 臭灵丹草中含有丰富的药效氨基酸, 其平均含量为 9.24%, 高于党参^[7]、芡实^[9]、枸杞^[10]、锦灯笼果^[13]等药食两用的中药材。臭灵丹草中药效氨基酸占氨基酸总量的 62.74%~66.48%, 其组成比较高。臭灵丹草中含量居前 3 位的谷氨酸、天门冬氨酸和亮氨酸均为药效氨基酸。这些药效氨基酸均具

表 3 各种必需氨基酸与 FAO/WHO 推荐氨基酸模式谱比较

Table 3 Comparison of essential amino acid composition in *Lagdera pterodonta* and FAO/WHO recommended pattern

种类	Thr	Val	Met+Cys	Ile	Leu	Phe+Tyr	Lys
FAO/WHO 模式谱	4.00	5.00	3.50	4.00	7.00	6.00	5.50
C1	5.08	6.81	3.35	5.62	9.62	10.05	8.43
C2	5.14	6.98	2.72	5.65	9.62	10.28	7.27
C3	4.94	6.84	3.52	5.70	9.79	10.46	8.27
C4	4.81	7.19	2.48	5.83	9.57	11.30	7.50
C5	4.88	6.85	2.72	5.92	9.11	10.70	7.04
C6	4.99	6.91	2.47	5.70	9.22	10.86	6.97
C7	4.91	6.92	2.58	5.60	9.31	10.44	6.79
C8	4.98	6.88	3.32	5.62	9.57	10.28	7.36
C9	4.92	7.02	2.75	5.43	9.33	10.27	8.03
C10	4.86	6.82	1.63	5.64	8.87	9.15	6.60

表 4 各种必需氨基酸的 RAA、RC 及 SRC

Table 4 RAA, RC and SRC of essential amino acids in *Lagdera pterodonta*

产地		Thr	Val	Met+Cys	Ile	Leu	Phe+Tyr	Lys	SRC
C1	RAA	1.27	1.36	0.96	1.41	1.37	1.68	1.53	83.62
	RC	0.93	1.00	0.70	1.03	1.00	1.22	1.12	
C2	RAA	1.28	1.40	0.78	1.41	1.37	1.71	1.32	78.92
	RC	0.97	1.05	0.59	1.07	1.04	1.29	1.00	
C3	RAA	1.24	1.37	1.00	1.43	1.40	1.74	1.50	83.54
	RC	0.89	0.99	0.73	1.03	1.01	1.26	1.09	
C4	RAA	1.20	1.44	0.71	1.46	1.37	1.88	1.36	73.98
	RC	0.89	1.07	0.53	1.08	1.02	1.40	1.01	
C5	RAA	1.22	1.37	0.78	1.48	1.30	1.78	1.28	77.03
	RC	0.93	1.04	0.59	1.12	0.99	1.36	0.97	
C6	RAA	1.25	1.38	0.71	1.43	1.32	1.81	1.27	75.02
	RC	0.95	1.06	0.54	1.09	1.01	1.38	0.97	
C7	RAA	1.23	1.38	0.74	1.40	1.33	1.74	1.23	76.84
	RC	0.95	1.07	0.57	1.08	1.03	1.35	0.96	
C8	RAA	1.25	1.38	0.95	1.40	1.37	1.71	1.34	83.13
	RC	0.93	1.03	0.71	1.05	1.02	1.28	1.00	
C9	RAA	1.23	1.40	0.79	1.36	1.33	1.71	1.46	78.77
	RC	0.93	1.06	0.59	1.02	1.01	1.29	1.10	
C10	RAA	1.22	1.36	0.47	1.41	1.27	1.52	1.20	71.33
	RC	1.01	1.13	0.39	1.17	1.05	1.26	0.99	
平均值	RAA	1.24	1.38	0.79	1.42	1.34	1.73	1.35	78.22
	RC	0.94	1.05	0.59	1.07	1.02	1.31	1.02	

有重要的药理作用,如谷氨酸能解氨毒,治疗肝昏迷、严重肝功能不全等,其衍生物钾、钠盐可降低血氨,可用于治疗癫痫、白痴、神经障碍^[14];天冬氨酸能增强肝脏功能,消除疲劳,预防和治疗心脏病,肝脏病,高血压症,恢复疲劳等方面具有重要作用^[7];亮氨酸能诊断治疗幼儿特发性高血糖症,还可用于治疗由糖代谢失调引起的肝病、贫血、中毒、肌肉萎缩症、脊髓灰质炎的后遗症^[14]。C4 臭灵丹草中药效氨基酸含量最高,含量为 12.93%,占氨基酸总量的 65.50%,C1 臭灵丹草中含量最低,为 5.91%。由表 2 可知,不同产地臭灵丹草中还含有 γ -氨基丁酸(GABA),其平均含量为 0.07%。GABA 具有预防和治疗癫痫、抗焦虑、抗惊厥、抗心律失常和调节激素分泌等多种生理功能^[15]。C9 和 C10 臭灵丹草中 GABA 含量最高,含量为 0.12%,C4 臭灵丹草中含量最低,为 0.03%。不同产地臭灵丹草药效氨基酸和 GABA 的含量差异较大,这可能与不同地域的环境条件有关。

3.4 氨基酸聚类分析

使用 SPSS 19.0 数据处理软件,采用系统聚类法中 ward 法和平方欧式距离系数对 10 个不同产地的臭灵丹草进行聚类分析,得到臭灵丹草产地聚类树状图(图 2)。综合氨基酸总量、必需氨基酸含量、药效氨基酸含量、E/T、E/N、SRC 值等指标,当阈值为 5 时,不同产地臭灵丹草可划分为 4 类。第 I 类(C2、C9、C5),氨基酸含量适中,其配比较为合理,品质相对较好;第 II 类(C1、C3、C8),氨基酸含量相对较低,但其配比最为合理,故品质最好;第 III 类(C6、C7、C4),其氨基酸含量较高,但氨基酸配比没有其它产地的配比合理,故品质一般;第 IV 类(C10),氨基酸含量较高,但配比相对不合理,故品质相对较差。结合表 1 分析可以看出,第 I 类产地以大理州为主,第 II 类产地以楚雄州为主,第 III 类产地包括楚雄州、怒江州和大理州,第 IV 类产地为昆明市。由此可知,在云南省内楚雄州所产臭灵丹草的氨基酸品质最好,大理州次之,怒江州和昆明市的相对较差。各地臭灵丹草的氨基酸含量、组成及营养价值差异往往是由各地区的地理环境差异以及气候差异引起的。臭灵丹草氨基酸含量、组成及营养价值分化的主要原因可能有:一是不同的地域分布造成的种群隔离;二是不同地区独特的自然环境,包括海拔、气候、土壤等。聚类

分析可将不同产地臭灵丹草按氨基酸含量、组成及营养价值进行初步归类,量化产地间的差异程度,分析产地间样品的相似程度,可作为臭灵丹草资源利用和选育种的依据。

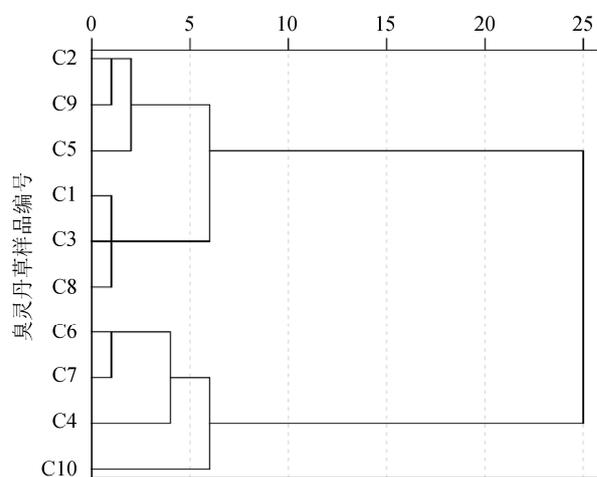


图 2 臭灵丹草产地聚类树状图

Fig. 2 Dendrogram of *Laggera pterodontia* from 10 different geographic origins

4 结 论

云南不同产地臭灵丹草中氨基酸种类较为齐全(色氨酸因水解被破坏未检测),均含 17 种蛋白类氨基酸和 1 种非蛋白类氨基酸 γ -氨基丁酸,其中包括 7 种人体必需氨基酸。各产地臭灵丹草氨基酸总量为 9.25~19.74%,必需氨基酸含量为 3.97~8.63%,各产地臭灵丹草氨基酸总量和必需氨基酸含量有明显差异,但各产地臭灵丹草中各种氨基酸含量分布类似。

臭灵丹草必需氨基酸中除蛋氨酸+胱氨酸的数值低于模式谱标准外,其余各必需氨基酸数值均高于模式谱标准,其必需氨基酸配比比较合理,且符合人体需要。臭灵丹草的 SRC 平均值为 78.22,超过大米等作物,其蛋白质利用率很高。

臭灵丹草中含有丰富的药效氨基酸,其平均含量为 9.24%,高于党参、芡实、枸杞等药食两用中药材。臭灵丹草中药效氨基酸占氨基酸总量的 62.74%~66.48%,其组成比较高。臭灵丹草中含量最高的 3 种氨基酸均为药效氨基酸,分别是谷氨酸、天门冬氨酸和亮氨酸。综上所述,从氨基酸总量、必需

氨基酸含量、必需氨基酸组成及配比、药效氨基酸含量、必需氨基酸比值系数综合评价,臭灵丹草中蛋白质具有很高的营养保健价值。臭灵丹草属于含优质蛋白的植物原料,可将其作为功能食品原料或添加剂进行深入研究,具有广阔的开发前景。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志第75卷[M]. 北京: 科学出版社, 1979.
Chinese Academy of Science Commission. The flora of China (vol 75) [M]. Beijing: Science Press, 1979.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(第一部)[S].
Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China (First Vol) [S].
- [3] 赵杰, 毛晓健, 杨天梅, 等. 浅谈臭灵丹的药理作用[J]. 中国现代药物应用, 2008, 2(8): 14.
Zhao J, Mao XJ, Yang TM, *et al.* Pharmacological action of *Laggetera pterodonta* (DC.) Benth. [J]. Chin J Mod Drug Appl, 2008, 2(8): 14.
- [4] 曹长姝, 沈伟哉, 李药兰, 等. 中药臭灵丹中3,5-二羟基-6,7,3',4'-四甲氧基黄酮对人鼻咽癌CNE细胞凋亡的影响及机制[J]. 生物化学与生物物理进展, 2011, 38(3): 254-261.
Cao CS, Shen WZ, Li YL, *et al.* 3, 5-Hydroxy-6, 7, 3', 4'-tetramethoxyflavone isolated from *Laggetera pterodonta* induces CNE cell apoptosis [J]. Progress Biochem Biophys, 2011, 38(3): 254-261.
- [5] 李书华, 赵琦, 刘芳, 等. 臭灵丹中黄酮类化合物的鉴定及抗氧化活性的研究[J]. 现代食品科技, 2013, 29(6): 1213-1216.
Li SH, Zhao Q, Liu F, *et al.* Structural identification and antioxidant activity of the flavones from *Laggetera pterodonta* [J]. Mod Food Sci Technol, 2013, 29(6): 1213-1216.
- [6] 涂雪莲, 范巧佳. 不同产地天麻氨基酸的含量测定[J]. 氨基酸和生物资源, 2013, 35(4): 64-67.
Tu XL, Fan QJ. Determination of amino acid contents in *Gastrodia elata* from different region [J]. Amino Acid Biot Resour, 2013, 35(4): 64-67.
- [7] 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.
Yang X, Zhu HF, Wang T, *et al.* Comparative analysis of amino acid composition and nutritional value of roots of *Codonopsis pilosula* from Wushan and other growing regions in China [J]. Food Sci, 2014, 35(15): 251-257.
- [8] 赵堂. 不同产地红枣中氨基酸含量的测定[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(16): 3963-3965.
Zhao T. Determination of amino acids in jujube from different habitats [J]. Hubei Agric Sci, 2013, 52(16): 3963-3965.
- [9] 陈蓉, 吴启南, 沈蓓. 不同产地芡实氨基酸组成分析与营养价值评价[J]. 食品科学, 2011, 32(15): 239-244.
Chen R, Wu QN, Shen B. Amino acid composition and nutritional evaluation of *Semen Euryales* from different regions [J]. Food Sci, 2014, 35(15): 251-257.
- [10] 王益民, 王玉, 任晓卫, 等. 不同枸杞品种氨基酸含量分析研究[J]. 食品科技, 2014, 39(2): 74-77.
Wang YM, Wang Y, Ren XW, *et al.* Comparison of amino acid contents in different cultivars of *Lycium barbarum* L. fruit [J]. Food Sci Technol, 2014, 39(2): 74-77.
- [11] Food and Agriculture Organization of the United Nations /World Health Organization. Energy and protein requirements [R]. Geneva: World Health Organization, 1973(WHO Technical Report Series, No. 522): 63.
- [12] 朱圣陶, 吴坤. 蛋白质营养价值评价-氨基酸比值系数法[J]. 营养学报, 1988, 10(2): 187-190.
Zhu ST, Wu K. Nutritional evaluation of protein-ratio coefficient of amino acid [J]. Acta Nutrimenta Sin, 1988, 10(2): 187-190.
- [13] 王永辉, 张振华, 金宏, 等. 锦灯笼果不同部位氨基酸的测定与分析[J]. 氨基酸和生物资源, 2009, 31(1): 81-83.
Wang YH, Zhang ZH, Jin H, *et al.* Determination of amino acids in different parts of *Physalis ikekeni* [J]. Amino Acid Biot Resour, 2009, 31(1): 81-83.
- [14] 王建华. 药用氨基酸[J]. 世界临床药物, 1982(4): 37-40.
Wang JH. Medical amino acids [J]. World Clin Drug, 1982(4): 37-40.
- [15] 张辉, 徐满英. γ -氨基丁酸作用的研究进展[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2006, 40(3): 267-268.
Zhang H, Xu MY. The functions progress of γ -aminobutyric acid [J]. J Harbin Med Univ, 2006, 40(3): 267-268.

(责任编辑: 李振飞)

作者简介



杨芳, 助理研究员, 主要研究方向为农产品营养品质与质量控制。
E-mail: yfyb917@163.com



杨斌, 副研究员, 主要研究方向为药用植物栽培与质量控制。
E-mail: yb0872@163.com