

板栗种质资源果实性状的遗传多样性分析

张力思, 洪坡, 王甲威, 朱东姿, 孙山, 刘庆忠* (山东省果树研究所/国家果树种质泰安核桃板栗圃, 山东泰安 271000)

摘要 为研究板栗果实性状遗传多样性, 以来自 12 个省(市)的 59 份板栗资源坚果为研究对象, 测定单粒重、可溶性糖含量、淀粉含量、蛋白质含量 4 个品质性状。结果表明, 所调查的板栗资源遗传多样性丰富, 为板栗良种选育提供重要参考指标。

关键词 板栗; 果实; 性状; 遗传多样性

中图分类号 S664.2 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)01-0039-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.01.009



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Genetic Diversity Analysis of Fruit Characters in Germplasm Resources of *Castanea* Mill.

ZHANG Li-si, HONG Po, WANG Jia-wei et al (Shandong Institute of Pomology/National Fruit Germplasm Tai'an Walnut & Chestnut Repository, Taian, Shandong 271000)

Abstract In order to study the genetic diversity of nut, 59 Chinese chestnut resources from 12 provinces were used to determine the single nut weight, soluble sugar content, starch content and protein content. The investigated Chinese chestnut resources were rich in genetic diversity, which provides an important reference index for the breeding of improved varieties of Chinese chestnut.

Key words Chinese chestnut; Nut; Characters; Genetic diversity

栗属(*Castanea* Mill.)植物原产于亚洲、欧洲、非洲和美洲的北温带地区,约有 10 个种。世界经济栽培的食用栗中,以中国的板栗(*Castanea mollissima* Bl.)和欧洲栗(*C. sativa* Mill.)、日本栗(*C. crenata* Sieb. et Zucc.)、美洲栗(*C. dentata* Borkh.)为主。中国栗属(*Castanea*)的原生种有板栗(*C. mollissima* Bl.)、锥栗[*C. henryi* (Skan) Rehd. et Wils.]和茅栗(*C. seguinii* Dode)。板栗起源于我国,栽培历史悠久,分布地域辽阔,具有丰富的遗传多样性,且是世界抗性育种的重要基因来源^[1]。

但板栗主要性状的遗传规律研究相对滞后,影响了育种、鉴定分类工作的顺利实施。因此,对板栗性状遗传规律的研究在板栗育种中具有重要意义。笔者以国家果树种质板栗资源圃(山东省果树研究所)的板栗果实为研究对象,分析了果实品质性状的遗传多样性,以期为板栗研究、生产者提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 以山东省果树研究所国家板栗资源圃收集保存的 12 个省(市)59 份有代表性的品种(系)为材料。于板栗成熟季,自生长发育良好的成年板栗树外围采集近完全成熟的刺苞 30 个,室内自然开裂后,取出坚果,进行测定。

1.2 试验方法 每份材料取 30 个成熟坚果,风干,进行坚果单粒重(g)、坚果可溶性糖含量(%)、坚果淀粉含量(%)、坚果蛋白质含量(%)的测定^[2-4]。

其中,坚果单粒重用千分之一电子天平称量。坚果可溶性糖含量参照 GB/T 6194 水果、蔬菜可溶性糖测定方法

NY/T 1278—2007 测定。坚果淀粉含量参照 GB/T 5009.9—2016 食品中淀粉的测定方法测定。坚果蛋白质含量参照 GB/T 2905 谷类、豆类作物种子粗蛋白测定方法(半微量凯氏法) GB 5009.5—2016 测定。以上均以%表示,精确至 0.1%。板栗质量等级分级标准参照 GB/T 22346—2008 中相关分类标准。

2 结果与分析

2.1 坚果品质性状 坚果品质性状测定结果见表 1。坚果品质性状变异特征见表 2。由表 2 可知,59 份坚果可溶性糖含量的变异系数最小(0.259),淀粉含量的变异系数最大(0.346)。蛋白质含量的变化幅度最小(3.500%~13.400%),变异系数为 0.268,淀粉含量的变化幅度最大(14.600%~67.500%),变异系数为 0.346。

2.2 坚果品质性状多样性

2.2.1 坚果单果重。59 个板栗坚果单粒重为 3.9~19.8 g,最低为品种塔栗,最高为品种长刺板红。其中特级果占 84.75%,一级果占 8.47%,二级果占 6.78%。

2.2.2 坚果可溶性糖。59 个板栗坚果可溶性糖含量为 5.5%~24.5%,最低为品种怀九,最高为品种魁栗。其中特级果占 10.17%,一级果占 25.42%,二级果占 64.41%。

2.2.3 坚果淀粉。59 个板栗坚果淀粉含量为 14.6%~67.5%,最低为品种燕山魁栗,最高为品种广西中果。其中特级果占 84.75%,一级果占 3.39%,二级果占 11.86%。

2.2.4 坚果蛋白质。59 个板栗坚果蛋白质含量为 3.5%~13.4%,最低为品种八月红,最高为品种罗田早栗。

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,一直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。该研究表明,板栗坚果单粒重、坚果可溶性

基金项目 科技部、财政部国家科技资源共享服务平台项目(NH-GRC2022-NH14);农业部种质资源保护与利用项目(19221865)。

作者简介 张力思(1972—),女,山东泰安人,研究员,从事果树种质资源与育种研究。*通信作者,研究员,从事果树种质资源与生物技术育种研究。

收稿日期 2022-03-15

表 1 坚果品质性状
Table 1 Nut quality characteristics

序号 No.	品种(系) Varieties	来源 Sample source	单粒重 Single fruit weight//g	可溶性糖含量 Soluble sugar content//%	淀粉含量 Starch content %	蛋白质含量 Protein content %
1	超短枝 1 号	山东泰安	9.7	15.2	39.4	5.8
2	中明栗	山东泰安	10.7	14.1	24.2	7.7
3	大公书 1 号	山东莒南	9.2	13.3	25.5	7.6
4	沂蒙短枝	山东莒南	8.5	5.6	34.5	3.9
5	尖顶油栗	山东郯城	10.6	19.7	38.3	6.2
6	莱西油栗	山东莱西	16.9	16.8	32.6	7.2
7	石丰	山东海阳	11.6	14.6	34.6	10.1
8	泮庄 1 号	山东临清	10.7	11.7	27.0	8.0
9	垂枝 2 号	山东临沂	9.7	10.5	31.3	6.5
10	金丰	山东招远	7.0	11.6	29.8	9.8
11	燕红	北京昌平	10.5	14.1	25.0	7.1
12	燕丰	北京昌平	9.1	12.5	29.7	6.8
13	辛庄 2 号	北京昌平	10.8	9.0	35.6	9.7
14	怀黄	北京怀柔	7.9	14.8	25.8	5.6
15	怀九	北京怀柔	8.1	5.5	19.4	6.2
16	东密坞无花	河北迁安	12.8	15.4	28.0	8.9
17	官厅 7 号	河北遵化	10.6	12.3	31.4	9.9
18	后韩庄 20	河北迁西	9.6	13.1	29.6	8.5
19	燕山魁栗	河北迁西	10.9	16.4	14.6	6.6
20	遵达栗	河北遵化	11.9	10.6	28.5	6.5
21	寸栗	陕西长安	9.4	13.9	31.2	5.8
22	灰拣	陕西长安	9.0	18.0	40.6	10.8
23	柞 11	陕西柞水	11.4	10.9	20.6	5.0
24	柞红栗	陕西柞水	8.0	11.2	27.5	7.4
25	柞 14	陕西柞水	12.5	10.1	26.6	5.8
26	高店 1 号	河南罗山	11.3	13.5	27.2	8.4
27	高店 9 号	河南罗山	11.3	13.7	30.5	8.9
28	高店 10 号	河南罗山	13.2	12.0	25.0	9.3
29	山店大板	河南罗山	13.2	14.5	23.3	7.2
30	栗园 8 号	河南罗山	6.3	14.5	26.5	9.1
31	广德大红袍	安徽广德	10.1	9.9	51.8	6.0
32	软刺早	安徽宁国	9.5	15.5	26.7	7.4
33	舒城大红袍	安徽舒城	8.5	12.9	36.3	6.0
34	叶里藏	安徽舒城	19.0	8.6	53.6	5.9
35	重引粘底板	安徽舒城	10.7	13.0	27.0	6.0
36	处暑红	江苏宜兴	16.4	14.7	28.7	8.7
37	铁粒头	江苏宜兴	8.5	13.5	28.1	5.8
38	青毛软刺	江苏宜兴	9.5	15.5	26.7	7.4
39	短扎	江苏吴县	17.8	17.7	48.1	8.0
40	官兴大红袍	江苏邳州	9.2	16.1	28.0	8.8
41	魁栗	浙江上虞	17.8	24.5	57.5	7.9
42	上光	浙江上虞	18.5	16.2	28.7	8.8
43	紫油栗	浙江上虞	18.5	17.1	29.9	7.3
44	短刺板红	浙江诸暨	9.0	16.5	31.2	6.9
45	长刺板红	浙江诸暨	19.8	17.4	31.2	6.9
46	闭口红	湖北京山	18.5	12.3	36.0	9.0
47	红毛早	湖北京山	13.5	16.4	62.2	5.9
48	八月红	湖北罗田	14.5	14.9	48.6	3.5
49	九月寒	湖北罗田	14.6	10.2	19.3	6.0
50	罗田早栗	湖北罗田	9.5	12.9	60.0	13.4
51	白云早	湖南长沙	13.1	7.5	21.2	5.0
52	双季栗	湖南汝城	12.8	10.8	19.7	5.3
53	邵阳它栗	湖南邵阳	13.2	21.8	32.9	12.1
54	塔栗	湖南	3.9	20.8	31.9	12.0
55	黔阳	湖南黔阳	10.8	19.8	29.9	9.8
56	迟栗	贵州兴义	18.7	12.4	56.8	5.4
57	广西中果	广西阳朔	6.2	13.5	67.5	7.3
58	广西引 3	广西阳朔	7.0	16.2	42.5	11.5
59	同安 74-7	广西桂林	6.2	12.8	25.3	9.9

表 2 坚果品质性状变异特征

Table 2 Variation characteristics of nut quality characters

项目 Item	单粒重 Single fruit weight//g	可溶性糖 含量 Soluble sugar content//%	淀粉含量 Starch content//%	蛋白质含量 Protein content//%
最大值 Maximum	19.800	24.500	67.500	13.400
最小值 Minimum	3.900	5.500	14.600	3.500
平均值 Average	11.486	13.907	33.069	7.631
标准差 Standard deviation	3.722	3.606	11.438	2.047
极差 Range	15.900	19.000	52.900	9.900
变异系数 Coefficient of variation	0.324	0.259	0.346	0.268

糖含量、坚果淀粉含量、坚果蛋白质含量具有相对较高的变异系数,表明具有较高的遗传多样性,可能是由于板栗异花授粉和长期的自然选择,遗传背景较为复杂,种质资源非常丰富。开展板栗资源遗传多样性和分类研究,对优异基因资源的挖掘、利用以及开展高效育种研究具有重要意义。

目前,针对我国板栗资源数量性状的表型和分子水平遗传多样性已有大量研究,但有关板栗品种品质性状遗传多样性的研究甚少^[7-11]。板栗科学家的育种目标是早实、丰产;营养价值高、适宜加工;抗栗疫病、炭疽病^[12-13]。通过综合评

(上接第 38 页)

价,增加种植密度会降低各品种成熟期玉米单株干物质积累量。大量研究发现,玉米株高、穗位高与穗部性状及产量关系密切^[20]。随着密度的增加,株高、穗位高升高,秃尖长度增加,这与前人结果一致。李炳昊等^[21]认为,穗粗、穗行数、秃尖长、百粒重、含水量与种植密度呈负相关关系;穗重、穗长、行粒数和粒重均与种植密度呈正相关关系。这与该研究结果一致,穗长、穗粗随着种植密度的增大,呈逐渐降低趋势,行粒数在高密度下显著下降,百粒重随着密度的增加而降低。路小芳^[22]认为,不同品种的产量随密度的增加先上升后下降。该研究结果与前人研究规律一致,当超过适宜种植密度后,玉米农艺性状和穗部性状表现变差,抗倒能力下降,产量降低。该研究结果发现,3 个品种均在 9.0 万株/hm² 处理下产量最大,分别为 17 308.20、17 182.35、18 892.95 kg/hm²,其中大丰 30 产量最高,分别比陕单 609 和先玉 335 高 9.16% 和 9.96%。因此,陕单 609、先玉 335 和大丰 30 在陕北风沙滩区的适宜种植密度均为 9.0 万株/hm²,其中大丰 30 产量最高。

参考文献

- [1] 谢廷波. 玉米品种选择的重要性探析[J]. 种子科技, 2020, 38(2): 87-88.
- [2] 李雯雯, 贺玉霞, 冯小莲. 陕西北部旱地玉米生产现状及发展趋势[J]. 农民致富之友, 2015(18): 64.
- [3] 官帅, 张中东, 郭正宇. 种植密度对玉米耐密性状的影响[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(30): 47-50.
- [4] 张润生, 白永新, 李鹏, 等. 不同品种玉米种植密度对其农艺性状及产量的影响[J]. 山西农业科学, 2018, 46(1): 33-35.

价,选出优异的板栗资源,为科研、生产服务。

参考文献

- [1] 张宇和, 柳鑫, 梁维坚, 等. 中国果树志: 板栗 榛子卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005.
- [2] 刘庆忠, 孙山, 张力思, 等. 板栗种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [3] 中华人民共和国农业部. 农作物种质资源鉴定评价技术规范 板栗: NY/T 2328—2013[S]. 北京: 中国农业出版社, 2013.
- [4] 中华人民共和国农业部. 板栗种质资源描述规范: NY/T 2934—2016[S]. 北京: 中国农业出版社, 2016.
- [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.
- [7] 艾呈祥, 余贤美, 张力思, 等. 山东板栗遗传多样性分析[J]. 果树学报, 2006, 23(5): 681-684.
- [8] 艾呈祥, 张力思, 魏海蓉, 等. 部分板栗品种遗传多样性的 AFLP 分析[J]. 园艺学报, 2008, 35(5): 747-752.
- [9] 江锡兵, 龚榜初, 刘庆忠, 等. 中国板栗地方品种重要农艺性状的表型多样性[J]. 园艺学报, 2014, 41(4): 641-652.
- [10] 江锡兵, 龚榜初, 汤丹, 等. 中国部分板栗品种坚果表型及营养成分遗传变异分析[J]. 西北植物学报, 2013, 33(11): 2216-2224.
- [11] 赖俊声, 江锡兵, 龚榜初, 等. 板栗地方品种质量性状多样性分析[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(8): 1196-1200.
- [12] LI G T, AI C X, ZHANG L S, et al. Chestnut genebank in China national clonal plant germplasm repository[J]. Acta horticulturae, 2009, 844: 199-206.
- [13] 张树航, 商贺利, 刘庆香, 等. 板栗新品种“燕宽”的选育及其配套栽培技术研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(21): 6946-6947.

- [5] 张前进, 曹丽茹, 张新, 等. 玉米农艺性状及产量性状对密度胁迫的响应[J/OL]. 分子植物育种, 2021-11-22[2022-02-08]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20211122.1404.006.html>.
- [6] 孙少利. 种植密度对玉米新品种全玉 1233 农艺性状和产量的影响[J]. 现代农业科技, 2020(19): 29-30.
- [7] 潘广元, 孔令娟, 吴子峰, 等. 皖北地区夏玉米种植密度和收获期试验研究[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(21): 42-44, 48.
- [8] 李润, 吴永芳, 郭蓓蓓, 等. 种植密度对不同玉米品种产量及其农艺性状的影响[J]. 农业科技通讯, 2021(7): 184-187.
- [9] 李洪梅, 王西芝, 蒋明洋, 等. 不同种植密度对夏玉米农艺性状及产量的影响[J]. 山东农业科学, 2015, 47(7): 59-61.
- [10] 明博, 谢瑞芝, 侯鹏, 等. 2005—2016 年中国玉米种植密度变化分析[J]. 中国农业科学, 2017, 50(11): 1960-1972.
- [11] 任巧燕, 吴云锋, 任海燕. 榆林市榆阳区玉米不同品种比较试验研究[J]. 榆林学院学报, 2018, 28(2): 68-72.
- [12] 董俊娟. 玉米种植技术要点分析[J]. 新农业, 2021(24): 95-96.
- [13] 邵新胜, 梁哲军, 赵海斌, 等. 山西省作物高产高效综合生产技术研究[J]. 山西农业科学, 2012, 40(1): 1-3.
- [14] 王娟. 辽东地区玉米密植高产高效栽培技术分析[J]. 中国农业文摘-农业工程, 2021, 33(5): 85-87.
- [15] 李博, 张鹏. 玉米不同群体对叶面积指数及干物质和产量的影响[J]. 中国农技推广, 2021, 37(1): 50-52.
- [16] 刘战东, 肖俊夫, 于景春, 等. 春玉米品种和种植密度对植株性状和耗水特性的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(11): 125-131.
- [17] 李向岭, 赵明, 李从锋, 等. 播期和密度对玉米干物质积累动态的影响及其模型的建立[J]. 作物学报, 2010, 36(12): 2143-2153.
- [18] 刘春晓, 董瑞, 张秀芝, 等. 不同种植密度对玉米叶面积指数、干物质积累及产量的影响[J]. 山东农业科学, 2017, 49(2): 36-39.
- [19] 刘伟, 张吉旺, 吕鹏, 等. 种植密度对高产夏玉米登海 661 产量及干物质积累与分配的影响[J]. 作物学报, 2011, 37(7): 1301-1307.
- [20] 张玉秋, 何文涛, 刘敬泽, 等. 不同种植密度下三个玉米品种产量的变化[J]. 农业工程技术, 2017, 37(11): 23.
- [21] 李炳昊, 徐幸, 谷岩, 等. 密度对不同品种玉米产量及其农艺性状的影响[J]. 玉米科学, 2019, 27(1): 92-96.
- [22] 路小芳. 种植密度对耐密型夏玉米产量及农艺性状的影响[J]. 河北农业科学, 2017, 21(5): 27-30.