

## 晋南棉花不育系的蜜蜂开放授粉研究

吴翠翠, 李朋波, 夏芝, 侯保国, 杨六六, 潘转霞, 曹彩荣, 丁霄, 兰刚

(山西省农业科学院棉花研究所/棉花种质资源利用与分子设计育种山西省重点实验室, 山西运城 044000)

**摘要** 对棉花开放授粉试验中蜜蜂授粉和人工授粉的农艺性状和考种性状进行了比较, 结果显示蜜蜂授粉在铃数、单铃籽粒数、铃重、不孕率等方面优于人工授粉。对2013和2014年网室内蜜蜂授粉2年结果与开放条件下蜜蜂授粉进行比较, 发现开放条件下蜜蜂授粉的单铃籽粒数、铃重、籽指优于网室内蜜蜂授粉。最后, 对开放条件下蜜蜂授粉进行了总结, 旨在推动三系杂交棉制种的发展。

**关键词** 蜜蜂授粉; 人工授粉; 农艺性状; 籽指

**中图分类号** S562 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2020)20-0034-03

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.20.010



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Honeybee Open Pollination Study on Cotton Sterile Lines in Southern Shanxi Province

WU Cui-cui, LI Peng-bo, XIA Zhi et al (Cotton Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences/ Shanxi Key Laboratory of Cotton Germplasm Resources Utilization and Molecular Design Breeding, Yuncheng, Shanxi 044000)

**Abstract** In the open pollination experiment, bee pollination and manual pollination were compared in agronomic traits and seed traits. Bee pollination was superior to artificial pollination in boll number, single boll grain number, boll weight and infertility rate. Comparing the results of pollination in 2013 and 2014 with those under open conditions, it was found that in the aspects of single boll seed number, boll weight and seed finger, bee pollination under open conditions was superior to that under open conditions. The honeybee pollination under open conditions was summarized, which promoted the development of seed production of three-line hybrid cotton.

**Key words** Bee pollination; Manual pollination; Agronomic traits; Seed index

利用棉花的杂种优势是提高棉花产量和品质的重要途径<sup>[1]</sup>。三系杂交棉利用不育系、恢复系和保持系进行杂交棉的生产。用人工进行杂交棉制种是传统的方法, 但随着劳务工资的大幅增长, 制种成本大幅提高, 削弱了农民植棉积极性, 因此阻碍了三系杂交棉的推广。目前, 已有研究人员进行了蜜蜂授粉在棉花不育系的试验<sup>[2-6]</sup>, 但因晋南气候特殊, 蜜蜂授粉试验与新疆和河南有很大区别, 因此在晋南进行蜜蜂授粉试验对于山西的杂交棉推广有重要意义。鉴于此, 笔者在2013—2014年进行蜜蜂的网室授粉试验, 比较了蜜蜂授粉和人工授粉的农艺性状和考种性状<sup>[7-9]</sup>, 并对2013和2014年网室内蜜蜂授粉2年结果与开放条件下蜜蜂授粉进行比较, 2018年进行棉花不育系蜜蜂开放授粉试验, 对开放条件下蜜蜂授粉进行了总结, 旨在推动三系杂交棉制种的发展。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 自育的不育系材料21份, 恢复系为H4R。4月12日, 人工点种后覆膜, 株距40 cm, 行距60 cm, 父母本比例是1:2, 行长90 m, 密度37 500株/hm<sup>2</sup>。7 d后查看出苗情况, 恢复系出苗较差, 80%以上未出苗。4月20日补苗, 补苗后基本出苗良好。对照种植在山西省农业科学院棉花所牛家洼农场内, 条件与开放蜜蜂授粉条件一致。

**1.2 试验方法** 选择周围5 km没有种植棉花的地块0.13 hm<sup>2</sup>左右, 种植前整地, 施有机肥等。7月1日傍晚, 蜂农将蜜蜂授粉蜂箱安置在授粉地块边上, 利于管理和喷药。

人工授粉在7月2日开始。

**1.3 农艺性状调查** 9月10日对蜜蜂授粉和人工授粉分别进行农艺性状调查, 每行取30株调查第一成铃果枝、空果枝数、果枝、铃数, 并取20铃进行考种。

## 2 结果与分析

**2.1 蜜蜂授粉与人工授粉农艺性状比较** 由表1可知, 在相同的授粉条件下, 蜜蜂授粉的最低成铃果枝数是1.9台, 而人工授粉最低的成铃果枝数是2.7台。可以看出, 蜜蜂授粉最低成铃果枝数低于人工授粉0.8台。蜜蜂授粉的第一成铃果枝最高值为5.8台, 较人工授粉的5.3台大0.5台。蜜蜂授粉的第一成铃果枝的平均值为3.6台, 人工授粉为3.8台。

空果枝数蜜蜂授粉的浮动较大, 从1.7到9.4台, 相差7.7台, 平均值为6.9台。人工授粉的空果枝数为6.2~9.4台, 相差2.8台, 平均值为7.5台。蜜蜂授粉和人工授粉的果枝平均值均为11.0台。蜜蜂授粉的铃数最小值为2.0个, 最大值为7.9个, 说明蜜蜂授粉的浮动较大。而人工授粉铃数为2.5~4.0个, 浮动较小。蜜蜂授粉铃数平均值为4.0个, 而人工授粉铃数3.4个。

**2.2 蜜蜂授粉与人工授粉考种比较** 由表2可知, 蜜蜂授粉单铃不孕籽为4.4~11.5个, 平均值为7.6个; 人工授粉的单铃不孕籽平均值较高, 为10.8个。因蜜蜂授粉的不孕率平均值为20.1%, 较人工授粉不孕率(31.1%)低11.1%。蜜蜂授粉的单铃籽粒数最小为26.1个, 人工授粉最小为16.2个, 蜜蜂授粉比人工授粉大9.9个。蜜蜂授粉的籽指为13.3 g, 较人工授粉籽指(13.8 g)低0.5 g。蜜蜂授粉铃重为5.3~6.7 g, 属中等大小, 而人工授粉最小铃重为3.7 g, 属较小铃。蜜蜂授粉衣分平均值为30.7%, 与人工授粉的30.2%相差不大。

**2.3 开放条件和网室内蜜蜂授粉比较** 2013和2014年进

**基金项目** 国家重点研发计划“棉花种间杂种优势利用研究”(2016YFD0101416)。

**作者简介** 吴翠翠(1982—), 女, 山西侯马人, 副研究员, 硕士, 从事棉花育种研究。

**收稿日期** 2020-04-16

行网室内蜜蜂在棉花不育系的授粉试验<sup>[9]</sup>。表 3 比较了网室内和开放条件下蜜蜂授粉。由表 3 可知,在开放条件下,蜜蜂授粉的铃数为 4.0 个,网室内为 9.7 个,说明网室内成铃数较开放条件下好。开放条件下,蜜蜂授粉的空果枝数为 6.9 台,而网室内为 2.6 台,说明网室内蜜蜂授粉的空果枝数

较少。对于单株籽粒数,开放条件下为 30.6 个,网室内为 20.2 个,开放条件比网室内大 10.4 个。开放条件下,蜜蜂授粉的铃重为 6.0 g,网室内为 4.0 g,开放条件下较网室内大 2.0 g。蜜蜂授粉开放条件下籽指为 13.3 g,网室内籽指为 10.5 g。开放条件和网室内蜜蜂授粉的衣分相差不大。

表 1 蜜蜂与人工授粉农艺性状比较

Table 1 Comparison of the agronomic characters between bee and manual pollination

授粉方式 Pollination method	第一成铃果枝//台		果枝 Fruit branches//台		空果枝数 Empty branches//台		铃数 Boll number//个	
	范围 Range	平均值 Mean	范围 Range	平均值 Mean	范围 Range	平均值 Mean	范围 Range	平均值 Mean
蜜蜂授粉 Bee pollination	1.9~5.8	3.6	1.7~9.4	6.9	7.4~14.7	11.0	2.0~7.9	4.0
人工授粉 Manual pollination	2.7~5.3	3.8	6.2~9.4	7.5	9.7~15.5	11.0	2.5~4.0	3.4

表 2 蜜蜂与人工授粉考种比较

Table 2 Comparison of seed test between bee and manual pollination

授粉方式 Pollination method	单铃不孕籽 Single boll sterile seed//个		单铃籽粒数 Single boll seeds//个		籽指 Seed index g		铃重 Boll weight g		衣分 Ginning outturn %		不孕率 Infertility %	
	范围 Range	平均值 Mean	范围 Range	平均值 Mean	范围 Range	平均值 Mean	范围 Range	平均值 Mean	范围 Range	平均值 Mean	范围 Range	平均值 Mean
蜜蜂授粉 Bee pollination	4.4~11.5	7.6	26.1~38.1	30.6	11.0~13.4	13.3	5.3~6.7	6.0	24.2~33.9	30.7	10.2~30.1	20.1
人工授粉 Manual pollination	6.9~13.8	10.8	16.2~31.7	24.5	11.2~15.2	13.8	3.7~6.7	5.2	26.7~37.0	30.2	17.9~44.1	31.1

表 3 开放条件和网室内蜜蜂授粉比较

Table 3 Comparison of the bee pollination between open condition and net indoor condition

项目 Item	铃数 Boll number 个	果枝 Fruit branches 台	空果枝数 Empty branches 台	单铃籽粒数 Number of single boll seeds//个	铃重 Boll weight g	衣分 Ginning outturn %	籽指 Seed index g
开放条件 Open condition	4.0	11.0	6.9	30.6	6.0	30.7	13.3
网室内 Net indoor	9.7	8.9	2.6	20.2	4.0	31.7	10.5

### 3 讨论

(1) 第一成铃果枝指的是第一个铃所在的果枝数,可以反映授粉后棉铃是否成铃或者脱落。结果显示,蜜蜂授粉较人工授粉成铃早,主要原因可能是蜜蜂在同一柱头上多次授粉<sup>[9]</sup>。而人工授粉中,人工对于每个不育系花朵的柱头最多授粉 1 次。

(2) 空果枝数可以反映出蜜蜂授粉和人工授粉中未授粉的果枝数,通过调查所在果枝数和数量可以分析没有成铃的原因。该试验中,蜜蜂授粉空果枝数平均值为 6.9 台,而人工授粉为 7.5 台,说明蜜蜂授粉的空果枝数较人工授粉少。调查显示,空果枝数严重的部位是盲蝽象为害严重的时期造成的,盲蝽象对于棉花的危害较严重<sup>[10]</sup>,但又很难防治。盲蝽象喷药后会飞走,等药效小的时候又飞回来继续危害棉花的花朵和嫩叶,给棉花造成十分严重的损害。在此期间总共喷药 2~3 次,隔 5 d 喷施 1 次。因此,这些天蜜蜂不在棉花上授粉。蜂农授粉的经验显示,大田中不能随意挪动蜂箱,会惊动蜂王,不利于授粉,这与网室内蜜蜂授粉不同<sup>[9]</sup>。因此在开放授粉时,田间喷药没有将蜂箱搬离棉田,但是尽量在离蜂箱较远的地方轻喷药,以免对蜜蜂造成较大伤害。

空果枝数蜜蜂授粉的浮动范围较大,为 1.7~9.4 台,相差 7.7 台,主要原因首先是该试验只设置了 1 个蜂箱,且在边行(主要是为了喷药时,蜜蜂受伤害较小),因此离蜂箱较近的棉株以及边行的棉株授粉效果较好;其次与品种有关,有些品种受到蜜蜂喜爱,授粉效果较好,使蜜蜂授粉的空果枝数范围较大。而人工授粉每天都是相同的人进行授粉,不会有很大的浮动。

(3) 蜜蜂授粉的单铃籽粒数平均值为 30.6 个,与保持系的单铃籽粒数基本无差异,比网室内的保持系的单铃籽粒数要大<sup>[9]</sup>。而人工授粉的单铃籽粒数为 24.5 个。蜜蜂授粉单铃籽粒数平均值比人工的单铃籽粒数平均值大 6.1 个,基本为正常棉铃中一瓣棉花所含的棉籽。单铃籽粒数与不孕率紧密相关,蜜蜂授粉的不孕率平均值为 20.1%,而人工授粉不孕率平均值为 31.1%,说明蜜蜂授粉较人工授粉效果好。目前,晋南人工授粉存在以下问题:①雇工年龄越来越大,基本在 55 岁以上。雇工年龄大眼睛会花,在授粉的时候看不清细小的花粉而使柱头授粉不完全,因此棉铃的不孕率会较高。②每年授粉人员都在更换,需要重新培训新的人员,在新人授粉前期会存在授粉不完全、授粉较慢等问题,经过大

约7 d的训练后基本能进入状态,但基本也就过了1/3的时间,而且这些人员也没有严格的制度,刚培训好的人员也会突然离开,又要重新培训新人。③由于年龄较大,授粉效率较低,每人每天能授粉20~30行,授粉成本较高。

(4)针对蜜蜂授粉效果的铃数、空果枝数等,可以看出在开放条件下蜜蜂授粉比网室内效果差,主要可能是由于网室内蜜蜂的活动空间有限,因此会集中在棉花花朵上进行授粉。在开放条件下虽然尽量选择周围无其他蜜源植物的地块,但是该年的地块周围还有向日葵等蜜源植物(向日葵是小麦收割以后5月下旬种植),因此对于授粉影响较大。而对于与棉铃发育相关的单铃籽粒数、铃重、籽指等方面,蜜蜂授粉在开放条件下比网室内大,说明在开放条件下蜜蜂授粉后棉铃的发育较好,不孕率较网室内低。因为开放条件下比较适合棉铃的发育,网室内空间有限且温度较高,对于棉铃的发育有一定的影响。

#### 4 结论

对晋南蜜蜂授粉初步试验及其与网室内蜜蜂授粉比较试验结果进行分析,可得出以下几点:①在开放条件下进行棉花不育系蜜蜂授粉,严格选择授粉棉田。首先,周围5 km没有其他棉花种植,以保证杂交铃的纯度。其次,在棉花授粉期间,周围最好没有其他授粉作物,如向日葵等会吸引蜜蜂授粉,棉田里的蜜蜂就会减少,从而减弱授粉效果;此外还要考虑浇水等条件的便利程度。②合理有效的栽培管理措施。从播种前的整地、施肥和浇水开始,棉田需要有专人进行管理。肥水管理同大田管理一致,盛花期间的浇水尤为重要,浇水迟7 d可以明显看到杂交铃脱落,且原本长势良好的棉株也明显受到影响(估计与所选地块的肥力相关)。③授

粉期间的喷药。影响授粉最关键的因素就是授粉期间病虫害的防治。试验时盲蝽象对于棉田的为害最严重,其次是蚜虫。在开放条件下,影响蜜蜂授粉的因素较多,需要考虑的因素也较多,但要遵循1个原则:尽量不在盛花期喷药,或提前3~5 d喷药,这对杂交铃产量的提高至关重要。④蜂箱的管理需要有授粉试验经验的蜂农进行。综合开放条件下蜜蜂授粉和人工授粉,以及与网室内蜜蜂授粉进行比较,可以得出尽管开放授粉结果没有网室内蜜蜂授粉效果好,但是在目前劳务工资越来越高的趋势下,开放条件下蜜蜂授粉仍有较大潜力。因此,改进开放条件下蜜蜂授粉对于三系杂交棉的推广利用作用很大。

#### 参考文献

- [1] 张小全,朱伟,吕有军.棉花杂种优势利用途径研究进展[J].种子,2008,27(6):39-42,46.
- [2] 邢朝柱,郭立平,苗成朵,等.棉花蜜蜂传粉杂交制种效果研究[J].棉花学报,2005,17(4):207-210.
- [3] 黄丽叶,陈应先,王志刚,等.网室蜜蜂传粉制棉花不育系技术的研究[J].石河子大学学报(自然科学版),2008,26(3):286-289.
- [4] 黄丽叶,陈应先,王志刚,等.新疆开放条件下利用蜜蜂繁殖棉花不育系技术初探[J].安徽农业科学,2008,36(13):5359,5585.
- [5] 李静,张换祥,朱永红,等.网室内棉花不育系蜜蜂授粉试验[J].现代农业科技,2019(19):2-3.
- [6] 夏芝,杨慧勇,吴翠翠,等.网室内棉花不育系蜜蜂授粉试验研究[J].中国棉花,2019,46(2):16-18.
- [7] 吴翠翠,夏芝,侯保国,等.网室内蜜蜂授粉和壁蜂授粉对棉花不育系的影响[J].山西农业科学,2018,46(12):2014-2017,2081.
- [8] 吴翠翠,李朋波,曹彩荣,等.棉花雄性不育系网室蜜蜂授粉技术研究[J].农学学报,2016,6(1):21-24.
- [9] 吴翠翠,李朋波,曹美莲,等.壁蜂与蜜蜂对棉花胞质雄性不育系的传粉特性比较[J].棉花学报,2016,28(4):369-374.
- [10] 吴翠翠,张先亮,任文斌,等.棉盲蝽为害日益严重成因和防治策略分析[J].山西农业科学,2013,41(12):1361-1364.
- [11] 法研究进展[J].贵州农业科学,2014,42(5):64-68.
- [12] 王迎春,叶爱莲,郭金平.南方地区秋芥高产栽培技术[J].上海农业科技,1998(1):35-36.
- [13] 林汝法.中国小杂粮[M].北京:中国农业科学技术出版社,2005.
- [14] 冯佰利,姚爱华,高金峰,等.中国荞麦优势区域布局与发展研究[J].中国农学通报,2005,21(3):375-377.
- [15] 凌发松.安徽省荞麦品种资源研究初报[J].安徽农业科学,1989(4):40-41.
- [16] 封云,蔡伟志,周登峰,等.沿淮地区荞麦生产潜力分析与加工模式研究[J].安徽农学通报,2011,17(21):49-50.
- [17] 杨学乐,何录秋,邱博,等.荞麦生物学研究进展[J].作物研究,2018,32(2):169-174.
- [18] 姜涛,孔令聪,王光宇,等.安徽省苦荞麦种质资源引种观察及鉴定[J].农学学报,2013,3(7):8-10,21.

(上接第33页)

- [3] 樊冬丽.山西省荞麦品种资源的遗传多样性研究[D].太谷:山西农业大学,2003.
- [4] 向达兵,彭镰心,赵刚,等.荞麦栽培研究进展[J].作物杂志,2013(3):1-6.
- [5] 张宏志,管正学,刘湘元.荞麦资源在我国开发利用[J].自然资源,1996(4):38-44.
- [6] 林汝法.山西省荞麦种质资源类型及形态生态特点[J].作物品种资源,1986(4):15-18.
- [7] 林汝法.中国荞麦[M].北京:中国农业出版社,1994.
- [8] 张春华,呼瑞梅.不同生态类型荞麦品种的适合性评价[J].黑龙江农业科学,2015(9):14-17.
- [9] 胡雨雪,胡静洁,葛培娟,等.荞麦综合评价及其部分功能性成分测定方