

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.01.014

# 云南 17 种核桃仁氨基酸组成分析及 营养价值评价

Amino acid composition analysis and nutritional value  
evaluation of 17 walnut kernels in Yunnan

李瑞<sup>1</sup> 陆斌<sup>2</sup> 刘云<sup>1</sup> 阚欢<sup>1</sup> 郝佳波<sup>2</sup> 毛云玲<sup>2</sup>

LI Rui<sup>1</sup> LU Bin<sup>2</sup> LIU Yun<sup>1</sup> KAN Huan<sup>1</sup> HAO Jia-bo<sup>2</sup> MAO Yun-ling<sup>2</sup>

(1. 西南林业大学轻工与食品工程学院, 云南 昆明 650224; 2. 林业科学院, 云南 昆明 650204)

(1. College of Light Industry and Food Engineering of Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224, China; 2. Forestry Academy, Kunming, Yunnan 650204, China)

**摘要:**采集云南 17 个产地的核桃仁并测定其蛋白质及氨基酸含量,通过氨基酸分类、氨基酸比值系数法、聚类分析法综合考察氨基酸模式及营养价值。结果表明,各地的核桃仁都富含 17 种氨基酸(色氨酸未检测),氨基酸总量为 3.35%~5.14%,必需氨基酸含量为 1.13%~1.76%,药效氨基酸含量占氨基酸总量的 67.47%~68.63%,呈味氨基酸含量占总氨基酸含量的 36.86%~40.63%。所测核桃仁氨基酸模式中必需氨基酸搭配不均衡,第一限制性氨基酸为赖氨酸。核桃仁的比值系数分为 61.48~69.54,其营养价值相对较好。经聚类分析得出,云南 17 种核桃仁中娘青(漾濞)、鲁向大麻 1 号(昭通)、宁香(昌宁)、寻倘 1 号(寻甸)、庆丰 3 号(昭仁 5)产地的核桃仁品质最好。

**关键词:**核桃仁;氨基酸模式;营养价值;聚类分析

**Abstract:** Detected the protein content and amino acid content of walnut kernels collected from 17 producing areas in Yunnan, and the amino acid model and nutritional value were comprehensively investigated by amino acid classification, amino acid ratio coefficient method and cluster analysis method. The conclusion indicated that the walnuts derived from each of the various regions were all rich in 17 amino acids (tryptophan was not detected), and the total amount of amino acids was 3.35% to 5.14%, the essential amino acid content was 1.13% to 1.76%, the medicinal amino acid content was 67.47% to 68.63% of the total amino acids, the taste amino acid content was 36.86% to 40.63% of the total amino acid content. The essential amino acids in the amino acid model of the tested walnut kernels were not balanced, and

the first limiting amino acid was lysine. The Ratio Coefficient Score (SRC) of walnut kernel was 61.48 to 69.54, and its nutritional value was relatively better. According to the cluster analysis results, the quality of the walnut kernels originating from the Niangqing (Yangbi), Ludian Hemp 1 (Zhaotong), Ningxiang (Changning), Xunuo 1 (Xundian) and Qingfeng 3 (Zhaoren 5) origins were the best among the 17 walnut kernels in Yunnan.

**Keywords:** walnut kernels; amino acid model; nutritional value; cluster analysis

核桃(*Juglans siggillata* L.)属胡桃科植物,素有“木本油料之王”之称,是世界四大干果(核桃、扁桃、板栗、腰果)之一<sup>[1-2]</sup>。在中国栽培历史悠久,资源丰富,是中国由来已久的药食两用食品<sup>[3]</sup>。长期以来大多注重核桃油保健价值的研究,却忽视了对核桃仁的研究和利用,核桃仁蛋白质含量丰富,富含碳水化合物、膳食纤维、矿物质、维生素等成分,其氨基酸种类齐全,含有的 8 种人体必需氨基酸比例合理,其中天冬氨酸、谷氨酸和精氨酸含量较高<sup>[4-6]</sup>,可以开发出促进大脑记忆、增长智力、促进钙离子吸收的保健品<sup>[7-8]</sup>。目前,核桃作为国家战略性树种,其产业已成为中国农村支柱型产业在快速发展,并且在农业结构、农民收入和出口创汇方面发挥着越来越重要的作用<sup>[9]</sup>。

不同品种核桃仁的营养存在较大差异,根据氨基酸配比筛选优质核桃仁有助于选育及种植,对资源利用具有指导性意义<sup>[10]</sup>。近年来,核桃仁蛋白质被作为生产核桃多肽的原料广泛应用于医药研究方面,因其产品具有抗心血管疾病、抗氧化、抗肥胖等多种生理功能<sup>[11-13]</sup>。在食品方面,其蛋白质被作为原料用来生产高蛋白核桃粉、核桃酱油、核桃蛋白酱、核桃多肽酒等产品,也作为食

**作者简介:**李瑞,女,西南林业大学在读硕士研究生。

**通信作者:**陆斌(1966—),男,云南省林业科学院研究员,硕士。

E-mail: kmlubin@163.com

**收稿日期:**2018-10-08

品添加剂<sup>[14-16]</sup>。它的药食同源性可改善食品原有品质。系统地研究核桃仁氨基酸组成及氨基酸模式组成,能直观地评价核桃仁的营养价值,提高核桃仁的资源利用<sup>[17-18]</sup>。

目前,对核桃仁的综合利用研究尚缺乏,通过氨基酸进行核桃仁营养评价分析的文献报道也相对空白。针对提升核桃仁的应用价值及育种优势,本试验拟对云南 17 个产地的核桃仁的氨基酸模式及其营养价值进行具体的研究分析,为相关的深加工技术及利用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

在云南省选取经厂商进行脱脂工艺处理后的核桃仁作为试验材料,共 17 种核桃仁样品,其产地的编号及名称如表 1 所示。

表 1 云南 17 个产地核桃仁样品来源

Table 1 Sources of walnut kernel samples from 17 producing areas of Yunnan

编号	产地名称	编号	产地名称
H1	曲仁 1 号(会泽会珠)	H10	鲁甸大麻 1 号(昭通)
H2	曲仁 2 号(会泽 6 号)	H11	寻倘 1 号(寻甸)
H3	庆丰 3 号(昭仁 5)	H12	三台紫仁(大姚)
H4	宾川三台(绵羊皮)	H13	曲仁 3 号
H5	宁香(昌宁)	H14	三台
H6	细香(昌宁志源)	H15	紫金
H7	大沙壳(江川雄美)	H16	新疆核桃(云南引种)
H8	娘青(漾濞)	H17	龙佳
H9	大泡(凤庆县)		

### 1.2 试验方法

1.2.1 蛋白质含量测定 按 GB 5009.5—2016 执行。

1.2.2 氨基酸含量测定及分析 根据 GB 5009.124—2016 测定氨基酸含量,通过氨基酸评分法对氨基酸相关指标进行计算分析。通过 FAO/WHO 的必需氨基酸模式计算出 17 个产地核桃仁中必需氨基酸的氨基酸比值(ratio of amino acid, RAA)、氨基酸比值系数(ratio coefficient of amino acid, RC)以及比值系数分(score of RC, SRC)。

(1) 氨基酸评分法:

$$RAA = \frac{E_1}{E_2}, \quad (1)$$

式中:

RAA——在某种食物蛋白质中的某种必需氨基酸含量相当于模式中相应必需氨基酸的倍数;

$E_1$ ——样品中待测蛋白质必需氨基酸的含量;

$E_2$ ——FAO/WHO 中相应必需氨基酸的含量。

(2) 氨基酸比值系数测定:

$$RC = \frac{R_1}{R_2}, \quad (2)$$

式中:

RC——各样品的氨基酸比值系数;

$R_1$ ——样品中各必需氨基酸相应的氨基酸比值;

$R_2$ ——样品中所有必需氨基酸的氨基酸比值之均值。

RC 值最小即为第一限制性氨基酸(first limiting amino acid, FLAA)<sup>[19]</sup>。

若  $RC=1$ , 则样品氨基酸含量与标准模式氨基酸一致;若  $RC>1$ , 则样品的必需氨基酸相对过剩;若  $RC<1$ , 则样品的必需氨基酸相对不足。

(3) 氨基酸比值系数分测定: SRC 着重分析各种 EAA 相对于 FAO/WHO 模式或全蛋模式氨基酸的离散程度,若必需氨基酸的变异系数 RC 越分散,则必需氨基酸在氨基酸平衡生理作用方面所提供的贡献越大,则 CV 变大, SRC 变小,蛋白质的营养价值越差,相比较而言, SRC 越接近 100,其营养价值相对越高<sup>[19]</sup>。

$$CV = \frac{\sigma_{EAA}}{\bar{x}_{EAA}}, \quad (3)$$

式中:

CV——氨基酸比值系数的变异系数;

$\sigma_{EAA}$ ——必需氨基酸的标准差;

$\bar{x}_{EAA}$ ——必需氨基酸的均值。

$$SRC = 100 + CV \times 100, \quad (4)$$

式中:

SRC——比值系数分。

若  $CV=0$ ,  $SRC=100$ , 则样品必需氨基酸组成与标准模式一致。

1.2.3 氨基酸的聚类分析 采用 SPSS 24.0 数据处理软件对云南 17 个产地核桃仁进行氨基酸聚类分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同产地核桃仁中蛋白质平均含量

核桃仁蛋白质的总平均含量为 18.42%, 约占核桃仁营养成分的 1/5, 蛋白质含量较为丰富, 其中 H17 产地核桃仁的蛋白质平均含量最高, 为 23.10%, H12 产地核桃仁的蛋白质平均含量最低, 为 14.60%。云南 17 个产地核桃仁蛋白质平均含量如表 2 所示。

### 2.2 不同产地核桃仁中氨基酸组成及含量

云南 17 个产地核桃仁的氨基酸含量及不同类别的氨基酸含量见表 3、4。

由表 3 可得, 17 个产地核桃仁中, 氨基酸总量平均为 4.14%, 其中 H12 产地的氨基酸总含量最低, 为 3.36%, H17 产地的氨基酸总含量最高, 为 5.14%。17 个产地核桃仁的 GLU 含量最高, 为 0.79%, 其次是 ARG,

表 2 云南 17 个产地核桃仁蛋白质平均含量

Table 2 Average content of walnut kernel protein from 17 producing areas of Yunnan %

产地编号	蛋白质平均含量	产地编号	蛋白质平均含量
H1	20.20	H10	15.50
H2	18.80	H11	20.20
H3	18.30	H12	14.60
H4	18.90	H13	18.90
H5	19.40	H14	19.20
H6	18.00	H15	18.50
H7	19.30	H16	15.40
H8	17.00	H17	23.10
H9	17.90		

为0.66%，再次是 ASP，为 0.44%。

结合表 3、4 可知，H2 产地的必需氨基酸含量最高，为 1.76%，E/T 为 37.29%，E/N 为 59.46%，最为接近 FAO 与 WHO 的 E/T(40%)和 E/N(60%)，H12 产地的必需氨基酸含量最低，为 1.13%，E/T 为 33.72%。综合得出，17 个产地核桃仁的 E/T 值和 E/N 值大多略低于 FAO 与 WHO 提出的值。药效氨基酸具有很重要的药理作用，如 ASP 能有效缓解疲劳，增强肝脏的机理功能，治疗和预防高血压，心脏病等疾病，GLU 可治疗严重的肝功能不全，肝昏迷症状，其衍生物谷氨酸钠钾及谷氨酸钠盐可有效降低氨，对氨起着解毒的作用<sup>[20]</sup>。由表 4 得出，M/T 均高于 50%，即 17 个产地的核桃仁中含有丰富

表 3 云南 17 个产地核桃仁的氨基酸含量<sup>†</sup>

Table 3 The amino acid content of walnut kernels from 17 producing areas of Yunnan %

产地	ASP <sup>#</sup>	THR <sup>*</sup>	SER	GLU <sup>#</sup>	GLY <sup>#</sup>	ALA <sup>^</sup>	CYS <sup>**</sup>	VAL <sup>*</sup>	MET <sup>*#</sup>	ILE <sup>*#</sup>	LEU <sup>*#</sup>
H1	0.49	0.20	0.26	0.93	0.21	0.21	0.21	0.22	0.08	0.16	0.32
H2	0.47	0.19	0.23	0.84	0.22	0.21	0.18	0.22	0.11	0.16	0.31
H3	0.47	0.18	0.21	0.83	0.22	0.21	0.16	0.20	0.08	0.14	0.28
H4	0.40	0.13	0.24	0.80	0.17	0.17	0.18	0.18	0.06	0.12	0.26
H5	0.49	0.19	0.23	0.86	0.22	0.21	0.16	0.20	0.05	0.14	0.28
H6	0.44	0.17	0.19	0.75	0.19	0.19	0.14	0.17	0.04	0.12	0.25
H7	0.47	0.19	0.22	0.82	0.20	0.20	0.15	0.19	0.04	0.13	0.27
H8	0.42	0.17	0.20	0.74	0.19	0.19	0.13	0.17	0.04	0.12	0.24
H9	0.46	0.18	0.22	0.80	0.22	0.19	0.15	0.19	0.03	0.13	0.27
H10	0.39	0.16	0.19	0.67	0.18	0.18	0.12	0.16	0.04	0.11	0.23
H11	0.45	0.19	0.22	0.81	0.21	0.20	0.15	0.19	0.04	0.13	0.27
H12	0.36	0.14	0.17	0.65	0.16	0.15	0.12	0.16	0.03	0.11	0.22
H13	0.41	0.16	0.20	0.74	0.18	0.19	0.13	0.17	0.04	0.12	0.25
H14	0.41	0.17	0.21	0.77	0.20	0.20	0.13	0.17	0.05	0.13	0.26
H15	0.45	0.18	0.21	0.78	0.20	0.20	0.14	0.18	0.05	0.13	0.26
H16	0.39	0.16	0.18	0.70	0.18	0.17	0.13	0.16	0.04	0.12	0.24
H17	0.53	0.22	0.26	0.98	0.25	0.25	0.17	0.22	0.06	0.16	0.32
产地	TYR <sup>**</sup>	PHE <sup>*#</sup>	HIS	LYS <sup>*#</sup>	ARG <sup>#</sup>	PRO	TAA	EAA	NEAA	MAA	DAA
H1	0.19	0.20	0.14	0.14	0.73	0.14	4.83	1.72	3.11	3.26	1.84
H2	0.20	0.22	0.14	0.17	0.71	0.14	4.72	1.76	2.96	3.21	1.74
H3	0.17	0.18	0.12	0.14	0.69	0.14	4.42	1.53	2.90	3.03	1.73
H4	0.14	0.14	10.00	0.10	0.64	0.12	3.95	1.31	2.64	2.69	1.54
H5	0.17	0.18	0.11	0.11	0.73	0.15	4.48	1.48	3.00	3.06	1.78
H6	0.15	0.17	0.10	0.10	0.63	0.13	3.92	1.30	2.62	2.68	1.57
H7	0.16	0.17	0.09	0.10	0.68	0.13	4.21	1.40	2.81	2.88	1.69
H8	0.13	0.14	0.10	0.10	0.60	0.12	3.79	1.24	2.55	2.59	1.54
H9	0.16	0.18	0.10	0.10	0.67	0.13	4.18	1.39	2.79	2.86	1.67
H10	0.13	0.14	0.08	0.10	0.56	0.11	3.54	1.18	2.36	2.41	1.42
H11	0.16	0.18	0.10	0.11	0.70	0.12	4.23	1.42	2.81	2.90	1.67
H12	0.13	0.14	0.09	0.08	0.54	0.11	3.36	1.13	2.23	2.29	1.32
H13	0.14	0.15	0.11	0.10	0.62	0.12	3.82	1.25	2.57	2.60	1.52
H14	0.15	0.16	0.10	0.10	0.65	0.12	3.98	1.32	2.66	2.73	1.58
H15	0.15	0.17	0.10	0.10	0.66	0.13	4.09	1.36	2.73	2.80	1.63
H16	0.14	0.15	0.09	0.09	0.59	0.12	3.65	1.23	2.42	2.50	1.44
H17	0.20	0.22	0.15	0.13	0.86	0.16	5.14	1.70	3.44	3.51	2.01

† \* 为必需氨基酸；\*\* 为半必需氨基酸；# 为药效氨基酸；^ 为呈味氨基酸；TAA 为氨基酸总量；EAA 为必需氨基酸(包括必需氨基酸和半必需氨基酸)；NEAA 为非必需氨基酸；MAA 为药效氨基酸；DAA 为呈味氨基酸。

表 4 云南 17 个产地核桃仁不同类别氨基酸的含量<sup>†</sup>

Table 4 Contents of amino acids in different types of walnut kernels from 17 producing areas of Yunnan %

产地	EAA/TAA (E/T)	EAA/NEAA (E/N)	MAA/TAA (M/T)	DAA/TAA (D/T)	产地	EAA/TAA (E/T)	EAA/NEAA (E/N)	MAA/TAA (M/T)	DAA/TAA (D/T)
H1	35.59	55.26	67.47	38.10	H10	33.39	50.13	68.14	40.11
H2	37.29	59.46	68.01	36.86	H11	33.64	50.69	68.63	39.48
H3	34.50	52.68	68.44	39.14	H12	33.72	50.88	68.24	39.29
H4	33.16	49.62	68.10	38.99	H13	32.83	48.87	68.17	39.79
H5	32.95	49.13	68.21	39.73	H14	33.07	49.40	68.49	39.70
H6	33.27	49.85	68.47	40.05	H15	33.25	49.82	68.46	39.85
H7	33.30	49.93	68.46	40.14	H16	33.67	50.76	68.47	39.45
H8	32.69	48.57	68.31	40.63	H17	33.11	49.51	68.33	39.11
H9	33.28	49.87	68.44	39.95					

† TAA 为氨基酸总量;EAA 为必需氨基酸;NEAA 为非必需氨基酸;MAA 为药效氨基酸;DAA 为呈味氨基酸。

的药效氨基酸,H11 产地的药效氨基酸含量最高,占氨基酸总量的 68.63%,H1 产地的药效氨基酸含量最低,占氨基酸总量的 67.47%。17 个产地核桃仁的呈味氨基酸均高于 30%,且 H8 产地的呈味氨基酸含量最高,为 40.63%,可表明核桃仁能作为开发天然呈味物质的资源。

2.3 不同产地核桃仁中氨基酸组成及含量

2.3.1 不同产地核桃仁氨基酸模式组成 相比较 FAO/WHO 模式和全蛋模式,云南 17 个产地核桃仁的 LYS 含

量较低,只接近全蛋模式中的 LYS 含量。17 个产地核桃仁的氨基酸模式如表 5 所示。

从表 5 可知,H4 产地的 THR 低于 FAO/WHO 模式的,高于全蛋模式的,其他产地的 THR 均高于 FAO/WHO 模式和全蛋模式的;

17 个产地的 CYS+MET 均高于 FAO/WHO 模式和全蛋模式的;

H2 产地的 VAL、ILE 最接近 FAO/WHO 模式的,17 个产地的 VAL、ILE 均高于全蛋模式的;

表 5 FAO/WHO 模式、全鸡蛋模式及云南 17 个产地核桃仁的氨基酸模式

Table 5 FAO/WHO model, whole egg model and amino acid pattern of walnut kernels from 17 producing areas of Yunnan %

来源	THR	CYS+MET	VAL	ILE	LEU	TYR +PHE	LYS
FAO/WHO	4.0	3.5	5.0	4.0	7.0	6.0	5.5
全鸡蛋	2.1	2.3	2.5	2.5	4.0	3.6	3.1
H1	4.1	6.0	4.6	3.3	6.6	8.1	2.9
H2	4.0	6.1	4.7	3.4	6.6	8.9	3.6
H3	4.1	5.3	4.5	3.2	6.3	7.9	3.2
H4	3.3	6.1	4.6	3.0	6.6	7.1	2.5
H5	4.2	4.6	4.5	3.1	6.3	7.8	2.5
H6	4.3	4.5	4.3	3.1	6.4	8.2	2.4
H7	4.5	4.6	4.5	3.1	6.4	7.8	2.4
H8	4.5	4.5	4.5	3.2	6.3	7.1	2.6
H9	4.3	4.4	4.5	3.1	6.5	8.1	2.4
H10	4.5	4.5	4.5	3.1	6.5	7.6	2.6
H11	4.5	4.6	4.5	3.1	6.4	8.0	2.6
H12	4.2	4.5	4.8	3.3	6.5	8.0	2.4
H13	4.2	4.4	4.5	3.1	6.5	7.6	2.5
H14	4.3	4.4	4.3	3.3	6.5	7.8	2.5
H15	4.4	4.6	4.4	3.2	6.4	7.8	2.4
H16	4.4	4.5	4.4	3.3	6.6	7.9	2.5
H17	4.3	4.5	4.3	3.1	6.2	8.2	2.5

H1、H2、H4、H16 产地的 LEU 最接近 FAO/WHO 模式的,17 个产地的 LEU 均高于全蛋模式的;

17 个产地的 TYR+PHE 均高于 FAO/WHO 模式和全蛋模式的;

17 个产地的 LYS 均低于 FAO/WHO 模式的,其中 H2、H3 产地的 LYS 高于全蛋模式的,其他产地的 LYS 均低于全蛋模式的。

综合分析云南 17 个产地的核桃仁氨基酸模式组成,核桃仁的氨基酸模式与推荐的 FAO/WHO 模式及全蛋模

式相对比,其必需氨基酸配比相对不均衡,比较缺乏 LYS。

2.3.2 不同产地核桃仁必需氨基酸的 RAA、RC 及 SRC 分析 云南 17 个产地核桃仁必需氨基酸的氨基酸比值系数分析如表 6 所示。由表 6 可得,17 个产地核桃仁的 SRC 值均接近奶粉的(67.31),可将其视作营养价值较高的植物蛋白资源。RC 值最小的均为 LYS,即第一限制性氨基酸为 LYS。17 个样品中 H8 的 SRC 值最大,为 69.54,其营养价值比其他产地的核桃仁稍高,H3 产地核桃仁营养价值次之,SRC 为 69.52。

表 6 云南 17 个产地核桃仁必需氨基酸的 RAA、RC 及 SRC

Table 6 RAA, RC and SRC of Essential Amino Acids in walnut kernels from 17 producing areas of Yunnan

产地	RAA/RC	THR	MET+CYS	VAL	ILE	LEU	PHE+TYR	LYS	CV/%	SRC
H1	RAA	1.04	1.71	0.91	1.66	0.95	1.35	0.53	0.34	65.77
	RC	0.89	1.47	0.78	1.43	0.81	1.16	0.45		
H2	RAA	1.01	1.76	0.93	1.64	0.94	1.48	0.65	0.32	67.64
	RC	0.84	1.46	0.78	1.37	0.78	1.23	0.54		
H3	RAA	1.02	1.52	0.90	1.58	0.90	1.32	0.58	0.30	69.52
	RC	0.91	1.36	0.81	1.42	0.81	1.18	0.52		
H4	RAA	0.82	1.74	0.91	1.65	0.94	1.18	0.46	0.39	61.48
	RC	0.75	1.58	0.83	1.50	0.86	1.07	0.42		
H5	RAA	1.06	1.31	0.89	1.56	0.89	1.30	0.45	0.32	68.18
	RC	0.99	1.23	0.84	1.46	0.84	1.22	0.42		
H6	RAA	1.08	1.30	0.87	1.59	0.91	1.36	0.45	0.33	67.41
	RC	1.00	1.20	0.80	1.48	0.84	1.26	0.41		
H7	RAA	1.13	1.30	0.90	1.60	0.92	1.31	0.43	0.32	67.77
	RC	1.04	1.20	0.83	1.48	0.84	1.20	0.40		
H8	RAA	1.12	1.28	0.90	1.58	0.90	1.19	0.47	0.30	69.54
	RC	1.05	1.20	0.84	1.49	0.85	1.12	0.45		
H9	RAA	1.08	1.24	0.91	1.61	0.92	1.36	0.43	0.33	67.43
	RC	1.00	1.15	0.84	1.50	0.86	1.26	0.40		
H10	RAA	1.13	1.29	0.90	1.62	0.93	1.27	0.47	0.31	68.90
	RC	1.04	1.19	0.83	1.49	0.85	1.17	0.43		
H11	RAA	1.12	1.30	0.90	1.60	0.91	1.34	0.47	0.31	68.77
	RC	1.03	1.19	0.82	1.46	0.83	1.23	0.43		
H12	RAA	1.04	1.29	0.95	1.64	0.94	1.34	0.44	0.32	67.64
	RC	0.95	1.18	0.87	1.50	0.86	1.23	0.40		
H13	RAA	1.05	1.26	0.89	1.64	0.93	1.27	0.45	0.32	67.83
	RC	0.98	1.18	0.83	1.15	0.87	1.18	0.42		
H14	RAA	1.07	1.26	0.85	1.63	0.93	1.30	0.46	0.32	67.55
	RC	1.00	1.18	0.80	1.52	0.87	1.21	0.43		
H15	RAA	1.10	1.33	0.88	1.59	0.91	1.30	0.44	0.32	67.82
	RC	1.02	1.23	0.82	1.47	0.84	1.21	0.41		
H16	RAA	1.10	1.30	0.88	1.64	0.94	1.32	0.46	0.32	67.78
	RC	1.00	1.19	0.80	1.15	0.86	1.21	0.42		
H17	RAA	1.07	1.29	0.86	1.56	0.89	1.36	0.46	0.32	67.97
	RC	1.00	1.21	0.80	1.46	0.83	1.27	0.43		

## 2.4 核桃仁氨基酸的聚类分析

综合云南 17 个产地核桃仁的各氨基酸含量、总氨基酸含量、必需氨基酸含量、非必需氨基酸含量、药效氨基酸含量、呈味氨基酸含量、氨基酸评分等指标,并采用系统聚类法中组间连接法和平方欧式距离系数对 17 个产地的核桃仁进行聚类分析,聚类分析结果如图 1 所示。当主增量间距为 2 时,可将 17 个产地的核桃仁分为 5 类,第 1 类为 H6、H14、H9、H7、H15、H13、H16、H12 产地的核桃仁;第 2 类为 H8、H10、H5、H11、H3 产地的核桃仁;第 3 类为 H2、H17 产地的核桃仁;第 4 类为 H1 产地的核桃仁;第 5 类为 H4 产地的核桃仁。其中第 2 类产地的核桃仁氨基酸比值系数较高,虽氨基酸总含量稍低,但氨基酸配比相比其他产地的较为合理,故该类核桃仁的品质在 17 个产地的核桃仁中最好,即娘青(漾濞)、鲁甸大麻 1 号(昭通)、宁香(昌宁)、寻倘 1 号(寻甸)、庆丰 3 号(昭仁 5)产地的核桃仁在这 17 个产地中品质最佳。

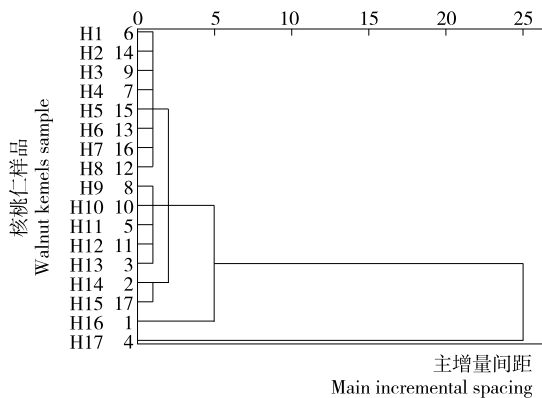


图 1 云南 17 个产地核桃仁聚类树状图

Figure 1 Clustering tree diagram of walnut kernels from 17 producing areas of Yunnan

## 3 结论

云南 17 个产地的核桃仁蛋白质含量丰富,约占营养成分的 1/5,其氨基酸的种类也较为齐全(色氨酸因水解被破坏,未被检测出),包含 17 种氨基酸,氨基酸总量为 3.35%~5.14%,必需氨基酸含量为 1.13%~1.76%,地域条件不同,其氨基酸总量及必需氨基酸含量有明显差别,核桃仁的药效氨基酸含量占氨基酸总量的 67.47%~68.63%,各产地核桃仁的药效氨基酸含量丰富,其呈味氨基酸含量占总氨基酸含量的 38.10%~40.63%,均高于 30%,都具有相对较好的呈味作用。核桃仁氨基酸模式与推荐的 FAO/WHO 模式及全蛋模式相比,其必需氨基酸配比略不均衡,除 LYS 以外的各必需氨基酸数值较接近或高于模式谱标准,在必需氨基酸中 LYS 的含量都相对偏低,各产地核桃仁的第一限制性氨基酸即为 LYS。17 个产地核桃仁 SRC 值为 61.48~69.54,接近奶粉的

(67.31)。通过聚类分析结果得出娘青(漾濞)、鲁甸大麻 1 号(昭通)、宁香(昌宁)、寻倘 1 号(寻甸)、庆丰 3 号(昭仁 5)5 个产地的核桃仁在这 17 个产地核桃仁中品质最佳。综上所述,云南这 17 种核桃仁蛋白质含量较高,氨基酸种类丰富,具备较好的营养保健功能,在药食领域可作为新型资源进行开发利用,具有深入研究探索的价值。

## 参考文献

- [1] 王晓燕, 张志华, 李月秋, 等. 核桃品种中脂肪酸的组成与含量分析[J]. 营养学报, 2004, 26(6): 499-501.
- [2] 黄黎慧, 黄群, 孙术国, 等. 核桃的营养保健功能与开发利用[J]. 粮食科技与经济, 2009, 34(4): 48-50.
- [3] 李剑赞, 雷立, 张炳全, 等. 核桃、芝麻、花生去油脂饼粕研究现状[J]. 现代食品, 2017, 18(4): 14.
- [4] 金子纯, 张润光, 韩军岐, 等. 核桃饼粕蛋白质及其开发利用[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(6): 265.
- [5] SZE-TAO K W C, SATHE S K. Walnuts (*Juglans regia* L.): proximate composition, protein solubility, protein  $\alpha$ -amino acid composition and protein in vitro digestibility[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80(9): 1 393-1 401.
- [6] 杜蕾蕾, 郭涛, 万辉, 等. 冷榨核桃饼中核桃蛋白的提取与纯化的研究[J]. 粮油加工, 2008(10): 79-81.
- [7] 张琦, 程滨, 赵瑞芬, 等. 不同品种核桃仁的脂肪酸与氨基酸含量分析[J]. 山西农业科学, 2011, 39(11): 1 165-1 169.
- [8] 付苗苗. 核桃的营养保健功能及药用价值研究进展[J]. 中国食物与营养, 2014, 20(10): 74-76.
- [9] 化婷, 刘丙花, 侯立群. 核桃种仁营养成分研究进展[J]. 山东林业科技, 2014(1): 95.
- [10] 高焕章, 吴楚, 李申如, 等. 综合指数法在核桃选种中的应用研究[J]. 林业科学, 2002, 38(3): 171-176.
- [11] YANG Jiong. Effect of solvents on the antioxidant activity of walnut (*Juglans regia* L.) shell extracts[J]. Food Nutr Res, 2014, 2(9): 621-626.
- [12] 张春梅, 陈朝银, 赵声兰, 等. 核桃内种皮多酚提取工艺及其体外抗氧化活性的初步研究[J]. 中国酿造, 2014, 33(7): 130-134.
- [13] JOSEPH J A, SHUKITT-HALE B, WILLIS L M. Grape juice, berries, and walnuts affect brain aging and behavior[J]. J Nutr, 2009, 139(9): 1 813-1 817.
- [14] AKBARI V, JAMEI R, HEIDARI R, et al. Antiradical activity of different parts of Walnut (*Juglans regia* L.) fruit as a function of genotype[J]. Food Chemistry, 2012, 135(4): 2 404-2 410.
- [15] MARIA I T, SANCHEZ-MORGADO J R, GARCIA-PARRA J, et al. Comparative study of the nutritional and bioactive compounds content of four walnut (*Juglans regia* L.) cultivars[J]. Journal of Food Composition & Analysis, 2013, 31(2): 232-237.

(下转第 180 页)

过水酶法提取的山茶油含量最低,可能是黄酮溶于水降低油中含量。

## 2.2 对山茶油抑菌效果的影响

由表 1 可知,冷榨油对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和铜绿假单胞菌 3 种菌的抑制效果最好,热榨油对白色念珠菌的抑制效果最好。整体来看,5 种不同工艺制取的山茶油均对 4 种常见的细菌有一定的抑制作用,且冷榨山茶油和热榨山茶油对 4 种常见的细菌都达到了较强的抑制作用。这是由于山茶油中富含含有山茶皂苷、多酚、植物甾醇以及黄酮等多种抑菌活性成分,组成了一个复杂而高效的抑菌体系,起到非常好的抑菌、消炎功效。

表 1 不同工艺山茶油的抑菌效果<sup>†</sup>

Table 1 Results of different techniques on Camellia Oil bacteriostatic effect %

名称	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	铜绿假单胞菌	白色念珠菌
冷榨油	95.9	92.2	95.2	94.6
热榨油	90.2	89.4	90.5	95.1
浸出油	86.1	84.6	73.5	75.5
水酶法油	89.1	75.8	62.1	75.9
超临界萃取油	88.9	91.3	84.8	71.2

<sup>†</sup> 50%~90%表示产品对某种菌有抑制作用;≥90%表示产品对某种菌有较强抑制作用。

## 3 结论

(1) 山茶油中富含多种活性成分,其中冷榨工艺制取的山茶油中 V<sub>E</sub>、山茶皂苷含量最高,分别达到了 786.3, 3 789.0 mg/kg;热榨油植物甾醇含量最高,达到了 3 962.0 mg/kg;超临界 CO<sub>2</sub> 萃取油多酚含量最高,达到了 21.32 mg/kg,浸出油总黄酮含量最高,达到了 38.9 mg/kg。

(2) 5 种不同工艺制取的山茶油均对 4 种常见的细菌有一定的抑制作用,其中冷榨山茶油和热榨山茶油对 4 种常见的细菌都达到了较强的抑制作用。

(3) 本试验对 5 种不同工艺制取的山茶油抑菌效果及主要功效成分做了系统的分析,后续将对其添加到化妆品中的实际效果及添加比例作进一步研究。

### 参考文献

[1] 柏云爱,宋大海,张富强,等.油茶籽油与橄榄油营养价值的比较[J].中国油脂,2008,33(3):39-41.  
 [2] 龙伶俐,薛雅琳,张东,等.油茶籽油主要特征成分的研究分析[J].中国油脂,2012,37(4):78-81.  
 [3] 邓小莲,谢光盛,黄树根.保健茶油的研制及其调节血脂的作用[J].中国油脂,2002,27(5):96-98.  
 [4] 柏云爱,宋大海,张富强,等.油茶籽油与橄榄油营养价值

的比较[J].中国油脂,2008,33(3):39-41.

[5] 董璐,代增英,韩晴,等.茶多酚对大肠杆菌抑制机理研究[J].生物学杂质,2015,32(1):72-75.  
 [6] 钱丽红,陶妍,谢晶.茶多酚对金黄色葡萄球菌和铜绿假单胞菌的抑制机理[J].微生物学通报,2010,37(11):1 628-1 633.  
 [7] ALMAJANO M P, CARBÓ R, JIMÉNEZ J A L, et al. Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions [J]. Food Chemistry, 2016, 108(1): 55-63.  
 [8] 文莉,芦苇,蒋倩,等.茶皂素毒性刺激试验及抑菌作用研究[J].中国油脂,2011,36(6):58-60.  
 [9] 徐雅琴,庞丽萍,齐会娟,等.南瓜籽植物甾醇的抗氧化性及抑菌研究[J].农产品加工,2012(5):14-26.  
 [10] 田丹丹,李艳,梅晓宏.牛油果中植物甾醇的鉴定及抗氧化、抑菌活性研究[J].食品科学,2018(2):1-10.  
 [11] DAVID K T, SHIRLEY C. Phytosterols-health benefits and potential concerns: a review[J]. Nutrition Research, 2005, 25: 413-428.  
 [12] 苗苗,杨立刚,荣莹,等.12 种市售食用花卉中总黄酮与总甾体的含量测定[J].食品研究与开发,2009,30(12):122-125.  
 [13] 陈莹,刘松柏,何良兴,等.油茶籽粕和茶皂素中皂苷的定量检测方法研究[J].中国粮油学报,2012,27(2):105-111.  
 [12] 吴雪辉,陈北光,黄永芳,等.超临界 CO<sub>2</sub> 萃取茶油的工艺条件研究[J].食品科技,2007(2):139-141.  
 [13] 刘瑞兴,张智敏,吴苏喜,等.水酶法提取油茶籽油的工艺优化及其营养成分分析[J].中国粮油学报,2012(12):54-61.  
 [16] 李志晓,金青哲,叶小飞,等.制油工艺对油茶籽油品质的影响[J].中国油脂,2008,40(4):47-51.

(上接第 85 页)

[16] JARITEH M, EBRAHIMZADEH H, NIKNAM V, et al. Developmental changes of protein, proline and some antioxidant enzymes activities in somatic and zygotic embryos of Persian walnut (*Juglans regia* L.) [J]. Plant Cell Tis-sue & Organ Culture, 2015, 122(1): 101-115.  
 [17] 杨永涛,潘思源,靳欣欣,等.不同品种核桃的氨基酸营养价值评价[J].食品科学,2017,38(13):207-208.  
 [18] 王新平,孙慧英,茹慧玲,等.核桃的营养药用价值及加工利用[J].现代园艺,2017(4):20.  
 [19] ASTERMARK J, HOGG P J, BJÖRK I, et al. Effects of gamma-carboxyglutamic acid and epidermal growth factor-like modules of factor IX on factor X activation: Studies using proteolytic fragments of bovine factor IX [J]. Journal of Biological Chemistry, 1992, 267(5): 3 249-3 256.  
 [20] 王建华.药用氨基酸[J].世界临床药物,1982(4):37-40.