

核桃种质资源果实性状的遗传多样性分析

陈新¹, 徐丽¹, 张力思¹, 张士刚², 魏海蓉¹, 刘庆忠^{1*}

(1. 山东省果树研究所/山东省果树生物技术育种重点实验室, 山东泰安 271000; 2. 山东省泰安市农业局, 山东泰安 271000)

摘要 [目的]研究核桃果实性状遗传多样性。[方法]以53份山东省果树研究所国家核桃种质资源圃的核桃坚果为研究对象,测定横径、纵径、侧径、干果重、仁重、出仁率、壳厚等主要数量性状。[结果]53个核桃家系坚果重为7.953~20.719 g,果仁重为4.854~9.866 g,出仁率为39.15%~71.57%,横径为27.725~39.463 mm,纵径为31.835~48.223 mm,侧径为31.157~41.435 mm,壳厚为0.564~1.794 mm。其中,果仁重、干果重、壳厚具有相对较高的变异系数,分别为14.19%、18.51%、22.13%。[结论]调查的核桃资源遗传多样性丰富,果仁重、单果重和壳厚可作为核桃良种选育的重要参考指标。

关键词 核桃;果实;性状;遗传多样性

中图分类号 S664.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)26-0136-02

Genetic Diversity Analysis of Fruit Characters in Germplasm Resources of *Juglans regia*

CHEN Xin, XU Li, ZHANG Li-si, LIU Qing-zhong* et al (Shandong Institute of Pomology, Key Laboratory for Fruit Biotechnology Breeding of Shandong, Taian, Shandong 271000)

Abstract [Objective] To study the genetic diversity of *Juglans regia* fruit. [Method] 53 *Juglans regia* nuts in national *Juglans regia* Germplasm Resources Garden of Shandong Institute of Pomology were taken as the research object. The main quantitative characters such as diameter, longitudinal diameter, lateral diameter, dry fruit weight, kernel weight, kernel yield and shell thickness were measured. [Result] The weight of 53 *Juglans regia* nuts was 7.953-20.719 g, the kernel weight was 4.854-9.866 g, the kernel yield was 39.15%-71.57%, the transverse diameter was 27.725-39.463 mm, the longitudinal diameter was 31.835-48.223 mm, the side diameter was 31.157-41.435 mm, and the shell thickness was 0.564-1.794 mm. Among them, the kernel weight, dry fruit weight and shell thickness have relatively high coefficient of variation at 14.19%, 18.51% and 22.13%, respectively. [Conclusion] The genetic diversity of walnut resources was rich, and the kernel weight, fruit weight and shell thickness can be used as important reference indexes for the selection of *Juglans regia* varieties.

Key words *Juglans regia*; Nut; Characters; Genetic diversity

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,也是我国重要的栽培经济树种。我国是核桃生产大国,但是我国核桃的品种化栽培起步较晚,选育优质、高产、适应性强的品种仍是我国核桃产业发展面临的迫切问题。核桃主要性状遗传规律的研究是选育新品种的基础。目前国内外核桃育种工作者在分析种质资源遗传多样性发掘和创新育种材料等方面做了大量工作,取得了显著成果^[1-4]。但核桃主要性状的遗传规律研究相对滞后影响了育种工作的顺利实施。因此,对核桃性状遗传规律的研究在核桃的育种中具有重要意义。笔者以山东省果树研究所国家种质资源圃的核桃坚果为研究对象,研究了果实性状的遗传多样性。

1 材料与方法

1.1 供试材料 选取山东省果树研究所国家果树种质核桃资源圃的53份核桃样本进行研究,主要为近年来国内外育成的品种和资源考察过程中收集的农家品系。

1.2 试验方法 每份材料取成熟坚果10个,风干,进行各项指标的测定。测定干果横径(mm)、纵径(mm)、侧径(mm)、单果重(g)、果仁重(g)、壳厚(mm)等。其中,横径、纵径、侧径及壳厚用游标卡尺测定,单果重及仁重用百分之一天平称量;壳厚为横径中部的果壳厚度。

2 结果与分析

2.1 果实性状测定结果 果实性状分析结果见表1。

2.2 坚果数量性状的变异特征 由表2可知,53份坚果横径的变异系数最小(5.93%),壳厚的变异系数最大(22.13%);果仁重变化幅度最小(4.854~9.866 g),变异系数为14.19%;出仁率的变异幅度最大(39.150%~71.570%),变异系数为11.77%。

2.3 果实数量性状多样性

2.3.1 干果重多样性。53个核桃家系坚果重为7.953~20.719 g,最低为品种花生,最高为品种下港2号。由坚果数量性状概率分级标准可知,在坚果单果重的分布频率中,1级,<7.69 g,占0%;2级,7.69~10.50 g,占9.43%;3级,10.50~14.40 g,占58.49%;4级,14.40~17.21 g,占24.53%;5级,>17.21 g,占7.55%。

2.3.2 果仁重多样性。53个核桃家系坚果果仁重为4.854~9.866 g,最低为品种维纳,最高为品种鲁果5号。由坚果数量性状概率分级标准可知,在坚果果壳厚度的分布频率中,1级,<3.67 g,占0%;2级,3.67~5.25 g,占3.77%;3级,5.25~7.45 g,占47.17%;4级,7.45~9.03 g,占47.17%;5级,>9.03 g,占1.89%。

2.3.3 出仁率多样性。53个核桃家系坚果出仁率为39.15%~71.57%,最低为品种青林,最高为花生。由坚果数量性状概率分级标准可知,在坚果出仁率的分布频率中,1级,<44.20%,占9.43%;2级,44.20%~48.23%,占3.77%;3级,48.23%~53.83%,占30.19%;4级,53.83%~57.86%,占26.42%;5级,>57.86%,占30.19%。

基金项目 科技部科技资源共享服务平台项目(2017-048);农业部种质资源保护与利用项目(2017NWB009);山东省农业良种工程项目-鲁科农字(2014-96)。

作者简介 陈新(1980—),男,山东泰安人,助理研究员,博士,从事果树种质资源与分子生物学研究。*通讯作者,研究员,从事果树种质资源与生物技术育种研究。

收稿日期 2017-07-19

表 1 核桃品系的坚果性状

Table 1 Nut characteristic of *Juglans regia* tree

序号 No.	品种 Varieties	干果横径 Transverse diameter of dried fruit mm	干果纵径 Longitudinal diameter of dried fruit//mm	干果侧径 Side diameter of dried fruit mm	干果重 Dried fruit weight//g	壳厚度 Shell thickness mm	果仁重 Kernel weight g	出仁率 Shelling percentage %
1	麻塔 1 号	31.778	37.571	34.621	10.975	0.767	7.034	64.09
2	杨庄 1 号	36.100	45.161	37.843	17.101	1.553	8.365	48.92
3	杨庄 2 号	33.824	37.873	33.434	13.765	1.221	7.663	55.67
4	麻塔 2 号	31.717	38.277	31.663	13.414	1.404	7.409	55.23
5	晋龙 1 号	33.625	40.390	34.987	15.917	1.625	7.717	48.48
6	麻塔 3 号	37.046	39.137	36.651	17.666	1.752	7.776	44.02
7	早硕	35.558	37.942	38.501	14.204	1.182	8.450	59.49
8	京香 2 号	33.130	31.835	33.913	12.623	1.199	7.264	57.55
9	土莱尔	34.514	36.825	35.768	12.479	1.261	6.586	52.78
10	中核短枝	33.011	33.874	34.602	11.255	0.847	6.593	58.58
11	12-1	35.433	37.013	36.270	14.752	1.333	8.104	54.93
12	秦城	33.562	48.223	32.055	14.538	1.513	6.918	47.59
13	霍华德	31.969	36.230	35.510	12.646	1.463	6.076	48.05
14	B110	35.463	39.023	35.638	16.203	1.567	8.522	52.60
15	B76	35.341	39.880	35.819	14.647	1.271	7.972	54.43
16	A19	33.611	35.033	34.893	13.625	1.146	7.554	55.44
17	华山 5 号	35.496	35.049	38.014	15.049	1.276	7.429	49.37
18	京 746	35.040	33.346	35.902	12.899	1.157	7.270	56.36
19	辽 1	32.343	34.111	33.716	10.667	0.918	6.303	59.09
20	扎木台 5 号	33.855	36.767	34.846	12.553	1.213	6.600	52.58
21	青林	33.710	37.329	33.182	16.579	1.794	6.490	39.15
22	礼品 1 号	31.240	36.307	32.465	10.020	0.856	6.710	66.97
23	爱米格	31.827	40.418	32.881	14.267	1.264	7.793	54.62
24	温宿 1 号	33.469	39.770	36.256	13.544	1.035	8.192	60.48
25	下港 1 号	36.316	44.783	38.697	18.301	1.625	7.993	43.68
26	下港 2 号	38.463	47.928	41.435	20.719	1.747	8.713	42.05
27	郑短	36.034	38.193	36.838	15.916	1.301	8.671	54.48
28	泰勒	33.335	38.322	34.686	11.397	1.280	5.767	50.60
29	鲁果 5 号	39.463	45.745	40.493	19.767	1.482	9.866	49.91
30	岱香	32.633	34.806	34.493	11.524	0.946	6.741	58.50
31	鲁果 7 号	33.817	40.309	34.614	14.258	1.095	8.409	58.98
32	鲁果 6 号	33.706	39.926	36.207	16.033	1.416	8.839	55.13
33	下港 3 号	32.544	36.682	35.495	14.212	1.720	6.989	49.18
34	下港 4 号	31.308	32.202	31.847	8.029	0.673	5.116	63.72
35	鲁果 3 号	31.738	38.554	34.088	11.047	1.322	5.718	51.76
36	鲁果 9 号	32.873	42.837	34.750	14.518	1.656	7.630	52.56
37	花生	27.725	33.611	31.157	7.953	0.564	5.692	71.57
38	绿香	31.624	36.491	31.262	10.385	1.115	5.665	54.55
39	扎木台 3 号	34.776	39.889	37.973	14.993	1.255	8.071	53.83
40	中林 1 号	32.552	37.748	32.598	12.258	1.138	7.529	61.42
41	中林 3 号	35.266	41.687	37.651	13.764	1.210	8.382	60.90
42	鲁果 2 号	32.618	37.028	33.913	12.017	1.215	6.551	54.51
43	强特勒	31.868	37.989	32.770	10.910	1.381	5.841	53.54
44	麻塔 4 号	35.066	39.331	35.198	14.073	1.250	7.818	55.55
45	鲁核 5 号	31.754	39.893	33.824	12.895	1.587	6.381	49.48
46	麻塔 5 号	34.201	42.885	35.147	14.624	1.148	7.843	53.63
47	陇南 15	31.973	35.297	33.697	12.150	1.079	7.577	62.36
48	维纳	30.466	36.369	32.431	11.542	1.490	4.854	42.06
49	丰辉	32.494	42.400	32.231	13.166	1.266	8.361	63.50
50	美香	33.667	38.788	37.219	13.282	0.799	8.377	63.07
51	清香	33.006	37.318	33.181	13.098	1.262	6.777	51.74
52	香玲	32.670	38.288	33.520	11.595	0.938	6.870	59.25
53	元丰	33.951	34.234	36.586	12.944	1.479	6.824	52.72

表 2 坚果数量性状的变异特征

Table 2 Variation characteristics of quantitative characters in nuts

性状指标 Index	横径 Transverse diameter of dried fruit//mm	纵径 Longitudinal diameter of dried fruit//mm	侧径 Side diameter of dried fruit mm	干果重 Dried fruit weight//g	果仁重 Kernel weight g	出仁率 Shelling percentage %	壳厚 Shell thickness mm
最大值 Maximum	39.463	48.223	41.435	20.719	9.866	71.570	1.794
最小值 Minimum	27.725	31.835	31.157	7.953	4.854	39.150	0.564
极差 Range	11.738	16.388	10.278	12.766	5.012	32.420	1.230
平均值 Average	33.597	38.432	34.970	13.561	7.295	54.540	1.265
标准差 Standard deviation	1.992	3.590	2.241	2.510	1.035	6.417	0.280
变异系数 Coefficient of variation//%	5.93	9.34	6.41	18.51	14.19	11.77	22.13

气体;高温下未炭化物芳构化,形成石墨微晶,键断裂时释放气体;这些气体作为活化剂对椰壳原料进行了自活化的作

用,生成一定孔隙;热解气体的产生,使得反应器内产生微压力,对孔隙的形成有一定作用。

表3 微压力对活性炭吸附性能的影响

Table 3 Effect of micro-pressure on adsorption property of activated carbons

活化时间 Activation time//h	得率 Yield//%		亚甲基蓝吸附值 Methylene blue adsorption value//mg/g		碘吸附值 Iodine adsorption value//mg/g	
	微压力 Micro pressure	无压力 No pressure	微压力 Micro pressure	无压力 No pressure	微压力 Micro pressure	无压力 No pressure
2	25.65	21.53	60	75	902	1 148
4	20.84	14.35	135	270	1 215	1 520
6	16.51	8.26	210	330	1 480	1 750

参考文献

[1] 蒋剑春,邓先伦. 活性炭应用理论与技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2010.

[2] 立本英穉,安部郁夫. 活性炭的应用技术:其维持管理及存在问题[M]. 南京:东南大学出版社,2002.

[3] KIM Y J, LEE B J, SUEZAKI H, et al. Preparation and characterization of bamboo-based activated carbons as electrode materials for electric double layer capacitors [J]. Carbon, 2006, 44(8): 1592-1595.

[4] PASTOR-VILLEGAS J, DURAN-VALLE C J. Pore structure of activated carbons prepared by carbon dioxide and steam activation at different temperatures from extracted rockrose[J]. Carbon, 2002, 40(3): 397-402.

[5] ZHOU L, YAO J H, WANG Y, et al. Estimation of pore size distribution by CO₂ adsorption and its application in physical activation of precursors[J]. Chinese J Chem Eng, 2000, 8(3): 279-282.

[6] 李雪瑶,应浩. 生物质热解气化机理研究进展[J]. 精细石油化工进展, 2009, 10(10): 45-50.

[7] 边轶,刘石彩,简祥坤. 生物质热解焦油的性质与化学利用研究现状[J]. 生物质化学工程, 2011, 45(2): 51-55.

[8] 刘康,贾青竹,王昶. 生物质热解技术研究进展[J]. 化学工业与工程,

2008, 25(5): 459-464.

[9] 中国林业科学研究院林产化学工业研究所. 木质活性炭试验方法 碘吸附值的测定:GB/T 12496. 8—1999[S]. 北京:中国标准出版社,2000.

[10] 中国林科院林产化工所. 木质活性炭试验方法 亚甲基蓝吸附值的测定:GB/T 12496. 10—1999[S]. 北京:中国标准出版社,2000.

[11] 中国林业科学研究院林产化学工业研究所. 木质净水用活性炭:GB/T 13803. 2—1999[S]. 北京:中国质检出版社,2000.

[12] 安鑫南. 林产化学工艺[M]. 北京:中国林业出版社,2002.

[13] 南京林业大学学院. 木材热解工艺学[M]. 北京:中国林业出版社, 1983.

[14] 杨海平,陈汉平,晏蓉,等. 温度对生物质固定床热解影响的研究[J]. 太阳能学报, 2007, 28(10): 1152-1157.

[15] 司崇殿,郭杰杰. 活性炭活化机理与再生研究进展[J]. 中国粉体技术, 2008, 14(5): 48-52.

[16] 卢春兰. 碱活化法制备石油焦基活性炭及活化机理研究[D]. 大连:大连理工大学,2007.

[17] 孙仲超,张文辉,杜铭华,等. 压力对太西无烟煤制活性炭的炭化和活化过程的影响[J]. 煤炭学报, 2005, 30(3): 353-358.

(上接第137页)

2.3.4 果实横径多样性. 53个核桃家系坚果果实横径为27.725~39.463 mm,最低为品种花生,最高为品种鲁果5号。由坚果数量性状概率分级标准可知,在坚果果实横径的分布频率中,1级, < 28.3 mm, 占1.89%; 2级, 28.3~30.7 mm, 占1.89%; 3级, 30.7~34.1 mm, 占64.15%; 4级, 34.1~36.5 mm, 占26.41%; 5级, > 36.5 mm, 占5.66%。

2.3.5 果实纵径多样性. 53个核桃家系坚果果实纵径范围为31.835~48.223 mm,最低为品种京香2号,最高为品种秦城。由坚果数量性状概率分级标准可知:在坚果果实纵径的分布频率中,1级, < 32.4 mm, 占3.77%; 2级, 32.4~36.9, 占30.19%; 3级, 36.9~43.1 mm, 占56.61%; 4级, 43.1~47.6 mm, 占5.66%; 5级, > 47.6 mm, 占3.77%。

2.3.6 果实侧径多样性. 53个核桃家系坚果果实侧径范围为31.157~41.435 mm,最低为品种花生,最高为品种下港2号。由坚果数量性状概率分级标准可知,在坚果果实侧径的分布频率中,1级, < 30.5 mm, 占0%; 2级, 30.5~33.2 mm, 占24.53%; 3级, 33.2~37.0 mm, 占58.49%; 4级, 37.0~39.7 mm, 占13.21%; 5级, > 39.7 mm, 占3.77%。

2.3.7 果壳厚度多样性分析. 53个核桃家系坚果壳厚为0.564~1.794 mm,最低为品种花生,最高为品种青林。由坚果数量性状概率分级标准可知,在坚果壳厚的分布频率中,1级, < 0.82 mm, 占7.55%; 2级, 0.82~0.98 mm, 占9.43%; 3级, 0.98~1.22 mm, 占24.53%; 4级, 1.22~1.38 mm, 占

24.53%; 5级, > 1.38 mm, 占33.96%。

3 结论与讨论

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^[5-6]。变异系数是表征性状变异程度的一项重要参数,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。该项研究表明,核桃果仁重、干果重、出仁率和壳厚具有相对较高的变异系数,表明具有较高的遗传多样性,可能是由于核桃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。

核桃科学家的育种目标是瞄准薄壳、早实、丰产等性状,多数采用新疆核桃播种实生后代,通过综合评价后选出优异核桃种质资源。袖珍花生核桃果个小,被青少年人群喜爱,可以满足不同消费者口味。礼品型核桃可以选择大果型鲁果5号。尽管青林核桃壳厚出仁率低,但该品种干性好,生长势强,为材果兼用型,适合造林推广使用。

参考文献

[1] 张智勇. 核桃 EST-SSR 引物开发及其在喙核桃保育遗传学中的应用[D]. 北京:北京林业大学,2013.

[2] 黄少勇. 新疆部分核桃资源 EST-SSR 遗传多样性分析及引物通用性研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2013.

[3] 吴国良,张志华,侯立群. 中国核桃属具特异性状的品种资源[J]. 经济林研究, 2009, 27(1): 61-64.

[4] 李国和. 核桃种质资源研究[D]. 雅安:四川农业大学,2007.

[5] 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.

[6] 王述民,李立会,黎裕,等. 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.