

山楂种质资源种核性状与果实性状的相关性研究

赵玉辉, 王 岗, 苏 凯, 董文轩, 郭印山

(沈阳农业大学 园艺学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘 要:以原产于中国的山楂种内 83 份资源为试材,对山楂种质资源种核数、心室数、百核重、种仁率、种核特征 5 个种子性状及可食率、单果重 2 个果实性状进行调查,并分析了性状间的相关性及遗传多样性。结果表明:种核数与心室呈正相关,与种仁率呈负相关,与单果重呈正相关;心室数与种仁率呈负相关,与可食率呈正相关,与单果重呈正相关;百核重与种仁率呈负相关,与可食率呈正相关,与单果重呈正相关;种仁率与可食率呈负相关,与单果重呈负相关;可食率与单果重呈正相关。遗传多样性分析结果显示,种仁率变异系数最大为 75.60%,其次是百核重,变异系数为 30.73%,种核特征变异系数为 21.52%,种核数、心室数与可食率 3 个性状变异系数分别为 9.85%、9.85%、4.89%,在调查的 7 个性状中,以种仁率、百核重和种核特征遗传变异较大,可作为今后山楂分类的主要性状。

关键词:山楂;种核性状;遗传多样性

中图分类号:S 661.502.4 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2014)19-0001-04

种子特征是植物的一个关键性状,与果实发育、果实品质、植物的繁殖密切相关,是研究植物表型多样性、梯度变异、表型区划的重要材料,目前关于山楂种核的相关研究开展较少,主要是关于种仁率与生理落果、单性结实相关性研究<sup>[1-3]</sup>,而基于生物多样性的研究尚鲜见报道,该研究对 83 份山楂种质资源种子主要性状进行鉴定评价,以期对山楂种质资源开展有效育种、果实发育等方面研究提供基础数据及研究材料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以原产于中国的山楂(*Crataegus pinnatifida* Bge.)种内 83 份资源为试材(表 1),由国家果树种质沈阳山楂圃提供,于 2012 年 10 月采收,进行 10 个果实外观相关性性状调查。

表 1 供鉴定评价的山楂种质资源

Table 1 Tested materials of hawthorn

种质名称 Variety name	种质名称 Variety name	种质名称 Variety name	种质名称 Variety name	种质名称 Variety name	种质名称 Variety name	种质名称 Variety name
“81-2”	“集安紫肉”	“鲁福 1 号”	“兴红 2 号”	“万宝地大金星”	“短枝寒露红”	“抚顺上砖白楂”
“安泽大果”	“绛县 798203”	“罗家沟山楂”	“兴隆紫肉”	“万宝地山里红”	“粉里山楂”	“沈 78201”
“鞍山紫肉”	“绛县山楂”	“马刚早红”	“星石榴”	“西坎 1 号”	“福山铁球”	“沈 78213”
“白里”	“介 4”	“蒙阴大金星”	“杨家堡大红”	“西坎 5 号”	“抚顺山楂”	“胜利紫肉”
“白瓢绵”	“晋县大红星楂”	“蒙阴小金星”	“益都敞口”	“西丰红”	“挂甲峪 1 号”	“实生 1 号”
“百泉 7801”	“晋县甜山楂”	“牛心台 1 号”	“益都小黄面楂”	“溪红”	“海棠山楂”	“思山岭”
“北京对照”	“旧寨山楂”	“平邑伏红子”	“银冶岭 2 号”	“霞金星”	“桓仁向阳山楂”	“泰安石榴”
“北京山楂”	“开原软籽”	“平邑山楂”	“银冶岭 9 号”	“宪平砧木 1 号”	“红肉山里红”	“汤池 2 号”
“本溪 7 号”	“莱芜黑红”	“平邑甜红子”	“豫 8003”	“向阳 2 号”	“黄宝峪 1 号”	“通辽红”
“超金星”	“辽红”	“清源磨盘”	“子母红”	“小绵球”	“辉县大红孔杞”	“弯把红”
“大五棱”	“大王庙山楂”	“大绵球”	“隆化 795801”	“隆化 795501”	“山东大金星”	“秋丽”
“大货”	“林县上口”	“秋红”	“紫珍珠”	“秋金星”	“吉林叶赫”	

1.2 试验方法

1.2.1 心室数 用刀将山楂果实横切后观察心室数量。共观察 30 个果实,取平均值,单位为个。

1.2.2 种核数 用 1.1 中所列横切的果实,调查每果中种核数量。共调查 30 个山楂果实,取平均值,单位为枚。

1.2.3 种核特征 用不少于 20 个种核确定种核的软硬和 2 个侧面有无凹痕。分为:软核、硬核无凹痕、硬核有凹痕。

1.2.4 百核重 对 1.2.2 所得种核,随机抽取 100 粒种

第一作者简介:赵玉辉(1976-),女,博士,讲师,研究方向为果树种质资源利用与评价。E-mail:zhaoyuhui76@126.com.

责任作者:董文轩(1963-),男,博士,教授,研究方向为果树种质资源利用与评价。E-mail:wxdong63@126.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31101515);沈阳农业大学青年教师基金资助项目(20101017)。

收稿日期:2014-05-27

核,在洗去果肉并吸干水分后用百分之一电子天平称其鲜重。以 g 表示,精确到 0.1 g。

1.2.5 种仁率 对 1.2.4 所得 100 粒种核,砸开或横切种核,调查具有饱满种仁的种核所占的比例。以%表示,精确到 0.1%。

1.2.6 可食率 果实成熟时鉴定。采树冠外围生长发育正常的果实 30 枚,用百分之一电子天平称重,去除果梗、萼片、果核后再用天平称量可食部分重量,计算占果实总重量的比例。以%表示,精确到 0.1%。

1.2.7 单果重 取生长发育正常成熟果实 100 个,称重,结果以平均值表示,单位为 g,精确到 0.1 g。

### 1.3 数据分析

按照《山楂种质资源描述规范和数据标准》调查采集 83 份山楂种质资源数据<sup>[4]</sup>。运用 SPSS 软件进行数据处理和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 种核性状变异系数

从表 2 可以看出,在所调查的 83 份资源中,种仁率变异系数最大为 75.60%,如“林县上口”和“杨家堡大红”种仁率为 2%,而“开源软籽”为 97%;其次是单果重和百核重,变异系数分别为 35.30%、30.73%;种核特征变异系数为 21.52%,种核数、心室数、可食率 3 个性状变异系数分别为 9.85%、9.85%、4.89%,说明 3 个性状遗传多样性不丰富,在调查的 83 份资源中种核数为 3~5 枚,且多数资源平均 4.5~5.0 枚,心室数基本和种核数对应,趋势同种核数,可食率是变异最小的一个性状,在调查的 83 份资源中,可食率大部分都达到了 80%以上,从以上结果可以看出,在调查的 7 种性状中,以种仁率、单果重、百核重和种核特征遗传变异较大,可作为今后山楂分类的主要性状。

表 2 种核及果实性状遗传多样性分析

Table 2 Analysis of the traits of seed and genetic diversity of hawthorn

性状 Character	品种数 No. of cultivars	最小值 Min	最大值 Max	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV
种核数 Seed nucleus/枚	83	3.00	5.00	4.67	0.46	9.85
心室数 Locule number/个	83	3.00	5.00	4.67	0.46	9.85
种核特征 Characteristics of the seed nucleus	82	1.00	3.00	2.37	0.51	21.52
百核重 100-stone weight/g	83	1.50	37.69	19.13	5.88	30.73
种仁率 Kernel percentage/%	83	2.00	100.00	30.41	22.99	75.60
可食率 Edible rate/%	80	68.89	90.12	82.86	4.06	4.89
单果重 Single fruit weight/g	83	1.50	16.25	7.79	2.75	35.30

### 2.2 山楂种核性状在种质资源中的频率分布分析

从图 1 山楂种质资源 7 个果实性状的频率分布图可以看出,83 份资源种核数在 3.0~5.0 枚之间,以平均 4.5~5.0 枚比例较大,大约占总数的 65%;心室数和种核数趋势相同,以平均 4.5~5.0 个心室为主,占总数的 65%;种核特征以硬核为主,软籽占的比例很小为 1.2%;百核重 13~23 g 之间的资源比例较大,大约占总数的 55%;山楂种仁率普遍较低,以种仁率低于 32%的资源为多,大约占总数 55%;山楂可食率普遍较高,大部分达到 80%以上,范围在 80%~87%之间,大约占总数的 86%。

### 2.3 山楂种核性状与果实性状相关性分析

对种子和果实性状进行相关性分析,从表 3 可以看出,种核数和心室呈正相关,达极显著水平,  $P$  值为 0.990;种核数和种仁率呈负相关,达极显著水平,  $P$  值为 -0.383;种核数和单果重呈正相关,达极显著水平,  $P$  值为 0.430;心室数和种仁率呈负相关,达极显著水平,  $P$  值为 -0.376;心室数和可食率呈正相关,达显著水平,  $P$  值为 0.274;心室数和单果重呈正相关,达极显著水平,  $P$  值为 0.430;百核重和种仁率呈负相关,达极显著水平,  $P$  值为 -0.455;百核重和可食率呈正相关,达极显著水平,  $P$  值为 0.322;百核重和单果重呈正相关,达极显著水平,  $P$  值为 0.731;种仁率和可食率呈负相关,达显著水平,  $P$  值为 -0.253;种仁率和单果重呈负相关,达极显著水平,  $P$  值为 -0.578;可食率和单果重呈正相关,达极显著水平,  $P$  值为 0.555。从以上结果可以看出,种仁率和另外几种种核性状及可食率、单果重均呈负相关。

表 3 山楂种核性状与果实性状相关性分析

Table 3 The correlation analysis of the traits of seed and fruit of hawthorn

	种核数	心室数	百核重	种仁率	可食率	单果重
种核数	—	—	—	—	—	—
心室数	0.990**	—	—	—	—	—
百核重	0.120	0.113	—	—	—	—
种仁率	-0.383**	-0.376**	-0.455**	—	—	—
可食率	0.251	0.274*	0.322**	-0.253*	—	—
单果重	0.430**	0.430**	0.731**	-0.578**	0.555**	—

注:\*\*表示在 0.01 水平上相关性显著;\*表示在 0.05 水平上相关性显著。

Note:\*\* show significant correlation at 0.01 level;\* show significant correlation at 0.05 level.

## 3 结论与讨论

种子与果实性状密切相关,同时种子的特征,尤其是种子形态的多样性在分类学上的价值越来越引起人们的重视,因此较多的果树中开展了种子性状多样性分析及与果实性状的相关性研究<sup>[5-9]</sup>,而山楂上除种仁率<sup>[3]</sup>性状外,其它相关研究尚鲜见报道,该试验对山楂种质资源种子性状进行较系统的研究和遗传多样性分析,并与可食率、单果重进行了相关性分析。在调查的 7 种

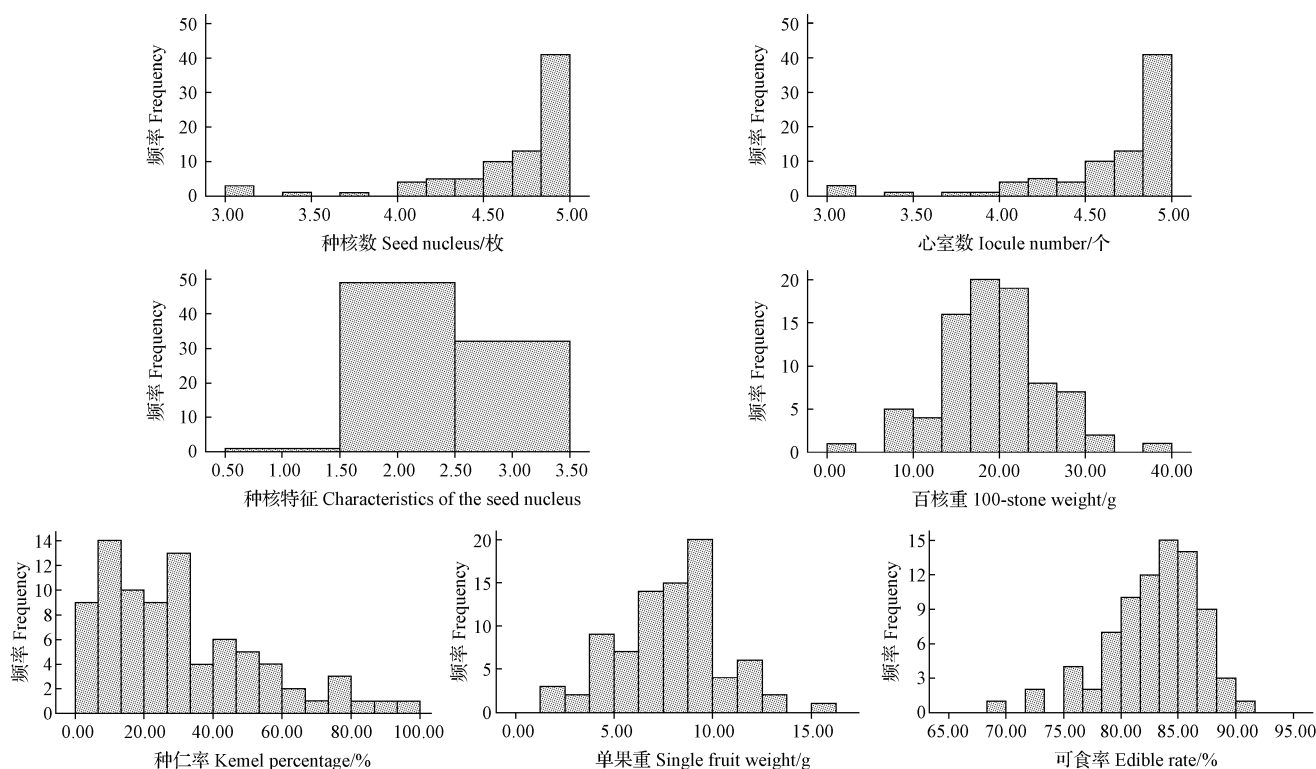


图1 种核及果实性状频率分布

Fig. 1 The frequency distribution of the traits of seed and fruit characters of hawthorn

性状中,以种仁率、百核重和种核特征遗传变异较大,可作为今后山楂分类的主要性状,遗传多样性分析结果显示,种仁率变异系数最大为 75.60%,83 份山楂资源种仁率差异显著,变幅在 2%~97%之间。研究结果为山楂育种亲本的选择及相关研究提供依据;种仁率与种核数、心室数,单果重、百核重、可食率和种仁率均呈负相关,分析因山楂存在单性结实现象,因此其种仁率较低,但单性结实的果实中种壳的形成及大小不受影响。

因山楂多数栽培品种较低,有的品种只有 0.4%,甚至完全没有种仁<sup>[1-3]</sup>,这为山楂育种带来一定的困难,因此在开展山楂育种工作时,要注意亲本种仁率的调查,该试验的山楂资源种仁率性状调查可为今后山楂开展相关研究提供科学依据。

#### 参考文献

[1] 赵万图. 山楂‘单性结实’现象的初步探讨[J]. 烟台果树,1982(2):

20-24.

[2] 李永泽,郇鲁玲. 山楂单性结实现象的探讨[J]. 烟台果树,1995(3): 3-4.

[3] 王玉霞,王颖,李芳东,等. 不同种仁率山楂品种花粉量及花粉活力的测定[J]. 山东农业科学,2008(2): 8-10,35.

[4] 吕德国,李作轩. 山楂种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006.

[5] 李学强,李秀珍. 种子数与南果梨果实品质的关系研究[J]. 种子,2009,28(1): 67-71.

[6] 郑强卿,李鹏程,李铭,等. 酸枣种子性状及营养成分分析[J]. 湖北农业科学,2014,53(1): 102-105.

[7] 葛玉香,沈育杰,李晓红. 山葡萄种子性状与果实品质的关系[J]. 特产研究,1999(2): 36-39.

[8] 姜帆,黄爱萍,陈志峰,等. 枇杷种质资源种子性状研究[J]. 福建果树,2009(4): 19-24.

[9] 扈惠灵,刘遵春,苗卫东,等. 河南柿种质资源种子表型性状多样性研究[J]. 中国南方果树,2014,43(2): 8-11.

## Study on the Correlation Between the Traits of Seed and Fruit of Hawthorn (*C. pinnatifida* Bge.) Germplasm Resource

ZHAO Yu-hui, WANG Gang, SU Kai, DONG Wen-xuan, GUO Yin-shan  
(College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

**Abstract:** With native Chinese hawthorn 83 resources as test materials, the number of the seed and heart chamber, the weight of hundred seeds, the kernel percentage, the trait of the seed in the department of the seed and the fruit traits

# 不同树形对苹果幼树树冠中下层光截获与产量及品质的影响

李娜, 李丙智, 王金锋, 王晓琳, 董海强

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**以5年生“丽嘎啦”苹果为试材,选取高纺锤形、细纺锤形、自由纺锤形、Y形4种树形,运用三维数字化仪,结合Piaf Digit和Vege STAR 4.0软件,对“丽嘎啦”苹果的4种树形进行了为期2年的模拟,并对其产量、品质进行了分析,为三维数字化仪在树形评价方面的推广应用提供依据。结果表明:高纺锤形中下层的光截获率高于其它树形,总STAR与枝类STAR的线性相关性强于其它树形,中下层产量最高,品质也体现出优势,适合于光照充足的黄土高原地区矮化密植果园大量推广;各树形中皆是短果台副梢(PS)、短营养枝(VS)的STAR值高于其它枝类的STAR值;运用三维数字化仪可以准确地评价果树的总光截获率和各枝类的光截获率,能在果树上进行推广应用。

**关键词:**苹果;三维;树形;品质;STAR

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)19-0004-05

在栽培方式已经确定,栽培管理措施相似的情况下,冠层内光照分布主要受树形结构的影响<sup>[1-2]</sup>。树形

**第一作者简介:**李娜(1989-),女,硕士研究生,研究方向为果树三维建模。

**责任作者:**李丙智(1956-),男,教授,现主要从事果树栽培与生理及生态研究与推广等工作。E-mail:bzhli530530@163.com.

**基金项目:**国家现代农业(苹果)产业技术体系资助项目(CARS-28);陕西省重大科技专项资助项目(2011KTZB02-02-05);陕西省果业专项资助项目(2011-06)。

**收稿日期:**2014-05-19

直接影响树冠内的光照分布、光合生产力及枝叶等器官的生理状态,进而影响果实的产量和品质<sup>[3]</sup>。苹果树中下层为树形的低光区部位,果实品质的提升空间高于上层,并且有研究发现中下层的病害情况也多于上层<sup>[4]</sup>,因此中下层是整形修剪、病虫害防治的核心部位,具有很高的研究价值。

冠层光截获率是冠层内部光分布特征的一个评价指标,它反应树冠对太阳光的截获能力,是限制果园总产的主要因素<sup>[5]</sup>。传统的研究方法难以获取精准的果树树体三维结构,近年来国内外学者开始利用三维数字

including the edible percentage and the weight of single fruit were investigated, the relationship among these traits and the genetic diversity were analyzed. The results showed that there was positive correlation existed between the seed number and heart chamber number and also the single fruit weight, the correlation between the seed number and kernel percentage was negative correlation, the heart chamber number and the kernel percentage was negative correlation; the heart chamber number and the edible percentage was positive correlation, the heart chamber number and the single fruit weight was positive correlation too; the weight of hundred seeds and the kernel percentage was negative correlation, the weight of hundred seeds and edible percentage was positive correlation, the weight of hundred seeds and the single fruit weight was positive correlation; the kernel percentage and the edible percentage was negative correlation, the kernel percentage and the single weight was negative correlation, the edible percentage and the single fruit weight was positive correlation. The analysis of genetic diversity showed that the kernel percentage had the maximum, the value was 75.60%, and then the variable coefficient of hundred seeds weight was 30.73%, the variable coefficient of seed was 21.52%, the variable coefficient of the number of seed, the heart chamber number and the edible percentage was 9.85%, 9.85% and 4.89% respectively. Among the 7 traits investigated, the kernel percentage, hundred seeds weight and the trait of seed had the significant genetic variation, and could be the main traits for the hawthorn classification in the future.

**Keywords:** hawthorn (*C. pinnatifida* Bge.); trait of seed; genetic diversity