

# 不同地区‘娘青’核桃坚果品质综合评价分析

李俊南<sup>1</sup>,熊新武<sup>1</sup>,张雨<sup>1</sup>,陆斌<sup>1</sup>,苏连波<sup>1</sup>,杨枝春<sup>2</sup>,赵光富<sup>3</sup>

(1. 云南省林业和草原科学院,昆明 642100; 2. 漾濞县林业和草原局,云南大理 672500;  
3. 剑川县林业和草原局,云南大理 671300)

**摘要:**旨在为核桃品种应用推广、生产加工和区域化种植提供参考,探究了不同地区‘娘青’核桃坚果的品质差异。以6个地区的‘娘青’核桃坚果为原料,以坚果表观性状(纵径、横径、棱径、三径均值、果形指数、单果质量、出仁率和壳厚)和核仁内含物(粗脂肪含量、粗蛋白质含量、脂肪酸组成及含量)指标为依据,采用主成分分析和对比现行地方标准产品质量分类等级对核桃坚果品质进行综合评价。结果表明:不同地区核桃坚果的三径、三径均值、单果质量、出仁率均存在显著性差异,其中三径均值和单果质量最大的是云南迪庆维西县的(3.63 cm、13.33 g),最小的是广西南丹县的(3.16 cm、10.09 g),出仁率最高的是云南大理剑川县的(47.26%),最低的是广西南丹县的(41.88%);果形指数和壳厚均无显著性差异,果形指数在1.14~1.30之间,壳厚在1.03~1.19 mm之间;不同地区的核仁粗蛋白质含量存在显著性差异,其中最高的是云南漾濞县顺濞乡的(15.90%),最低的是广西南丹县的(11.80%),而粗脂肪含量最高的是广西南丹县的(70.23%),最低的是云南漾濞县平坡镇的(62.70%);油酸含量最高的云南迪庆维西县的(38.90%),亚油酸含量最高的是广西凤山县的(56.70%),亚麻酸含量最高的是广西南丹县的(11.14%),亚油酸与亚麻酸比值均在4~7之间;6个地区的‘娘青’核桃综合品质得分从高到低依次为云南大理剑川县、云南迪庆维西县、云南漾濞县顺濞乡、广西凤山县、云南漾濞县平坡镇、广西南丹县;云南迪庆维西县、大理剑川县、漾濞县的核桃坚果达到特级标准,广西凤山县的达到Ⅰ级标准,广西南丹县的达到Ⅱ级标准。因此,原产地云南漾濞县的核桃坚果适宜加工蛋白类产品,引种地云南维西县和剑川县的可开发为商业果品,引种地广西凤山县和南丹县的宜开发油脂产品。

**关键词:**‘娘青’核桃;表观性状;粗脂肪;粗蛋白质;脂肪酸;品质评价

**中图分类号:**TS222+.1;TS201.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-7969(2024)05-0114-06

## Comprehensive evaluation and analysis of nut quality of Niangqing walnut from six regions

LI Junnan<sup>1</sup>, XIONG Xinwu<sup>1</sup>, ZHANG Yu<sup>1</sup>, LU Bin<sup>1</sup>, SU Lianbo<sup>1</sup>,  
YANG Zhichun<sup>2</sup>, ZHAO Guangfu<sup>3</sup>

(1. Yunnan Academy of Forestry and Grassland Sciences, Kunming 642100, China; 2. Yangbi County Forestry and Grassland Bureau, Dali 672500, Yunnan, China; 3. Jianchuan County Forestry and Grassland Bureau, Dali 671300, Yunnan, China)

**Abstract:** The quality differences of the Niangqing walnut from different regions was explored so as to provide reference for variety application and promotion, production and processing, and regionalised

收稿日期:2023-02-03;修回日期:2024-01-08

基金项目:国家重点研发计划(2020YFD1000703,2021YFD1000403);

云南省核桃产业科技特派团(202104BI090010)

作者简介:李俊南(1981),女,助理研究员,硕士,研究方向为经济林栽培与利用(E-mail)lijunnan189@163.com。

通信作者:熊新武,副研究员(E-mail)xiongxinwu110@163.com;张雨,研究员(E-mail)154714174@qq.com。

cultivation. With Niangqing walnuts from six regions as raw materials, based on the index values of nut appearance traits (longitudinal diameter, transverse diameter, edge diameter, mean value of three diameter, fruit shape index, single fruit mass, kernel yield and shell thickness) and nucleolar contents (crude fat

content, crude protein content, fatty acid composition and content), principal component analysis and the current local standard of nut classification were used to comprehensively evaluate the quality of walnut. The results showed that there were significant differences in the three diameter, mean value of three diameter, single fruit mass and kernel yield in different regions, among which the largest mean value of three diameter and single fruit mass was in Weixi County, Diqing, Yunnan (3.63 cm and 13.33 g) and the smallest was in Nandan County, Guangxi (3.16 cm and 10.09 g). The highest kernel yield was in Jianchuan County, Dali, Yunnan (47.26%), and the lowest was in Nandan County, Guangxi (41.88%). There was no significant differences in the fruit shape index and shell thickness, with the fruit shape index between 1.14 and 1.30, shell thickness between 1.03 mm and 1.19 mm. There were significant differences in the crude protein content of walnut kernel in different regions, the highest in Shunbi Township, Yangbi County, Yunnan (15.90%) and the lowest in Nandan County, Guangxi (11.80%). The highest crude fat content was in Nandan County, Guangxi (70.23%), the lowest was in Pingpo Town, Yangbi County, Yunnan (62.70%). The highest oleic acid content was in Weixi County, Diqing, Yunnan (38.90%), the highest linoleic acid content was in Fengshan County, Guangxi (56.70%), and the highest linolenic acid content was Nandan County, Guangxi (11.14%). The ratio of linoleic acid content to linolenic acid content in different regions was between 4 and 7. The comprehensive quality scores of Niangqing walnut in the six regions decreased in the order of Jianchuan County (Yunnan), Weixi County (Yunnan), Shunbi Township (Yunnan), Fengshan County (Guangxi), Pingpo Town (Yunnan), and Nandan County (Guangxi). The walnuts in Weixi County (Yunnan), Jianchuan County (Yunnan), Shunbi County (Yunnan) reached the super grade standard, the walnuts in Fengshan County (Guangxi) reached the grade I standard, and the walnuts in Nandan County (Guangxi) reached the grade II standard. Therefore, walnuts in Yangbi County are suitable for processing protein products, walnuts in Weixi County and Jianchuan County can be developed into commercial fruits, and walnuts in Fengshan County and Nandan County should be developed into oil products.

**Key words:** Niangqing walnut; appearance trait; crude fat; crude protein; fatty acid; quality evaluation

云南省是我国核桃的主要产区,其种植面积、产量和综合产值均位居全国首位<sup>[1]</sup>。云南核桃栽培种类主要以深纹核桃为主,‘娘青’核桃内种皮呈紫色,是深纹核桃中的特色品种,其食味偏甜,苦涩味较不明显,深受消费者的喜爱和青睐,其核仁和坚果在核桃市场上占有一席之地。‘娘青’核桃由无性系选育栽培,于2018年由云南省林木良种审认定委员会审定为推广良种,其树体生长强势,丰产性状好,栽培适应性强,坚果性状表现良好,在云南省漾濞县广泛种植,是漾濞县山区传统的农家品种。近年来,‘娘青’核桃在云南省其他州(市)、县以及云南省周边省份亦有推广种植,据不完全统计,已发展种植到10多个州(市)、县域地区。

果实品质研究是经济林研究领域永恒的课题,果实品质是市场竞争力的关键因素,品质评价是良种选择和果品选优的重要依据。核桃坚果品质主要体现在内在营养物质和表观性状两方面。植物生长的环境因子对营养物质的积累有直接作用,从而对核桃果实的品质造成影响<sup>[2]</sup>。目前,同一核桃品种

在不同地区的品质分析已开展大量的研究工作,如耿树香等<sup>[3]</sup>研究了云南省临沧、丽江、普洱、大理、迪庆等部分产地漾濞泡核桃品质,李晶晶<sup>[4]</sup>研究了川西不同地区(冕宁、盐源、九龙、雷波、泸定、德昌)‘盐源早’核桃的品质特性。然而,对于‘娘青’核桃品种的研究,主要集中在生长结实等生物学特性、引种栽培表现、坚果性状和品质分析、果仁营养评价、无融合生殖特性等方面<sup>[5-9]</sup>,对于不同地区其果实经济性状和品质的研究还未见报道。

近年来,化学检测分析结合主成分分析、相关分析、聚类分析、因子分析等多种统计分析的方法已广泛应用于农业科学领域<sup>[10-13]</sup>。其中主成分分析法不仅能客观地选出综合品质优良的资源,还能根据主成分得分的差异对各资源作出适当评价,避免将个别性状优良品质类型淘汰,广泛应用于各种果树果实品质方面的分析评价<sup>[14-17]</sup>。

本研究收集了6个不同地区‘娘青’核桃坚果,对其表观性状和内含物指标进行了测定,通过主成

分分析进行了评价排序,并与地方标准进行了对比,以期为‘娘青’核桃资源的保护和开发利用提供理论基础和优质资源的加工、推广应用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

#### 1.1.1 采样地区概况和采样树体基本情况

采样地区基本概况如表 1 所示。其中:云南漾

濞县顺濞乡和平坡镇采样株为嫁接苗种植,树龄为 20 年;广西凤山县和南丹县采样株为嫁接苗种植,树龄为 16 年,种苗来自云南漾濞县;云南大理剑川县和迪庆维西县采样株为大树高接换头树,砧木年龄为 18 年,接穗来自云南漾濞县。核桃自然成熟后在各个地区分别统一采收样果并烘干备用。

表 1 采样地区基本概况

采样地区	海拔/m	气候类型	年均温度/℃	年降雨量/mm	日照时数/h	土壤类型
漾濞县顺濞乡	2 110	亚热带高原季风气候	13.8	1 185.9	2 188.7	砖红壤
漾濞县平坡镇	2 050	亚热带高原季风气候	14.2	1 043.4	2 188.7	砖红壤
大理剑川县	2 200	南亚热带高原季风气候	12.3	938.3	2 444.4	红砂壤
迪庆维西县	2 400	温带高原山地气候	11.4	830.0	2 101.2	棕壤土
广西凤山县	810	亚热带季风气候	18.9	1 564.0	1 399.8	黄红壤
广西南丹县	720	亚热带季风气候	16.9	1 472.7	1 257.1	黄壤

注:漾濞县顺濞乡、漾濞县平坡镇为原产地,与大理剑川县和迪庆维西县均属云南省

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 核桃坚果表观性状测定

随机取不同地区的核桃坚果 2 kg,按四分法选取 60 个坚果,参考文献[18-19]的方法测定单果质量( $m_0$ )、核仁质量( $m_1$ )、纵径( $L$ )、横径( $T$ )、棱径( $E$ )、壳厚,果形指数( $S$ )、三径均值( $A$ )和出仁率( $Y$ )的计算分别见式(1)、式(2)和式(3)。

$$S = 2L / (T + E) \quad (1)$$

$$A = (L + T + E) / 3 \quad (2)$$

$$Y = m_1 / m_0 \times 100\% \quad (3)$$

#### 1.2.2 核仁内含物测定

核桃坚果经手工剥壳后,得到核仁,测定核仁的粗蛋白质、粗脂肪含量以及核桃油的脂肪酸组成,其

中粗蛋白质含量参照 GB 5009.5—2016 测定,粗脂肪含量参照 GB 5009.6—2016 测定;核桃油的脂肪酸组成及含量参照 GB 5009.168—2016 测定;测定工作由昆明农产品质量检验测试中心完成。

#### 1.2.3 数据处理

采用 Excel 2016 软件对试验数据进行整理,运用 SPSS 22.0 软件进行指标差异显著性( $p < 0.05$ , LSD 法多重比较)分析和主成分分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 核桃坚果的表观性状

6 个地区的核桃坚果表观性状测定结果如表 2 所示。

表 2 6 个地区核桃坚果表观性状

采样地区	纵径/cm	横径/cm	棱径/cm	三径均值/cm	果形指数	单果质量/g	出仁率/%	壳厚/mm
漾濞县顺濞乡	3.95 ± 0.19 <sup>b</sup>	2.99 ± 0.09 <sup>b</sup>	3.52 ± 0.13 <sup>a</sup>	3.49 ± 0.10 <sup>c</sup>	1.21 ± 0.06 <sup>a</sup>	12.88 ± 1.12 <sup>ab</sup>	46.32 ± 4.55 <sup>ab</sup>	1.19 ± 0.12 <sup>a</sup>
漾濞县平坡镇	3.64 ± 0.24 <sup>c</sup>	2.80 ± 0.17 <sup>c</sup>	3.22 ± 0.18 <sup>c</sup>	3.22 ± 0.19 <sup>c</sup>	1.21 ± 0.05 <sup>a</sup>	10.45 ± 1.67 <sup>bc</sup>	46.41 ± 3.58 <sup>ab</sup>	1.09 ± 0.15 <sup>a</sup>
大理剑川县	3.86 ± 0.28 <sup>c</sup>	3.03 ± 0.09 <sup>b</sup>	3.75 ± 0.24 <sup>a</sup>	3.54 ± 0.17 <sup>b</sup>	1.14 ± 0.07 <sup>a</sup>	12.84 ± 1.08 <sup>bc</sup>	47.26 ± 2.06 <sup>a</sup>	1.15 ± 0.09 <sup>a</sup>
迪庆维西县	4.30 ± 0.22 <sup>a</sup>	3.13 ± 0.15 <sup>a</sup>	3.46 ± 0.17 <sup>b</sup>	3.63 ± 0.14 <sup>a</sup>	1.30 ± 0.05 <sup>a</sup>	13.33 ± 1.44 <sup>a</sup>	45.47 ± 1.92 <sup>ab</sup>	1.03 ± 0.17 <sup>a</sup>
广西凤山县	3.70 ± 0.23 <sup>c</sup>	2.96 ± 0.24 <sup>c</sup>	3.44 ± 0.17 <sup>b</sup>	3.36 ± 0.18 <sup>b</sup>	1.16 ± 0.05 <sup>a</sup>	11.44 ± 2.11 <sup>bc</sup>	43.17 ± 6.89 <sup>ab</sup>	1.16 ± 0.11 <sup>a</sup>
广西南丹县	3.60 ± 0.17 <sup>c</sup>	2.73 ± 0.14 <sup>c</sup>	3.14 ± 0.19 <sup>c</sup>	3.16 ± 0.16 <sup>c</sup>	1.23 ± 0.04 <sup>a</sup>	10.09 ± 1.79 <sup>c</sup>	41.88 ± 3.61 <sup>b</sup>	1.16 ± 0.12 <sup>a</sup>

注:同列不同字母表示具有显著性差异( $p < 0.05$ )

由表 2 可知,不同地区的核桃坚果 8 个表观性状表现出不同程度的差异,其中纵径、横径、棱径、三径均值、单果质量、出仁率存在显著性差异,而果形指数和壳厚差异不显著。三径均值、单果质量最大的均是迪庆维西县的(3.63 cm、13.33 g),最小的均是广西南丹县的(3.16 cm、10.09 g),这可能与迪庆维西县采用的高枝嫁接有关,因高枝嫁接砧木粗壮,

而冠层枝量相对较少,营养充足,从而果实大,单果质量大;出仁率最高的是大理剑川县的(47.26%),最低的是广西南丹县的(41.88%)。6 个地区核桃坚果的果形指数在 1.14 ~ 1.30 之间,均大于 1.0,最高的是迪庆维西县的,最低的是大理剑川县的。果形指数不仅取决于遗传性,还与生态环境和管理水平相关,本研究中在不同的栽培条件下果形指数差异不显著。

## 2.2 核仁内含物

6个地区8个内含物品质指标测定结果(其中

脂肪酸组成只列示了3种主要脂肪酸:油酸、亚油酸

和亚麻酸)如表3所示。

表3 核仁内含物品质性状

项目	粗蛋白质/%	粗脂肪/%	油酸/%	亚油酸/%	亚麻酸/%	MUFA/%	PUFA/%	SFA/%	MUFA/PUFA	UFA/SFA	MUFA/PUFA/SFA 比	亚油酸/亚麻酸
漾濞县顺濞乡	15.90	65.83	38.70	44.80	8.59	38.70	53.39	7.90	0.72	11.65	4.9:6.7:1	5.21
漾濞县平坡镇	15.37	62.70	35.13	48.13	9.33	35.13	57.43	7.49	0.61	12.35	4.7:7.7:1	5.15
大理剑川县	14.33	67.80	31.50	52.60	8.06	31.50	60.66	7.86	0.52	11.72	4.0:7.7:1	6.52
迪庆维西县	12.20	63.80	38.90	45.40	7.15	38.90	52.55	8.36	0.74	10.94	4.6:6.2:1	6.35
广西凤山县	14.03	67.53	25.50	56.70	8.49	25.50	65.19	9.35	0.39	9.70	2.7:6.9:1	6.67
广西南丹县	11.80	70.23	28.13	51.90	11.14	28.13	63.00	8.87	0.44	10.27	3.2:7.1:1	4.67
平均值	13.93	66.30	32.97	49.92	8.79	32.97	58.70	8.30	0.57	11.11		
标准差	1.65	2.78	5.55	4.62	1.35	5.55	5.14	0.70	0.14	0.99		
变异系数/%	11.88	4.18	16.84	9.27	15.25	16.93	8.75	8.42	24.56	8.91		

注: MUFA. 单不饱和脂肪酸; PUFA. 多不饱和脂肪酸; SFA. 饱和脂肪酸; UFA. 不饱和脂肪酸

由表3可知,6个地区8个内含物指标表现出不同程度的变异。其中: MUFA/PUFA 的变异系数最大,为24.56%,其次依次为 MUFA、油酸、亚麻酸、粗蛋白质、亚油酸、UFA/SFA、PUFA、SFA,这些指标的变异系数在8%~17%之间,粗脂肪的变异系数最小,为4.18%。方差分析表明,核仁的粗蛋白质含量在6个地区间存在显著性差异,其中粗蛋白含量最高的是漾濞县顺濞乡的,最低的是广西南丹县的。有研究表明,蛋白质含量的差异主要归因于环境和遗传的影响,蛋白质的形成通常在接近成熟阶段,此阶段对肥氮素利用率越高,蛋白质含量会增加<sup>[20]</sup>。核桃中蛋白质的形成也与此类似,采收时漾濞县属于雨季,而广西南丹县属于旱季,雨季时对肥氮素利用率相对较高,故核仁中粗蛋白质含量较高。漾濞县核仁的粗蛋白质含量(顺濞乡15.90%、平坡镇15.37%)明显高于其他地区,说明原产地的核桃粗蛋白质含量优于引种地。本研究中粗脂肪含量最

高的是广西南丹县的,最低的是漾濞县平坡镇的,粗脂肪的变异系数最小,说明粗脂肪含量具有一定的遗传稳定性;油酸含量最高的是迪庆维西县的,最低的是广西凤山县的,油酸的变异系数相对较高,说明不同地区该品种油酸含量差异大;亚油酸含量最高的是广西凤山县的,最低的是漾濞县顺濞乡的;亚麻酸含量最高的是广西南丹县的,最低的是迪庆维西县的; MUFA/PUFA 比值最接近1的是迪庆维西县的,其次是漾濞县顺濞乡的; UFA/SFA 比值最大的是漾濞县平坡镇的,最小的是广西凤山县的;亚油酸与亚麻酸比值最小的是广西南丹县的,最大的是广西凤山县的,6个地区亚油酸与亚麻酸比值均在4~7之间。

## 2.3 主成分分析与评价

通过对6个地区‘娘青’核桃的表观性状和内含物指标进行方差分析,剔除果形指数和壳厚2个差异不显著的指标,将余下的11个指标进行主成分分析,结果如表4所示。

表4 6个地区核桃坚果11个指标主成分分析

项目	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分
纵径	0.870	0.141	-0.471	0.038	-0.006
横径	0.914	0.377	0.047	-0.110	0.095
棱径	0.729	0.473	0.456	0.175	-0.082
三径均值	0.942	0.325	-0.058	0.055	0.019
单果质量	0.942	0.277	-0.012	0.163	0.091
出仁率	0.754	-0.347	0.451	0.077	-0.318
粗蛋白质	0.261	-0.489	0.790	0.041	0.259
粗脂肪	-0.564	0.662	0.029	0.492	0.032
油酸	0.744	-0.589	-0.250	0.192	0.003
亚油酸	-0.570	0.666	0.380	-0.290	-0.058
亚麻酸	-0.917	-0.220	-0.064	0.325	0.032
特征值	6.573	2.204	1.475	0.550	0.198
方差贡献率/%	59.752	20.034	13.411	5.002	1.800
累积方差贡献率/%	59.752	79.786	93.197	98.200	100.000

由表4可知,主成分分析中前3个主成分的累积方差贡献率达93.197%,即这3个主成分所含信息占总体信息的93.197%,因此可以用这3个主成分对其指标进行概括分析。第1主成分的方差贡献率为59.752%,其中三径均值、单果质量、亚麻酸、横径、纵径、出仁率、油酸、棱径的载荷值较大;第2主成分的方差贡献率为20.034%,其中亚油酸、粗脂肪的载荷值较大;第3主成分的方差贡献率为13.411%,其中粗蛋白质的载荷值较大。为进一步综合评价6个地区核桃坚果品质,根据主成分分析结果提取前3个主成分建立因子表达式,以 $Z_1$ 、 $Z_2$ 、 $Z_3$ 分别代表3个主成分的得分值, $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $\dots$ 、 $X_{11}$ 分别代表11个指标(分别对应纵径、横径、棱径、三径均值、单果质量、出仁率、粗蛋白质、粗脂肪、油酸、亚油酸、亚麻酸)变量,3个主成分得分函数表达式为:

$$Z_1 = 0.132X_1 + 0.139X_2 + 0.111X_3 + 0.143X_4 + 0.143X_5 + 0.115X_6 + 0.040X_7 - 0.086X_8 + 0.113X_9 - 0.087X_{10} - 0.140X_{11};$$

$$Z_2 = 0.064X_1 + 0.171X_2 + 0.215X_3 + 0.147X_4 + 0.126X_5 - 0.157X_6 - 0.222X_7 + 0.301X_8 - 0.267X_9 + 0.302X_{10} - 0.100X_{11};$$

$$Z_3 = -0.319X_1 + 0.032X_2 + 0.309X_3 - 0.039X_4 + 0.008X_5 + 0.306X_6 + 0.536X_7 + 0.020X_8 - 0.170X_9 + 0.258X_{10} - 0.043X_{11}。$$

将6个不同产地核桃坚果的11个指标数据标准化后代入对应的表达式中,同时,以第1、2、3主成

分对应的方差贡献率 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 作为权数,构建综合评价模型(模型方程式为 $C = a_1Z_1 + a_2Z_2 + a_3Z_3$ ,其中 $C$ 为综合得分),计算得到各产地坚果品质的综合得分( $C$ 值),结果如表5所示。

表5 6个地区核桃坚果品质综合得分与排序

采样地区	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$C$	排序
漾濞县顺濞乡	0.672	-0.668	0.379	0.318	3
漾濞县平坡镇	-0.376	-1.624	0.489	-0.484	5
大理剑川县	0.553	0.885	1.039	0.647	1
迪庆维西县	1.202	0.163	-1.523	0.546	2
广西凤山县	-0.501	1.029	0.564	-0.017	4
广西南丹县	-1.550	0.214	-0.947	-1.010	6

由表5可知,以3个主成分对6个地区的‘娘青’核桃坚果进行综合评价,大理剑川县的综合得分最高,广西南丹县的得分最低,6个地区综合得分排序为大理剑川县>迪庆维西县>漾濞县顺濞乡>广西凤山县>漾濞县平坡镇>广西南丹县。两引种地迪庆维西县、大理剑川县的综合得分高于原产地,两引种地均属于高海拔低纬度冷凉山区,可见‘娘青’核桃在这些地区种植能保证坚果品质。

#### 2.4 不同地区核桃坚果品质等级

将6个地区的核桃坚果的品质指标与DB 5329/T 2.4—2019《大理州优质泡核桃生产技术规范 第4部分:果实采收与产品质量》标准中的物理和化学要求进行对照,结果如表6所示。

表6 6个地区核桃坚果主要特征指标与现行标准对照

项目	横径/cm		单果质量/g		出仁率/%		粗脂肪1%		粗蛋白质/%		达标情况
	特级	I级	特级	I级	特级	I级	特级	I级	特级	I级	
标准要求	≥2.8	≥2.6	≥9	≥8	≥45	≥42	≥60	≥57	≥9.5	≥9.0	-
漾濞县顺濞乡	2.99		12.88		46.32		65.83		15.90		特级
漾濞县平坡镇	2.80		10.45		46.41		62.70		15.37		特级
大理剑川县	3.03		12.84		47.26		67.80		14.33		特级
迪庆维西县	3.13		13.33		45.47		63.80		12.20		特级
广西凤山县	2.96		11.44		43.17		67.53		14.03		I级
广西南丹县	2.73		10.09		41.88		70.23		11.80		低于I级

由表6可知,考察的5个核桃坚果主要特征指标与现行的‘娘青’核桃坚果质量分级标准相比,漾濞县顺濞乡、漾濞县平坡镇、大理剑川县、迪庆维西县4个地区的核桃坚果达到特级标准,广西凤山县的达到I级标准,其出仁率低于特级标准,广西南丹县的低于I级标准,其横径低于特级标准,出仁率低于I级标准,总体达到II级标准(II级标准的出仁率≥40%)。

广西省两地区核桃坚果出仁率较低,分别为43.17%和41.88%,均未达到特级标准,出仁率与果实发育期环境气候和树体营养供给关系较大<sup>[21-23]</sup>。同时,此次研究也表现出粗脂肪含量呈东部高于西部的变化趋势,与齐静<sup>[24]</sup>对我国主栽区核桃坚果品质研究结果基本一致。

### 3 结论

6个地区‘娘青’核桃坚果从果实表观性状看,

纵径、横径、棱径、三径均值、单果质量、出仁率存在显著性差异,果形指数和壳厚差异不显著。核仁粗蛋白质含量在6个地区间存在显著性差异,粗脂肪变异系数最小,具有遗传稳定性。迪庆维西县的MUFA/PUFA比值最接近1,漾濞县平坡镇的UFA/SFA比值最大,6个地区亚油酸与亚麻酸比值均在4~7之间。通过主成分分析6个地区综合评分排序为大理剑川县>迪庆维西县>漾濞县顺濞乡>广西凤山县>漾濞县平坡镇>广西南丹县。6个地区‘娘青’核桃坚果品质表现良好,漾濞县顺濞乡、漾濞县平坡镇、大理剑川县、迪庆维西县4个地区的核桃坚果达到特级标准,广西凤山县的达到I级标准。针对6个地区坚果性状特征提出以下初、精深加工建议:引种地广西省的核桃仁中粗脂肪含量最高,适宜以油脂开发为主;原产地漾濞县的核桃坚果粗蛋白质含量最高,以蛋白类产品加工为主;引种地维西县和剑川县核桃坚果单果质量较大,可以作商业果品开发。

#### 参考文献:

- [1] 方文亮,宁德鲁. 云南核桃[M]. 北京:科学出版社,2019.
- [2] 武维华. 植物生理学[M]. 3版. 北京:科学出版社,2018.
- [3] 耿树香,韩明珠,宁德鲁,等. 云南不同产地漾濞泡核桃品质综合评价分析[J]. 中国油脂,2019,44(5):156-160.
- [4] 李晶晶. 川西不同产地‘盐源早’核桃的品质特性研究[D]. 四川雅安:四川农业大学,2020.
- [5] 熊新武,李俊南,杨枝春,等. 娘青核桃的生物学特性研究[J]. 北方园艺,2011(9):41-43.
- [6] 张武贵,石海明,谢伟东,等. 8个泡核桃品种在广西凤山县的栽培试验初报[J]. 经济林研究,2012,30(2):103-108.
- [7] 李俊南,梁林波,习学良,等. 不同海拔下娘青核桃坚果性状及营养特征分析[J]. 经济林研究,2019,37(4):44-49.
- [8] 熊利权,宁德鲁,石卓功,等. 云南核桃无融合生殖率和果实生长量研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学),2019,39(4):69-75.
- [9] 李俊南,苏连波,赵阡池,等. 云南漾濞娘青核桃果仁的营养评价[J]. 中国食物与营养,2019,25(4):55-58.
- [10] 朱艳,王久亮,王芳,等. 泡核桃无性系油脂脂肪酸组成和营养成分的比较分析[J]. 中国粮油学报,2023,38(6):84-91.
- [11] LEE K M, HERMAN T J, LINGENFELSER J, et al. Classification and prediction of maize hardness - associated properties using multivariate statistical analysis [J]. J Cereal Sci,2005,41:85-93.
- [12] 张慧君,李虎,惠林冲,等. 不同品种甜瓜种子表型性状、含油率及种子油脂脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂,2022,47(7):139-144.
- [13] 彭星星,高海军,尹成华. 不同地区油菜籽脂肪酸组成及含量[J]. 中国油脂,2021,46(10):110-115.
- [14] 金吉林,陈守一,王红林,等. 贵州不同地区晚熟李的果实品质分析及综合评价[J]. 贵州农业科学,2021,49(9):8-13.
- [15] 欧巧明,崔文娟,叶春雷,等. 油用紫苏种质主要农艺性状及品质特征鉴定与评价[J]. 核农学报,2018,32(9):1721-1739.
- [16] 时羽杰,李晶晶,糜加轩,等. 川西不同产地“盐源早”核桃的品质研究及评价[J]. 四川农业大学学报,2021,39(4):486-495.
- [17] 朴涵琪,余晓娥,欧源,等. 核麦间作条件下小麦光合特性及核桃果实品质的变化[J]. 新疆农业科学,2022,59(2):361-369.
- [18] 钱迎新,朱晓梅,余艳,等. 楚雄地区漾濞泡核桃果实性状研究[J]. 林业调查规划,2021,46(1):139-143,148.
- [19] 朱秋蓉,石卓功,熊利权,等. 云南核桃龙佳和宁香果实经济性状与生长特性分析[J]. 江苏农业科学,2021,49(3):137-142.
- [20] 王全富,刘丽君,孙聪妹,等. 大豆氮素积累及其对籽粒蛋白质含量的影响[J]. 东北农业大学学报,2005,36(5):545-548.
- [21] 张海燕,汪海,郑小平,等. 不同配比肥料对“清香”核桃物候期、出仁率及含油率的影响[J]. 林业科技通讯,2020(2):63-65.
- [22] 邓桂香,赵航文,段丽晶,等. 云南省核桃坚果表型变异及与环境因子的关系[J]. 福建林业科技,2017,44(1):49-54.
- [23] 赵萌君,司剑华. 地方核桃坚果表型性状分析[J]. 青海大学学报(自然科学版),2016,34(6):20-25.
- [24] 齐静. 中国主产区核桃坚果品质研究[D]. 河北保定:河北农业大学,2009.