

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.02.001

## 四川穗状核桃资源调查与果实品质评价研究

陈善波<sup>1</sup>,王 丽<sup>2</sup>,王 莎<sup>1</sup>,金银春<sup>1</sup>,吴宗兴<sup>1\*</sup>,罗 慧<sup>1</sup>,吴泞孜<sup>1</sup>,宋乾丽<sup>1</sup>

(1.四川省林业科学研究院生物技术与良种研究所,四川 成都 610081;2.黑水县环境保护和林业局,四川 黑水 623500)

**摘要:**为进一步发掘四川核桃的特异种质资源和培育核桃新品种。通过对四川不同地区穗状核桃资源调查与果实品质评价研究,结果表明:(1)四川穗状核桃种质资源分布广泛,收集了阿坝州黑水县、广元市朝天区、南充市顺庆区和蓬安县、成都市新津县等地的资源6份。(2)穗状核桃均表现为结果多、呈串状或穗状,多数为3~8个,4~6个居多,最多可达12个。(3)在生长结果方面,PAXH结果枝、营养枝的生长量最大,HSLH、HSZML和SQLG的顶枝结果率、侧枝果枝率均在50%以上;穗状核桃丰产性较好,HSLH、HSZML和CTYM均为0.40 kg·m<sup>-2</sup>以上。(4)坚果单果重平均为12.09 g,出仁率平均为53.14%,壳厚平均为0.13 cm;果实外在综合表现为HSZML>HSLH>SQLG>PAXH>XJPX>CTYM。(5)核仁脂肪平均含量为67.47%,HSZML最高,为70.76%;蛋白质平均含量为15.35%,HSLH最高,为17.90%;水分平均含量为2.49%,HSLH最低,为1.08%;在油脂成分中,油酸、亚油酸和亚麻酸差异较大,PAXH油酸含量最高,为32.20%,XJPX亚油酸和亚麻酸最高,分别为64.40%和10.90%;果实内在品质综合表现为HSZML>HSLH>XJPX>CTYM>SQLG>PAXH。因此,通过各项评价指标综合分析,HSZML、HSLH的果实外观与内在品质综合表现最好。

**关键词:**穗状核桃;种质资源;生长结果;果实外观;果实品质

中图分类号:S722.3

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2017)02-0001-07

## A Study of the Resource Investigation and Fruit Quality Evaluation of Spicate Walnuts in Sichuan

CHEN Shan-bo<sup>1</sup>, WANG Li<sup>2</sup>, WANG Sha<sup>1</sup>, JIN Yin-chun<sup>1</sup>

WU Zong-xing<sup>1\*</sup>, LUO Hui<sup>1</sup>, WU Ning-zi<sup>1</sup>, SONG Qian-li<sup>1</sup>

(1. Institute of Biotechnology and Seed, Sichuan Academy of Forestry Science, Chengdu 610081, Sichuan, China;

2. Environmental protection and Forestry Bureau of Heishui County, Heishui 616550, Sichuan, China)

**Abstract:** In this paper, studies were made of the special germplasm resources of walnuts and breed new varieties of walnuts in Sichuan. According to the resource investigation and fruit quality evaluation of spicate walnuts in different areas of Sichuan, results showed that (1) The germplasm resources of the spicate walnut were widely distributed in Sichuan, and six portions of resources were collected from Heishui County of Aba Prefecture, Chaotian District of Guangyuan City, Shunqing District of Nanchong City and Xinjin county of Chengdu City and other places. (2) Spicate walnuts showed that the results were more string-like or spicate, exhibiting the majority of 3 to 8, 4 to 6 mostly, up to 12. (3) In the growth, the growth and largest branch of PAXH, the HSLH, HSZML, SQLG were top branch rates and collateral

收稿日期:2017-02-19

基金项目:四川省科技厅林业科学技术基础研究专项资金(JB2016-11)。

作者简介:陈善波(1981-),男,四川泸州人,硕士,助理研究员,从事经济林培育、果树栽培与技术推广研究。E-mail:sbochen@163.com。

通讯作者:吴宗兴(1963-),男,四川大邑人,研究员,所长,从事经济林培育与技术推广研究。E-mail:wuzongxing2003@aliyun.com。

branch rates were all above 50% ; Spicate walnuts had a better, HSLH, HSZML and CTYM were more than  $0.40 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ . (4) The average fruit weight was 12.09 g, kernel rate was 53.14% on an average, the shell thickness was 0.13 cm; the fruit external overall performance displayed HSZML > HSLH > SQLG > PAXH > XJPX > CTYM. (5) The average content of nucleolar fat was 67.47%, the highest HSZML was 70.76%; the average protein content was 15.35%, the highest HSLH was 17.90%; the average moisture content was 2.49%, and the lowest HSLH was 1.08%; In the oil composition, oleic acid, linoleic acid and linolenic acid were quite different, PAXH oleic acid content was the highest, reaching 32.20%, XJPX linoleic acid and linolenic acid were the highest, reaching 64.40% and 10.90% respectively; the comprehensive performance of fruit internal quality was HSZML > HSLH > XJPX > CTYM > SQLG > PAXH. Therefore, through the comprehensive analysis of the evaluation indicators, HSZML, HSLH fruit appearance and internal quality had the best comprehensive performance.

**Key words:** Spicate walnuts, Germplasm resource, Growth results, Fruit appearance, Fruit quality

核桃(*Juglans regia* L.)为胡桃科核桃属多年生落叶树种,是我国重要的木本油料树种,桃仁具有较高的营养价值和药用价值,木材适宜做高档的家具,核桃树具有较强的防尘能力。核桃在我国已有2000多年的栽培历史,栽培区域分布在全国20多个省市和自治区<sup>[1]</sup>。我国栽培的有12个种,其中分布广的栽培品种多为普通核桃(*Juglans regia* L.)和泡核桃(*Juglans sigillata* Dode)。根据我国核桃实生农家品种资源,针对某些突出的生物学特性和坚果性状,1979年俞德浚教授提出了分为5个品种群,即露仁核桃、绵核桃、夹核桃、穗状核桃和隔年核桃品种群<sup>[2-4]</sup>。

穗状核桃,又名串状核桃或葡萄状核桃,在植物形态学方面属于特异性状,以每穗座果数多而得名,一般座果4~8个,多达8~12个以上,果实多而大,壳薄,仁香,丰产性好,在相同的立地条件下栽培,比同龄的其他类型核桃产量都高,具有较好的发展前景<sup>[4-7]</sup>。1958年在山西省灵丘县的核桃资源普查中,发现了17a生的穗状核桃,通过几年观察,果枝表现全为穗状,后被鉴定为可能是楸子和棉核桃相互进行自然杂交而成<sup>[8]</sup>。近年来,我国新疆自治区、山西省、甘肃省、贵州省等地均有穗状核桃的报道<sup>[5-10]</sup>。同时,还引种美国穗状垂铃核桃,呈穗状结果,聚合形垂穗,穗长35 cm~40 cm,果穗聚合核桃果实8~15个不等<sup>[11]</sup>。

目前,穗状核桃主要集中在资源调查、繁育与栽培等方面的研究<sup>[5-12]</sup>,而对穗状核桃生物学特性及果实品质系统分析报道较少,且四川未见报道。为进一步发掘四川核桃的特异种质资源,本研究将探讨穗状核桃生长发育规律、开花与结果习性,掌握果

实外观特征与内含品质,为核桃特异种质资源的发掘与利用、核桃新品种培育提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查材料的鉴定

调查材料为多年生核桃树,根据每株每穗座果数量,按照穗状核桃的定义标准(即:每穗座果4~8个,多达8~12个以上),且每株的穗状结果率达到33%以上,基本可确定为穗状核桃,它属于特异的核桃种质资源<sup>[4]</sup>。

### 1.2 调查范围与内容

调查范围为四川核桃栽培的主产区(如川西高原区、秦巴山区、川中丘陵区、四川盆地等区域)。主要调查内容有:植物学特征、物候期、生长结果表现、丰产性表现等;并开展穗状核桃的青果、鲜果、坚果外观、坚果品质的测定与分析。

### 1.3 调查与测定方法

根据《核桃遗传资源调查编目技术规程(试行)》(2015年)、《泡核桃遗传资源调查编目技术规程(试行)》(2015年)、《核桃丰产与坚果品质》(LYT 1329-1999)和《农作物种质资源鉴定评价技术规范 核桃》(NY/T 2330-2013)标准<sup>[13-16]</sup>,开展穗状核桃资源调查、果实外观与品质测定分析,具体方法有以下内容。

(1)定位测定:采用GPS定位,按要求调查资源所处地形、坡向、坡位、坡度、生境、气候、土壤质地、土壤颜色、土层厚度等立地条件。

(2)植物学特征:通过走访、查阅文献、实地调查等多种形式,调查核桃树龄、树高、干径、冠幅、叶、花、果实的形态特征。

(3)物候期:观测核桃的萌动期、展叶期、雌花盛期、雄花盛期、果实成熟期、落叶期。

(4)生长结果表现:用游标卡尺、卷尺测量核桃的结果枝长度、结果枝粗度、营养枝长度、营养枝粗度,调查结果特点、顶果枝率、侧果枝率等。

(5)丰产性表现:测量树冠的最大径  $a$  和最小径  $b$  (单位为  $m$  (米),精确到  $0.1 m$ ),通过公式  $S = \pi ab/4$  计算树冠投影面积  $S$ 。单株采收,经干燥处理后,坚果称重(以  $W1$  表示,单位为  $kg$  (千克),精确到  $0.1 kg$ ),通过公式  $W2 = W1/S$  计算每平方米树冠投影面积的坚果产量,单位为  $kg \cdot m^{-2}$ ,求平均值。评价标准:低(每平方米树冠投影面积的坚果重  $<0.1 kg$ );中( $0.1 kg <$  每平方米树冠投影面积的坚果重  $<0.15 kg$ );高(每平方米树冠投影面积的坚果重  $>0.15 kg$ )。

(6)青果测定:每株树随机抽取 30 个青果,按顺序编号,用游标卡尺测量纵径、横径、侧径和青皮厚,用天平称量单果重。

(7)鲜果测定:根据青果测定所用的 30 个果实,按顺序编号,用游标卡尺测量纵径、横径、侧径和青皮厚,用天平称量单果重。

(8)坚果外观测定:根据鲜果测定所用的 30 个果实,经烘箱烘干后,用游标卡尺测量纵径、横径、侧径和壳厚,用天平称量单果重、核仁重量,并计算出仁率,统计核仁内褶皱、横隔膜、核仁饱满度、核仁皮色、坚果均匀度等。

(9)坚果品质测定:根据坚果外观测定所用的

30 个果实,水分测定按照《食品安全国家标准食品中水分的测定》(GB 5009.3-2010)进行检测<sup>[17]</sup>;粗脂肪测定按照《食品中脂肪的测定》(GB 5009.6-2003)进行检测<sup>[18]</sup>;粗蛋白测定《食品安全国家标准食品中蛋白质的测定》(GB 5009.5-2010)进行检测<sup>[19]</sup>;脂肪酸(主要包括油酸、亚油酸、亚麻酸、硬脂酸、棕榈酸、棕榈一烯酸)测定按照《动植物油脂脂肪酸甲酯的气相色谱分析》(GB 17377-2008)进行检测<sup>[20]</sup>。

#### 1.4 数据分析

利用 Excel2007 对所得数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 四川穗状核桃资源分布

通过对四川穗状核桃资源的调查,先后在阿坝州黑水县、广元市朝天区、南充市顺庆区、南充市蓬安县、成都市新津县等地,均发现了核桃每穗果实多、呈串状或穗状结果的核桃特异种质资源,根据其突出的生物学特性和坚果性状,鉴定出具有穗状核桃显著特征的资源 6 份。这些资源用样品编号来表示,其中,HSLH 为黑水县芦花镇,HSZML 为黑水县知木林乡,CTYM 为朝天区羊木镇,SQLG 为顺庆区龙桂乡,PAXH 为蓬安县新河乡<sup>[21]</sup>,XJPX 为新津县普兴镇。四川不同海拔地区均有穗状核桃资源的分布,穗状核桃的生境、地形、土壤类型、气候类型差异较大(表 1 和表 2)。

表 1 四川穗状核桃资源分布与立地条件对比

Tab. 1 Comparison of site conditions and resource distribution of spicate walnuts in Sichuan

序号 Serial number	调查地点 Investigation site	样品号 Sample number	海拔(m) Elevation	地形 Landform	坡度 Grade	坡向 Direction	土壤类型 Agro type	厚度 (cm) Thickness	数量 (株) Number
1	阿坝州黑水县芦花镇	HSLH	2270	平地	5°	向阳,东西向	石灰土	>60	1
2	阿坝州黑水县知木林乡	HSZML	2100	平地	5°	向阳,东西向	石灰土	>60	1
3	广元市朝天区羊木镇	CTYM	680	坡地	30°	向阳,东西向	紫色土	>80	1
4	南充市顺庆区龙桂乡	SQLG	340	坡地	20°	向阳,东西向	紫色土	>60	1
5	南充市蓬安县新河乡	PAXH	430	坡地	5°	向阳,东西向	紫色土	>60	1
6	成都市新津县普兴镇	XJPX	460	平地	0°	南北,向阳	水稻土	>80	1
合计	—	—	—	—	—	—	—	—	6

注:调查地穗状核桃资源用样品编号来表示,下同。

表 2 四川穗状核桃资源调查区域气候特征比较

Tab. 2 Comparison of climatic characteristics of spicate walnuts resources investigation areas in Sichuan

序号 Serial number	调查区域 Investigation areas	纬度 Latitude	经度 Longitude	气候类型 Climate type	年均气温(°C) Annual temperature	年均降雨量 (mm) Annual rainfall	日照时数(h) Sunshine hours	无霜期(d) Frost-free period
1	阿坝州黑水县	31°35' ~ 32°38'	102°35' ~ 103°30'	中温带高原型季风气候	9	620	1734	166
2	广元市朝天区	32°31' ~ 32°51'	105°35' ~ 106°17'	亚热带湿润季风气候	13.5	980	1050	221
3	南充市顺庆区	30°41' ~ 30°51'	106°00' ~ 107°07'	中亚热带湿润季风气候	17.4	1 020	1266	300
4	南充市蓬安县	30°44' ~ 31°17'	106°10' ~ 106°10'	亚热带湿润季风气候	17.6	1 030	1250	290
5	成都市新津县	30°05' ~ 31°26'	102°54' ~ 104°53'	亚热带季风性湿润气候	16.4	987	1119	297

## 2.2 植物学特征

据调查,四川不同地区穗状核桃植物学特征差异较大(表3)。穗状核桃树体高大,树冠大而开张,树形呈伞状半圆形;树皮呈暗褐色,光滑,有浅纵裂;枝条粗壮,节间较短,为5 cm~8 cm。叶片呈奇数羽状复叶,长42.33 cm~53.67 cm;小叶分为两类,一类为5~9片,7片居多;另一类为9~11片,11片

居多;小叶为长椭圆形或倒卵形,全缘。所有资源雌花花序差异较大,多为3~8个,而4~6居多,呈聚生和散生,PAXH雌花最多,为6~12个。果实形状有圆球形、椭圆形和圆锥形,PAXH果柄最长,为6 cm。由此可见,与普通核桃相比,穗状核桃显著特点为雌花多,座果数在4~6个以上,最多可达12个,果实成熟以后,核仁均饱满,无空壳现象。

表3

四川穗状核桃植物学特征比较

Tab. 3

Comparison of botanical characteristics of spiculate walnuts in Sichua

序号 Serial number	样品号 Sample number	树龄 (a) Age	树高(m) Tree height	冠幅 (m * m) Crown width	干径(cm) Trunk diameter	叶 Leaf		花 Flower		果 Fruit	
						叶片对数 Leaf number	复叶长(cm) Compound leaf	雄花长(cm) Male flower	雌花(个) Female flower	果柄长(cm) Fruit stalk	果实形状 Fruit shape
1	HSLH	48	15	15 * 16	55	5~9,7	48.67	8.83	3~8,4~6居多	5	圆球形
2	HSZML	25	15	8 * 10	29	5~9,7	47.67	8.83	3~8,4~6居多	3.83	圆球形
3	CTYM	35	6	6 * 8	16	5~9,7	42.33	14.8	3~8,4~6居多	2.67	圆球形
4	SQLG	33	16	10 * 11	29	9~11,11	50.67	12.5	3~6,4~5居多	3.33	椭圆形
5	PAXH	10	8	7 * 8	12	9~11,11	53.67	15.2	6~12,6~8居多	6	椭圆形
6	XJPX	12	8	6 * 7	15.5	5~9,9	53.33	13.8	3~8,4~6居多	4.37	圆锥形

## 2.3 物候期

通过连续观察,四川不同地区穗状核桃物候期有明显差异,总体上表现为3月中、下旬芽开始萌动,3月下旬、4月初开始展叶,3月底到4月上旬、中旬为雄花盛期,3月下旬4月上旬为雌花盛期,四

川盆地果实成熟期在8月中下旬,川西北高原地区9月中下旬果实成熟,10月~11月进入落叶期(表4)。在6份种质资源中,HSLH花为雌先型,其余为雄先型,雄、雌花期相差3 d~7 d,雌花盛开期持续时间约为5 d~6 d。

表4

四川穗状核桃物候期变化

Tab. 4

The phenology phase changes of spiculate walnuts in Sichuan

序号 Serial number	样品号 Sample number	芽萌动期(Date) Buds germinating stage	展叶期(Date) Exhibition leaf stage	雄花盛期(Date) Male flower stage	雌花盛期(Date) Female flower stage	果实成熟期(Date) Fruit maturity	落叶期 Deciduous period
1	HSLH	25/3	5/4	20/4-25/4	15/4-20/4	22/9-27/9	5/11-10/11
2	HSZML	22/3	2/4	14/4-20/4	18/4-23/4	20/9-25/9	28/10-4/11
3	CTYM	12/3	18/3	28/3-5/4	3/4-8/4	19/8-24/8	5/10-10/10
4	SQLG	13/3	20/3	1/4-6/4	28/3-3/4	17/8-22/8	4/10-8/10
5	PAXH	14/3	21/3	25/3-1/4	30/3-5/4	27/8-2/9	12/10-15/10
6	XJPX	15/3	22/3	2/4-7/4	5/4-10/4	1/9-5/9	15/10-20/10

## 2.4 生长结果表现

由表5可知,穗状核桃结果枝生长量为6.67 cm~31.67 cm,结果枝基部粗度为0.90 cm~1.30 cm,营养枝生长量为29.5 cm~53.33 cm,营养枝基部粗度为0.93 cm~1.67 cm,PAXH结果枝、营养枝的生长量均为最大。由此可见,这可能与品种特性、立地条件和栽培管理相关。在结果表现方面,均表现为结果多、呈串状或穗状,多数为3~8个,4~6个居多,PAXH结果量最大,为6~12个,6~8个居多,SQLG结果量最小,3~6个,4~5个居多(表5)。在结果部位方面,HSLH、HSZML和SQLG的顶枝结果率、侧枝果枝率均在50%以上;PAXH穗状结果率最高,为50%,其余在38%以上。

## 2.5 丰产性表现

通过对产量的测定与分析,结果表明,四川不同地区穗状核桃树冠投影面积产量平均值较高,为 $0.48 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ,但不同产地、种质资源之间的产量差异较大,HSLH产量最高,为 $0.77 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ,XJPX产量较低,相差 $0.42 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (表6)。因此,根据《核桃遗传资源调查编目技术规程(试行)》(2015年)、《泡核桃遗传资源调查编目技术规程(试行)》(2015年)中规定的坚果产量 $>0.15 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ,以及省级林木良种审(认)定规定 $>0.30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ,在6份穗状核桃种质资源中,其树冠投影面积产量均高于以上标准,其中HSLH,HSZML和CTYM均为 $0.40 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 以上。因此,进一步说明穗状核桃丰产性较好。

表 5

四川穗状核桃生长结果表现比较

Tab. 5

Comparison of growth performance spicate walnuts in Sichuan

序号 Serial number	样品号 Sample number	结果枝长度 (cm) Fruiting branch length	结果枝粗度 (cm) Fruiting branch diameter	营养枝长度 (cm) Vegetative branch length	营养枝粗度 (cm) Vegetative branch diameter	结果特点 Fruit habits	顶果枝率 (%) Top fruit rate	侧果枝率 (%) Side branch rate	穗状结果率 (%) Spikes results rate
1	HSLH	13.33	1.05	32.00	1.06	3-8个,4-6个居多	60	55	45
2	HSZML	11.83	0.98	29.50	1.04	3-8个,4-6个居多	65	50	42
3	CTYM	6.67	1.09	13.67	1.25	3-8个,4-6个居多	60	40	38
4	SQLG	18.00	0.99	53.33	1.06	3-6个,4-5个居多	55	50	40
5	PAXH	31.67	1.30	53.33	1.67	6-12个,6-8个居多	50	40	50
6	XJPX	21.50	0.90	31.33	0.93	3-8个,4-6个居多	30	20	46
7	平均值	17.17	1.05	35.53	1.17	3-8个,4-6个居多	53.33	42.50	43.50

表 6

四川穗状核桃产量比较

Tab. 6 Comparison of yield of spicate walnuts in Sichuan

序号 Serial number	样品号 Sample number	树冠投影面积 S(m <sup>2</sup> ) Crown projection area	坚果重量 (kg) Nut weight	树冠投影面积产量 (kg·m <sup>-2</sup> ) Crown projection area yield
1	HSLH	188.40	145	0.77
2	HSZML	62.80	38	0.61
3	CTYM	37.68	15	0.40
4	SQLG	86.35	32	0.37
5	PAXH	28.26	10.2	0.36
6	XJPX	32.97	11.5	0.35
7	平均值	72.74	42	0.48

## 2.6 果实外观比较

核桃果实外观(或外在)特征分为鲜果和坚果两类,而鲜果分为青皮果和去青皮果(或鲜果)两种。通过鲜果外观的测定与分析,结果表明,四川不同地区穗状核桃鲜果外观差异较大(表7)。青皮果三径在 3.91 cm ~ 5.34 cm 之间,单果重在 36.39 g ~ 73.17 g 之间,SQLG 最重,为 73.17 g,鲜壳厚度在 0.53 cm ~ 0.67 cm 之间。果实去青皮以后,三径在 2.98 cm ~ 4.42 cm 之间,单果重在 13.11 g ~ 26.05 g 之间,SQLG 最重,为 26.05 g。因此,从 6 份穗状

表 7

四川穗状核桃主要鲜果外观比较

Tab. 7 Comparison of appearance of main fresh fruit of spicate walnuts in Sichuan

序号 Serial number	样品号 Sample number	青皮果 Green husk fruit				去青皮果(鲜果)peeling fruit (Fresh fruit)				
		横径(cm) transverse diameter	纵径(cm) Longitudinal diameter	侧径(cm) Side diameter	单果重(g) Fruit weight	鲜壳厚(cm) Fresh shell thick	横径(cm) transverse diameter	纵径(cm) Longitudinal diameter	侧径(cm) Side diameter	单果重(g) Fruit weight
1	HSLH	4.28	4.73	4.59	49.03	0.66	3.41	3.75	3.25	21.40
2	HSZML	4.51	4.64	4.62	52.97	0.60	3.37	3.62	3.39	18.92
3	CTYM	4.78	5.14	5.07	69.41	0.67	3.56	3.95	3.43	21.69
4	SQLG	4.79	5.42	5.34	73.17	0.60	4.03	4.42	3.53	26.05
5	PAXH	3.91	4.30	4.27	36.39	0.53	3.30	3.22	2.98	13.11
6	XJPX	4.26	4.94	4.71	49.55	0.65	3.44	3.69	3.21	13.73
7	平均值	4.42	4.86	4.77	55.09	0.62	3.52	3.78	3.30	19.15

核桃中可以看出,果实大小差异显著,SQLG、CTYM 和 HSLH 高于其平均值。

由表 8 和表 9 可知,穗状核桃坚果单果重最大,为 19.69 g,最小 9.50g,平均为 12.09 g,出仁率最大,为 61.08%,最小为 48.46%,平均为 53.14%,壳厚平均为 0.13 cm。核壳表面特征各项指标表现较好,内褶壁、横隔膜革质或退化,核仁较饱满或饱满,坚果均匀或较均匀,取仁容易,核仁风味较好。因此,在 6 份穗状核桃种质资源中,果实外观(或外在)综合表现为 HSZML > HSLH > SQLG > PAXH > XJPX > CTYM。

## 2.7 果实品质比较

由表 10 可知,通过穗状核桃主要果实品质的测

定与分析,结果表明,核仁脂肪含量为 63.08% ~ 70.76%,HSZML 最高,为 70.76%,HSZML、CTYM、SQLG 和 PAXH 高于其平均值;蛋白含量为 13.00% ~ 17.90%,HSLH 最高,为 17.90%;水分含量为 1.08% ~ 3.54%,HSLH 最低。在油脂成分中,油酸、亚油酸和亚麻酸差异较大,PAXH 油酸含量最高,为 32.20%,XJPX 亚油酸和亚麻酸最高,分别为 64.40% 和 10.90%。硬脂酸、棕榈酸和棕榈一烯酸差异较小。因此,综合以上指标,可见穗状核桃口感细腻,风味香甜,营养价值丰富,在 6 份穗状核桃种质资源中,果实品质综合表现为 HSZML > HSLH > XJPX > CTYM > SQLG > PAXH。

表 8

四川穗状核桃主要坚果外观比较

Tab. 8

Comparison of appearance of main nuts of spicate walnuts in Sichuan

序号 Serial number	样品号 Sample number	横径(cm) transverse diameter	纵径(cm) Longitudinal diameter	侧径(cm) Side diameter	单果重(g) Fruit weight	出仁率(%) kernel rate	核壳厚(cm) Core shell thick	核壳表面特征 Core shell surface characteristics	果顶形状 Fruit top shape	果肩形状 Fruit shoulder shape	果底形状 Fruit bottom shape
1	HSLH	3.13	3.53	3.25	10.17	51.79	0.13	刻纹	稍尖	圆	凸
2	HSZML	3.30	3.54	3.24	12.45	54.59	0.13	刻纹	稍尖	平	稍凸
3	CTYM	3.37	4.01	3.52	11.20	48.46	0.13	刻纹	尖	平	凸
4	SQLG	3.51	4.37	3.86	19.69	52.84	0.14	刻纹	稍尖	圆	凸
5	PAXH	2.88	3.13	3.20	9.53	50.08	0.13	刻纹	稍尖	平	稍凸
6	XJPX	3.13	3.49	3.27	9.50	61.08	0.09	刻纹	尖	溜	平
7	平均值	3.22	3.68	3.39	12.09	53.14	0.13	刻纹	稍尖或尖	平或圆	凸或稍凸

表 9

四川穗状核桃主要坚果经济性状比较

Tab. 9

Comparison of economic characters of main nuts of spicate walnuts in Sichuan

序号 Serial number	样品号 Sample number	缝合线特征 Suture characteristics	缝合线紧密度 shell seal grade	内褶皱 Inner pleated wall	横隔膜 Diaphragm	核仁饱满度 Nucleolus fullness	核仁皮色 Nucleolus skin color	坚果均匀度 Nut evenness	坚果形状 Nut shape	取仁难易 Fetching Kernel difficulty	核仁风味 Nucleolus flavor
1	HSLH	平	强	退化	革质	较饱	黄白	均匀	圆	易	中
2	HSZML	隆起	强	退化	革质	饱满	黄白	均匀	圆	易	好
3	CTYM	隆起	强	革质	革质	较饱	黄褐	较均	圆	较易	中
4	SQLG	隆起	强	革质	革质	较饱	褐	均匀	阔椭圆	易	中
5	PAXH	平	中等	革质	革质	饱满	黄褐	较均	扁圆	易	好
6	XJPX	隆起	强	革质	膜质	较饱	褐	不均	圆	较易	一般
7	平均值	隆起或平	强或中等	革质或退化	革质	较饱或饱满	黄白或黄褐	均匀或较均匀	圆或扁圆	易或较易	中或好

表 10

四川穗状核桃主要果实品质比较

Tab. 10

Comparison of main quality of spicate walnuts in Sichuan

序号 Serial number	样品号 Sample number	核仁 Nucleolus			油脂成分 Oil composition					
		脂肪(%) Fat	蛋白(%) Protein	水分(%) moisture	油酸(%) oleic acid	亚油酸(%) linoleic acid	亚麻酸(%) Linolenic acid	硬脂酸(%) Stearic acid	棕榈酸(%) Palmitic acid	棕榈一烯酸(%) Palmitic-gadoleic acid
1	HSLH	66.92	17.90	1.08	18.70	61.40	10.80	2.00	6.20	0.30
2	HSZML	70.76	15.00	1.36	18.70	61.40	10.80	2.40	6.20	0.30
3	CTYM	67.56	14.00	3.54	17.00	63.50	9.70	2.60	6.30	0.20
4	SQLG	68.34	13.00	3.50	25.00	54.00	9.10	3.00	7.60	0.20
5	PAXH	68.18	14.40	2.46	32.20	53.10	4.40	2.70	6.10	0.10
6	XJPX	63.08	17.80	2.97	13.20	64.40	10.90	4.40	6.20	0.20
7	平均值	67.47	15.35	2.49	20.8	59.63	9.28	2.85	6.43	0.22

### 3 结论与讨论

穗状核桃根据雌花序发育方式分为两种,第一种为雌花聚生,呈葡萄穗状,混合芽着生密集,常表现出穗状结果;第二种为雌花散生在一个较长的花轴上,形成串状雌花序,呈串状结果<sup>[5]</sup>。本研究结果表明,所有资源雌花花序差异较大,HSZML、CTYM 和 SQLG 为雌花聚生,形成穗状结果,而 HSLH、PAXH 和 XJPX 为雌花散生,形成串状结果,多为 3~8 个,而 4~6 居多,PAXH 雌花最多,为 6~12 个;同时,其物候期有明显差异,其中 HSLH 花为雌先型,其余为雄先型。胡琳山<sup>[8]</sup>对山西省灵丘县穗状核桃的研究认为,果枝每年全为穗状果穗,新梢生长迅速,长 24 cm~48 cm,最长为 68 cm,结果枝

生长缓慢,长 5 cm~12 cm,最长为 16 cm;结果枝座果后,一般在当年还可生出 1~3 个新梢,丰产性较好。而本研究表明,穗状核桃营养枝长为 29.5 cm~53.33 cm,结果枝长为 6.67 cm~31.67 cm,其中 PAXH 结果枝、营养枝的生长量最大;HSLH、HSZML 和 SQLG 的顶枝结果率、侧枝果枝率均在 50% 以上,且 HSLH、HSZML 和 CTYM 树冠投影面积产量为 0.40 kg·m<sup>-2</sup>以上,进一步说明了穗状核桃生长与结果表现较好。但由于穗状核桃树龄较大,立地条件较差,栽培管理较为粗放,生长期采用合理的修剪,以重剪为主、中剪为辅<sup>[22]</sup>,将更有利于调节树势,促进穗状核桃营养生长与生殖生长的平衡,每年人均能达到丰产,从而提高经济效益。

核桃果实的品质特性指标包括外观(或外在)和内在品质指标,外观(或外在)指标主要包括坚果

果实形状、单果重、壳厚、缝合线紧密程度、出仁率、核仁颜色等;内在品质指标主要包括脂肪及脂肪酸、蛋白质及氨基酸、矿物质等多种营养成分<sup>[23~24]</sup>。本研究结果表明,在6份穗状核桃资源中,坚果单果重平均为12.09 g,出仁率平均为53.14%,壳厚平均为0.13 cm。缝合线隆起或平,内褶壁、横隔膜革质或退化,核仁较饱满或饱满,坚果均匀或较均匀,取仁容易,核仁风味较好。因此,核桃外观特征各项指标表现较好,综合表现为HSZML > HSLH > SQLG > PAXH > XJXP > CTYM。罗宇年<sup>[25]</sup>等对新疆核桃果实品质研究认为,新疆主栽核桃蛋白质平均含量为19.35%,脂肪平均含量为60.91%,相比国内其他地区核桃,具有蛋白质含量高,脂肪含量偏低的特点,脂肪酸含量由高到低顺序为亚油酸 > 油酸 > 亚麻酸 > 棕榈酸 > 硬脂酸。而本试验结果表明,穗状核桃核仁脂肪平均含量为67.47%,HSZML最高,为70.76%;蛋白质平均含量为15.35%,HSLH最高,为17.90%;水分平均含量为2.49%,HSLH最低,为1.08%;其中,穗状核桃的脂肪平均含量超过新疆主栽核桃。在油脂成分中,油酸、亚油酸和亚麻酸差异较大,PAXH油酸含量最高,为32.20%,XJXP亚油酸和亚麻酸最高,分别为64.40%和10.90%;脂肪酸含量由高到低顺序为亚油酸 > 油酸 > 亚麻酸 > 棕榈酸 > 硬脂酸 > 棕榈一烯酸。由此可见,穗状核桃口感细腻,风味香甜,营养价值丰富,果实内在品质综合表现为HSZML > HSLH > XJXP > CTYM > SQLG > PAXH。因此,穗状核桃具有结果枝率高、结实多、丰产性好、品质佳、易取仁、出仁率高、含油量高等特点,其中HSZML、HSLH的果实外观与内在品质综合性表现最好。

李敏<sup>[26]</sup>等对核桃花器官变异的研究认为,核桃花器官变异是早实核桃二次开花过程的发生,核桃雌花序变异分为穗状花类型、穗状花具分枝类型、穗状花雌雄同序类型、雌花序莲座状类型等;其中穗状花类型为雌花穗状着生于伸长的花轴上;穗状花具分枝类型为穗状花序出现分枝,花芽着生其上;穗状花雌雄同序类型为在伸长的穗状花序上同时着生雌花和雄花;雌花序莲座状类型为雌花莲座状轮生于一个花托组织。通过对6份穗状核桃的连续观察,HSZML、CTYM和SQLG为雌花序莲座状类型,HSLH、PAXH和XJXP为穗状花具分枝类型。对于四川发现的穗状核桃是否属于二次开花、多花多果的遗传稳定性等问题,还需要从解剖学、遗传学等方面开展相关研究<sup>[27~30]</sup>。同时,为了更好地发掘和利用核桃特异种质资源,将开展穗状核桃优良单株筛选和繁育技术研究,努力扩大优良单株的繁殖系数,

为核桃新品种的培育打下坚实的基础。

## 参考文献:

- [1] 郝荣庭,刘孟军. 中国干果[M]. 北京:中国林业出版社,2005,78~80.
- [2] 杨文衡,张建光. 二十年来核桃科研的进展[J]. 河北农业大学学报,1983,6(1):1~13.
- [3] 杨文衡. 我国的核桃[J]. 河北农业大学学报,1984,7(2):1~9.
- [4] 郝荣庭,张毅萍. 中国果树志(核桃卷)[M]. 北京:中国林业出版社,1996,85~91.
- [5] 自晓秀. 介绍10种性状特殊的变异型核桃[J]. 烟台果树,2010(4):48~49.
- [6] 范永林,陈军,余绍亮,等. 红花串核桃种类型(品种)特性及育种策略[J]. 贵州林业科技,2012,40(1):36~39.
- [7] 郭琳霞. 毕节市核桃优良品种与评价[J]. 林业勘查设计,2011(2):89~90.
- [8] 胡琳山. 灵丘的穗状核桃[J]. 中国果树,1959(3):25~26.
- [9] 张辉元,王发林,何义和,等. 甘肃地方核桃资源及优良株系选育研究[C]. 全国干果生产与科研进展学术研讨会,2009,61~66.
- [10] 畅里哲. 晋中地区核桃优良单株简介[J]. 山西果树,1986(3):32~33.
- [11] 魏东升. 美国穗状垂铃核桃引种青藏高原试验初报[J]. 陕西农业科学,2015,61(9):59~61.
- [12] 刘崇欣,谢永贵,谢恩云. 黔西北串核桃丰产栽培技术[J]. 林业实用技术,2009(11):12~13.
- [13] 2015. 核桃遗传资源调查编目技术规程(试行)[S]. 北京:国家林业局科技发展中心,2015.
- [14] 2015. 泡核桃遗传资源调查编目技术规程(试行)[S]. 北京:国家林业局科技发展中心,2015.
- [15] LYT 1329-1999. 核桃丰产与坚果品质[S]. 北京:国家林业局,1999.
- [16] NY/T 2330-2013. 农作物种质资源鉴定评价技术规范 核桃[S]. 北京:农业部,2013.
- [17] GB 5009.3-2010. 食品安全国家标准食品中水分的测定[S]. 北京:卫生部,2010.
- [18] GB 5009.6-2003. 食品中脂肪的测定[S]. 北京:卫生部,2003.
- [19] GB 5009.5-2010. 食品安全国家标准食品中蛋白质的测定[S]. 北京:卫生部,2010.
- [20] GB 17377-2008. 动植物油脂 脂肪酸甲酯的气相色谱分析[S]. 北京:国家质量监督检验检疫总局,2008.
- [21] 陈善波,余忠江,杨文渊,等. 清香核桃在四川的引种表现及栽培技术[J]. 中国南方果树,2016,45(2):156~160.
- [22] 陈善波,黄洋,宋乾丽,等. 不同修剪方法对核桃幼树生长量的影响[J]. 四川林业科技,2016,37(3):88~91.
- [23] 张美勇,徐颖,刘嘉芬,等. 核桃不同品种果实坚果品质分析[J]. 中国农学通报,2008,24(12):313~316.
- [24] 苏彦革,赵爽,王明,等. 8个新疆早实核桃优良坚果品质变异分析及综合评价[J]. 河北农业大学学报,2016,39(3):31~36.
- [25] 罗宇年,田英姿,英犁,等. 新疆主栽核桃品种的营养品质评价[J]. 现代食品科技,2014,30(5):258~261.
- [26] 李敏,刘媛,赵勇刚,等. 核桃花器官变异的研究[J]. 园艺学报,2009,36(1):21~26.
- [27] 夏雪清,郝荣庭. 核桃雌花芽的生理分化和形态分化时期[J]. 河北农业大学学报,1989,12(1):18~21.
- [28] 荣瑞芬,郝荣庭. 核桃雄花芽形态分化及发育的观察[J]. 河北农业大学学报,1991,14(1):44~46.
- [29] 张志华,王文江,高仪,等. 核桃雌雄异熟性的花芽分化进程[J]. 园艺学报,1995,22(4):391~393.
- [30] 高英,董宁光,张志宏,等. 早实核桃雌花芽分化外部形态与内部结构关系的研究[J]. 林业科学研究,2010,23(2):241~245.