

设施农业熊蜂授粉的效果及其机理探讨

安建东, 吴杰, 彭文君

(中国农业科学院蜜蜂研究所, 北京 100093)

中图分类号: S603.8 文献标识码: B 文章编号: 1001-0009(2006)04-0082-02

随着人们生活质量的大幅度提高, 我国设施农业迅猛发展, 现已成为世界设施园艺生产的第一大国, 到 2002 年为止, 我国各类设施栽培面积达 190 万 hm^2 , 其中, 各种温室已超过了 50 万 hm^2 ^[1]。从生产面积上看, 我国是世界设施园艺生产的第一大国, 但我们不是设施园艺生产的强国, 如荷兰、以色列等农业发达国家的温室西红柿、黄瓜等, 平均年产量为 40000 $\text{kg}/667\text{m}^2$, 个别高的可达 50000 $\text{kg}/667\text{m}^2$, 而我们的产量仅为他们的 1/4~1/3, 差距很大, 究其原因, 除了品种选育相对落后和冬冷夏热的气候因素外, 配套技术研究比较薄弱, 智能化、标准化技术体系不够完善是我国设施产量低下、年利用率不高的主要因素^[2]。

熊蜂授粉技术是设施农业实现安全、优质、高效生产的重要配套技术之一。西方一些农业发达国家从上个世纪 80 年代就开始应用熊蜂为设施果菜授粉, 在增加产量和改善果实品质方面取得了显著的效果, 近 20 年来, 在全球范围内掀起了设施农业应用熊蜂授粉的热潮。我国于 1998 年突破了熊蜂的人工繁育技术, 并逐步实现了熊蜂的批量化生产。但熊蜂在我国的具体应用情况如何? 为什么熊蜂授粉有如此优越的特性呢? 现就近几年我国学者对于熊蜂授粉的研究结果综述如下。

1 设施农业熊蜂授粉的效果

我国对于熊蜂的应用研究起步较晚, 1995 年开始正式立项研究, 1998 年首次突破了熊蜂的人工繁育技术, 1999 年开始批量生产并提供设施农业授粉应用。近几年来, 不少学者开展了熊蜂为我国设施蔬菜(番茄、茄子、甜椒、花椰菜)、瓜果(黄瓜、冬瓜、草莓)及果树(桃、杏、樱桃)授粉的试验^[3~14]。总结前人的研究结果, 发现熊蜂为设施农业授粉的效果主要包含如下几个方面。

1.1 省工省时

设施农业处于与外界相对隔离的环境, 特别是冬春季, 缺少自然授粉昆虫, 使虫媒花为主的设施作物授粉受到严重影响, 座果率很低或极难座果。为了帮助授粉, 过去通常采用激素喷花、人工蘸花、机械振动等手段辅助授粉, 这些方法虽有一定的效果, 但是需要花费大量的劳动力, 而且, 产量和品质也不理想。相比之下, 应用熊蜂授粉则极为省工, 因为熊蜂蜂箱设计轻巧, 搬运方便, 蜂箱内装有一定量的饲料, 放入温室后不需要专门的管理, 所有的授粉工作都由熊蜂完成。

1.2 促进座果、增加产量

熊蜂的进化程度低, 对温室的环境比较适应, 能在温室很好的完成授粉任务。而且, 熊蜂耐低温低光照的能力强, 即使在天气不好的阴雪天气, 熊蜂也能出巢采集授粉。对比研究发现, 和其它方法相比熊蜂授粉能够大大地促进座果, 例如和人工授粉相比, 熊蜂授粉的茄子座果率提高了 17.84%, 桃座果率提高了 27.43%, 冬瓜座果率提高了

53.3%, 黄瓜座果率提高了 33.5%; 而且熊蜂授粉能明显增加作物籽实产量(表)。

熊蜂为设施作物授粉增产表(2001~2005)				
作物名称	较空白对照 (%)	较激素处理 (%)	较人工授粉 (%)	较蜜蜂授粉 (%)
番茄	142.15	34.57~59.26	27.93	36.07
茄子	41.98			
甜椒	38.34			
花椰菜(制种)			30	
黄瓜	29.40		269.70	
冬瓜	1 220.9			
桃			6.36~9.14	4.96
杏			25.77	11.96
樱桃				38.67

1.3 提高品质、减少污染

熊蜂授粉不仅可以提高产量, 而且可以改善果实品质。例如, 熊蜂授粉的番茄籽粒饱满, 营养品质高, 畸形果率低; 而激素处理的番茄多为空心, 没有种子, 畸形果率高, 果实风味差。熊蜂授粉的甜椒果实大、果肉厚, 种子数和心室数明显增加。熊蜂授粉的茄子果实大小和单果质量明显大于对照组。熊蜂授粉能够降低黄瓜的把柄长度, 提高可食率。熊蜂授粉的草莓畸形果率低。还有, 利用激素喷花处理的果菜, 例如番茄喷施 2, 4-D、座果宁等生长素, 既会造成激素污染果实, 又会加重番茄灰霉病的发生^[15]。应用熊蜂授粉就可以避免激素带来的环境和果实污染, 有利于生态环境的改善和消费者的身体健康。

2 熊蜂授粉的机理

为什么熊蜂授粉能够促进座果、提高产量和改善果实品质呢? 这主要是因为熊蜂具有适合授粉的形态结构和独特的生物学特性, 熊蜂授粉能够起到异花授粉花粉萌发的群体效应, 加速受精的进程, 提高受精的成功率。

2.1 熊蜂具有适合授粉的形态结构

昆虫取食植物的花蜜和花粉, 同时起到为植物传粉受精的作用。在植物花朵和授粉昆虫之间的长期协同进化过程中, 蜜蜂类昆虫逐渐成为开花植物的主要授粉者, 尤其是蜜蜂总科的昆虫, 占到授粉昆虫的 80% 以上。和最主要的授粉昆虫蜜蜂一样, 熊蜂也逐渐形成了适合授粉的形态结构, 有利于花粉的粘附和传播。例如熊蜂足上生有灵巧的花粉刷、花粉栉、花粉耙和花粉筐, 易于花粉的收集和携带。和蜜蜂相比, 熊蜂的喙更长, 适合为花冠管长度更为广泛的植物授粉; 熊蜂周身的绒毛更密, 更易于粘附花粉。而且, 熊蜂的这一形态结构在采集花蜜和花粉时不会损伤植物花朵^[16]。

2.2 蜜蜂具有独特的生物学特性

2.2.1 对花色和花香味比较敏感 熊蜂除了具有适于授粉的形态结构外, 对植物花朵的鲜艳颜色和花蜜释放出的香味具有敏感的判断能力。花的颜色通常以白、红、黄、蓝为主, 其他花色较少。试验证明, 红色花最能吸引蝶类昆虫, 对蜜蜂、熊蜂等为色盲; 而黄色花(如番茄花、冬瓜花、黄瓜花等)、蓝色花(如茄子花、人参果花)和白色花(如甜椒花、草莓花、梨花、杏花等)对蜜蜂、熊蜂等具有很强的吸引力。相对

* 基金项目: 农业结构调整重大技术研究专项项目(编号: 05-05-02A)

收稿日期: 2006-02-10

于花色, 花蜜或花油所释放出的芳香气味对熊蜂等有更为强烈的吸引力。通常, 熊蜂就是根据花色和花香味来寻找花朵, 通过采集花蜜或花粉达到为植物授粉的作用。

2.2.2 进化程度低 茄科植物会散发一种特殊的味道, 大多数昆虫对这种味道特别敏感, 即使在没有其它蜜源植物存在的条件下, 也不愿意采集这些植物的花朵。而熊蜂的进化程度较低, 对茄科植物特有的味道不敏感, 为番茄、茄子、辣椒等授粉特别有效, 所以, 熊蜂成为世界公认的设施茄科植物授粉最理想的昆虫, 我们的应用实验表明, 和激素处理或人工授粉相比, 利用熊蜂为设施番茄授粉, 一般增产达 30% 以上, 而且还可以改善果实品质, 提升果品的货架值^[3, 4]。

2.2.3 趋光性较差 蜜蜂的趋光性强, 在温室内飞撞顶棚的现象非常严重, 尤其在透光性很好的 PC 板或玻璃温室内, 很大一部分蜜蜂都会撞死在温室前屋面的地上, 严重影响蜂群的授粉性能和寿命。而熊蜂的趋光性差, 对于从塑料薄膜或 PC 板上透过来的光线不敏感, 能够温顺的在植物花朵上采集授粉, 对于正常的熊蜂群, 很少有撞棚现象。

2.2.4 比较耐寒 熊蜂比蜜蜂耐寒, 观察发现, 在番茄温室内, 当温度达到 7.17℃ 时, 熊蜂就会出巢试探性地飞翔, 当温度达到 8.33℃ 时, 就可进行正常采集授粉, 平均日工作时间为 6.98 h。而蜜蜂的出巢温度为 11.33℃, 授粉温度为 12.83℃, 平均日工作时间为 5.05 h。熊蜂和蜜蜂在出巢温度、授粉温度和日工作时间内存在显著差异, 说明熊蜂比较耐寒, 在低温环境下能够较好地完成授粉任务^[4]。

2.2.5 对花粉的利用更为高效 相比之下, 蜜蜂更喜欢采集花蜜, 而熊蜂更喜欢采集花粉。根据这一习性, 相对于蜜蜂的英文名字 honeybee, 西方一些学者称熊蜂为 pollenbee 也是有道理的。实验证明, 对于花粉多而花蜜少的植物授粉, 熊蜂比蜜蜂更为高效。如茄科植物的番茄、茄子、辣椒等, 玄参科的马兜铃属植物和豆科的三叶草属植物。熊蜂的访花频率比蜜蜂高, 为设施番茄授粉, 熊蜂平均每分钟访花 13.33 朵, 蜜蜂平均每分钟访花 9.33 朵^[4]。在授粉行为方面, 熊蜂授粉时, 常常倒挂在植物花朵上, 利用前足固定在雄蕊或花瓣上, 振动足和翅膀发出嗡嗡的声音使成熟花粉释放出来, 花粉积攒在熊蜂的胸部、腹部腹面和足, 与花冠伸出的柱头接触而实现授粉, 这一授粉方式叫做腹触式授粉 (Sternotribic pollination), 也叫声震授粉 (Buzz pollination)。

2.2.6 适时授粉 在长期的自然进化过程中, 熊蜂形成了具有识别成熟花粉的能力, 即熊蜂通常只采集成熟度最佳的花粉, 使植物在花粉活力最强的时候进行适时授粉, 完全受精。而电动授粉和人工蘸花授粉都是机械的定时操作, 很难保证大部分花朵在花粉活力和柱头活力最佳的时候进行授粉, 从而影响植物籽实产量和质量。由观察得知, 熊蜂为茄科植物番茄、茄子、甜椒等授粉后, 会在雄蕊上留下颌咬的暗棕色痕迹, 有利于其辨认是否采集过, 从而提高授粉效率。

2.3 异花授粉花粉萌发的群体效应

2.3.1 受精生理 雌性细胞和雄性细胞, 也就是卵细胞和精子互相融合的过程, 叫做受精。被子植物的卵细胞存在于胚珠内, 精子存在于花粉内。成熟花粉落到柱头上以后, 会萌发形成花粉管, 伸入子房, 到达胚珠。胚珠的外层由两层珠被构成, 中间有胚囊, 胚囊里有八个细胞, 其中一个为卵细胞, 两个是极核。花粉管到达胚珠以后, 进入胚囊, 两个精子也进入胚囊, 一个与卵细胞融合, 形成合子, 另一个与两个极核融合, 完成受精作用。卵细胞和极核同时与两个精子分别完成融合的过程, 是被子植物有性生殖特有的现象, 叫做双受精。一般情况下, 植物结实一定要经过受精。但有些植物, 特别是栽培植物, 不经过受精子房也能发育成果实, 叫做单性结实。单性结实所形成的果实不含种子, 突出的例子是香蕉, 一些黄瓜品种也属于单性结实。还有用生长激素类的化学药品如 2,4-D、吲哚乙酸等涂敷在某些植物的柱头上, 也可导致单性结实, 如设施番茄, 一些生产者不采用授粉方

式, 而是借助喷洒激素类药物刺激子房发育而结果^[13]。

2.3.2 异花授粉 异花授粉是植物中最普遍的授粉方式, 异花授粉能够提高植物的籽实产量和后代的生活力。熊蜂授粉主要起异花授粉作用, 这是因为熊蜂的每一趟飞行需要在几朵、几十朵、甚至上百朵花上采集花蜜或花粉, 能使大量的异花花粉落到雌蕊的柱头上, 这对于雌雄异花、雌雄异株、雌雄蕊异长、雌雄蕊异位和自花不孕等植物的授粉特别有效。有些植物虽然属于自花授粉, 但用熊蜂授粉后能够增加籽实产量和改善籽实品质, 如番茄、草莓等; 而对于异花授粉的植物如葫芦科植物, 熊蜂授粉的效果更为显著。

2.3.3 异花授粉花粉萌发的群体效应 花粉落在雌蕊柱头上能否萌发、花粉管能否顺利生长并通过花柱组织进入胚囊进行受精, 主要取决于花粉与雌蕊的亲合性。在自然界, 有一半以上的被子植物存在自交不亲和性, 大多为杂交亲和性。熊蜂主要起异花授粉作用, 首先保证了花粉与雌蕊的亲合性; 其次, 熊蜂授粉能使大量的异花花粉落在雌蕊的柱头上, 能够明显缩短花粉的萌发时间, 促进花粉管的生长, 这就是花粉萌发的群体效应, 即在柱头上一定面积内异花花粉数量越多, 花粉萌发和花粉管的生长状态越好。例如陈盛录等人的试验表明, 经过蜜蜂授粉的柑桔花柱头上有 4 000 粒花粉, 而未经蜜蜂授粉的柱头上只有 250 粒花粉, 仅为蜜蜂授粉的 1/16; 而且, 蜜蜂授粉的花粉萌发速度快, 花粉管多且生长迅速, 经蜜蜂授粉萌发的花粉管 72 h 可伸抵花柱的 1/4, 120 h 可穿过整个花柱进入子房, 而未经蜜蜂授粉的很难找到花粉管。另外前苏联一试验发现, 棉花柱头上的自花花粉需要 2 h 以上才可萌发, 而异花花粉落到柱头上只需 5~10 min 就开始萌发, 熊蜂授粉也能起到类似的效果。

熊蜂授粉主要起异花授粉作用, 能够保证足量异花花粉落在雌蕊柱头上, 发挥了异花授粉花粉萌发的群体效应, 加速花粉萌发和花粉管生长的速度, 促进了受精的进程, 提高了受精的成功率, 最终导致作物籽实产量和品质的提高。

参考文献:

[1] 张真和. 蔬菜产业可持续发展对策[J]. 中国蔬菜, 2004, 121 (1): 1-3.
[2] 王松涛. 工厂化农业是现代化农业的重要标志[J]. 温室园艺, 2004, 222 (1): 12-15.
[3] 安建东, 李磊, 孙永深, 等. 熊蜂为温室西红柿授粉的效果研究[J]. 蜜蜂杂志, 2001, (9): 3-5.
[4] 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, 56(7): 8-10.
[5] 安建东, 童越敏, 国占宝, 等. 熊蜂为温室茄子授粉试验[J]. 中国养蜂, 2004, 55(3): 7-8.
[6] 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.
[7] 邵泰良, 张小秋, 张以光, 等. 熊蜂在花椰菜杂交制种中的应用效果[J]. 上海蔬菜, 2005, (2): 17-18.
[8] 孙永深, 安建东, 童越敏, 等. 熊蜂为温室黄瓜授粉的效果研究[J]. 蜜蜂杂志, 2003, (8): 3-5.
[9] 国占宝, 李乃光, 孙永深, 等. 熊蜂为温室冬瓜授粉的效果研究[J]. 蜜蜂杂志, 2003, (6): 3-4.
[10] 李继莲, 吴杰, 彭文君, 等. 熊蜂和蜜蜂为日光温室草莓授粉效果的比较[J]. 蜜蜂杂志, 2005, (7): 3-4.
[11] 龚禹锋, 邢艳红, 马书英, 等. 熊蜂为温室大棚桃授粉技术应用[J]. 中国养蜂, 2001, 52 (5): 18-20.
[12] 安建东, 邢艳红, 彭文君, 等. 日光温室桃园释放熊蜂授粉试验[J]. 中国果树, 2003, (5): 13-14.
[13] 童越敏, 彭文君, 邢艳红, 等. 三种授粉方式对温室凯特杏的影响研究[J]. 蜜蜂杂志, 2005, (2): 3-4.
[14] 刘日兰, 刘文明, 韩树强, 等. 设施桃园熊蜂授粉试验[J]. 北方园艺, 2005, (4): 30.
[15] 李宝聚, 朱国仁. 番茄喷蘸植物生长调节剂与灰霉病发生的关系[J]. 园艺学报, 1999, 26(5): 337-338.