

四川核桃种质资源坚果的数量性状变异及概率分级

蒲光兰¹, 肖千文^{1*}, 蔡利娟¹, 罗永飞², 邹雪梅³

(1.四川农业大学林学院, 四川 温江 611130; 2.石棉县林业局, 四川 石棉 625400; 3.广安市前锋区林业局, 四川 广安 638019)

摘要:以四川金堂、汉源和石棉3个县的核桃种质资源圃的97份核桃坚果为研究对象,考察腹径、横径、果高、三径平均值、果形指数、单果重、仁重、出仁率、壳厚、粗脂肪和粗蛋白等11个主要数量性状。结果表明:四川核桃遗传多样性极其丰富,坚果性状的变异系数变幅为9.92%~32.94%;仁重、单果重、粗蛋白和壳厚具有相对较高的变异系数,可作为核桃良种选育的重要参考指标;K-S检验结果表明,11个数量性状的Sig值均大于0.05,符合正态分布。对符合正态分布的数量性状用 $(X-1.2818S)$ 、 $(X-0.5246S)$ 、 $(X+0.5246S)$ 和 $(X+1.2818S)$ 4个点分级,1~5级出现的频率分别为10%、20%、40%、20%、10%,符合正态分布。

关键词:核桃;坚果;数量性状;概率分级;四川

中图分类号:S664.1

文献标志码:A

文章编号:1007-1032(2015)06-0647-04

Variation and probability grading of main quantitative traits of walnut (*Juglans regia* L.) germplasm resources

Pu Guanglan¹, Xiao Qianwen^{1*}, Cai Lijuan¹, Luo Yongfei², Zou Xuemei³

(1.College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Wenjiang, Sichuan 611130, China; 2.The Forest Bureau of Shimian, Shimian, Sichuan 625400, China; 3. The Forest Bureau of Qianfeng, Guang'an, Sichuan 638019, China)

Abstract: 97 walnut germplasm resources from 3 counties of Sichuan province were used as materials, 11 main quantitative characters of walnut were studied to establish the probability grading standards of walnuts and index system on traits evaluation, the results were as follows: The genetic diversity of walnut in Sichuan showed abundance, and the range of variation coefficients of nut characters was from 9.92% to 32.94%. The characters of nut weight, kernel weight, protein content and shell thickness have higher variation coefficient and could be used as important reference index for walnut breeding; The 11 quantitative characteristics showed a normal distribution with analyzing of K-S and were divided into 5 grades by dividing points of $(X-1.2818S)$, $(X-0.5246S)$, $(X+0.5246S)$ and $(X+1.2818S)$. Occurrence frequency of 1 to 5 grades was 10%, 20%, 40%, 20% and 10%, respectively.

Keywords: walnut; nut; quantitative characters; probability grading; Sichuan

核桃又称胡桃,系胡桃科(Juglandaceae)、胡桃属(*Juglans*)植物,是世界上重要的坚果树种之一,也是中国重要的栽培经济树种。核桃栽培种包括核桃(*Juglans regia* L.)和铁核桃(*Juglans sigillata* Dode.)2个类群。主要分布于中国云南、四川、贵州和西藏地区。四川处于亚热带,受地形和不同季

风环流的交替影响,气候复杂多样,物种多样性极其丰富,是中国核桃和铁核桃两大类群的过渡带,典型的核桃变异区,核桃性状差异较大,品质良莠不齐。

核桃坚果数量性状的分级是核桃种质资源评价的核心。传统的数量性状分级主要是建立在经验

基础之上的等差分级,缺乏反映各性状取值的概率分布情况,难以体现四川核桃的性状差异^[1]。而以数量性状分布特征为基础的概率分级方法,不仅可以反映不同性状取值在总变异中的系统位置,还使数量性状的分级有了客观和统一的标准^[1]。目前,数量性状的概率分级已经在葡萄^[2]、枣^[3-4]、杏^[5]等果树上取得了比较理想的结果,然而,在核桃上仍缺乏统一的概率分级标准。笔者通过对四川金堂、汉源和石棉3个县的97份种质资源坚果的数量性状进行分析研究,以探索建立其概率分级标准,为核桃种质资源的科学评价和利用、良种选育及生产中坚果的分级提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

选取四川金堂、汉源和石棉3个县的核桃种质资源圃的97份样本(表1)进行研究。

表1 供试材料

材料来源	样本数/个		合计/个
	早实核桃	晚实核桃	
石棉县	32	48	80
汉源县	1	11	12
金堂县	5	0	5

1.2 方法

每份材料取成熟坚果20个,风干,进行各项

表2 坚果数量性状的变异特征

性状指标	最大值	最小值	极差	平均值	标准差	变异系数/%
腹径	4.50	2.46	2.04	3.51	0.36	10.33
横径	4.14	2.50	1.64	3.24	0.32	9.92
果高	5.74	2.62	3.12	4.00	0.59	14.63
三径平均值	4.68	2.61	2.07	3.58	0.38	10.72
果形指数	1.45	0.92	0.52	1.14	0.13	11.01
单果重	24.92	5.55	19.37	12.45	3.71	29.77
仁重	13.74	3.04	10.70	6.35	2.09	32.94
出仁率	66.38	38.95	27.43	51.03	5.33	10.45
壳厚	1.54	0.55	0.99	1.10	0.22	19.99
粗脂肪	77.17	44.37	32.80	63.25	6.33	10.00
粗蛋白	29.15	9.22	19.93	17.97	5.13	28.54

2.2 坚果数量性状 K-S 正态性检验

对坚果11个数量性状分别进行K-S正态检验是对其性状概率分级的前提。根据K-S假设,只有当 $Sig > 0.05$ 时,性状符合正态分布,对于 $Sig < 0.05$

指标的测定。测定腹径(cm)、横径(cm)、果高(cm)、单果重(g)、仁重(g)、壳厚(mm)、粗脂肪含量(%)和粗蛋白含量(%)等。其中腹径、横径、果高及壳厚用游标卡尺测定,单果重及仁重用千分之一天平称量;壳厚为横径中部的果壳厚度;三径平均值(cm)=(腹径+横径+果高)/3;果形指数=果高/腹径;出仁率=(仁重/单果重)×100%;粗脂肪用索氏提取法^[6]测定;粗蛋白用凯氏定氮法^[7]测定。

1.3 数据分析

所有数据采用Excel 2007整理,运用SPSS 16.0软件进行统计分析。首先对核桃坚果数量性状用K-S检验法进行检验,其中K值代表各性状的平均值,S值代表各性状的标准差,对符合正态分布的性状按照 $(X - 1.2818S)$ 、 $(X - 0.5246S)$ 、 $(X - 0.5246S)$ 、 $(X - 1.2818S)$ 4个点分为5个级,使1~5级的出现概率分别为10%、20%、40%、20%和10%。

2 结果与分析

2.1 坚果数量性状的变异特征

97份坚果数量性状的变异特征(表2)表明,坚果横径的变异系数最小(9.92%),其他变异系数均在10%以上;仁重的变异系数最大(32.94%);果形指数的变化幅度最小(0.89~1.45),变异系数为11.01%;粗脂肪的变异幅度最大(44.37%~77.17%),变异系数为10%。

的性状,则需进行对数转换,再进行检验。由表3可知,腹径、横径、果高、三径平均、果形指数、单果重、仁重、出仁率、壳厚、粗脂肪、粗蛋白等11个性状的Sig值均大于0.05,服从正态分布,可

以进行下一步的概率分级。

表 3 坚果数量性状 K-S 正态性检验结果

Table 3 K-S normality test of quantitative traits

性状指标	极差绝对值	正极值	负极值	K-S 值	Sig 值
腹径	0.049	0.049	-0.049	0.486	0.972
横径	0.043	0.043	-0.042	0.427	0.993
果高	0.048	0.042	-0.048	0.475	0.978
三径平均值	0.045	0.031	-0.045	0.443	0.989
果形指数	0.095	0.095	-0.064	0.931	0.351
单果重	0.077	0.077	-0.033	0.755	0.618
仁重	0.100	0.100	-0.060	0.981	0.291
出仁率	0.048	0.048	-0.032	0.475	0.978
壳厚	0.073	0.05	-0.073	0.720	0.678
粗脂肪	0.069	0.049	-0.069	0.683	0.739
粗蛋白	0.136	0.121	-0.136	1.342	0.055

2.3 坚果数量性状概率分级标准

从核桃坚果数量性状概率分级标准(表 4)可以看出:三径平均值、单果重、出仁率、粗脂肪、粗蛋白等重要经济性状指标各级值均分别高于《核桃坚果质量等级》(GB/T 20398—2006)。此外,分级

标准中,部分性状指标级差较大,如:仁重第 1 级(3.67 g)与第 5 级(9.03 g)相差了 5.36 g;单果重第 1 级(7.69 g)与第 5 级(17.21 g)相差了 9.52 g;粗蛋白第 1 级(11.39%)较第 5 级(24.55%)少 53.60%。其余各项指标各级间相差相对较小。

表 4 坚果数量性状概率分级标准

Table 4 Probability grading standards of quantitative traits

性状指标	分级标准值				
	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
腹径	< 3.05	3.05~3.32	> 3.32~3.70	> 3.70~3.97	> 3.97
横径	< 2.83	2.83~3.07	> 3.07~3.41	> 3.41~3.65	> 3.65
果高	< 3.24	3.24~3.69	> 3.69~4.31	> 4.31~4.76	> 4.76
三径平均值	< 3.09	3.09~3.38	> 3.38~3.78	> 3.78~4.07	> 4.07
果形指数	< 0.97	0.97~1.07	> 1.07~1.21	> 1.21~1.31	> 1.31
单果重	< 7.69	7.69~10.50	> 10.50~14.40	> 14.40~17.21	> 17.21
仁重	< 3.67	3.67~5.25	> 5.25~7.45	> 7.45~9.03	> 9.03
出仁率	< 44.20	44.20~48.23	> 48.23~53.83	> 53.83~57.86	> 57.86
壳厚	< 0.82	0.82~0.98	> 0.98~1.22	> 1.22~1.38	> 1.38
粗脂肪含量	< 55.14	55.14~59.93	> 59.93~66.57	> 66.57~71.36	> 71.36
粗蛋白含量	< 11.39	11.39~15.28	> 15.28~20.66	> 20.66~24.55	> 24.55

2.4 坚果数量性状的频率分布

核桃坚果 11 个数量性状的频率分布如下:

1) 三径平均值。坚果三径平均的最小值为 2.61 cm,最大值为 4.68 cm,变异系数为 10.72%(表 2)。由表 4 可见:在坚果三径平均值的分布频率中,1 级, < 3.09 cm,占 8.25%,代表小果核桃,如石棉指核桃;2 级,3.09~3.38 cm,占 22.68%;3 级, > 3.38~3.78 cm,占 38.14%;4 级, > 3.78~4.07 cm,占 21.65%;5 级, > 4.07 cm,占 9.28%,代表大果核桃,如石棉巨型核桃。此外,腹径、横径、果高也基本符合正态分布。

2) 果形指数。由表 4 可见:在坚果果形指数的分布频率中,1 级, < 0.97 cm,占 7.22%;2 级,

0.97~1.07 cm,占 23.71%,代表近圆形核桃;3 级, > 1.07~1.21 cm,占 44.33%;4 级, > 1.21~1.31 cm,占 12.37%;5 级, > 1.31 cm,占 12.37%,代表长椭圆形核桃。

3) 单果重。坚果单果重的最小值为 5.55 g,最大值为 24.92 g,变异系数为 29.77%(表 2)。由表 4 可见:在坚果单果重的分布频率中,1 级, < 7.69 g,占 9.28%;2 级,7.69~10.50 g,占 23.71%;3 级, > 10.50~14.40 cm,占 36.08%;4 级, > 14.40~17.21 g,占 22.68%;5 级, > 17.21 g,占 8.25%。此外,仁重也基本符合正态分布。

4) 出仁率。坚果出仁率的最小值为 38.95%,最大值为 66.38%,变异系数为 10.45%(表 2)。由

表4可见:在坚果出仁率的分布频率中,1级,<44.20%,占9.28%;2级,44.20%~48.23%,约占23.71%;3级,>48.23%~53.83%,约占38.14%;4级,>53.83%~57.86%,约占17.53%;5级,>57.86%,占11.34%。

5)壳厚。壳厚是反映坚果品质的重要指标。由表4可见:在坚果壳厚的分布频率中,1级,<0.82mm,占10.31%;2级,0.82~0.98mm,占19.59%,1、2级代表纸皮类核桃;3级,0.98~1.22mm,占40.21%;4级,1.22~1.38mm,占19.59%,代表薄壳核桃;5级,>1.38mm,占10.31%。

6)粗脂肪含量。由表4可见:在坚果粗脂肪的分布频率中,1级,<55.14%,占8.25%;2级,55.14%~59.93%,占18.56%;3级,>59.93%~66.57%,占45.36%;4级,>66.57%~71.36%,占16.49%;5级,>71.36%,占11.34%,代表高油核桃类。

7)粗蛋白含量。由表4可见:在坚果粗蛋白的分布频率中,1级,<11.39%,占5.15%;2级,11.39%~15.28%,占36.08%;3级,>15.28%~20.66%,占22.68%;4级,>20.66%~24.55%,占22.68%;5级,>24.55%,占13.40%,代表高蛋白核桃类。

综上,按表4概率分级标准对供试坚果进行分级后,基本符合正态分布。

3 结论与讨论

核桃由于异花授粉和长期的自然选择,遗传背景较为复杂,种质资源极其丰富。研究核桃种质资源多样性,是对其保护与开发利用的基础。遗传多样性是物种进化和物种分化的基础,而性状变异是物种进化及新品种和新物种形成的前提,历来被植物分类和育种者所重视^[8-9]。性状变异程度或变异幅度越大,对种质变异和创新贡献率越高。变异系数是表征性状变异程度的一项重要参数。本项研究表明:仁重、单果重、粗蛋白和壳厚具有相对较高的变异系数,表明四川核桃具有较高的遗传多样性,这与陈良华等人研究结论^[10-11]一致,可能是由于核桃为风媒花,雌雄异花,且多数核桃雌雄花期不一致所致。此外,这也说明这些性状具有较丰富的遗传基础,选择潜力较大,可作为核桃良种选育重要的参考指标。

核桃坚果质量等级国家标准^[5]将坚果划为4

级,相关性状如坚果横径、单果重、出仁率、粗脂肪和粗蛋白的特级划分情况分别30mm、12.0g、53.0%、65.0%和14.0%。而本研究结果表明,以上性状的最优级分别>36.5mm、>17.21g、>57.86%、>71.36%和>24.55%。此外,在坚果质量等级标准中,未涉及到坚果重要的数量性状—壳厚。四川核桃坚果遗传变异较大,尤其在坚果果壳上,壳厚有>10mm的厚壳铁核桃,也有<1mm的优质薄壳铁核桃,因此,与传统标准相比,本试验的概率分级体系更能体现四川复杂气候核桃坚果的性状特征。同时,概率分级还反映了各等级的频率分布,分级标准更全面客观。

参考文献:

- [1] GB/T 20398—2006. 核桃坚果质量等级[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [2] 马小河,赵旗峰,董志刚,等. 鲜食葡萄品种资源果实数量性状变异及概率分级[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(6):1185-1189.
- [3] 刘孟军. 枣树数量性状的概率分级研究[J]. 园艺学报,1996,23(2):100-105.
- [4] 刘平,刘孟军,周俊义,等. 枣树数量性状的分布类型及其概率分级指标体系[J]. 林业科学,2003,39(6):77-82.
- [5] 赵海娟,刘威生,刘宁,等. 普通杏种质资源果实主要数量性状变异及概率分级[J]. 果树学报,2013,30(1):37-42.
- [6] GB 2906—82. 谷类、油料作物种子粗脂肪测定方法[S]. 北京:中国标准出版社,1982.
- [7] GB/T 14489.2—2008. 油料粗蛋白的测定方法[S]. 北京:中国标准出版社,1993.
- [8] 王力荣. 我国果树种质资源科技基础性工作30年回顾与发展建议[J]. 植物遗传资源学报,2012,13(3):343-349.
- [9] 王述民,李立会,黎裕. 中国粮食和农业植物遗传资源状况报告II[J]. 植物遗传资源学报,2011,12(2):167-177.
- [10] 陈良华,胡庭兴,张帆,等. 用AFLP技术分析四川核桃资源的遗传多样性[J]. 植物生态学报,2008,32(6):1362-1372.
- [11] 蒲光兰,肖千文,吴开志,等. 四川核桃种质资源表型多样性研究[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2014,40(2):162-167.

责任编辑:尹小红

英文编辑:梁和