

不同授粉方式对日光温室草莓产量、品质及效益的影响

彭佃亮¹, 刘永光¹, 夏海波¹, 孟令彬¹, 赵博光^{1,2}, 李美芹¹

(1. 潍坊科技学院 生物工程研发中心, 山东 寿光 262700; 2. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

摘要:以草莓品种“甜宝”为试验材料,通过测定草莓的坐果率、畸形果率、单果重、产量、产值,研究了熊蜂和蜜蜂授粉对日光温室草莓产量、品质及效益的影响。结果表明:熊蜂授粉的草莓畸形果平均率从蜜蜂授粉的 11.08% 降低为 5.28%,2 种授粉方式的坐果率均为 100%。熊蜂和蜜蜂授粉的草莓单果重平均值分别为 11.08 g 和 8.09 g,熊蜂较蜜蜂授粉的草莓单果重增加了 36.96%。熊蜂授粉的草莓果纵径、横径以及单果种子数均显著高于蜜蜂授粉。熊蜂授粉的草莓产量和产值均显著高于蜜蜂授粉,且利润较蜜蜂授粉增加了 33.80%。

关键词:日光温室;草莓;蜜蜂;熊蜂;授粉;产量;利润

中图分类号:S 668.426.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)04-0052-04

设施农业是依靠科技进步形成的高新技术产业,由于管理方便、经济效益好等优点,日光温室草莓种植规模日益增大,而利用蜂类昆虫为设施草莓进行授粉已经发展成为一项不可或缺的配套农业措施^[1-8]。

在实际生产中,蜜蜂授粉是草莓优质生产的常用技术,但蜜蜂授粉对授粉环境要求苛刻,阴雨天不能有效授粉,低温影响蜜蜂活动,授粉效果差。有研究报道,与蜜蜂相比,在设施栽培环境中熊蜂具有活动温度低、在阴雨天仍能授粉、日工作时间长、趋光性弱等优点,且熊蜂体型大、使用震动授粉的方式,一次访花就可以给草莓授粉完全;熊蜂习性温和、无信息沟通系统等优势^[9-10]。熊蜂为番茄、西瓜和桃子等果蔬的授粉效果优于蜜蜂^[11-13]。然而,关于熊蜂、蜜蜂授粉方式对设施草莓果实产量和增收的影响报道较少。该试验在草莓日光温室内进行,采用蜜蜂与熊蜂 2 种授粉方式处理,分析不同授粉方式对草莓果实的授粉率、坐果率、种子数、单果重、果实外观品质及产量、产值等方面的影响,研究熊蜂是否可以代替蜜蜂为设施环境下草莓进行授粉,从而为设施栽培管理技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试草莓品种为“甜宝”。授粉蜂种包括蜜蜂和熊蜂,蜜蜂为中华蜜蜂(*Apis Cerana*)从当地养蜂户租用;熊蜂为欧洲熊蜂(*Bombus Terrestris*)由碧奥特(寿光)生物科技有限公司提供。蜂箱放置在近通风口处,其进出口朝向东南方。试验在山东广饶草莓科研所温室内进行。温室为钢管+竹管塑料大棚,夜晚棚面由保温被覆盖保温;北面由钢管支撑,外面为一层塑料膜加上多层棉毡保温。试验仪器包括温湿度记录仪(SSN-22,深圳宇问传感系统有限公司)、游标卡尺、电子天平、剪刀等。



图1 熊蜂蜂箱在大棚内的位置

Fig.1 The location of bumblebee hives placed in the solar greenhouse

1.2 试验方法

选用 2 栋构造相同的日光温室,每栋 540 m²,分别放置 1 箱标准蜂箱蜜蜂和 2 箱标准蜂箱熊蜂。2 栋温室

第一作者简介:彭佃亮(1986-),男,博士,讲师,研究方向为植物生理生化与生物技术。E-mail:pdldpd2009@126.com.

责任作者:李美芹(1969-),女,博士,教授,研究方向为国艺植物育种。E-mail:mqli901@126.com.

基金项目:国家自然科学基金重点资助项目(30430580);潍坊市科技发展计划资助项目(2015GX072)。

收稿日期:2015-09-25

以相同方式均分成 6 个小区,每个小区随机标记生长势一致的草莓 50 株,以供调查取样。草莓的定植时间、生长势、开花时间等管理措施一致。

1.3 项目测定

于 2015 年 2—4 月草莓果实成熟期间采摘草莓 3 次,采摘日期分别为:2 月 9 日、3 月 19 日、4 月 15 日,每栋温室每个小区采摘 20 枚草莓果实。

1.3.1 蜂巢的活跃度及授粉率 每隔 7 d 在 09:00—11:00 记录 15 min 内出入蜂巢的熊蜂及蜜蜂数量(在植株无表面水分时)。每小区随机选取 20 朵草莓花蕾标记,统计不同授粉方式对草莓的授粉率。授粉率(%)=(授粉的花蕾数/花蕾总数)×100。

1.3.2 草莓单果重及畸形果率 单独称量所有标记的 20 枚草莓的重量。畸形果等级标准为,1:发育良好,果形正常;0:畸形或异型,即果形不对称。畸形果率(%)=(畸形果实数/果实总数)×100。

1.3.3 草莓果实纵、横径及种子数 用游标卡尺测定的草莓果实纵向以及横向的最长距离,即为纵径与横径。将草莓水平的分成 2 瓣,在每瓣上分别统计种子总数及发育完全的种子数。

1.3.4 温湿度 在蜂箱内和温室内(蜂箱外)分别放置 1 个温湿度数据记录仪,记录试验期间的温湿度变化。

1.3.5 产量及产值效益比较 统计熊蜂与蜜蜂授粉处理后草莓的总产量。根据草莓产量及市场实际价格计算产值效益,并比较不同授粉方式对草莓产量及产值的影响。

1.4 数据分析

采用 DPS 7.05 软件进行方差分析与显著性检验。草莓果实单果重、纵径与横径、草莓种子总数、发育种子数均用 $n=120$ 的平均值及标准误差(S.E)表示,显著性水平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 蜂巢的活跃度及授粉率

通过观察蜜蜂与熊蜂的蜂巢活力均为“好”,在 15 min 内进出各蜂巢的总数量在 15~25 只。通过观察比较,熊蜂为草莓授粉的抓痕要比蜜蜂严重,且标记的蜜蜂与熊蜂授粉处理的草莓授粉率均为 100%(数据未列出)。

2.2 不同授粉方式对草莓果实单果重及畸形果率的影响

由表 1 可以看出,熊蜂授粉的草莓单果重均高于蜜蜂授粉,达到差异显著性水平。3 次取样熊蜂和蜜蜂授粉方式的草莓单果重平均值分别为 11.08 g 和 8.09 g,熊蜂授粉方式的草莓单果重显著高于蜜蜂授粉方式。熊蜂授粉方式的草莓畸形果率均显著低于蜜蜂授粉方式,达到差异显著水平。3 次取样蜜蜂和熊蜂授粉方式的草莓畸形果率平均值分别为 11.08%和 5.28%。由图

2 可知,如果以 10.00 g 为草莓果实标准,熊蜂授粉的草莓单果重大于 10.00 g 的数量占 61.00%,而蜜蜂授粉的草莓单果重大于 10.00 g 的数量仅占 33.00%。

表 1 不同授粉方式对草莓果实单果重及畸形果率的影响

Table 1 Effect of different pollination methods on single fruit weight and malformation rate of strawberry fruit

取样日期 Sampling date /(月-日)	畸形果率 Malformation rate/%		单果重 Single fruit weight/g	
	熊蜂 Bumblebee	蜜蜂 Honeybee	熊蜂 Bumblebee	蜜蜂 Honeybee
02-09	4.17±0.87b	13.33±2.45a	10.37±0.69a	6.48±0.39b
03-19	6.67±1.56b	14.17±3.12a	8.46±0.43a	5.87±0.47b
04-15	5.00±1.58b	9.17±1.45a	14.41±0.69a	11.93±0.70b

注:不同小写字母表示差异达 0.05 显著水平。下同表 2~3。

Note: Values followed by different letters within columns were significantly different at the 0.05 probability level. The same below Table 2—3.

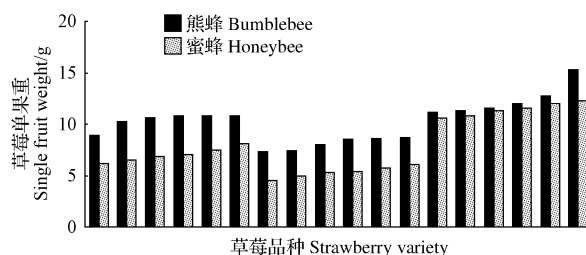


图 2 不同授粉方式下草莓果实单果重

Fig. 2 Strawberry single fruit weight of different pollination methods

2.3 不同授粉方式对草莓果实纵径、横径及种子发育的影响

由表 2 可以看出,3 次熊蜂和蜜蜂授粉方式的草莓果实的平均纵、横径长度分别为 4.21、2.55 cm 和 3.44、2.34 cm。熊蜂授粉方式的草莓果实的纵、横径长度均高于蜜蜂授粉方式,且达到差异显著性水平,这表明熊蜂授粉对草莓果实纵径与横径产生了明显的影响。由表 3 可以看出,取样熊蜂授粉方式的草莓果实种子总数和成熟种子数均值分别为 127.29、113.63 粒;蜜蜂授粉方式的草莓果实种子总数和发育完全的种子数均值分别为 95.43、84.62 粒,熊蜂授粉方式下的单果种子总数和发育完全的种子数均高于蜜蜂授粉方式,且均达到差异显著性水平。

表 2 不同授粉方式对草莓果实纵径与横径的影响

Table 2 Effect of different pollination methods on fruit height and diameter of strawberry fruit

取样日期 Sampling date /(月-日)	纵径 Height/cm		横径 Diameter/cm	
	熊蜂 Bumblebee	蜜蜂 Honeybee	熊蜂 Bumblebee	蜜蜂 Honeybee
02-09	4.01±0.13a	3.22±0.07b	2.44±0.07a	2.10±0.05b
03-19	4.04±0.43a	3.06±0.09b	2.34±0.08a	2.20±0.16b
04-15	4.57±0.11a	4.04±0.11b	2.87±0.04a	2.72±0.07b

表 3 不同授粉方式对草莓种子总数及发育种子数的影响

Table 3 Effect of different pollination methods on fruit seed number of strawberry fruit

取样日期 Sampling date	种子总数 Seed number per fruit		发育完全的种子数 Developed seed number per fruit	
	熊蜂 Bumblebee	蜜蜂 Honeybee	熊蜂 Bumblebee	蜜蜂 Honeybee
02-09	132.83±7.74a	95.78±5.34b	118.58±7.76a	84.85±5.04b
03-19	126.02±5.14a	97.20±4.10b	110.67±5.05a	85.60±3.47b
04-15	123.02±6.01a	93.30±4.10b	111.63±3.27a	83.40±6.50b

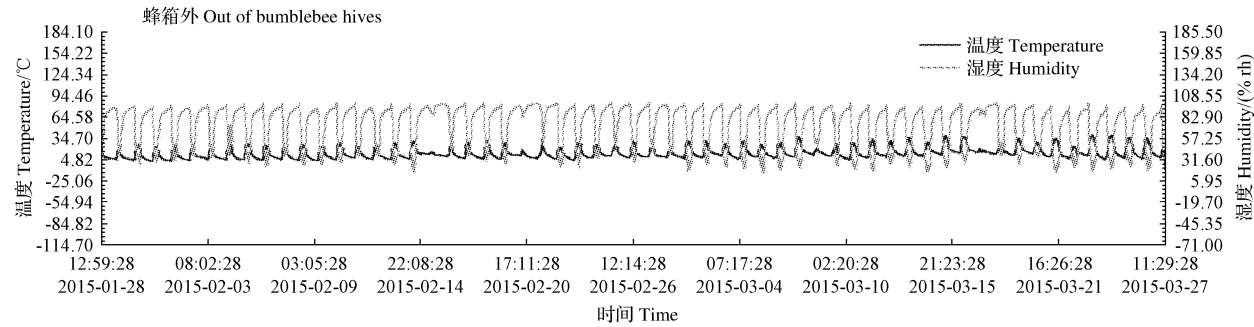


图 3 日光温室(蜂箱外)温湿度的变化

Fig. 3 Change of temperature and humidity of the sunlight greenhouse (out of bumblebee hives)

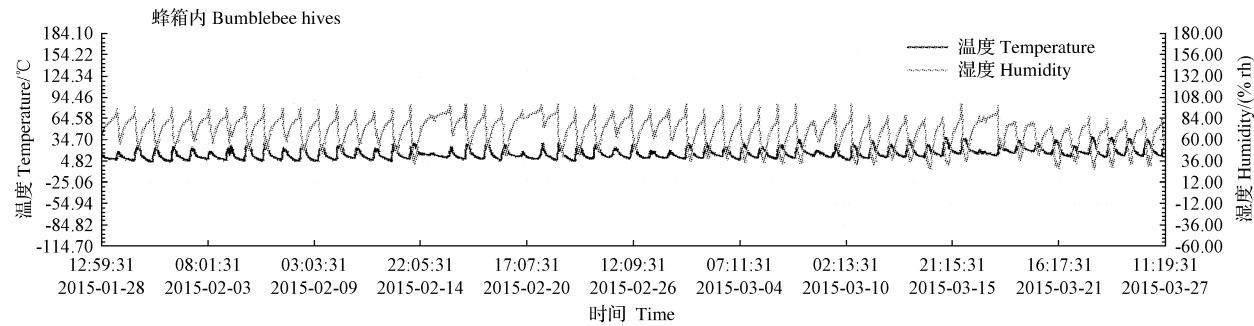


图 4 蜂箱内温湿度的变化

Fig. 4 Change of temperature and humidity of bumblebee hives

2.5 授粉方式对产量、产值及利润的影响

由表 4 可知,熊蜂授粉方式的草莓 667 m² 产量为 3 383.80 kg,蜜蜂授粉条件下为 3 032.80 kg,较蜜蜂授粉草莓 667 m² 产量在熊蜂授粉条件下提高了 11.57%。熊蜂授粉和蜜蜂授粉对草莓 667 m² 产值也有显著的影响,以熊蜂授粉和蜜蜂授粉由于单果重及口味等因素的影响,熊蜂授粉和蜜蜂授粉草莓单价分别为 18.00 元/kg 和 15.00 元/kg。熊蜂和蜜蜂授粉方式草莓 667 m² 产值

2.4 蜂箱内及温室内(蜂箱外)温湿度数据的变化

从图 3 可以看出,2015 年 1 月 28 日至 3 月 27 日期间,在温室中测得的低温(8~14℃)、高湿(>90%)的天数为 6 d。由于阴天或雨天天气,这 6 d 中温室内的最高温度未达到蜜蜂外出活动的温度(15℃),见图 4,但是达到了熊蜂活动的温度(8℃),而且熊蜂可以在阴天活动,对作物授粉。温湿度记录揭示了熊蜂在此类温室中授粉的优势之一。

分别为 60 908.40 元和 45 492.00 元,熊蜂授粉条件下草莓 667 m² 产值较蜜蜂提高了 33.80%。结果表明,熊蜂授粉较蜜蜂授粉明显提高了草莓的产量及产值。虽然熊蜂蜂箱的价格和使用期限上较蜜蜂蜂箱贵,但是扣除二者的差价 2 208.00 元,熊蜂授粉的产值仍比蜜蜂授粉产值增加:60 908.40 - 2 208.00 - 45 492.00 = 13 208.40 元/667m²。

表 4 不同授粉方式对草莓 667 m² 产量及产值的影响

Table 4 Effect of different pollination methods on yield and profit of strawberry fruit

处理 Treatment	产量 Yield /kg	熊蜂较蜜蜂增产 The increased yield of bumblebees pollination/%	单价 Unit price /(RMB • kg ⁻¹)	产值 Output /RMB	熊蜂成本较蜜蜂成本差价 Price differentials of different pollination /RMB	熊蜂较蜜蜂扣除成本 差价后的增加产值 The increased profit /RMB	熊蜂较蜜蜂增加利润 The increased profit of bumblebees pollination/%
熊蜂授粉 Bumblebees pollination	3 383.80	11.57	18.00	60 908.40	2 208.00	13 208.40	33.80
蜜蜂授粉 Honeybees pollination	3 032.80	—	15.00	45 492.00	—	—	—

3 讨论和结论

该试验表明,熊蜂授粉较蜜蜂授粉显著提高了草莓的单果重、降低了草莓畸形果率,进而提高了草莓单位面积产量。熊蜂授粉和蜜蜂授粉显著影响了草莓的纵径与横径,与蜜蜂授粉相比,熊蜂授粉显著提高了草莓的纵径与横径。此外,较蜜蜂授粉方式,熊蜂授粉显著提高了草莓单果的种子总数及发育种子数,差异达到显著水平。熊蜂授粉之所以比蜜蜂授粉效果好,其主要原因是熊蜂个体大,访花一次就能完成单朵花的授粉,而蜜蜂需要多次访花。熊蜂采用特殊的震动授粉方式,能迅速完成访花和授粉,每分钟访花率比蜜蜂更高。由于熊蜂能在更低温度和阴天情况下工作,而且熊蜂每天有效工作时间比蜜蜂更长,对花期的选择性比蜜蜂更强,且选择早期花(早期花的花粉更有效且更有利于花之间的传播授粉)的比率最高,此外,熊蜂在较低温度和阴天仍能完成授粉,但是蜜蜂在较低温度或阴天则不出巢、授粉^[6-8,10-12]。所以熊蜂能更好的完成对草莓的授粉,提高草莓的产量和质量。总之,与蜜蜂授粉相比,熊蜂授粉显著提高了草莓果实单果重、果实大小、单位面积产量,改善了果实品质。熊蜂授粉方式更适宜为日光温室及大棚的草莓授粉,可以提高产量、产品单价和利润,为农民创造较高的收入,该试验为草莓在设施种植条件下熊蜂授粉方式代替蜜蜂授粉方式提供了试验证据。

参考文献

[1] 国占宝,李乃光,孙永深.熊蜂为温室冬瓜授粉的效果研究[J].蜜蜂

杂志,2003(6):3-4.

[2] 郑茂启,杨玉民,罗凤玲,等.日光温室草莓蜜蜂授粉配套技术的研究与推广[J].山东农业科学,2004(3):48-49.

[3] 邢艳红,彭文君,安建东.不同蜂授粉对设施番茄产量和品质的影响[J].中国养蜂,2005(7):8-10.

[4] 张海森,高东升,李冬梅,等.设施桃果实品质发育生理研究[J].中国农学通报,2005,21(7):286-288,297.

[5] 万军,张俊杰,王晶晶,等.熊蜂为北方温室番茄授粉效果研究[J].吉林农业大学学报,2008,30(5):695-696,699.

[6] 王军伟,于福顺.大白菜杂交制种人工放蜂、人工辅助授粉技术增产比较试验[J].长江蔬菜,2009(1):56.

[7] 程尚,罗文华,戴荣国,等.地熊蜂授粉对重庆温室辣椒的影响[J].中国蜂业,2010(10):13-15.

[8] 安建东,陈文锋.全球农作物蜜蜂授粉概况[J].中国农学通报,2011(1):374-382.

[9] 安建东,国占宝,童越敏,等.温室桃熊蜂授粉配套技术体系的创建[J].蜜蜂杂志,2004(2):9-11.

[10] YONG S S, PARK S D, KIM J H. Influence of pollination methods on fruit development and sugar contents of oriental melon (*Cucumis melo* L. cv. Sagyejeol-Ggul)[J]. Scientia Horticulturae, 2007, 112(4):388-392.

[11] 国占宝,安建东,彭文君,等.熊蜂和蜜蜂为日光温室甜椒授粉的研究[J].中国养蜂,2005,56(10):8-9.

[12] 李继莲,吴杰,安建东,等.熊蜂和蜜蜂为塑料大棚西瓜授粉对比试验[J].蜜蜂杂志,2006(10):7-9.

[13] 王继勋,马凯,赵国庆.南疆日光温室桃树熊蜂授粉试验初报[J].新疆农业科学,2008,45(5):824-827.

Effect of Different Pollination Methods on Fruit Yield, Quality and Profit of Strawberry Fruit in Sunlight Greenhouse

PENG Dianliang¹, LIU Yongguang¹, XIA Haibo¹, MENG Lingbin¹, ZHAO Boguang^{1,2}, LI Meiqin¹

(1. Bioengineering Research Center, Weifang University of Science and Technology, Shouguang, Shandong 262700; 2. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037)

Abstract: The strawberry variety 'Tianbao' was used as test material. The fruit set ratio, malformed berry ratio, fruit weight, yield, output and profit were measured to test the effect of pollinate strawberry by bumblebee and honeybee on fruit yield, quality and profit. The results showed that the mean malformed fruit ratio was reduced from 11.08% (honeybee treated) to 5.28% (bumblebee treated), the mean fruit set ratio, in both honeybee and bumblebee treated were the same (100%). The fruit weight treated by bumblebee was 11.08 g and that treated by honeybee was 8.09 g, the former was increased 36.96% than the later. The fruit height and diameter, the fruit seed number treated by bumblebee were significantly higher than those treated by honeybee. It indicated that the output and profit of strawberry was pollinated by bumblebees higher 33.80% than those by honeybee.

Keywords: sunlight greenhouse; strawberry; honeybee; bumblebee; pollination; yield; profit