

棉花蜜蜂传粉杂交制种效果研究

邢朝柱¹, 郭立平¹, 苗成朵¹, 王海林¹, 娄本琴²

(1. 中国农业科学院棉花研究所, 农业部棉花遗传改良重点开放实验室, 河南 安阳 455112;

2. 河南省延津县农业局 453200)

摘要: 利用抗虫不育系(Btms₅ms₅ms₆ms₆)和转Bt基因抗虫棉品系(Rg3)作为杂交制种亲本, 制种期间在田间放养蜜蜂作为传粉媒介, 连续三年在长江流域和黄河流域进行小规模田间开放式蜜蜂传粉杂交制种试验, 对蜜蜂传粉杂交制种体系中的父母本种植比例、不同的蜂种、父母本种植方式、天气等对蜜蜂传粉制种效果进行了研究。初步研究结果表明: 父母本种植比例以1:4制种效果较为理想, 蜜蜂是较理想的传粉媒介, 父母本混合种植方式和相间种植方式传粉效果差异不明显, 天气变化对蜜蜂传粉影响较大, 直接影响制种产量。

关键词: 棉花; 蜜蜂传粉; 制种; 效果

中图分类号: S562.035.1 **文献标识码:** A

文章编号: 1002-7807(2005)04-0207-04

Study on Effect of Producing Cotton Hybrids by Bees Pollination

XING Chao-zhu¹, GUO Li-ping¹, MIAO Cheng-duo¹, WANG Hai-lin¹, LOU Ben-qin²

(1. Cotton Research Institute, CAAS; Key Laboratory for Cotton Genetics Improvement, MOA, Anyang, Henan 455112, China; 2. Yanjin County Agriculture Bureau, Yanjin county, Henan province, 455111, China)

Abstract: Using ms₅ms₆ male-sterile lines with Bt gene and transgenic Bt cotton Rg3 as parents, honey bees as pollination media, releasing honey bees in field during producing hybrids, three years experiments were performed in Yangtze River and Yellow River Valley Region. In the system of honey bees pollination producing cotton hybrids, the parents plant proportion, bee varieties, parent plant patterns, honey bees behavior and weather influence were studied. These preliminary results were as follows: 1:4 proportion of parents was ideal, honey bees were better than bear bees in pollination effect, there was no remarkable difference between mixing plant patterns and alternating plant patterns, weather had obviously effect on honey bees pollination, which lead to direct hybrid yield loss.

Key words: cotton; honey bees pollination; producing hybrid; effect

目前我国棉花杂交种90%以上来自于人工去雄授粉杂交制种^[1], 所以杂交种成本高, 种源短缺, 严重制约棉花杂种优势在生产上大规模应用。随着劳动力成本的提高和人们生活水平的改善, 繁琐的高成本人工杂交制种越来越不适应社会的发展, 所以提高棉花制种效率, 降低制种成本, 是当前棉花杂种优势利用研究中主要课题之一。棉花是虫媒花作物, 蜜蜂是其良好的传粉媒介, 多年

来人们寄希望利用不育系, 采用蜜蜂代替人工进行传粉, 节省成本, 提高制种效率。据此, 20世纪后期曾有不少关于利用昆虫传粉棉花杂交制种的试验报道^[2-7]。但是由于棉花易遭虫害, 制种期间喷施农药, 严重影响蜜蜂生存与活动, 造成制种产量明显降低^[2-3], 所以一直也没有一个较理想的解决办法。抗虫不育系的问世, 较好地解决了昆虫传粉和喷施农药的问题。本文利用自育的抗虫不

收稿日期: 2004-12-06 作者简介: 邢朝柱(1967-), 男, 研究员

项目资助: 国家“863”课题(2002AA7005)

育系中抗 A^[8] 和抗虫品系作为亲本,较系统地研究蜜蜂辅助传粉杂交制种效果,为棉花蜜蜂传粉制种的可行性提供试验数据。

1 材料和方法

1.1 材料

母本为转 Bt 基因抗虫双隐性核雄性不育系 (Btms₅ ms₅ ms₆ ms₆) 中抗 A, 中国农业科学院棉花研究所培育, 1998 年通过农业部鉴定; 父本为 Rg3, 转 Bt 基因抗虫棉品系, 来源于中国农业科学院生物技术研究所。

1.2 试验设计

2001 年试验地点设在河南省安阳和南阳, 试验面积分别为 0.13 hm² 和 0.14 hm², 父母本种植比例分别为 1:3、1:4、1:5、1:6, 均为相间种植(种 3~6 行母本, 种 1 行父本)。于 7 月 10 日放蜂, 每公顷 15 箱, 每箱 8000~10000 只蜜蜂。

2002 年试验地点设在河南省南阳和湖南省岳阳, 南阳点试验面积 0.267 hm², 分两片种植, 各 0.133 hm², 一块地放养蜜蜂, 另一块地放养熊蜂, 蜜蜂每公顷 15 箱, 每箱 8000~10000 只, 熊蜂每公顷 45 箱, 每箱 100~200 只, 同时在南阳进行了 0.33 hm² 人工辅助授粉制种, 每公顷为 15 人; 岳阳点试验面积 0.13 hm², 制种期间释放蜜蜂, 每公顷 15 箱。以上两点父母本种植比例均按 1:4 相间种植, 于 7 月 12 日放蜂。

2003 年试验地点设在河南省安阳和湖南省岳阳, 试验面积分别为 1 hm² 和 0.2 hm², 父母本种植比例按 1:4。安阳点 1 hm² 地块分成两片, 一片(0.4 hm²) 地块父母本相间种植, 另一片(0.6 hm²) 地块父母本混合种植(即在母本行中按 1:4 均匀种上父本, 做上标记); 岳阳点相间种植, 每公顷放蜜蜂 15 箱, 每箱 8000~10000 只。

安阳和岳阳两试验点均于 7 月 9 日同时放养蜜蜂。

在三年的试验中, 对每个试验点的蜜蜂活动行为进行了观察, 并对当年当地的天气进行记载。在以上试验点中, 安阳和南阳点四周均种植玉米作隔离带, 隔离距离大于 5 km, 岳阳试验点四周种植水稻为隔离带, 隔离距离大于 10 km。在制种之前, 拔除不育系中分离出所有的可育株, 保留不育株。父母本密度: 安阳点为 3.75 万株·hm², 南阳点和岳阳点为 3 万株·hm²。河南省安阳点 8 月 20 日移走蜂箱。南阳点 8 月 25 日移走蜂箱, 湖南岳阳点 9 月 1 日移走蜂箱, 放蜂结束后去除不育系上所有的花和蕾, 9 月中下旬调查杂交铃数, 最后实收杂交铃子棉产量。轧花得出种子产量, 蜜蜂传粉期间不整体喷施农药, 发生红叶螨和蚜虫进行点片喷药防治。

2 结果分析

2.1 不同父母本种植比例对制种效果的影响

2001 年进行了父母不同种植比例对蜜蜂传粉效果的研究, 共进行了四种处理, 每种处理的父母本种植比例分别是 1:3、1:4、1:5 和 1:6。安阳点放蜂制种时间为 40 d, 南阳点放蜂制种时间为 45 d, 放蜂制种结束后, 对各种比例的单株铃数、母本产量和杂交种产量进行调查和实际收获(表 1)。无论是安阳点还是南阳点, 1:3 的种植比例, 母本单株成铃数、子棉和种子产量均最高, 随着父母本种植比例的增大, 母本单株成铃数、子棉和种子产量呈现递减趋势, 比例达到 1:6 时, 减产更为明显, 制种产量仅是 1:3 比例的 53.3%, 这是因为随着父母本种植比例增大, 父本的花粉量在逐渐减少, 父本花粉量减少, 影响了蜜蜂传粉效果, 导致母本大量的花因未受粉而产量

表 1 不同父母本种植比例的制种效果

Table 1 Effect of hybrid producing by different parents plant proportions

试验地点 种植比例	南阳点				安阳点			
	1:3	1:4	1:5	1:6	1:3	1:4	1:5	1:6
单株铃数/个	16.4	15.1	11.5	8.1	14.0	13.3	11.2	5.7
母本子棉产量/(kg·hm ²)	2700.4	2566.8	1932.0	1360.8	2940.0	2793.0	2352.0	1197.0
母本种子产量/(kg·hm ²)	1620.4	1540.0	1056.4	796.8	1675.6	1564.5	1340.6	694.8
杂交种子产量/(kg·hm ²)	1215.1	1232.5	880.3	682.9	1225.7	1251.6	1117.2	595.5
不同比例两点平均/(kg·hm ²)	(1:3)1220.4		(1:4)1242.1		(1:5)998.8		(1:6)639.2	

下降。但作为实际制种产量效果, 既要考虑到有足够的父本花粉量, 同时又要考虑到单位面积制

种产量, 不能因为父母本种植比例小花粉量足而导致父本过多造成土地浪费。通过对上述四种比

例的每公顷杂交种产量进行计算,表 1 中看出,1:4 的种植比例,实际每公顷产量最高,达 1242.1 kg·hm⁻²,综合考虑,父母本 1:4 的比例为蜜蜂传粉较理想的种植比例。

2.2 不同蜂种对制种效果的影响

2002 年在南阳进行了蜜蜂和熊蜂两种蜂的传粉效果研究,为了和人工授粉效果作比较,同时也安排了人工辅助传粉试验,比较不同处理的传粉效果。放蜂和人工授粉制种期均为 43 d,单株铃数、铃重、衣分和实际收获产量等结果列入表 2。表 2 中数据表明,人工授粉母本单株成铃数、铃重和杂交种产量均最高,蜜蜂传粉其次,熊蜂传粉产量最低,蜜蜂传粉和熊蜂传粉制种产量分别

相当于人工辅助授粉的 85.2% 和 80.3%。但若考虑到人工授粉父本只占试验面积的 12.5%,而昆虫传粉父本要占试验面积的 20%(父母本比例 1:4),那么实际每公顷杂交种产量中,蜜蜂传粉和熊蜂传粉制种产量分别是人工授粉的 77.8% 和 73.4%。从产量结果看,蜜蜂传粉效果要好于熊蜂传粉效果。此外,熊蜂饲养困难,成本较高,而且蜂源难找;蜜蜂较普及,易饲养,成本低,综合考虑制种产量和成本,蜜蜂作为传粉媒介效果更佳。另外,从单株成铃数上看,人工授粉制种和蜜蜂传粉制种差异较小,仅相差 0.3 个铃,但人工授粉制种,种子较饱满充实,铃重明显高于蜜蜂传粉,所以实际收获产量要显著高于蜜蜂传粉产量。

表 2 不同处理传粉制种效果

Table 2 Effect of hybrid producing by different treatments

处理	熊蜂传粉	蜜蜂传粉	人工授粉
单株铃数/个	14.1	14.8	15.1
衣分/%	42.7	42.1	40.2
铃重/g	5.3	5.3	5.6
母本子棉产量/(kg·hm ⁻²)	2241.9	2300.8	2540.8
母本种子产量/(kg·hm ⁻²)	1142.0	1217.6	1422.2
占人工传粉产量比例/%	80.3	85.2	
每公顷占人工传粉比例/%	73.4	77.8	

2.3 不同种植方式对制种效果的影响

考虑到蜜蜂传粉的随机性,2003 年进行了父母本相间种植和父母本混合种植的种植方式试验,探索这两种方式蜜蜂传粉制种效果。放蜂时间为 40 d,性状的调查和收获结果列入表 3。由于 2003 年制种期间多雨,从表 3 数据看出,两种种植方式单株铃数和制种产量普遍较低。但从试

验结果反映,两种种植方式之间单株成铃数和杂交种产量差异较小,混合种植效果略好于相间种植,表明两种种植方式蜜蜂传粉效果没有明显区别。若考虑到田间管理因素,相间种植易于操作和管理,混合种植较费工,若大面积采用蜜蜂传粉制种,可采用相间种植方式,对制种产量影响不大。

表 3 不同种植方式下制种效果

Table 3 Effect of hybrid producing by different plant patterns

试验地点 种植方式	安 阳 点	
	相间种植	混合种植
单株铃数/个	8.4	8.7
母本子棉产量/(kg·hm ⁻²)	1701.0	1761.8
母本种子产量/(kg·hm ⁻²)	850.5	880.9
每公顷种子产量/kg	637.9	660.7

2.4 不同天气对昆虫活动影响及制种效果

在三年的试验中,对每个试验点的蜜蜂活动规律及与天气的关系进行了初步观察。蜜蜂表现如下活动规律:(1)蜜蜂钻花传粉的最活跃时段为上午的 10-11 时,定点观察每 10 株棉花蜜蜂造访次数为 14.6 次,其次为下午的 15-16 时,造访次数为 12.7 次;(2)蜜蜂钻花的方式通常在 1 行或邻近 2 行,沿直线或近直线方向集中钻花 5~6

朵,多者 1 只蜂可连续钻 8 朵花;(3)蜜蜂钻花后,在每朵花内停留的时间多在 10~40 秒之间,平均约 20 秒。蜜蜂的活动与天气状况有一定的关系,据观察,蜜蜂出巢与否主要受气温影响较大,受光照的影响甚微。当气温高于 36~38℃ 时,蜜蜂基本不出巢,而当气温低于 36~38℃ 时,不论晴天还是阴天,甚至毛毛雨或小雨天气,蜜蜂仍然出巢。

三年来对1:4父母本种植比例的蜜蜂传粉制种产量和制种期间的天气状况之间关系进行了分析,三年的制种产量和天气状况列入表4。表4数据表明,在正常年份(制种期间无雨天占70%以上),蜜蜂传粉制种产量是人工传粉制种产量的80%以上,而在异常年份(制种期间低温有雨天占

50%以上),制种产量非常低,如2003年安阳点,仅是人工制种的45.8%,说明制种期间天气因素对蜜蜂传粉效果影响非常大,而人工授粉比较灵活,在不利的氣候条件下可采取一些补救措施,减少制种产量损失。

表4 不同年份蜜蜂传粉制种效果

Table 4 Effect of hybrid producing by honey bees pollination in different years

年 份 试验点	2001年		2002年		2003年	
	安 阳	南 阳	南 阳	岳 阳	安 阳	岳 阳
天气状况	正常	正常	较正常	正常	异常	正常
母本种子产量/(kg·hm ²)	1251.6	1232.5	940.2	1142.5	637.9	1432.6
相当人工授粉的百分比/%	84.3	82.1	77.8	-	45.8	-

3 讨论

采用昆虫传粉,其主要目的是节省人工和提高制种效益。本试验设计中,1箱蜂基本可以代替1个人的授粉工作量。按目前市场价格计算,1个人每天工资成本为12元,每箱蜂租赁和辅助喂养日成本为4元,那么采用蜜蜂传粉40d的制种,每公顷节省4800元。根据本试验结果,蜜蜂传粉制种产量平均只是人工授粉的80%,人工授粉平均产量为1350 kg·hm²,那么蜜蜂传粉减少杂交种270 kg·hm²,杂交种按18元·kg⁻¹计算,由减产而造成的损失为4860元·hm²,这样蜜蜂传粉节省成本和减产损失相当。这只是在正常年份下的结果,但是如果是异常年份减产可能更加显著。总之,按照目前情况分析,正常年份人工授粉和蜜蜂传粉制种效益相当,若遇到异常年份,蜜蜂传粉制种效益可能显著下降。根据近几年试验结果分析,影响蜜蜂传粉制种最大限制因素是制种期间不利的天气状况,因为蜜蜂传粉不如人工授粉那么灵活,无法采取一些补救和调整措施,导致产量严重损失。如果将人工授粉和蜜蜂传粉两种方式结合起来加以运用,可能起到较好的效果,在天气正常状况下,让蜜蜂传粉,在不利的氣候条件下,蜜蜂不出箱或是出箱较晚,可以进行人工代替辅助授粉,这样既可以节省一些劳动成本又可以降低一些制种产量的损失。

蜜蜂传粉制种体系是一个复杂的系统,涉及因素很多,由于是在一个开放系统中进行,受多种条件限制,尤其是在制种期间,天气的变化对蜜蜂传粉将产生显著的影响。如何在逆境条件下管理蜜蜂并提高蜜蜂的传粉效果将是一个复杂的问

题,另外,田间其它蜂种,如土蜂、切叶蜂等^[3]也是很好的传粉媒介,如何加以利用,值得研究。本研究仅涉及到这个系统中一部分内容,要想达到最佳蜜蜂传粉制种效果,仍需进一步试验和摸索,只有通过大量的实践和经验积累,才能达到满意的制种效果。

参考文献:

- [1] 邢朝柱. 中国棉花杂种优势利用概况和发展方向. 中国棉花学会2004年会论文集[C]. 27-31.
- [2] 冯福祯. 陆地棉雄性不育系昆虫传粉制种初报[J]. 中国棉花, 1990, 17(5): 16.
- [3] MOFFET J O, Stith L S. Nectar secretion in cotton flowers and its relation to floral visits by honey bees [J]. Amer Bee J, 1976a, 116: 32-36.
- [4] MOFFET J O, Stith L S. Pollination by honey bees of male sterile cotton in cages [J]. Crop Sci, 1972, 12: 476-478.
- [5] MOFFET J O, Stith L S. producing hybrid cotton seed on a field scale using honey bees as pollinators [J]. Proc Beltwide Cotton Prod Res Conf, 1978, 78-80.
- [6] VAISSIERE B E, Moffet J O. Honey bees as pollinators for hybrid cotton seed production on the Texas high plains [J]. Agron J, 1984, 76: 1005-1010.
- [7] WALLER G D, Moffet J O. An evaluation of honey bee foraging activity and pollination efficacy for male sterile cotton [J]. Crop Sci, 1985, 25: 211-214.
- [8] 邢朝柱, 靖深蓉, 郭立平, 等. 棉花抗虫(Bt)双隐性核雄性不育系一中抗A [J]. 中国棉花, 1999, 26(6): 27.