

枣树的结实特性影响因素*

闫超^{1,3} 刘平¹ 刘孟军^{1,2} 王玖瑞¹ 孔得仓⁴ 李登科⁵

(1. 河北农业大学 保定 071000 ;2. 国家北方山区农业工程技术研究中心 保定 071001 ;3. 新乡市枣树科学研究所 新郑 451100 ;4. 河北省沧县林业局 沧县 061000 ;5. 山西省农科院果树研究所 太谷 030000)

摘 要：以河北沧县枣种质资源圃的 124 个枣品种和山西太谷国家枣种质资源圃的 156 个枣品种为试材,研究枣树的结实特性及其影响因素。结果表明：枣树种质可分为自花可育、自花可实不育、自花不实 3 类,其中自花可实不育是基本类型,它与自花不实和自花可育类之间可相互转化,而自花可育和自花不实之间相互转化极少;在自然(异花)授粉条件下供试品种均可结实,但育性有不育和可育 2 类,其中可育的占 42.31%。枣树的结实性和育性因基因型(品种和品系)、年份、地区、树冠方位不同而有显著差异,其中影响最大的是基因型;供试品种间自花结实率(吊果率)和可育率的变幅分别为 0~61.54%和 0~100%,自然授粉结实率和可育率的变幅分别为 4.17%~136.84%和 0~100%;36 个金丝小枣品系自花结实率和可育率的变幅分别为 0.89%~163.64%和 0~6.98%,自然授粉结实率和可育率的变幅分别为 10.71%~138.89%和 0~90.00%;5 个无核小枣品系的分别为 1.10%~81.72%、0~100%和 8.06%~137.04%,0~2.70%;3 个冬枣品系的分别为 25.00%~62.93%,0~1.37%和 11.32%~89.23%;不同年份和地区间结实性变化大而育性相对稳定,年份间自花和异花结实率均表现稳定的仅有 4.17%、可育率稳定的则高达 64.58%,地区间表现稳定的分别为 15.38%和 73.08%;西南-西北方向自花结实率高。初步筛选出一批自花不实或自花不育而异花高度可育、适宜作为杂交母本的优异种质。

关键词：枣;自然授粉;自花授粉;结实特性;育性;影响因素

中图分类号:S665.1 文献标识码:A 文章编号:1001-7488(2010)04-0078-09

The Influencing Factors of the Fruiting Characteristics of *Ziziphus jujuba*

Yan Chao^{1,3} Liu Ping¹ Liu Mengjun^{1,2} Wang Jiurui¹ Kong Decang⁴ Li Dengke⁵

(1. Agricultural University of Hebei Baoding 071001 ;2. National Engineering Research Center for Agriculture in North Mountain Area Baoding 071001 ;3. Jujube Research Institute of Xinzheng ,Henan Province Xingzheng 451100 ;4. Forestry Bureau of Cangxian County ,Hebei Province Cangxian 061000 ;5. Institute of Pomology ,Agricultural Academy of Shanxi Taigu 030000)

Abstract：The factors influencing fruiting ability and fertility of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba*) were analyzed based on an investigation of 124 cultivars in the Cangxian County Jujube Repository ,Hebei and 156 cultivars in the National Jujube Repository ,Pomology Institute of Shanxi. The results showed that Chinese jujube germplasm resources could be classified into 3 groups ,i. e. self-fruitless ,self-sterile (but self-fruitful) and self-fertile. Among them ,self-sterile was the basic type ,and it could convert with self-fruitless and self-fertile. However ,the transform between self-fertile and self-fruitless was very scarce. Under natural pollination ,all the cultivars and strains tested were able to bear fruits ,but they were not all fertile ,accounting for 42.31% ,the rest sterile. The fruiting ability and fertility changed with genotypes (cultivars or strains) ,years ,regional conditions and orientation of the canopy ,of which genotype was the most dominant factor. The percentage of fruit to bearing shoot (PFTBS) and the percentage of fruit with seed (PFWS) were respectively in a range of 0-61.54% and 0-100% under self-pollination ,and 4.17%-136.84% and 0-100% under natural pollination. PFTBS and PFWS in 36 strains of cultivar ‘ Jinsixiaozao ’ were respectively in a range of 0.89%-163.64% ,0-6.98% under self-pollination ,and 10.71%-138.89% and 0-90.00% under natural pollination. For 5 strains of cultivar ‘ Wuhexiaozao ’ ,the two parameters were 1.10%-81.72% ,0-100% under self-pollination ,and 8.06%-137.04% and 0-2.70% under natural pollination ;For the 3 strains of cultivar ‘ Dongzao ’ the two parameters were 25.00%-62.93% ,0-1.37% under self-pollination ,and 11.32%-89.23% and 0% under natural pollination ,respectively. The variation of fruiting ability was much bigger than that of fertility. Only 4.17% and 15.38% of the

收稿日期:2009-02-27。
基金项目:国家科技支撑计划(2008BAD92B03-02,2007BAD36B07);河北省自然科学基金(C2007000452);河北省科技支撑计划(06220117D-2);河北农业大学科技将帅项目和河北农业大学 9816 项目。
* 刘孟军为通讯作者。

cultivars had stable PFTBS respectively between years and between regional conditions, while the corresponding ratio of the cultivars with stable PFWS was respectively 64.58% and 73.08%. The PFTBS under self-pollination was much higher in the south-west and north-west aspects of the canopy than in other orientations. Some excellent germplasms (with self-fruitless or self-sterile under self-pollination but fertile under cross-pollination), which were fit to be used as female parent in cross breeding, were preliminarily screened out.

Key words: Chinese jujube (*Ziziphus jujuba*); natural-pollination; self-pollination; fruiting ability; fertility; influencing factors

结实特性是果树的重要性状之一,对优质丰产栽培和杂交育种影响重大。枣树(*Ziziphus*)原产我国,是我国第1大干果树种,栽培面积和产量均占世界的99%(刘孟军,2008)。枣树的杂交育种工作进展缓慢,究其原因主要是由于枣树花小、人工去雄困难且很容易伤及花器,而且普遍存在严重的胚败育现象(曲泽洲等,1987; Wang *et al.*, 2007; 祁业凤等,2004; 梁春莉,2005; 杜强等,2006; 王长柱等,2007),有些枣品种还存在闭花授粉现象(胡芳名等,1997)或自花结实率很高(郝荣庭,2000),人工杂交很难获得杂种后代。寻找自花不实或自花不育而异花高度可育的优异种质作为杂交母本,有望省去复杂的人工去雄过程,提高枣树杂交育种效率。关于枣树的结实特性曾有研究报道(陈贻金,2006; Yuan *et al.*, 2009; Michra *et al.*, 2009),但涉及的品种较少,对于结实和育性类型的多样性及其稳定性和相互转化等重要问题还缺乏系统研究。其他果树的研究表明:果树的结实受到基因型、环境、营养等多方面的影响(陈学好等,2001a; 2001b; 郭继胜,1987; 于兆海等,2006; 祝海燕等,2007)。本文较系统地研究枣树的结实类型及其影响因素,旨在为枣树丰产栽培和杂交育种提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试材为河北省沧县枣种质资源圃(沧县红枣良繁基地)的124个枣(*Ziziphus jujuba*)品种(品系)和山西太谷山西省果树研究所国家枣种质资源圃的156个枣品种(品系),均为成龄树,管理水平一般。研究自花授粉所用白色尼龙网袋大小为30 cm × 40 cm,网孔大小为27.5个·cm⁻²。

1.2 试验方法

1.2.1 枣品种间结实特性比较 以山西省果树研究所国家枣种质资源圃的156个品种为试材,于2006年6月8—10日进行套袋处理。每个品种套8~10个网袋(选择树冠外围不同方位发育良好的2~3个枣股,每袋内有枣吊8~13个,疏除已经开放

的花)并标记,以不套袋为对照(疏除已经开放的花)并标记。于7月21—23日(第1次生理落果后)摘袋。果实成熟期(2006年9月13—15日)分别采集处理和对照的果实,统计总果数和种仁数量,并记录种仁发育情况。结实率以100个枣吊上的结果数表示,以反映结实特性。可育率以含饱满种仁果数占果实总数的百分率表示,以反映可育能力(饱满的种仁能正常萌发,干瘪的种仁不能萌发)。显著性测验采用刘权(2001)的方法。

1.2.2 相同品种不同品系间结实特性比较 于2006年5月20—21日,对沧县枣种质资源圃的36个金丝小枣(*Z. jujuba* 'Jinsixiaozao')品系、5个无核小枣(*Z. jujuba* 'Wuhexiaozao')品系、3个冬枣(*Z. jujuba* 'Dongzao')品系进行套袋处理,套袋、摘袋、调查和统计方法同1.2.1。

1.2.3 枣品种不同年份间结实特性比较 试材为沧县枣种质资源圃的48个枣品种(品系),分别于2006年5月28—30日和2007年5月20—21日进行套袋处理,套袋、摘袋、调查和统计方法同1.2.1。

1.2.4 同一品种不同生态条件(沧县和山西)的结实特性比较 沧县枣种质资源圃和山西太谷国家枣种质资源圃均有的26个品种,套袋分别于2006年5月28—30日和6月8—10日进行套袋处理,套袋、摘袋、调查和统计方法同1.2.1。沧县枣种质资源圃位于116°51' E, 38°18' N,海拔11 m,土壤多为粘土和沙土,属典型大陆季风气候,年均气温13.4℃,无霜期平均198天,平均降水量为612.3 mm,其中60%以上集中在7和8月;太谷枣种质资源圃位于112°30' E, 37°24' N,海拔800 m,土壤多为山地砂土和黄粘土,暖温带大陆性气候,年均气温为10℃左右,年降雨量440 mm,无霜期170天。

1.2.5 相同品种同一树冠不同方位的结实特性比较 2007年5月20—21日,以沧县枣种质资源圃的蜂蜜罐(*Ziziphus Jujuba* 'Fengmiguan')和大酸枣(*Ziziphus jujuba* 'Dasuanzao')2个品种为试材,于西南-西北、东-南、北-东北3个方位分别套10个网袋。套袋、摘袋、调查和统计方法同1.2.1。

2 结果与分析

2.1 枣品种间结实特性比较

对山西果树研究所国家枣种质资源圃的 156 个枣品种自花授粉和自然授粉(对照)条件下的结实特性进行调查和分析(表 1 2)。结果表明:在自然授粉条件下(多品种共存),枣品种间在结实率和可育率上均存在很大差异,变幅分别为 0~136.84%和 0~100%,变异系数分别达到 0.865 9~1.164 4 和 1.735 2~3.007 7;显著性测验表明:自花授粉条件下的结实率显著低于自然授粉条件下的结实率,自花授粉条件下的可育率虽低于自然授粉条件下的可育率但未达到显著水平,说明结实性相对于育性更容易受到授粉条件的影响;自花授粉条件下

结实率和可育率的变异系数却均大于自然授粉条件下的;自花授粉和异花授粉条件下结实率差异的大小因品种而异,个别品种的自花授粉结实率甚至高于自然授粉的,如稷山板枣(*Z. jujuba* ‘Jishan banzao’)和灌阳长枣(*Z. jujuba* ‘Guangyangchangzao’)的自花授粉结实率分别为 17.36%和 15.15%,而自然授粉结实率则分别只有 7.14%和 7.69%。

从表 1 还可以看出:83.98%的品种可以自花结实(本结果是在套袋情况下取得的,在自然条件下自花结实的比率可能会更高些),而 100%的枣品种都可异花结实;在自花授粉条件下 82.05%的品种无种子,在自然授粉条件下无种子品种的比率下降到 52.56%。说明异花授粉既可促进坐果,又可促进种子发育。

表 1 枣品种的结实性和可育性
Tab. 1 The characteristics of fruiting and fertility of Chinese jujube

| 品种 Cultivar | 结实率 | | 可育率 | |
|--------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | Percentage of fruits to bearing shoots/% | | Percentage of fruits with seeds/% | |
| | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination |
| 临汾针葫芦枣 Linfenzhenhuluzao | 0.00 | 6.67 | 0.00 | 0.00 |
| 苹果枣 Pingguozao | 0.00 | 7.14 | 0.00 | 0.00 |
| 槟榔枣 Binglangzao | 0.00 | 7.32 | 0.00 | 0.00 |
| 皖牛奶枣 Wanninuaizao | 0.00 | 10.20 | 0.00 | 0.00 |
| 保德小枣 Baodexiaozao | 0.00 | 10.71 | 0.00 | 0.00 |
| 榆次牙枣 Yuciyazao | 0.00 | 11.36 | 0.00 | 0.00 |
| 3-16-29 | 0.00 | 11.54 | 0.00 | 0.00 |
| 脖脖枣 Bobozao | 0.00 | 11.59 | 0.00 | 0.00 |
| 砂糖枣 Shatangzao | 0.00 | 19.05 | 0.00 | 0.00 |
| 福枣 Fuzao | 0.00 | 30.00 | 0.00 | 0.00 |
| 屯子枣 Tunzizao | 0.00 | 37.50 | 0.00 | 0.00 |
| 壶瓶枣 Hupingzao | 0.00 | 51.92 | 0.00 | 0.00 |
| 新郑大马牙 Xinzhengdamaya | 0.91 | 6.76 | 0.00 | 0.00 |
| 躺枣 Tangzao | 1.02 | 22.95 | 0.00 | 0.00 |
| 落地红 Luodihong | 1.02 | 36.84 | 0.00 | 0.00 |
| 圆铃枣 Yuanlingzao | 1.03 | 11.36 | 0.00 | 0.00 |
| 酸疙瘩 Suangeda | 1.19 | 6.17 | 0.00 | 0.00 |
| 平遥苦端枣 Pingyaokuduanzao | 1.33 | 6.12 | 0.00 | 0.00 |
| 骨头小枣 Gutouxiaozao | 1.47 | 44.44 | 0.00 | 0.00 |
| 核桃纹 Hetaowen | 1.56 | 48.00 | 0.00 | 0.00 |
| 交城端枣 Jiaochengduanzao | 1.94 | 4.88 | 0.00 | 0.00 |
| 南京木枣 Nanjingmuzao | 2.50 | 9.80 | 0.00 | 0.00 |
| 太谷黑叶枣 Taiguheiyezao | 2.56 | 14.06 | 0.00 | 0.00 |
| 洪赵小枣 Hongzhaoxiaozao | 3.33 | 46.30 | 0.00 | 0.00 |
| 陕西鸡蛋 Shaanxijidan | 3.48 | 32.79 | 0.00 | 0.00 |
| 太谷铃铃枣 Taigulinglingzao | 3.57 | 5.17 | 0.00 | 0.00 |
| 稷山圆枣 Jishanyuanzao | 3.57 | 14.75 | 0.00 | 0.00 |
| 快枣 Kuaizao | 2.08 | 44.23 | 0.00 | 4.35 |
| 新郑大枣 Xinzhengdazao | 0.82 | 126.92 | 0.00 | 4.55 |
| 中宁小枣 Zhongningxiaozao | 2.67 | 33.87 | 0.00 | 4.76 |
| 淑浦鸡蛋 Xupujidan | 0.00 | 30.19 | 0.00 | 6.25 |
| 直社疙瘩 Zhishegeda | 1.23 | 22.54 | 0.00 | 6.25 |
| 山枣 Shanzao | 1.54 | 23.19 | 0.00 | 6.25 |
| 奉节鸡蛋 Fengjiejidan | 3.23 | 18.33 | 0.00 | 9.09 |
| 乐陵小枣 Lelingxiaozao | 1.04 | 40.00 | 0.00 | 10.00 |
| 大算盘 Dasuanpan | 0.00 | 11.39 | 0.00 | 11.11 |
| 六月鲜 Liuyuexian | 0.00 | 16.98 | 0.00 | 11.11 |

续表 1 Continued

| 品种 Cultivar | 结实率 | | 可育率 | |
|------------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | Percentage of fruits to bearing shoots/% | | Percentage of fruits with seeds/% | |
| | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination |
| 磨盘枣 Mopanzao | 1. 18 | 15. 38 | 0. 00 | 12. 50 |
| 安阳团枣 Anyangtuanzao | 0. 00 | 12. 96 | 0. 00 | 14. 29 |
| 灰枣 Huizao | 0. 00 | 6. 49 | 0. 00 | 20. 00 |
| 岩枣 Yanzao | 2. 44 | 10. 00 | 0. 00 | 20. 00 |
| 淑浦甜酸枣 Xuputiansuanzao | 3. 45 | 19. 23 | 0. 00 | 20. 00 |
| 齐头白 Qitoubai | 3. 49 | 13. 89 | 0. 00 | 20. 00 |
| 2-1-17 | 0. 82 | 9. 68 | 0. 00 | 22. 22 |
| 金丝 3 号 Jinsi3hao | 3. 49 | 22. 97 | 0. 00 | 23. 53 |
| 马铃酸 Malingsuan | 0. 00 | 12. 90 | 0. 00 | 25. 00 |
| 西营笨枣 Xiyingbenzao | 0. 00 | 27. 40 | 0. 00 | 25. 00 |
| 旻枣 Minzao | 1. 75 | 6. 90 | 0. 00 | 25. 00 |
| 临猗笨枣 Linyibenao | 1. 32 | 32. 31 | 0. 00 | 28. 57 |
| 宁夏大红枣 Ningxiadahongzao | 0. 00 | 5. 66 | 0. 00 | 33. 33 |
| 洪赵十月红枣 Hongzhaoshiyuehongzao | 2. 08 | 22. 00 | 0. 00 | 36. 36 |
| 大荔圆枣 Daliyuanzao | 2. 08 | 11. 48 | 0. 00 | 42. 86 |
| 广东糖枣 Guangdongtangzao | 0. 00 | 10. 53 | 0. 00 | 50. 00 |
| 灵宝灵 1 号 Linbaolin1hao | 1. 27 | 17. 54 | 0. 00 | 50. 00 |
| 金丝小枣 Jinsixiaozao | 1. 75 | 13. 79 | 0. 00 | 50. 00 |
| 襄汾圆枣 Xiangfenyuanzao | 0. 00 | 14. 29 | 0. 00 | 55. 56 |
| 清徐圆枣 Qingxuyuanzao | 0. 00 | 11. 11 | 0. 00 | 57. 14 |
| 皖木头枣 Wanmutouzao | 1. 27 | 6. 58 | 0. 00 | 60. 00 |
| 秋团枣 Qiutuanzao | 0. 00 | 7. 14 | 0. 00 | 75. 00 |
| 圆梨枣 Yuanlizao | 1. 98 | 7. 27 | 0. 00 | 75. 00 |
| 广东白枣 Guangdongbaizao | 0. 00 | 16. 47 | 0. 00 | 85. 71 |
| 临泽大枣 Linzedazao | 3. 33 | 8. 70 | 0. 00 | 100. 00 |
| 赞皇大枣 Zanhuangdazao | 3. 66 | 29. 82 | 0. 00 | 0. 00 |
| 太谷端子枣 Taiguduanzao | 3. 80 | 8. 77 | 0. 00 | 0. 00 |
| 羊奶枣 Yangnaizao | 4. 00 | 5. 56 | 0. 00 | 0. 00 |
| 河津小枣 Hejinxiaozao | 4. 48 | 17. 95 | 0. 00 | 0. 00 |
| 太谷墩墩枣 Taigudundunzao | 4. 55 | 18. 52 | 0. 00 | 0. 00 |
| 嵩县大枣 Songxiandazao | 4. 84 | 4. 17 | 0. 00 | 0. 00 |
| 支令旦 Zhilingdan | 4. 92 | 35. 59 | 0. 00 | 0. 00 |
| 定襄星星枣 Dingxiangxingxingzao | 5. 13 | 6. 25 | 0. 00 | 0. 00 |
| 合阳铃铃枣 Heyanglinglingzao | 5. 45 | 18. 57 | 0. 00 | 0. 00 |
| 林檎枣 Linqinzao | 7. 14 | 56. 14 | 0. 00 | 0. 00 |
| 崂县白蒲枣 Shengxianbaipuzao | 7. 69 | 10. 00 | 0. 00 | 0. 00 |
| 南京鸭枣 Nanjingyazao | 8. 06 | 16. 00 | 0. 00 | 0. 00 |
| 洪赵葫芦枣 Hongzhaohuluzao | 8. 33 | 24. 49 | 0. 00 | 0. 00 |
| 大小枣 Daxiaozao | 8. 51 | 71. 67 | 0. 00 | 0. 00 |
| 大白铃 Dabailing | 9. 62 | 37. 93 | 0. 00 | 0. 00 |
| 平顺俊枣 Pingshunjunzao | 9. 64 | 123. 68 | 0. 00 | 0. 00 |
| 山东大马牙 Shandongdamaya | 10. 00 | 21. 13 | 0. 00 | 0. 00 |
| 观音枣 Guanyinzao | 10. 17 | 43. 75 | 0. 00 | 0. 00 |
| 赞皇长枣 Zanhuangchangzao | 10. 53 | 43. 40 | 0. 00 | 0. 00 |
| 三变色 Sanbianshe | 10. 94 | 36. 21 | 0. 00 | 0. 00 |
| 大丹枣 Dadanzao | 11. 71 | 76. 36 | 0. 00 | 0. 00 |
| 姑苏小枣 Gusuxiaozao | 11. 76 | 123. 53 | 0. 00 | 0. 00 |
| 临猗梨枣 Linyilizao | 11. 96 | 46. 15 | 0. 00 | 0. 00 |
| 玉田小枣 Yutianxiaozao | 12. 50 | 24. 19 | 0. 00 | 0. 00 |
| 永济蛤蟆枣 Yongjihamazao | 14. 29 | 21. 74 | 0. 00 | 0. 00 |
| 义县木枣 Yixianmuzao | 14. 49 | 12. 28 | 0. 00 | 0. 00 |
| 灌阳长枣 Guanyangchangzao | 15. 15 | 7. 69 | 0. 00 | 0. 00 |
| 串铃枣 Chuanlingzao | 15. 84 | 24. 14 | 0. 00 | 0. 00 |

续表 1 Continued

| 品种 Cultivar | 结实率 | | 可育率 | |
|--------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | Percentage of fruits to bearing shoots/% | | Percentage of fruits with seeds/% | |
| | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination |
| 稷山板枣 Jishanbanzao | 17. 36 | 7. 14 | 0. 00 | 0. 00 |
| 酥圆铃 Suyuanling | 18. 09 | 32. 14 | 0. 00 | 0. 00 |
| 平遥大枣 Pingyaodazao | 21. 51 | 63. 46 | 0. 00 | 0. 00 |
| 襄汾木枣 Xiangfenmuzao | 21. 69 | 12. 50 | 0. 00 | 0. 00 |
| 新乐大枣 Xinledazao | 21. 74 | 64. 58 | 0. 00 | 0. 00 |
| 陕西牙枣 Shaanxiyazao | 23. 08 | 50. 00 | 0. 00 | 0. 00 |
| 耙齿枣 Bachizao | 23. 42 | 32. 08 | 0. 00 | 0. 00 |
| 金丝 1 号 Jinsil hao | 24. 00 | 42. 17 | 0. 00 | 0. 00 |
| 葫芦长红 Huluchanghong | 24. 66 | 37. 84 | 0. 00 | 0. 00 |
| 陕西条枣 Shaanxitiaozao | 26. 67 | 38. 89 | 0. 00 | 0. 00 |
| 束鹿糖枣 Shulutangzao | 26. 73 | 53. 45 | 0. 00 | 0. 00 |
| 九月寒 Jiuyuehan | 27. 69 | 126. 03 | 0. 00 | 0. 00 |
| 蒲城晋枣 Puchengjinzao | 28. 38 | 67. 92 | 0. 00 | 0. 00 |
| 直社枣 Zhishezao | 30. 11 | 114. 06 | 0. 00 | 0. 00 |
| 中阳木枣 Zhongyangmuzao | 31. 40 | 21. 74 | 0. 00 | 0. 00 |
| 北京泡泡枣 Beijingpaopaozao | 32. 71 | 4. 69 | 0. 00 | 0. 00 |
| 晋县木枣 Jinxianmuzao | 32. 81 | 57. 58 | 0. 00 | 0. 00 |
| 平顺笨枣 Pingshunbenzao | 34. 07 | 50. 00 | 0. 00 | 0. 00 |
| 襄汾官滩枣 Xiangfenguantanzao | 34. 21 | 30. 36 | 0. 00 | 0. 00 |
| 斑枣 Banzao | 36. 73 | 77. 19 | 0. 00 | 0. 00 |
| 茶壶枣 Chahuzao | 44. 12 | 60. 00 | 0. 00 | 0. 00 |
| 扁核酸 Bianhesuan | 50. 70 | 75. 93 | 0. 00 | 0. 00 |
| 淑浦尖枣 Xupujianzao | 51. 61 | 52. 73 | 0. 00 | 0. 00 |
| 大瓜枣 Daguzao | 58. 33 | 84. 48 | 0. 00 | 0. 00 |
| 大荔铃铃枣 Dalilinglingzao | 28. 28 | 49. 09 | 3. 57 | 0. 00 |
| 黎城小枣 Lichengxiaozao | 25. 00 | 63. 64 | 4. 17 | 0. 00 |
| 永城长红 Yongchengchanghong | 10. 08 | 40. 58 | 8. 33 | 0. 00 |
| 狗头枣 Goutouzao | 9. 38 | 74. 29 | 0. 00 | 1. 92 |
| 蜂蜜罐 Fengmiguan | 31. 58 | 52. 24 | 3. 33 | 2. 86 |
| 献县酸枣 Xianxiansuanzao | 61. 54 | 79. 75 | 1. 39 | 3. 17 |
| 糠头枣 Kangtouzao | 18. 33 | 40. 54 | 0. 00 | 3. 33 |
| 广洋枣 Guangyangzao | 21. 26 | 46. 67 | 0. 00 | 3. 57 |
| 河北木枣 Hebeimuzao | 11. 00 | 136. 84 | 9. 09 | 3. 85 |
| SS8 | 20. 41 | 40. 98 | 0. 00 | 4. 00 |
| 蜂蜜枣 Fengmizao | 22. 22 | 34. 72 | 0. 00 | 4. 00 |
| 河南小圆枣 Henanxiaoyuanzao | 51. 90 | 79. 75 | 0. 00 | 4. 76 |
| 薄皮枣 Bopizao | 12. 00 | 33. 33 | 0. 00 | 5. 00 |
| 河津条枣 Hejintiaozao | 33. 33 | 72. 00 | 4. 00 | 5. 56 |
| 水枣 Shuizao | 7. 20 | 30. 91 | 0. 00 | 5. 88 |
| 细腰枣 Xiyaozao | 16. 00 | 53. 33 | 0. 00 | 6. 25 |
| 运城相枣 Yunchengxiangzao | 14. 05 | 23. 81 | 0. 00 | 6. 67 |
| 山东疙瘩枣 Shandonggedazao | 21. 54 | 32. 91 | 0. 00 | 7. 69 |
| 洪赵脆枣 Hongzhaocuizao | 7. 34 | 72. 92 | 0. 00 | 8. 57 |
| 大脆枣 Dacuizao | 14. 86 | 16. 36 | 9. 09 | 11. 11 |
| 襄汾崖枣 Xiangfenyazao | 19. 59 | 18. 03 | 5. 26 | 18. 18 |
| 小墩墩枣 Xiaodundunzao | 4. 42 | 13. 89 | 0. 00 | 80. 00 |
| 库尔乐小枣 kuerlexiaozao | 4. 62 | 17. 46 | 0. 00 | 90. 91 |
| 乐陵无核小枣 Lelingwuhexiaozao | 8. 54 | 43. 14 | 14. 29 | 4. 55 |
| 长小枣 Changxiaozao | 10. 71 | 95. 24 | 25. 00 | 6. 67 |
| 干尾巴 Ganweiba | 7. 14 | 100. 00 | 16. 67 | 8. 77 |
| 小小枣 Xiaoxiaozao | 6. 67 | 81. 16 | 50. 00 | 8. 93 |
| 太谷美蜜枣 Taigumeimizao | 4. 65 | 13. 33 | 50. 00 | 12. 50 |
| 山东大马枣 Shandongdamazao | 8. 51 | 8. 57 | 12. 50 | 16. 67 |

续表 1 Continued

| 品种 Cultivar | 结实率 | | 可育率 | |
|----------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | Percentage of fruits to bearing shoots/% | | Percentage of fruits with seeds/% | |
| | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination |
| 黑疙瘩 Heigeda | 7.22 | 17.91 | 28.57 | 16.67 |
| 杂杂枣 Gagazao | 13.24 | 6.25 | 66.67 | 16.67 |
| 北涪小枣 Beipeixiaozao | 33.80 | 58.46 | 12.50 | 18.42 |
| 轱辘枣 Guluzao | 9.00 | 22.58 | 33.33 | 21.43 |
| 长红枣 Changhongzao | 22.11 | 20.00 | 14.29 | 25.00 |
| 马连小枣 Malianxiaozao | 5.83 | 40.91 | 33.33 | 25.93 |
| 成武冬枣 Chengwudongzao | 4.76 | 11.11 | 50.00 | 33.33 |
| 陕西小圆枣 Shaanxiaoyuanzao | 5.49 | 12.28 | 20.00 | 42.86 |
| 灌阳短枣 Guanyangduanzao | 25.71 | 12.09 | 27.78 | 45.45 |
| 交城甜酸枣 Jiaochengtiansuanzao | 11.27 | 21.05 | 37.50 | 50.00 |
| 西双小枣 Xishuangxiaozao | 14.86 | 9.84 | 72.73 | 50.00 |
| 平陆尖枣 Pinglujianzao | 4.35 | 15.87 | 100.00 | 50.00 |
| 河北脆枣 Hebeicuizao | 7.14 | 8.33 | 44.44 | 60.00 |

表 2 品种间自花结实和自花育性的差异

Tab.2 The difference of fruiting ability and fertility among cultivars

| | 结实率 | | 可育率 | |
|----------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| | Percentage of fruits to bearing shoots/% | | Percentage of fruits with seeds/% | |
| | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination |
| 平均值 Mean | 11.17b | 33.21a | 4.86a | 12.13a |
| 变异范围 Range | 0.00 ~ 61.54 | 4.17 ~ 136.84 | 0.00 ~ 100 | 0.00 ~ 100 |
| 极差(Mix. – Min.) | 61.54 | 132.67 | 100 | 100 |
| 变异系数 Variation coefficient | 1.164 4 | 0.865 9 | 3.007 7 | 1.735 2 |

从自花授粉条件下的结实率和可育率来看,枣树品种(品系)可分为自花不实(自花授粉条件下不能结果)、自花结实不育(自花授粉条件下能结果但无种子)和自花可育(自花授粉条件下既能结果又有种子)3类,其中以自花结实不育类为主,占48.07%;从自然授粉条件下的结实率和可育率来看,可分为异花不育(异花授粉条件下能结果但无种子)和异花可育(异花授粉条件下既能结果又有种子)2类,其中以异花不育类为主,占57.69%,自然授粉条件下所有的品种都可结实;结合自花授粉和自然授粉条件下的结实率和可育率,可分为自花不实异花(可实)不育、自花不实异花(可实)可育、自花结实不育异花(可实)不育、自花结实不育异花(可实)可育、自花可育异花(可实)可育和自花可育异花(可实)不育6类,其中以自花结实不育异花(可实)不育类为主,占40.38%(表3)。自花不实异花可育和自花结实不育异花(可实)可育2类品种约占30.13%,选择其中异花可育率高且具有目标优异性状、综合性状优良者做母本(如临泽大枣、襄汾圆枣、大荔圆枣等)可不用去雄,大大提高枣树杂交育种的效率。

表 3 枣树的结实类型统计

Tab.3 Fruiting types of Chinese jujube

| 结实类型 Fruiting type | | 所占百分率 Percentage/% | 合计 Sum/% |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------|
| 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination | | |
| 自花不实 Fruitless | 异花不育 Seedless | 17.31 | 39.75 |
| | 异花可育 Seedy | 22.44 | |
| 自花结实不育 Fruitful but seedless | 异花不育 Seedless | 40.38 | 48.07 |
| | 异花可育 Seedy | 7.69 | |
| 自花可育 Seedy | 异花不育 Seedless | 0 | 12.18 |
| | 异花可育 Seedy | 12.18 | |

2.2 枣品系间结实特性比较

对沧县枣种质资源圃中36个金丝小枣品系、4个无核小枣品系和3个冬枣品系套袋(处理,自花授粉)和不套袋(对照,自然授粉)的结实率和可育率进行了调查。结果表明(表4),枣品系间结实率和可育率也存在很大差异。金丝小枣、无核小枣和冬枣各品系在自花授粉条件下的平均结实率都低于自然授粉条件下的,但只有在无核小枣上的差异达到显著水平;金丝小枣品系在自花授粉条件下的平均可育率显著低于自然授粉条件下的,而无核小枣和冬枣品系的平均可育率在自花授粉条件下却高于自然授粉条件下的,其中无核小枣品系的达到显著

水平。该结果进一步说明 ,异花授粉有利于坐果 ,而对胚育性的影响相对较小且因品种而异。

表 4 不同品种的品系间自花结实和自花育性的差异
Tab.4 The difference of fruiting ability and fertility among strains

| 品种 Cultivar | | 结实率 | | 可育率 | |
|----------------------|----------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| | | Percentage of fruits to bearing shoots/% | | Percentage of fruit with seed/% | |
| | | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination | 自花授粉 Self-pollination | 自然授粉 Natural-pollination |
| 金丝小枣 Jinsixiaozao | 平均值 Mean | 53.38a | 62.19a | 0.70b | 10.65a |
| | 变异范围 Range | 0.89 ~ 163.64 | 10.71 ~ 138.89 | 0.00 ~ 6.98 | 0.00 ~ 90.00 |
| | 极差(Mix. – Min.) | 162.75 | 128.18 | 6.98 | 90.00 |
| | 变异系数 Variation coefficient | 0.617 5 | 0.639 6 | 2.471 6 | 1.462 8 |
| 无核小枣 Wuhexiaozao | 平均值 Mean | 57.82b | 75.97a | 25.00a | 1.04b |
| | 变异范围 Range | 1.10 ~ 81.72 | 8.06 ~ 137.04 | 0.00 ~ 100 | 0.00 ~ 2.70 |
| | 极差(Mix. – Min.) | 80.62 | 128.98 | 100 | 2.70 |
| | 变异系数 Variation coefficient | 0.662 2 | 0.784 0 | 2.000 0 | 1.255 1 |
| 冬枣 Dongzao | 平均值 Mean | 39.23a | 40.05a | 0.46a | 0a |
| | 变异范围 Range | 25.00 ~ 62.93 | 11.32 ~ 89.23 | 0.00 ~ 1.37 | 0.00 ~ 0.00 |
| | 极差(Mix. – Min.) | 37.93 | 77.91 | 1.37 | 0.00 |
| | 变异系数 Variation coefficient | 0.526 7 | 1.068 3 | 1.732 1 | 0.00 |

根据自花结实和可育能力的显著性测验结果 ,供试的 36 个金丝小枣品系可分成自花不实、自花可实不育、自花可育 3 类 ,其中 33 个(占 91.67%)属于自花可实不育 ,自花结实率 11.76% ~ 163.64% ,自花可育率为 0 ~ 6.45% ;2 个属于自花不实 ,即金丝小枣 39、小枣 74 ,自花结实率分别为 2.88% ,0.89% ;1 个属于自花可育 ,即小枣 27 ,自花结实率为 46.24 %、自花可育率为 6.98% 。

在供试的 4 个无核枣品系中 ,3 个表现为自花可实不育 ,即无核枣 32、无核枣 12、无核 32 ,自花结实率为 68.29% ~ 81.72% ,自花可育率为 0 ;另外 1 个品系无核小枣 79 属于自花不实 ,自花结实率仅为 1.10% 。

供试的 3 个冬枣品系(冬枣 104、冬枣 38、冬枣 70)都表现自花可实不育 ,自花结实率为 25.00% ~ 62.93% ,自花可育率为 0。

2.3 不同年份间枣品种结实特性比较

为揭示枣品种结实特性的稳定性 ,在 2006 年调查研究的基础上 ,2007 年从沧县枣种质资源圃中选取 2006 年被归为自花不实、自花可实不育和自花可育的 3 类品种共 48 个进行重复调查。结果表明 :年份间结实率和可育率均存在很大差异 ,2006 年和 2007 年的平均自花结实率分别为 42.96% ,31.22% ,平均自然结实率分别为 51.15% ,61.60% ,平均自花可育率分别为 1.05% ,0.16% ,平均异花可育率分别为 16.61% ,2.38%。2007 年可育率普遍偏低 ,可能与 2007 年枣树盛花期遭遇连阴雨天气授粉受精不良有关。

不同结实类型品种在年度间的稳定性表现不同

(表 5)。其中 40 个自花可实不育类品种在 2006 年和 2007 年 2 年间表现稳定的有 38 个、占 95.0% ,只有 2 个变成自花不实类 ;而 6 个自花不实类品种则全部变为自花可实不育品种 ;2 个自花可育类品种亦均变为自花可实不育品种。在重复调查的 48 个品种中 ,结实类型保持稳定的均为自花可实不育类品种、占供试品种总数的 79.2% ,而且 2007 年自花可实不育类品种占品种总数的 95.8%。可见 ,大部分枣品种的结实类型在年份间是比较稳定的 ,其中自花可实不育是枣树的基本类型。

表 5 2006 和 2007 年枣品种结实类型的比较^①

| Tab.5 Comparison of fruiting type between 2006 and 2007 | | | | |
|---|----------------------------|------------|----------------------------|---|
| 2006 年 | | 2007 年 | | 表现稳定的品种所占比例 Ratio of stable cultivar/% |
| 类别 Type | 品种数 Number of cultivars | 类别 Type | 品种数 Number of cultivars | |
| I | 6 | Ⅱ | 6 | 0 |
| Ⅱ | 40 | I | 2 | 95 |
| | Ⅱ | 38 | | |
| Ⅲ | 2 | Ⅱ | 2 | 0 |

① I 自花不实 Fruitless under self-pollination ; Ⅱ 自花可实不育 Fruitful but seedless under self-pollination ; Ⅲ 自花可育 Fertile under self-pollination 下同。The same below.

由表 6 可以看出 :在结实率方面 ,高达 66.67% 的品种年份间自花结实率和自然(异花)结实率均有显著性变化 ,79.17% 品种的自然(异花)结实率和 83.34% 品种的自花结实率年份间有显著差异 ;而在可育率方面 ,则有 64.58% 的品种自花可育率和自然可育率均无显著性变化 ,91.66% 的品种自花可育率在年份间表现稳定。该结果表明 :年份间枣

品种的可育率远较结实率更为稳定 ,受外界环境影响很小。

表 6 2006 年和 2007 年枣品种结实率和可育率的比较^①

| Tab.6 Comparison of fruitfulness and fertility between 2006 and 2007 | | A | B | C | D |
|--|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 结实率 Fruitfulness | 品种数 Number of cultivars | 2 | 32 | 6 | 8 |
| | 所占比例 Ratio/% | 4. 17 | 66. 67 | 12. 50 | 16. 67 |
| 可育率 Fertility | 品种数 Number of cultivars | 31 | 2 | 13 | 2 |
| | 所占比例 Ratio/% | 64. 58 | 4. 17 | 27. 08 | 4. 17 |

① A :年份间自花和异花结实率/可育率均无显著差异的品种 Cultivars showed no significant difference in fruitfulness/fertility under both self- and natural pollination ; B :自花和异花结实率/可育率均有显著差异的品种 Cultivars showed significant difference in fruitfulness/fertility under both self- and natural pollination ; C :自花结实率/可育率无显著差异而异花结实率/可育率有显著差异的品种 Cultivars showed no significant difference in fruitfulness/fertility under self-pollination but significant difference under natural pollination ; D :自花结实率/可育率有显著性差异而异花结实率/可育率无显著性性差异的品种 Cultivars showed significant difference in fruitfulness/fertility under self-pollination but no significant difference under natural pollination. 下同。The same below.

2.4 同一品种不同生态条件下结实特性比较

2006 年对河北沧县枣种质资源圃和山西太谷国家枣种质资源圃均保存的 26 个枣品种的自花结实和自花育性进行比较。结果表明：地区间结实率和可育率均存在一定差异 ,河北沧县和山西太谷的平均自花结实率分别为 22. 30% , 11. 31% ,平均自然(异花)结实率分别为 30. 16% ,30. 64% ,平均自花可育率分别为 0. 76% ,5. 81% ,平均异花可育率分别为 11. 32% ,9. 42%。

不同结实类型在不同生态条件下的稳定性不同(表 7)。其中 5 个在沧州表现自花不实的品种 ,在太谷表现稳定的有 3 个占 60% ,1 个变成自花可实不育类 ,1 个变成自花可育类 ; 19 个自花可实不育类品种 ,在沧州和太谷 2 地表现稳定的有 10 个、占 52. 63% ,有 6 个变成自花不实类 ,3 个变成自花可育类 ;而 2 个在沧州表现自花可育的品种 ,1 个变为自花可实不育 ,另 1 个变为自花不实。在重复调查的 26 个品种中 ,结实类型保持稳定的占供试品种总数的 50%。

同一枣品种同一年份的结实率和可育率在不同地区间存在显著差异(表 8)。只有 15. 38% 的品种

自花结实率和自然(异花)结实率均无显著变化 , 38. 46% 的枣品种自花结实率表现稳定 ;而高达 73. 08% 的品种自花可育率和自然可育率均无显著性变化 ,92. 31% 的品种自花可育率在地区间表现稳定。该结果表明：地区间枣品种的可育率亦远较结实率稳定。但这不能说明在枣树杂交育种工作中可以不考虑生态和栽培条件间的差异 ,要获得较多的杂种后代 ,较高的结实率和可育率缺一不可。

表 7 不同地区枣品种结实类型的变化

| Tab.7 Changes of fruiting type under different districts | | | | |
|--|----------------------------|------------|----------------------------|---|
| 沧县 Cangxian | | 太谷 Taigu | | 表现稳定的品种所占比例 Ratio of stable cultivar/% |
| 类别 Type | 品种数 Number of cultivars | 类别 Type | 品种数 Number of cultivars | |
| I | 5 | I | 3 | 60% |
| | | II | 1 | |
| | | III | 1 | |
| II | 19 | I | 6 | 52. 63% |
| | | II | 10 | |
| | | III | 3 | |
| II | 2 | I | 1 | 0% |
| | | II | 1 | |

表 8 沧县和太谷枣品种结实率和可育率的比较

| Tab.8 Comparison of fruitfulness and fertility between Cangxian and Taigu County | | A | B | C | D |
|--|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 结实性 Fruitfulness | 品种数 Number of cultivars | 4 | 9 | 6 | 7 |
| | 所占比例 Ratio/% | 15. 38 | 34. 62 | 23. 08 | 26. 92 |
| 可育性 Fertility | 品种数 Number of cultivars | 19 | 0 | 5 | 2 |
| | 所占比例 Ratio/% | 73. 08 | 0 | 19. 23 | 7. 69 |

2.5 同一树冠不同方位结实特性比较

从表中 9 可看出 ,西南 - 西北方向自花结实率均显著地高于其他方位 ;就果实的可育率而言 ,不同方位没有表现显著差异 ,但蜂蜜罐枣的西南 - 西北方向可育率也相对高一些。这种现象可能与光照有关。

资源圃为南北行向 ,午后的强光容易透过行间投到树冠的西部 ,充足的光照有利于花器的发育。从表 9 还可以看出 ,大酸枣的西南 - 西北、东 - 南 2 个方向自花结实率高于自然结实率 ,蜂蜜罐的西南 - 西北方向自花可育率高于自然可育率 ,但都枣无显著性差异。

表 9 树冠内不同方位的结实率和可育率

| Tab.9 Fruitfulness and fertility in different orientation of the canopy | | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 品种 Cultivar | | 蜂蜜罐 Fengmiguan | | | 大酸枣 Dasuanzao | | |
| 方位 Orientation | | 西南－西北 Southwest- Northwest | 东－南 East- South | 北－东北 North- Northeast | 西南－西北 Southwest- Northwest | 北－东北 North- Northeast | 东－南 East- South |
| 结实率 Percentage of fruits to bearing shoots/% | 自花授粉 Self-pollination | 38.46a | 13.02b | 8.73b | 29.33a | 15.00b | 3.70c |
| | 自然授粉 Natural-pollination | 192.31b | 272.22a | 200.00b | 19.54a | 28.75a | 0.00a |
| 可育率 Percentage of fruits with seeds/% | 自花授粉 Self-pollination | 3.33a | 0.00a | 0.00a | 0.00a | 0.00a | 0.00a |
| | 自然授粉 Natural-pollination | 1.33a | 0.00a | 0.00a | 0.00a | 0.00a | 0.00a |

3 讨论

3.1 枣树结实特性的稳定性

研究表明：枣树的结实率和可育率受多种因素的影响,但各因素的影响程度存在明显差异。其中,以基因型(品种、品系)的影响最大,其次为年份、地区和树冠方位也都有较大影响。本研究中2006年花期天气晴朗,结实率和可育率均较高;而2007年花期正逢连阴雨,对枣花的授粉受精造成较大影响,导致结实率和可育率明显下降。

母本正常结果和较高的育性是杂交育种的基础。综合分析不同生态条件、不同年份和树冠不同方位对自花授粉条件下和自然授粉条件下结实率和可育性的影响,育性受外界环境因素影响较小,即育性要比结实性更加稳定。但这并不意味着年份、气候和地理条件在育种工作中不重要,要保证育种工作的顺利进行,不仅需要较高的育性,还需要较高的结实率。在正式选定为母本前,一定要在育种圃就地连续观察其育性。

3.2 枣树不同结实类型间的相互转化

有关枣树不同结实类型间相互转化的研究还未见报道。研究表明：受环境条件和树体营养状况等影响,同一品种、同一品系甚至同一枝条上会表现出不同的结实类型,而且呈连续性变异。据此分析,枣树的结实类型属于数量性状。从本研究结果看：3种结实类型之间可以相互转化,自花可实不育是枣树的基本类型和常态,它与自花不实和自花可育之间比较容易相互转化,但自花可育和自花不实之间能转化的品种极少。基于此,杂交育种中可以通过人为改善微环境来调节枣树的结实类型,为育种服务。

参 考 文 献

通报 35(9):6-7.

陈学好,曾广文,曹磊生. 2001b. 园艺作物的单性结实及应用. 植物生理学通讯 37(6):570-575.

陈贻金. 2006. 枣伪单性结实机理及其诱导技术. 现代农业,6:15-17.

杜强,刘孟军,赵锦. 2006. 果树胚败育研究概述. 河北林果研究,21(1):65-68.

郭继胜. 1987. 金丝小枣产量与气候因子相关性的初步研究. 河北农业大学学报 9(10):89-91.

胡芳名,龙光生. 1997. 经济林育种学. 北京:中国林业出版社,94-96.

梁春莉. 2005. 植物种子败育研究进展. 分子植物育种 3(1):117-122.

刘孟军. 2008. 中国枣产业发展报告(1949—2007). 北京:中国林业出版社.

刘权. 2001. 果树试验设计及统计. 北京:中国农业出版社.

祁业凤,刘孟军. 2004. 枣的胚败育及幼胚培养研究. 园艺学报,31(1):78-80.

曲泽洲,王惠蕙,周吉柱. 1987. 枣树授粉试验. 河北农业大学学报,9(10):70-72.

王长柱,高京草,高文海,等. 2007. 枣品种改良研究进展. 果树学报,24(5):673-678.

郝荣庭. 2000. 果树栽培学总论. 北京:中国农业出版社.

于兆海,李光晨,张文,等. 2006. ‘京白梨’结实与雌雄配子体发育的解剖学研究. 西北植物学报 26(12):2411-2416.

祝海燕,郎德山,默书霞,等. 2007. 植物无籽果实发生机理研究综述. 河北林果研究 22(3):259-261.

Yuan D Y, Wang S, Gu Z Y, et al. 2009. Blossom and fruit drop and anatomic observation on embryonic development of *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Hnnanjidanzao. Acta Horticulturae 840:347-355.

Michra S, Kriska B. 2009. Effect of different cultural treatments on yield and physical characteristics of *Ziziphus jujuba* Mill. grown in Czech Republic. Acta Horticulturae 840:343-346.

Wang J R, Liu L, Liu M J, et al. 2007. Acquirement of a new male sterile germplasm of Chinese jujube. Frontiers of Agriculture in China 1(1):72-75.

(责任编辑 王艳娜)