

# 七个麻核桃品种的坚果性状分析

陈梦华<sup>1</sup>, 靳丽鑫<sup>1</sup>, 王玉莲<sup>3</sup>, 赵丹<sup>1</sup>, 李保国<sup>1,2</sup>, 张雪梅<sup>1,2</sup>

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 河北省核桃工程技术研究中心, 河北 邢台 054000; 3. 文安县林业局, 河北 廊坊 065800)

**摘要:** 为了对麻核桃品种的性状进行选择 and 评价, 以 7 个麻核桃品种的坚果为试材, 对其纵径、横径、侧径、果形指数、三径均值和单果重进行了变异系数和主成分分析。结果表明: 以性状的累积方差贡献率为 85% 以上, 确定了 2 个反映麻核桃坚果主要性状的主成分,  $Y_1$  方差贡献率为 69.411,  $Y_2$  方差贡献率为 30.024;  $Y_1$  主要反映坚果大小, ‘大官帽’的  $Y_1$  值最高为 8.5, 其次为 ‘满天星’和 ‘四座楼’, 分别为 0.71 和 0.54;  $Y_2$  主要反映坚果果形, ‘承德官帽’的  $Y_2$  值最高为 2.35, 其次为 ‘满天星’和 ‘山西官帽’, 分别为 1.41 和 1.13。

**关键词:** 麻核桃; 坚果性状; 主成分分析

**中图分类号:** S 664.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2015)11-0007-04

麻核桃(*Juglans hopeiensis* Hu) 属胡桃科胡桃属植物, 是核桃与核桃楸的天然杂种, 天然分布在河北、天津、山西和北京的部分山区<sup>[1]</sup>, 因麻核桃内果皮质地坚硬, 花纹多样, 多被用于把玩, 所以又名文玩核桃<sup>[2]</sup>。近年来, 随着生活水平的不断提高, 人们对精神生活的要求也逐渐增加, 因此具有健身和收藏价值的麻核桃备受青睐, 其产业发展前景呈现收益较高、市场需求稳中有增的态势<sup>[3-4]</sup>。但是, 在麻核桃的市场交易中主要依靠人为主观判断, 随意性较大。而主成分分析是综合变量, 且相互独立, 主成分值作为品种选择指标, 能较准确了解各品种多个性状的综合表现<sup>[5-8]</sup>。目前, 主成分分析法已在多个坚果树种上得到应用<sup>[9-13]</sup>, 研究结果均表明, 采用主成分分析法对其主要性状进行综合评价具有

科学、简便的特点, 但关于主成分分析法在麻核桃坚果品质分析上的应用尚鲜见报道。因此, 以 7 个麻核桃品种的坚果为材料, 测定了每个品种的 6 个性状, 采用主成分分析法对其进行综合评价, 以期选择具有优良性状的麻核桃提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于河北省保定市涞水县龙泉山麻核桃基地, 地处太行山东麓北端, 北纬 39°31'2", 东经 115°40'8", 海拔 123~130 m, 为低山丘陵地, 土壤为钙质土, 属温带大陆性气候, 年降水量 500~600 mm, 极端最高气温 43℃, 最低气温 -20℃, 无霜期 165~210 d, 日照时数 2 500~2 900 h。

### 1.2 试验材料

供试材料为涞水县龙泉山麻核桃基地树势相对一致、无病虫害, 生长结果良好的 4 年生麻核桃树, 包括 ‘满天星’、‘苹果园’、‘大官帽’、‘白狮子头’、‘山西官帽’、‘承德官帽’和 ‘四座楼’ 7 个品种的坚果。

### 1.3 试验方法

于果实成熟期, 每个麻核桃品种随机选择 20 个坚果

**第一作者简介:** 陈梦华(1990-), 女, 硕士研究生, 研究方向为经济林栽培生理。E-mail: 839290035@qq.com.

**责任作者:** 张雪梅(1980-), 女, 河北丰润人, 博士, 副研究员, 硕士生导师, 现主要从事经济林栽培生理等研究工作。E-mail: zhan-gxuemei888@163.com.

**基金项目:** 国家林业公益专项资助项目(201004093); 河北省科技支撑资助项目(14236811D)。

**收稿日期:** 2015-01-26

the petiole length ( $L_2$ ) which were smaller between the populations. It showed that these two traits among populations performance were unstable and vulnerable to the environment. 10 groups were divided into 4 types according to the clustering of leaf shape index that conformity with the terrain. All showed that leaf shape were greatly influenced by the environment. Principal component analysis showed that the former three of the biggest contribution rate were tip angle ( $\alpha$ ), leaf base angle ( $\gamma$ ), leaf length ( $L_1$ ), which showed these parameters play an important role in Xinjiang wild apple phenotype classification and be the important indicator in phenotypic analysis of *Malus sieversii*.

**Keywords:** *Malus sieversii* (Ledeb.) Roem.; genetic diversity; leaf traits

果,用千分之一天秤称量单果重;用数显游标卡尺测量每个坚果的纵径、横径和侧径,果形指数=纵径/横径,三径均值=(纵径+横径+侧径)/3。

#### 1.4 数据分析

采用主成分分析法对麻核桃坚果性状进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 7个麻核桃品种单果重的极差及变异系数分析

由表1可知,7个麻核桃品种单果重差异较大,‘大官帽’单果重最大为33.47 g,‘山西官帽’最小为22.85 g;7个麻核桃品种单果重的极差由小到大依次为:‘四座楼’=‘苹果园’<‘满天星’<‘山西官帽’<‘白狮子头’<

‘承德官帽’<‘大官帽’;变异系数由小到大依次为:‘四座楼’<‘苹果园’<‘满天星’<‘大官帽’<‘承德官帽’<‘白狮子头’<‘山西官帽’。其中‘大官帽’单果重的极差最大为16.5 g,变异系数较大,为18.39%;‘山西官帽’的极差为12.1 g,其变异系数最大为20.98%;其次为‘承德官帽’和‘白狮子头’,其极差分别为16.0 g和15.3 g,变异系数分别为19.23%和20.47%。说明这4个品种的单果重具有较高的遗传多样性,商品一致性较差。‘满天星’、‘苹果园’和‘四座楼’单果重的极差和变异系数均较小,商品一致性较好。

表1 7个麻核桃品种单果重的极差及变异系数

Table 1 The range and variance coefficient of single fruit weight in 7 cultivars of *Juglans hopeiensis* Hu

类别 Type	‘大官帽’ ‘Da Guanmao’	‘满天星’ ‘Mantian Xing’	‘苹果园’ ‘Pingguo Yuan’	‘四座楼’ ‘Sizuo Lou’	‘山西官帽’ ‘Shanxi Guanmao’	‘承德官帽’ ‘Chengde Guanmao’	‘白狮子头’ ‘Bai Shizi Tou’
单果重 Single fruit weight/g	33.47	25.95	26.04	26.91	22.85	24.26	24.12
极差 Range/g	16.5	10.0	9.0	9.0	12.1	16.0	15.3
变异系数 Variable coefficient/%	18.39	12.70	12.09	11.26	20.98	19.23	20.47

### 2.2 坚果形状

2.2.1 果形指数(纵径/横径) 由表2的7个麻核桃品种果形指数的极差及变异系数可知,7个麻核桃品种果形指数差异不大,均接近于1,截面近似圆形。其中‘承德官帽’果形指数最大为1.03,‘四座楼’的最小为0.91。7个麻核桃品种果形指数的极差由小到大依次为:‘白狮子头’<‘四座楼’<‘苹果园’<‘山西官帽’<‘承德官帽’<‘满天星’<‘大官帽’;变异系数由小到大依次为:

‘白狮子头’<‘四座楼’<‘山西官帽’<‘承德官帽’<‘苹果园’<‘满天星’<‘大官帽’。其中‘大官帽’果形指数的极差和变异系数均为最大,分别为0.29 cm和9.91%;其次为‘满天星’,极差和变异系数分别为0.25 cm和7.31%,说明‘大官帽’和‘满天星’的果型具有较高的遗传多样性,商品一致性较差。其余麻核桃品种的极差和变异系数均较小,说明其坚果形状的丰富度比较差,商品一致性较好。

表2 7个麻核桃品种果形指数的极差及变异系数

Table 2 The range and variance coefficient of fruit shape index in 7 cultivars of *Juglans hopeiensis* Hu

类别 Type	‘大官帽’ ‘Da Guanmao’	‘满天星’ ‘Mantian Xing’	‘苹果园’ ‘Pingguo Yuan’	‘四座楼’ ‘Sizuo Lou’	‘山西官帽’ ‘Shanxi Guanmao’	‘承德官帽’ ‘Chengde Guanmao’	‘白狮子头’ ‘Bai Shizi Tou’
纵径 Longitudinal diameter/cm	4.47	4.28	3.99	3.86	4.05	4.28	3.79
横径 Transverse diameter/cm	4.69	4.26	4.19	4.25	4.04	4.17	4.02
果形指数 Fruit index	0.96	1.01	0.96	0.91	1.01	1.03	0.94
极差 Range/cm	0.29	0.25	0.17	0.10	0.18	0.20	0.09
变异系数 Variable coefficient/%	9.91	7.31	5.96	3.59	4.66	5.82	3.49

2.2.2 三径(纵径、横径和侧径)均值 由表3的7个麻核桃品种三径均值的极差及变异系数可知,7个麻核桃品种三径均值差异较大,其中‘大官帽’三径均值最大为4.52 cm,‘白狮子头’的最小为3.95 cm。7个麻核桃品

种三径均值的极差由小到大依次为:‘苹果园’<‘四座楼’<‘满天星’=‘山西官帽’<‘大官帽’<‘白狮子头’<‘承德官帽’;变异系数由小到大依次为:‘苹果园’<‘四座楼’<‘满天星’<‘大官帽’<‘山西官帽’<‘白狮子

表3 7个麻核桃品种三径均值的极差及变异系数

Table 3 The range and variance coefficient of mean diameter in 7 cultivars of *Juglans hopeiensis* Hu

类别 Type	‘大官帽’ ‘Da Guanmao’	‘满天星’ ‘Mantian Xing’	‘苹果园’ ‘Pingguo Yuan’	‘四座楼’ ‘Sizuo Lou’	‘山西官帽’ ‘Shanxi Guanmao’	‘承德官帽’ ‘Chengde Guanmao’	‘白狮子头’ ‘Bai Shizi Tou’
纵径 Longitudinal diameter/cm	4.47	4.28	3.99	3.86	4.05	4.28	3.79
横径 Transverse diameter/cm	4.69	4.26	4.19	4.25	4.04	4.17	4.02
侧径 Side diameter/cm	4.39	4.10	4.12	4.25	3.87	3.89	4.05
三径均值 Average of three diameter/cm	4.52	4.21	4.10	4.12	3.99	4.12	3.95
极差 Range/cm	0.83	0.74	0.44	0.55	0.74	0.98	0.84
变异系数 Variable coefficient/%	6.51	5.57	3.91	4.50	6.52	7.73	6.58

头’<‘承德官帽’。其中‘承德官帽’三径均值的极差和变异系数均为最大,分别为 0.98 cm 和 7.73%;其次为‘白狮子头’、‘大官帽’和‘山西官帽’,极差分别为 0.84、0.83、0.74 cm,变异系数分别为 6.58%、6.51%、6.52%,说明这些品种的三径具有较高的遗传多样性,商品一致性较差。‘满天星’、‘四座楼’和‘苹果园’三径均值的极差和变异系数均较小,说明其坚果大小基本一致,商品一致性较好。

### 2.3 主成分分析

2.3.1 主成分的选取 由于 6 个性状指标的单位有差异,对 7 个麻核桃品种的 6 个性状指标值进行数据标准化处理,转化为 6 个主成分。由表 4 样本相关矩阵的特征根计算方差贡献率和累积方差贡献率可知,提取出来的 2 个主成分的特征值大于 1,累积贡献百分率达到 99.435%,表明这 2 个主成分已经把 7 个麻核桃品种的主要性状 99.435%的信息反映出来。因此,采用主成分分析法对麻核桃坚果品质进行分析是科学可靠的,并且可以选取前 2 个主成分作为麻核桃坚果性状选择的综合指标。

表 5

麻核桃各性状因子载荷矩阵

Table 5

Loading matrix of *Juglans hopeiensis* Hu traits

主成分	纵径	横径	侧径	果形指数	三径均值	单果重
Principle component	Longitudinal diameter $X_1$	Transverse diameter $X_2$	Side diameter $X_3$	Fruit index $X_4$	Average of three diameter $X_5$	Single fruit weight $X_6$
成分 1 Component( $Y_1$ )	0.671	0.996	0.860	-0.223	0.979	0.988
成分 2 Component( $Y_2$ )	0.741	0.070	-0.494	0.973	0.203	-0.124

2.3.3 综合测评结果 7 个麻核桃品种坚果品质的综合评价结果见表 6。通过对计算结果标准化转换,得到 7 个麻核桃品种的重要主成分值。根据主成分值的排序,可以得出不同麻核桃品种的性状优劣,每个性状取前 3 名:‘大官帽’的  $Y_1$  值最高,其次为‘满天星’和‘四座楼’,说明它们的主要优势体现在坚果大小方面;‘承德官帽’

表 4 麻核桃主要性状主成分的  
方差贡献率和累计方差贡献率

Table 4 Nucleolus variance proportion and cumulative variance proportion of main traits of *Juglans hopeiensis* Hu

主成分	特征值	方差贡献率	累积方差贡献率
Principle component	Characteristic value	Relative variance contribution/%	Cumulative variance contribution rate/%
1	4.165	69.411	69.411
2	1.801	30.024	99.435

2.3.2 函数的建立及分析 主成分中各性状载荷值的大小体现了各性状在主成分中的重要程度。麻核桃各性状因子载荷矩阵见表 5。由表 5 可列出前 2 个主成分的函数表达式,分别为: $Y_1 = 0.671X_1 + 0.996X_2 + 0.86X_3 - 0.223X_4 + 0.979X_5 + 0.988X_6$ ;  $Y_2 = 0.741X_1 + 0.07X_2 - 0.494X_3 + 0.973X_4 + 0.203X_5 - 0.124X_6$ 。第 1 主成分中,载荷较高且符号为正的向量特征为横径、侧径、三径均值和单果重,主要反映的是麻核桃坚果大小的综合指标;第 2 主成分中,载荷较高且符号为正的向量特征为纵径和果形指数,主要反映的是麻核桃坚果果形的综合指标。

的  $Y_2$  值最高,其次为‘满天星’和‘山西官帽’,说明它们的主要优势体现在坚果果形方面。根据以上 2 个主成分值,可以列出麻核桃坚果综合评价值的函数表达式:麻核桃坚果综合评价指数  $= 0.698Y_1 + 0.302Y_2$ 。由综合得分值的排序可得,‘大官帽’的坚果品种综合评价价值最高为 6.02,其次为‘满天星’,坚果品种综合评价指数为 0.92。

表 6

7 个麻核桃品种坚果品质的综合评价结果

Table 6

Nut quality comprehensive evaluation results in 7 cultivars of *Juglans hopeiensis* Hu

品种	主成分值 $Y_1$ 坚果大小评价指数	$Y_1$ 排名	主成分值 $Y_2$ 坚果果形评价指数	$Y_2$ 排名	坚果品质综合评价值	综合排名
Cultivars	Principle component value $Y_1$ evaluation number of nut size	Ranking of $Y_1$	Principle component value $Y_2$ evaluation number of nut shape	Ranking of $Y_2$	Comprehensive evaluation value of nut quality	Comprehensive ranking
‘大官帽’‘Da Guanmao’	8.50	1	0.29	4	6.02	1
‘满天星’‘Mantian Xing’	0.71	2	1.41	2	0.92	2
‘苹果园’‘Pingguo Yuan’	-0.59	4	-0.78	5	-0.65	5
‘四座楼’‘Sizuo Lou’	0.54	3	-2.62	7	-0.41	3
‘山西官帽’‘Shanxi Guanmao’	-3.99	7	1.13	3	-2.44	6
‘承德官帽’‘Chengde Guanmao’	-1.72	5	2.35	1	-0.49	4
‘白狮子头’‘Bai Shizi Tou’	-3.44	6	-1.78	6	-2.94	7

### 3 结论与讨论

7 个麻核桃品种主要坚果性状极差及变异系数的分析表明,在麻核桃坚果大小方面,‘满天星’、‘苹果园’和‘四座楼’这 3 个麻核桃品种单果重和三径均值的极差及变异系数均较小,商品一致性较好;在麻核桃坚果果形方面,‘大官帽’和‘满天星’这 2 个麻核桃品种果个

最大,但‘大官帽’果形指数的极差和变异系数均为最大,分别为 0.29 cm 和 9.91%;其次为‘满天星’,极差和变异系数分别为 0.25 cm 和 7.31%,说明这 2 个麻核桃品种具有较高的遗传多样性,商品一致性较差,其余 5 个麻核桃品种果形指数的极差和变异系数均较小,说明其坚果形状的丰富度比较差,商品一致性较好。这与虎

海防<sup>[7]</sup>和许静等<sup>[8]</sup>研究的核桃品质结果相似。

根据主成分分析,将7个麻核桃品种坚果的6个主要性状转化为2个主成分。2个主成分提供了原性状99.435%的信息,且是综合的、相互独立的指标,依据各性状因子载荷矩阵,可计算麻核桃品种的主成分值,再依据麻核桃市场消费趋势提出各主成分的相应组合,以特征值百分率为加权系数构建综合评价指数,用于麻核桃坚果主要性状的评价。该研究的第1主成分中,横径和单果重的系数较大,主要反映麻核桃坚果大小的综合指标,第2主成分中,纵经和果形指数的系数较大,主要反映麻核桃坚果果形的综合指标,第1主成分较第2主成分在综合评价中占比重较大为69.8%。因此,主成分值和综合评价指数可为麻核桃品种坚果性状指标提供理论依据,可以根据不同的育种目标和各主成分所表达的因子信息选择相应的麻核桃品种。应用主成分分析法评价麻核桃坚果的主要性状,既能把握麻核桃坚果的综合性状表现,又能简化选择程序,较人工打分和单一性状选优快捷,且更具有科学性,与武静等<sup>[9]</sup>研究的主成分分析法在核桃坚果品质评价中以及徐永杰等<sup>[10]</sup>、肖良俊等<sup>[11]</sup>和高焕章等<sup>[12-13]</sup>研究的主成分分析法在核桃选优中的应用结果类似,表明主成分分析在麻核桃优良品种选择及发展麻核桃生产上均有较广泛的应用价值。

## 参考文献

- [1] 张宇. 文玩核桃土肥水管理[J]. 河北林业科技, 2012(4): 90-91.
- [2] 和凌云. 麻核桃春季栽培技术要点[J]. 河北林业, 2011(2): 38.
- [3] 李瑞平, 李维泉, 宋立功. 保定市麻核桃产业现状分析与发展探讨[J]. 林业实用技术, 2012(11): 60-61.
- [4] 马燕, 靳丽鑫, 张雪梅, 等. 不同麻核桃品种物候期观察和花粉特性研究[J]. 北方园艺, 2014(15): 17-21.
- [5] 赵廷松, 方文亮, 曾清贤. 5个核桃早实杂交新品种鲁甸县区域试验[J]. 西北林学院学报, 2007(5): 83-85.
- [6] 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(12): 313-316.
- [7] 虎海防. 不同主栽区核桃坚果品质研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2013.
- [8] 许静, 翟梅枝, 肖志娟, 等. 4个不同核桃品种物候观察及品质分析[J]. 中国农学通报, 2013, 31: 42-46.
- [9] 武静, 孙向宁, 贺奇, 等. 早实核桃坚果品质各指标主成分分析及品质评价[J]. 中国园艺文摘, 2013(7): 20-22.
- [10] 徐永杰, 吴代坤, 罗治建, 等. 主成分分析法在核桃选优中的应用[J]. 中国农学通报, 2011(25): 45-48.
- [11] 肖良俊, 宁德鲁, 彭明俊, 等. 滇东北核桃优良单株主要经济性状的主成分分析[J]. 西北林学院学报, 2013(2): 79-82.
- [12] 高焕章, 吴楚, 姜学知, 等. 湖北兴山核桃复选优系主要经济性状主成分分析[J]. 湖北农学院学报, 2001(3): 207-211.
- [13] 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(3): 171-176.

## Nut Character Analysis of 7 *Juglans hopeiensis* Hu Cultivars

CHEN Meng-hua<sup>1</sup>, JIN Li-xin<sup>1</sup>, WANG Yu-lian<sup>3</sup>, ZHAO Dan<sup>1</sup>, LI Bao-guo<sup>1,2</sup>, ZHANG Xue-mei<sup>1,2</sup>

(1. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. Research Center for Walnut Engineering and Technology of Hebei, Xingtai, Hebei 054000; 3. Forestry Bureau of Wen'an County, Langfang, Hebei 065800)

**Abstract:** In order to provide a theoretical basis for selecting merit cultivars of *Juglans hopeiensis* Hu. The main economic characters were determined by principal component analysis, which included nut length, nut width, nut side diameter, fruit shape index, mean diameter and average nut weight. And 7 cultivars of *Juglans hopeiensis* Hu were used as materials. The results showed that, according to more than 85% of the cumulative variance proportion, the results proposed two principal components and their function equations which reflected the main nut characters of *J. hopeiensis* Hu, the variance proportions of  $Y_1$  and  $Y_2$  were 69.411 and 30.024.  $Y_1$  mainly reflected the nut size, the principal component values( $Y_1$ ) of 'Da Guanmao' was the highest 8.5, the higher were 'Mantian Xing' and 'Sizuo Lou', their principal component values( $Y_1$ ) were 0.71 and 0.54;  $Y_2$  mainly reflected the nut shape, the principal component values( $Y_2$ ) of 'Chengde Guanmao' was the highest 2.35, the higher were 'Mantian Xing' and 'Shanxi Guanmao', their principal component values( $Y_2$ ) were 1.41 and 1.13.

**Keywords:** *Juglans hopeiensis* Hu; nut character; principal component analysis