

云南 17 种核桃仁主要营养成分测定及脂肪酸研究

李瑞¹, 刘云¹, 阚欢¹, 郝佳波², 毛云玲², 陆斌²

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

摘要: **目的** 选取云南 17 个产地的核桃仁为研究对象, 测定核桃仁中的主要营养成分, 并研究脂肪酸的种类及各脂肪酸的含量。 **方法** 依据 GB 5009.7—2016 测定总糖含量, 依据 GB 5009.5—2016 测定蛋白质含量, 依据 GB 5009.6—2016 测定粗脂肪含量, 依据 GB 5009.168—2016 测定脂肪酸含量。 **结果** 云南 17 个产地核桃仁中糖类的质量分数为 2.54%, 蛋白质的质量分数为 18.42%, 粗脂肪的质量分数为 66.44%, 其脂肪酸多为不饱和脂肪酸, 主要由油酸和亚油酸构成。娘青(漾濞)脂肪酸含量最高, 质量分数为 92.23%, 曲仁 1 号(会泽会珠)脂肪酸含量最低, 质量分数为 88.65%。核桃仁中多不饱和脂肪酸 n-6 系列与 n-3 系列的质量比为 8.49:1, 基本符合联合国粮农组织提出的推荐值((5~10):1)。所测脂肪酸中 α -亚麻酸的变异系数最大, 为 29.41%, 亚油酸变异系数最小, 为 9.89%。17 个产地核桃仁中大沙壳(江川雄美)的多不饱和脂肪酸(PUFA)与饱和脂肪酸(SAF)的质量比值最高, 为 14.89, 是降血脂作用最明显、脂肪酸性质评价最佳的核桃仁。 **结论** 通过对云南不同品种核桃仁进行测定分析可知, 云南核桃仁的营养成分丰富, 且有利于品种优选, 具有深入开发及加工利用的价值。

关键词: 核桃仁; 营养成分; 总糖; 蛋白质; 粗脂肪; 脂肪酸

中图分类号: TS255.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)07-0019-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.07.003

Determination of Main Nutrient Components and Fatty Acids in 17 Kinds of Walnut Kernels in Yunnan

LI Rui¹, LIU Yun¹, KAN Huan¹, HAO Jia-bo², MAO Yun-ling², LU Bin²

(1.School of Light Industry and Food Engineering, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China;

2.Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, China)

ABSTRACT: The work aims to determine the main nutrients in walnut kernels and to study the types and contents of fatty acids by selecting walnut kernels from 17 producing areas in Yunnan as the research object. The contents of total sugar, protein, crude fat and fatty acid were determined based on GB 5009.7—2016, GB 5009.5—2016, GB 5009.6—2016 and GB 5009.168—2016. The mass fraction of sugar, protein and crude fat in walnuts from 17 producing areas of Yunnan was 2.54%, 18.42%, and 66.44%. The fatty acids were mostly unsaturated fatty acids, mainly composed of oleic acid and linoleic acid. The content of fatty acid in Niangqing (Yangbi) was the highest with mass fraction of 92.23%. The content of fatty acid in Quren No.1 (Huizehuizhu) was the lowest, with mass fraction of 88.65%. The average ratio of polyunsaturated fatty acids n-6 series to n-3 series in walnut kernels was 8.49:1, which was basically in line with the recommendations of the UN Food and Agriculture Organization ((5~10):1). The coefficient of variation of fatty acid α -linolenic acid was the highest, 29.41%, and the coefficient of variation of linoleic acid was the smallest, 9.89%. The ratio of PUFA/SAF of the large sand shell (JiangchuanXiongmei)

收稿日期: 2018-12-04

作者简介: 李瑞(1995—), 女, 西南林业大学硕士生, 主要研究方向为食品加工与安全。

通信作者: 陆斌(1966—), 男, 硕士, 云南省林业科学院研究员, 主要研究方向为经济林栽培及利用。

was the highest, 14.89% and such walnut kernel was the best to lower blood fat and evaluate fatty acid properties. According to the analysis of different varieties of walnuts in Yunnan, Yunnan walnut kernels are rich in nutrients and beneficial to varieties, and have the value of in-depth development, processing and utilization.

KEY WORDS: walnut; nutritional components; total sugar; protein; crude fat; fatty acid

核桃 (*Juglans siggillata* L.) 别称胡桃、羌桃, 属胡桃科胡桃属植物, 雌雄同株异花, 雌雄异熟。我国核桃物产丰富, 被视作重要的经济树种之一, 其种植面积和产量均居世界首位, 云南核桃产量居我国之首。核桃与扁桃、腰果、榛子并列为世界四大干果, 是目前我国年出口量最大的干果产品之一, 并且在我国的栽培历史悠久, 据文献记载已栽培了 2000 多年^[1-6]。核桃仁肉质鲜甜、营养丰富, 作为营养品中的上品已被视为食品界的“脑黄金”, 它含丰富的脂肪、蛋白质、维生素、矿质元素及碳水化合物等多种营养成分, 都是人体所需的物质, 很适合患有冠心病、动脉硬化和高血压疾病的病人食用, 同时还具有间接降低人体血压、胆固醇的功效, 女性经常食用核桃仁还可以降低患糖尿病的风险, 其抗氧化作用可防止细胞分裂造成的机体老化, 从而延缓衰老, 长期食用核桃仁可对人体产生良好的保健效果^[7-12]。中医认为核桃无毒, 有健胃、补血、养神之功效, 核桃“本品甘, 温。归肾、肺、大肠经。补肾, 温肺, 润肠。用于肾阳不足, 腰膝酸软, 阳痿遗精, 虚寒喘嗽, 肠燥便秘^[13-14]。”目前, 已有不少报道及文献记载是关于研究分析核桃营养成分的^[15-19], 但是对不同地区核桃仁品种的营养成分及营养价值进行综合分析比较的还鲜少报道。现今, 核桃的生产规模小、产量高、滞销现象屡见不鲜, 采用价廉质优的包装进行储运销售显得尤其重要。人人都知核桃是宝, 但贮运的难点却使得核桃在市场处于劣势。由于核桃采收后其呼吸作用较强, 因此失水后容易褐变或变质产霉。目前核桃贮藏多采用干制或深加工为乳饮, 以延长核桃的贮藏期, 有学者应用聚乙烯塑料袋包装, 结合低氧高二氧化碳进行气调贮藏、充二氧化碳气体贮藏等, 在核桃贮藏方面的研究还有待进一步探索。为了更直观地体现不同品种核桃仁的营养品质, 文中拟选取云南 17 个产地的核桃仁, 以总糖、蛋白质、粗脂肪作为主要营养成分进行分析测定, 并研究构成粗脂肪的脂肪酸种类及含量, 为不同地区核桃的选育、栽培及推广提供参考依据, 为深度挖掘和开发我国优质的核桃资源、指导优质核桃的合理种植、拓宽产品深加工研究进展领域提供一定的理论依据。

1 实验

1.1 材料与试剂

选取云南省 17 个产地的核桃仁, 包括曲仁 1 号

(会泽会珠)、曲仁 2 号(会泽 6 号)、庆丰 3 号(昭仁 5)、宾川三台(绵羊皮)、宁香(昌宁)、细香(昌宁志源)、大沙壳(江川雄美)、娘青(漾濞)、大泡(凤庆县)、鲁甸大麻 1 号(昭通)、寻倘 1 号(寻甸)、三台紫仁(大姚)、曲仁 3 号、三台、紫金、新疆核桃(云南引种)、龙佳等为此次的实验材料。

1.2 方法

测定 1.1 中云南 17 个产地核桃仁中的主要营养成分, 其中包括总糖、蛋白质、粗脂肪及脂肪酸的测定。

1) 总糖根据 GB 5009.7—2016《食品中还原糖的测定》对云南 17 种核桃仁中的总糖含量进行测定^[20]。

2) 蛋白质根据 GB 5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》对云南 17 种核桃仁中的蛋白质含量进行测定^[21]。

3) 粗脂肪根据 GB 5009.6—2016《食品中脂肪的测定》对云南 17 种核桃仁中的粗脂肪含量进行测定^[22]。

4) 脂肪酸根据 GB 5009.168—2016《食品中脂肪酸的测定》对云南 17 种核桃仁中的脂肪酸含量进行测定^[23]。

2 结果与分析

2.1 核桃仁总糖的测定结果

由表 1 可知, 云南 17 个产地的核桃仁中均含有少量的糖类。由于不同产地的核桃仁品种及加工处理方式不同, 因此使得核桃仁中总糖的含量存在差异。上述各产地核桃仁总糖的平均质量分数为 2.54%, 超过平均质量分数的有细香(昌宁志源)、大沙壳(江川雄美)、娘青(漾濞)、曲仁 3 号、紫金、三台紫仁(大姚)、新疆核桃(云南引种)、龙佳产地的核桃仁。其中寻倘 1 号(寻甸)和龙佳产地的总糖质量分数最高, 总糖的质量分数达到 3.33%; 曲仁 1 号(会泽会珠)产地的总糖质量分数最低, 总糖质量分数为 1.52%, 与总糖质量分数最高的 2 个产地的核桃仁差异较大。

2.2 核桃仁蛋白质的测定结果

核桃蛋白是公认的优质植物蛋白资源^[24]。由表 2 可知, 云南 17 个产地的核桃仁蛋白质质量分数在

表 1 不同产地核桃仁总糖的含量
Tab.1 Fraction mass of total sugar in walnut kernels from different regions

产地	总糖质量 分数/%	平均质量 分数/%
曲仁1号(会泽会珠)	1.52	2.54
曲仁2号(会泽6号)	2.22	
庆丰3号(昭仁5)	2.27	
宾川三台(绵羊皮)	1.99	
宁香(昌宁)	2.14	
细香(昌宁志源)	3.06	
大沙壳(江川雄美)	2.56	
娘青(漾濞)	3.08	
大泡(凤庆县)	2.01	
鲁甸大麻1号(昭通)	2.51	
寻倘1号(寻甸)	3.33	
三台紫仁(大姚)	1.88	
曲仁3号	3.00	
三台	2.36	
紫金	3.30	
新疆核桃(云南引种)	2.61	
龙佳	3.33	

表 2 不同产地核桃仁蛋白质的含量
Tab.2 Massfraction of protein in walnut kernelsfrom different regions

产地	蛋白质质量 分数/%	平均质量 分数/%
曲仁1号(会泽会珠)	20.20	18.42
曲仁2号(会泽6号)	18.80	
庆丰3号(昭仁5)	18.30	
宾川三台(绵羊皮)	18.90	
宁香(昌宁)	19.40	
细香(昌宁志源)	18.00	
大沙壳(江川雄美)	19.30	
娘青(漾濞)	17.00	
大泡(凤庆县)	17.90	
鲁甸大麻1号(昭通)	15.50	
寻倘1号(寻甸)	20.20	
三台紫仁(大姚)	14.60	
曲仁3号	18.90	
三台	19.20	
紫金	18.50	
新疆核桃(云南引种)	15.40	
龙佳	23.10	

14.60%~23.10%之间,平均质量分数为 18.42%,约占总营养成分的 1/5,可知 17 种核桃仁中蛋白质的含量仍然较高,合理开发有助于有效利用蛋白质资源。蛋白质质量分数超过平均质量分数的有曲仁 1 号(会

泽会珠)、曲仁 2 号(会泽 6 号)、宾川三台(绵羊皮)、宁香(昌宁)、大沙壳(江川雄美)、寻倘 1 号(寻甸)、曲仁 3 号、三台、紫金、龙佳产地的核桃仁。其中蛋白质质量分数最高的是龙佳产地的核桃仁,其蛋白质质量分数为 23.10%,蛋白质含量在所有产地的核桃仁中最为丰富;质量分数最低的是三台紫仁(大姚)产地的核桃仁,其蛋白质质量分数为 14.60%,与龙佳产地核桃仁蛋白质质量分数相比其蛋白质质量分数较低。

2.3 核桃仁粗脂肪的测定结果

目前,核桃仁脂肪含量和脂肪酸组成在国内外研究很多,结果发现不同地区核桃仁的脂肪质量分数存在差异。由表 3 可得出,云南 17 个产地核桃仁含有丰富的粗脂肪,从主要营养成分分析结果可知,粗脂肪质量分数占比最大,远远大于糖类和蛋白类。除了龙佳产地核桃仁粗脂肪质量分数稍偏低以外,其余产地核桃仁的粗脂肪质量分数均保持在较高水平。17 个产地核桃仁中粗脂肪质量分数在 59.89%~72.25%之间,所有产地粗脂肪的平均质量分数为 66.44%,超过平均质量分数的有宾川三台(绵羊皮)、宁香(昌宁)、细香(昌宁志源)、娘青(漾濞)、大泡(凤庆县)、鲁甸大麻 1 号(昭通)、三台紫仁(大姚)、曲仁 3 号、紫金产地的核桃仁。其中三台紫仁(大姚)产地核桃仁的粗脂肪质量分数最高,质量分数为 72.25%;粗脂肪质量分数最低的是龙佳产地的核桃

表 3 不同产地核桃仁粗脂肪的含量
Tab.3 Massfraction of crude fat in walnut kernels from different regions

产地	粗脂肪质量 分数/%	平均质量 分数/%
曲仁1号(会泽会珠)	65.12	66.44
曲仁2号(会泽6号)	65.22	
庆丰3号(昭仁5)	64.98	
宾川三台(绵羊皮)	66.72	
宁香(昌宁)	66.52	
细香(昌宁志源)	67.54	
大沙壳(江川雄美)	65.81	
娘青(漾濞)	68.10	
大泡(凤庆县)	68.03	
鲁甸大麻1号(昭通)	69.71	
寻倘1号(寻甸)	62.66	
三台紫仁(大姚)	72.25	
曲仁3号	67.87	
三台	65.91	
紫金	66.94	
新疆核桃(云南引种)	66.14	
龙佳	59.89	

仁,其粗脂肪质量分数为 59.89%。各地脱脂工艺的
差异致使不同产地的核桃仁其粗脂肪含量有所不同。

2.4 核桃仁脂肪酸的测定结果

由表 4 可知,云南地域的核桃仁其脂肪酸主要由
亚油酸和油酸组成。亚油酸是人体必需的一种脂肪
酸,对维持身体健康、调节身体机能有着重要作用,
这种脂肪酸是大脑组织细胞的主要结构脂肪,不含胆
固醇,能软化血管,预防高血压和心脏病,有“动脉
清道夫”的美誉^[25]。结合表 4 和表 6 可知,从 17 个产

地的核桃仁样品中都能检测出 5 种主要脂肪酸,分别
为十六烷酸(棕榈酸)、十八烷酸(硬脂酸)、油酸、
亚油酸、 α -亚麻酸,包括 3 种不饱和脂肪酸(油酸、
亚油酸、 α -亚麻酸)和 2 种饱和脂肪酸(十六烷酸(棕
榈酸)、十八烷酸(硬脂酸)),且不同产地脂肪酸的
含量差异较为显著。

由表 4 可知,17 个产地核桃仁中十六烷酸(棕
榈酸)的质量分数在 5.12%~8.41%之间,平均质量
分数为 6.71%;十八烷酸(硬脂酸)的质量分数在
1.78%~3.21%之间,平均质量分数为 2.55%;油酸的

表 4 不同产地核桃仁的脂肪酸含量
Tab.4 Content of fattyacidin walnut kernels from different regions

产地	脂肪酸质量分数/%					(n-6)/(n-3) 质量比值
	十六烷酸 (棕榈酸)	十八烷酸 (硬脂酸)	油酸	亚油酸	α -亚麻酸	
曲仁1号(会泽会珠)	8.41	2.95	17.30	63.54	7.81	8.14
曲仁2号(会泽6号)	5.89	2.64	21.24	63.73	6.50	9.80
庆丰3号(昭仁5)	6.24	2.66	32.49	54.43	4.18	13.02
宾川三台(绵羊皮)	7.89	2.56	21.94	58.65	8.95	6.55
宁香(昌宁)	8.41	2.69	22.90	59.65	6.35	9.39
细香(昌宁志源)	5.70	2.74	29.88	55.34	6.35	8.71
大沙壳(江川雄美)	5.52	2.48	34.46	53.91	3.62	14.89
娘青(漾濞)	5.12	2.65	45.17	39.98	7.08	5.65
大泡(凤庆县)	7.81	2.26	26.60	57.18	6.16	9.28
鲁甸大麻1号(昭通)	5.78	3.21	29.43	55.96	5.62	9.96
寻倘1号(寻甸)	5.65	2.40	30.47	54.48	6.99	7.79
三台紫仁(大姚)	8.01	1.78	21.67	58.46	10.09	5.79
曲仁3号	5.70	2.13	37.23	49.11	5.83	8.42
三台	7.82	2.03	22.01	60.28	7.86	7.67
紫金	6.01	2.22	36.67	50.95	4.14	12.31
新疆核桃(云南引种)	7.21	2.90	18.95	60.52	10.41	5.81
龙佳	6.96	3.09	29.80	55.95	4.19	13.35
平均质量分数	6.71	2.55	28.13	56.01	6.60	8.49

表 5 核桃仁各脂肪酸成分变异分析
Tab.5 Analysis of variation of fatty acid composition in walnut kernels

%

项目	最大值	最小值	变幅	平均质量分数	标准差	变异系数
十六烷酸(棕榈酸)	8.41	5.12	3.29	6.71	1.11	16.53
十八烷酸(硬脂酸)	3.21	1.78	1.43	2.55	0.37	14.50
油酸	45.17	17.30	27.87	28.13	7.33	26.06
亚油酸	63.73	39.98	23.75	56.01	5.54	9.89
α -亚麻酸	10.41	3.62	6.79	6.60	1.94	29.41

表 6 不同产地核桃仁脂肪酸类型及性质评价
Tab.6 Evaluation of fatty acid types and properties of walnut kernels from different regions

产地	质量分数/%				PUFA/SAF 的质量比值
	不饱和脂肪酸	单不饱和脂肪酸 (MUFA) (油酸)	多不饱和脂肪酸 (PUFA) (亚油酸、 α -亚麻酸)	饱和脂肪酸 (SAF) (十六烷酸、十八烷酸)	
曲仁1号(会泽会珠)	88.65	17.30	71.35	11.36	8.14
曲仁2号(会泽6号)	91.47	21.24	70.23	8.53	9.80
庆丰3号(昭仁5)	91.10	32.49	58.61	8.90	13.02
宾川三台(绵羊皮)	89.54	21.94	67.60	10.45	6.55
宁香(昌宁)	88.90	22.90	66.00	11.10	9.39
细香(昌宁志源)	91.57	29.88	61.69	8.44	8.71
大沙壳(江川雄美)	91.99	34.46	57.53	8.00	14.89
娘青(漾濞)	92.23	45.17	47.06	7.77	5.65
大泡(凤庆县)	89.94	26.60	63.34	10.07	9.28
鲁甸大麻1号(昭通)	91.01	29.43	61.58	8.99	9.96
寻倘1号(寻甸)	91.94	30.47	61.47	8.05	7.79
三台紫仁(大姚)	90.22	21.67	68.55	9.79	5.79
曲仁3号	92.17	37.23	54.94	7.83	8.42
三台	90.15	22.01	68.14	9.85	7.67
紫金	91.76	36.67	55.09	8.23	12.31
新疆核桃(云南引种)	89.88	18.95	70.93	10.11	5.81
龙佳	89.94	29.80	60.14	10.05	13.35
平均值	90.73	28.13	62.60	9.27	

质量分数在 17.30%~45.17%之间,平均质量分数为 28.13%;亚油酸的质量分数在 39.98%~63.73%之间,是脂肪酸最主要的成分,其含量是普通菜籽油含量的 3~4 倍,平均质量分数为 56.01%; α -亚麻酸的质量分数在 3.62%~10.41%之间,平均质量分数为 6.60%。十六烷酸(棕榈酸)含量最多的是曲仁 1 号(会泽会珠)和宁香(昌宁)产地的核桃仁,含 8.41%的十六烷酸(棕榈酸);十八烷酸(硬脂酸)含量最多的是鲁甸大麻 1 号(昭通)产地的核桃仁,含 3.21%的十八烷酸(硬脂酸);油酸含量最多的是娘青(漾濞)产地的核桃仁,含 45.17%的油酸;亚油酸含量最多的是曲仁 2 号(会泽 6 号)产地的核桃仁,含 63.73%的亚油酸; α -亚麻酸含量最多的是新疆产地(云南引种)的核桃仁,含 10.41%的 α -亚麻酸。核桃仁多不饱和脂肪酸中的 n-6 系列(亚油酸)与 n-3 系列(α -亚麻酸)的质量比值为(5.65~14.89):1,平均为 8.49:1,基本符合联合国粮农组织提出的人类膳食中(n-6)/(n-3)的质量比推荐值(5~10):1^[26]。

通过对云南 17 个产地核桃仁脂肪酸的变异分析,由表 5 可知,在所检测出的 5 种脂肪酸中,变异

系数大小顺序为: α -亚麻酸>油酸>十六烷酸(棕榈酸)>十八烷酸(硬脂酸)>亚油酸, α -亚麻酸的变异系数最大,为 29.41%,油酸的变异系数也较大,为 26.06%,亚油酸变异系数最小,为 9.89%,说明云南不同地方的核桃仁 α -亚麻酸和油酸含量差异较大,油酸含量的差异较小。

由表 6 可得,云南 17 个产地核桃仁脂肪酸中不饱和脂肪酸平均质量分数为 90.73%,超过平均含量的有曲仁 2 号(会泽 6 号)、庆丰 3 号(昭仁 5)、细香(昌宁志源)、大沙壳(江川雄美)、娘青(漾濞)、鲁甸大麻 1 号(昭通)、寻倘 1 号(寻甸)、曲仁 3 号、紫金产地核桃仁。其中娘青(漾濞)产地核桃仁的不饱和脂肪酸含量最高,质量分数为 92.23%,曲仁 1 号(会泽会珠)产地核桃仁的不饱和脂肪酸含量最低,质量分数为 88.65%。17 种核桃仁的单不饱和脂肪酸平均质量分数为 28.13%,多不饱和脂肪酸的平均质量分数为 62.60%,饱和脂肪酸的平均质量分数为 9.27%。脂肪酸中多不饱和脂肪酸(PUFA)与饱和脂肪酸(SAF)的质量比值是脂肪酸性质评价中的一个重要指标。PUFA/SFA 质量比值大于 2,则表明该植

物油脂具备降血脂的功能,并且比值越大对降血脂的作用越明显^[27],17个产地中大沙壳(江川雄美)产地核桃仁 PUFA/SAF 的质量比值最高,为 14.89,是降血脂作用最明显的核桃仁,其脂肪酸性质评价最好,其余产地核桃仁的比值都大于 2,都具有较好的降血脂作用。

3 结 语

由于受到气候、土壤、温湿度、育种条件、管理水平等因素影响,云南 17 个产地的核桃仁中总糖、蛋白质、粗脂肪及脂肪酸含量均有差异,且粗脂肪含量 > 蛋白质含量 > 总糖含量。

核桃仁中总糖含量较低,17 个产地核桃仁总糖的平均质量分数为 2.54%,质量分数最高的是寻倘 1 号(寻甸)和龙佳产地的核桃仁,总糖质量分数为 3.33%。不同产地的核桃仁蛋白质的质量分数差异较大,平均质量分数为 18.42%,质量分数最高为 23.1%,最低为 14.6%,产地分别为龙佳和三台紫仁(大姚)。不同产地核桃仁由于受到育种、栽培、遗传、深加工等因素的影响,致使核桃仁粗脂肪的质量分数也存在差异,17 个产地核桃仁中粗脂肪的质量分数都较高,粗脂肪的平均质量分数为 66.44%,质量分数最高为 72.25%,最低为 59.89%,分别为三台紫仁(大姚)和龙佳产地的核桃仁。

云南 17 个产地的核桃仁中脂肪酸的组成成分有十六烷酸(棕榈酸)、十八烷酸(硬脂酸)、油酸、亚油酸、 α -亚麻酸,亚油酸和油酸是构成脂肪酸的主要成分。脂肪酸含量最高的是娘青(漾濞)产地的核桃仁,质量分数为 92.23%,含量最低的是曲仁 1 号(会泽会珠)产地的,质量分数为 88.65%。17 种核桃仁多不饱和脂肪酸中的 n-6 系列与 n-3 系列的质量比平均为 8.49:1,基本符合联合国粮农组织提出的人类膳食中(n-6)/(n-3)的推荐值(5~10):1。在所测脂肪酸中 α -亚麻酸的变异系数最大,为 29.41%,亚油酸变异系数最小,为 9.89%。娘青(漾濞)产地核桃仁的不饱和脂肪酸含量最高,质量分数为 92.23%,曲仁 1 号(会泽会珠)产地核桃仁的不饱和脂肪酸含量最低,质量分数为 88.65%。17 个产地核桃仁中大沙壳(江川雄美)产地核桃仁 PUFA/SAF 比值最高,为 14.89,是降血脂作用最明显的核桃仁,其脂肪酸性质评价最佳。

通过比较 17 种具有本土特色的云南核桃仁,更有利于推广种植优良品种,对云南核桃资源的良种选育和开发利用具有重大意义,由于受到贮藏技术和地理条件的限制,使得核桃贮藏运输的成本高,在主产地呈现滞销的状况,辐射贮藏、气调贮藏手段应用在我国也尚未成熟。为了改善我国核桃产业的发展现

状,并充分发挥核桃的营养价值,对于核桃的加工贮藏技术还需要深入研究。

参考文献:

- [1] 潘月红,周爱莲.我国核桃产业发展现状、前景及对策分析[J].中国食物与营养,2012,18(5):22—25.
PAN Yue-hong, ZHOU Ai-lian. Analysis on the Status quo, Prospects and Countermeasures of Walnut Industry Development in China[J]. Chinese Journal of Food and Nutrition, 2012, 18(5): 22—25.
- [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.
HUANG Li-hui, HUANG Qun, SUN Shu-guo, et al. Nutritional Health Function and Development of Walnut[J]. Food Science and Technology, 2009, 34(4): 48—50.
- [3] 陆斌,宁德鲁.美国核桃产业发展综述及其借鉴[J].林业调查规划,2011,36(3):98—105.
LU Bin, NING De-lu. Summary of the Development of American Walnut Industry and Its Reference[J]. Forestry Research and Planning, 2011, 36(3): 98—105.
- [4] HASEY M L. The Walnut Industry in California: Trends, Issues, and Challenges[M]. California: University of California, Davis, 1994: 1—7.
- [5] 李忠新,杨莉玲.中国核桃产业发展研究[J].中国农机化学报,2013,34(4):23—28.
LI Zhong-xin, YANG Li-ling. Research on the Development of Chinese Walnut Industry[J]. Chinese Journal of Agricultural Mechanization, 2013, 34(4): 23—28.
- [6] 李萍,卢健鸣.核桃的加工利用[J].农产品加工,2012(10):14—15.
LI Ping, LU Jian-ming. Processing and Utilization of Walnut[J]. Processing of Agricultural Products, 2012(10): 14—15.
- [7] LIU Su-ang, LIU Fu-guo, XUE Yan-hui, et al. Evaluation on Oxidative Stability of Walnut Beverage Emulsions[J]. Food Chemistry, 2006, 203: 409—416.
- [8] PAN A, SUN Q, MANSON J E, et al. Walnut Consumption is Associated with Lower Risk of Type 2 Diabetes in Women[J]. The Journal of Nutrition, 2013, 143(4): 512—518.
- [9] KRIS-ETHERTON P M. Walnuts Decrease Risk of Cardiovascular Disease: a Summary of Efficacy and Biologic Mechanisms[J]. The Journal of Nutrition, 2014, 144(4): 547—554.
- [10] POULOSE S M, BIELINSKI D F, SHUKITT-HALE B. Walnut Diet Reduces Accumulation of Polyubiquitinated Pro-teins and Inflammation in the Brain of Aged Rats[J]. The Journal of Nutritional Biochemistry, 2013, 24(5): 912—919.
- [11] PEREIRA J A, OLIVEIRA I, SOUSA A, et al. Bioactive Properties and Chemical Composition of Six

- Walnut (*Juglans Regia* L) Cultivars[J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46(6): 2103—2111.
- [12] 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—15.
LI Jian-yun, LEI Li, ZHANG Bing-quan, et al. Research Status of Walnut, Sesame and Peanut Degrease Cakes[J]. Modern Food, 2017, 18(4): 14—15.
- [13] 国家药典委员会. 中国药典 2015 年版[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.
National Pharmacopoeia Commission. Chinese Pharmacopoeia 2015 Edition[M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2015.
- [14] 包怡红, 于阳阳, 赵若诗. 酶解山核桃蛋白制备降血压肽的工艺[J]. 食品科学, 2013, 34(1): 220—224.
BAO Yi-hong, YU Yang-yang, ZHAO Ruo-shi. Process for Preparation of Antihypertensive Peptides by Enzymatic Hydrolysis of Pecan Protein[J]. Food Science, 2013, 34(1): 220—224.
- [15] 王中奎, 王超, 关法春. 不同产地核桃坚果的综合性状评价[J]. 食品科学, 2013, 34(15): 100—103.
WANG Zhong-kui, WANG Chao, GUAN Fa-chun. Evaluation of Comprehensive Characters of Walnut Nuts from Different Habitats[J]. Food Science, 2013, 34(15): 100—103.
- [16] 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(10): 74—76.
FU Miao-miao. Research Progress on Nutritional Health Function and Medicinal Value of Walnut[J]. Chinese Journal of Food and Nutrition, 2014(10): 74—76.
- [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): 208.
YANG Yong-tao, PAN Si-yuan, YAN Xin-xin, et al. Evaluation of Amino Acid Nutritional Value of Different Varieties of Walnuts[J]. Food Science, 2017, 38(13): 208.
- [18] 苏彦苹, 赵爽, 李保国, 等. 6 个新疆核桃优系核仁营养评价[J]. 中国粮油学报, 2017(1): 59—66.
SU Yan-ping, ZHAO Shuang, LI Bao-guo, et al. Nutritional Evaluation of 6 Xinjiang Walnut kernels[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2017(1): 59—66;
- [19] 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.
WANG Xin-ping, SUN Hui-ying, RU Hui-ling, et al. Nutritional Medicinal Value and Processing of Walnuts[J]. 现代园艺, 2017(4): 20.
- [20] GB 5009.7—2016, 食品中还原糖的测定[S].
GB 5009.7—2016, Determination of Reducing Sugar in Food[S].
- [21] GB 5009.5—2016, 食品中蛋白质的测定[S].
GB 5009.5—2016, Determination of Protein in Food [S].
- [22] GB 5009.6—2016, 食品中脂肪的测定[S].
GB 5009.6—2016, Determination of fat in food[S].
- [23] GB 5009.168—2016, 食品中脂肪酸的测定[S].
GB 5009.168—2016, Determination of Fatty Acids in Food[S].
- [24] 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(4): 48—50.
HUANG Li-hui, HUANG Qun, SUN Shu-guo, et al. Nutritional Health Function and Development of Walnut[J]. Food Science and Technology, 2009(4): 48—50.
- [25] 刘玲, 韩本勇, 陈朝银. 核桃蛋白研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2009, 35(9): 116—118.
LIU Ling, HAN Ben-yong, CHEN Chao-yin. Research Progress of Walnut Protein[J]. Food and Fermentation Industries, 2009, 35(9): 116—118.
- [26] 潘学军, 张文娥, 刘伟, 等. 贵州核桃种仁脂肪酸和氨基酸含量分析[J]. 西南农业学报, 2010, 23(2): 497—501.
PAN Xue-jun, ZHANG Wen-biao, LIU Wei, et al. Analysis of Fatty Acids and Amino Acid Contents in Guizhou Walnut Seeds[J]. Southwest Agricultural Journal, 2010, 23(2): 497—501.
- [27] 陈逸鹏, 郑凯航, 何计国, 等. 几类市售坚果产品中油脂的脂肪酸分析[J]. 食品科技, 2015, 40(1): 195.
CHEN Yi-peng, ZHENG Kai-hang, HE Ji-guo, et al. Fatty Acid Analysis of Oils in Several Kinds of Commercial Nut Products[J]. Food Science and Technology, 2015, 40(1): 195.