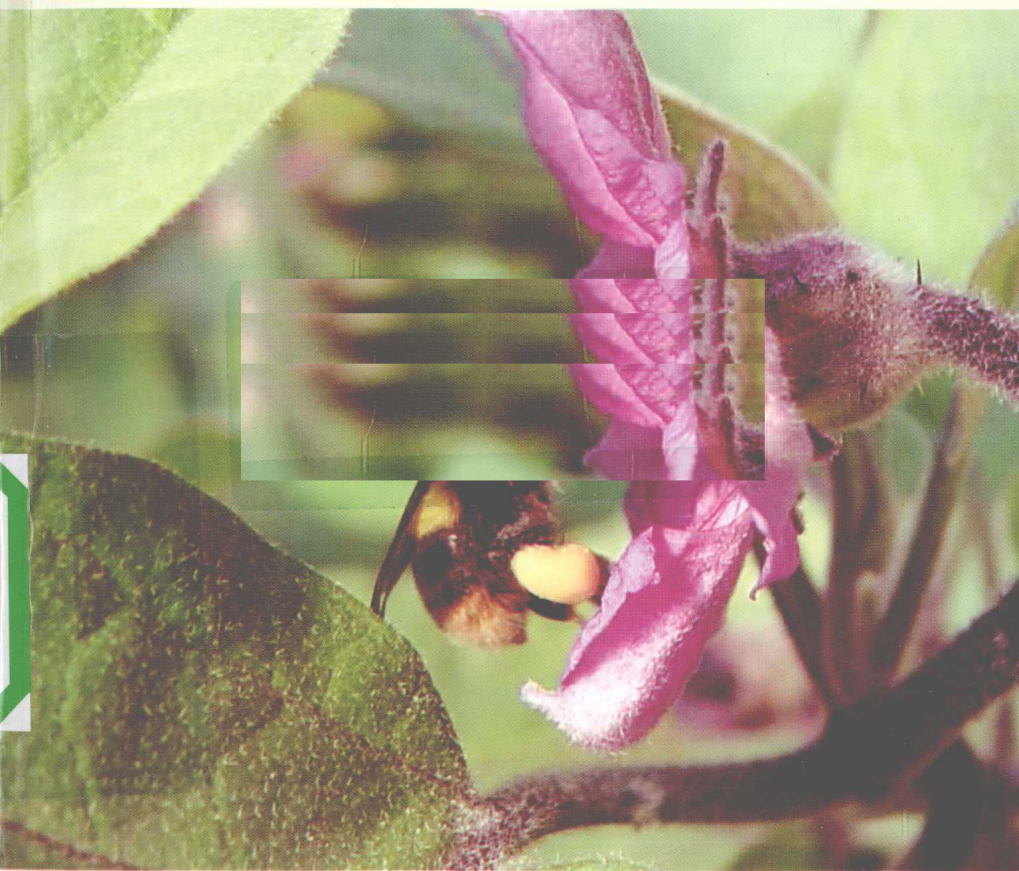


果蔬昆虫 授粉增产技术

Guoshu Kunchong Shoufen Zengchan Jishu

邵有全 祁海萍 编著



金盾出版社

果蔬昆虫授粉增产技术

邵有全 祁海萍 编著

金盾出版社

内 容 提 要

本书由山西省农业科学院园艺研究所研究员邵有全等编著。内容包括昆虫授粉的意义、增产机制和客观评价,以及蜜蜂授粉、熊蜂授粉、壁蜂授粉与其他昆虫授粉的基本知识和配套应用技术。全书内容系统,知识新颖,语言通俗,技术先进实用,可操作性强,对于推广昆虫授粉增产技术,实现无公害和绿色果蔬产品生产,提高种植效益,极具指导意义。本书可供果农、菜农和基层农业科技人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

果蔬昆虫授粉增产技术/邵有全,祁海萍编著.--北京:金盾出版社,2010.5

ISBN 978-7-5082-6225-3

I. ①果… II. ①邵…②祁… III. ①水果—蜜蜂授粉②蔬菜—蜜蜂授粉 IV. ①S660.36②S630.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 033305 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京凌奇印刷有限责任公司

正文印刷:北京军迪印刷有限责任公司

装订:科达装订厂

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:6.625 字数:164 千字

2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~10 000 册 定价:11.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

昆虫授粉,是保证虫媒植物繁衍的主要条件。随着植物和昆虫的协同进化,植物和授粉动物之间形成共生的关系。昆虫为了从植物界摄取能量和蛋白质饲料而奔波忙碌。植物为了吸引昆虫授粉而分泌花蜜,产生足量的花粉,除保证植物授粉需要外,还给昆虫提供丰富的蛋白质饲料。此外,植物为了吸引昆虫授粉,还形成鲜艳的花瓣,并发出香味。

昆虫授粉使虫媒花结果、结实,这是从事生物研究和农业生产的人员所熟知的事实。但是,将其作为一项农业生产增产措施,却还是近年来的事情。之所以将昆虫授粉作为一项增产措施,是因为集约化、大规模种植同一种作物,保护地栽培改变了原来的生产环境,以及大量使用农药等原因,造成授粉昆虫不足,同时人工授粉劳务工资的提高,也加大了生产成本,使昆虫授粉变得更加重要。授粉昆虫本身的形态结构特征适宜携带和传播花粉,授粉昆虫采集的专一性、可运营性和可驯化性,饲料的可贮存性,都决定了蜜蜂总科昆虫授粉是一项投资小、效益高的增产措施,大量的研究资料证明,蜜蜂总科占授粉昆虫总量的 85% 以上。

蜜蜂总科昆虫是一个庞大的群体,其中蜜蜂、熊蜂和壁蜂,作为授粉昆虫,研究利用得最好,推广面积最大,效果最显著。蜜蜂授粉可使果树类作物增产 30%,蔬菜作物制种增产 50%,油料作物增产 14%~20%;壁蜂是大田果树生产中理想的授粉昆虫;熊蜂是保护地栽培的果树、蔬菜、瓜类等经济作物的理想授粉昆虫,让它授粉不仅是一项显著的增产措施,同时还是无公害、绿色果菜生产的必要的不可取代的生产措施。

在多年从事昆虫授粉研究和推广的基础上,笔者参阅了国内

外同行的研究资料,撰写了《果蔬昆虫授粉增产技术》一书,由于水平有限,难免有不足之处,恳请同行专家和读者批评指正,共同探讨,使昆虫授粉事业不断完善和发展。

本书在编写过程中,国家蜜蜂产业体系、蜜蜂育种与授粉功能研究室在资料和经费上给予了大力支持,中国农业科学院蜜蜂研究所安建东同志提供了大量资料和图片,并对其中部分内容进行了修改和完善,郭媛、汉学庆在文字整理过程中付出了大量的劳动,在此表示衷心的感谢。

编著者

目 录

第一章 昆虫授粉的意义.....	(1)
第一节 昆虫授粉的必要性.....	(1)
一、野生昆虫栖息环境遭到严重破坏	(1)
二、规模化农业的发展致使授粉昆虫相应减少	(2)
三、大面积施用农药使授粉昆虫大量减少	(2)
四、保护地栽培的飞速发展使昆虫授粉难度增大	(3)
五、劳务工资的提高加大了人工授粉的成本	(4)
六、任何增产技术都不能取代昆虫授粉	(4)
七、无公害产品生产需要昆虫授粉	(5)
第二节 昆虫授粉的重要性.....	(5)
一、蜜蜂是授粉昆虫的主力军	(5)
二、蜜蜂授粉对农业的贡献	(6)
三、昆虫授粉在生态保护上的作用	(8)
第三节 利用昆虫授粉的可行性.....	(9)
一、形态构造的特殊性	(9)
二、授粉活动的专一性.....	(10)
三、蜜蜂生活的群居性.....	(10)
四、蜂群的可运移性.....	(11)
五、蜜蜂饲料的可贮存性.....	(11)
六、蜜蜂授粉行为的可训练性.....	(11)
第四节 利用蜜蜂授粉的历史	(12)
第五节 昆虫授粉的研究应用概况	(12)
一、国外昆虫授粉概况.....	(12)
二、国内授粉昆虫发展利用概况.....	(18)

第二章 昆虫授粉的增产机制	(23)
第一节 花的构造	(23)
第二节 受精生理	(24)
一、影响受精的因素	(25)
二、果实的发育	(26)
第三节 昆虫授粉的增产机制	(26)
一、最佳时间授粉	(27)
二、授粉充分	(28)
三、受精完全,果实品质好	(28)
四、异花授粉提高农作物产量	(28)
五、蜜蜂授粉使植株生长进入兴奋状态	(29)
六、蜜蜂授粉可充分利用有效花	(29)
第四节 授粉昆虫与植物的相互关系	(30)
一、协同进化	(30)
二、互惠关系	(31)
三、竞争关系	(32)
第三章 昆虫授粉的评价	(33)
第一节 昆虫授粉效果的评价	(33)
一、授粉昆虫与植物	(34)
二、昆虫数量	(34)
三、活动时间	(34)
四、访花速率	(35)
五、授粉昆虫的行为	(35)
六、结果率或结实率	(35)
七、授粉概率指标(PPI)	(36)
第二节 昆虫授粉经济效果的评价	(38)
一、产值比较法	(39)
二、公式计算法	(41)

三、百分比法.....	(41)
四、评价蜜蜂授粉效果的注意事项.....	(42)
第四章 蜜蜂授粉	(45)
第一节 蜜蜂生物学知识	(45)
一、蜂群组织与生活	(45)
二、蜜蜂解剖学知识	(55)
第二节 授粉蜂群的组织与管理	(59)
一、授粉专用工具	(59)
二、授粉蜂群的繁殖	(61)
三、授粉蜂群的管理	(64)
四、授粉活动的组织与协调	(70)
第三节 蜜蜂授粉的应用及配套技术	(74)
一、果树类的蜜蜂授粉	(75)
二、瓜菜类的蜜蜂授粉	(94)
三、蔬菜制种类的蜜蜂授粉	(106)
第四节 提高蜜蜂授粉效果的措施	(112)
一、影响蜜蜂授粉效果的因素	(112)
二、提高蜜蜂授粉的效果	(115)
第五章 熊蜂授粉	(120)
第一节 熊蜂的生物学特性	(120)
一、熊蜂的外部形态特点	(120)
二、熊蜂的筑巢习性	(121)
三、熊蜂的蜂群组成	(122)
四、熊蜂的群势	(125)
五、熊蜂的生活史	(125)
六、熊蜂的采集习性	(128)
第二节 熊蜂的资源及品种	(130)
一、熊蜂资源	(130)

二、可开发利用的熊蜂品种	(132)
第三节 熊蜂的人工繁育及管理	(139)
一、授粉熊蜂的繁育流程	(139)
二、授粉管理技术	(143)
三、授粉熊蜂数的估算	(146)
第四节 熊蜂授粉技术的应用	(147)
一、设施番茄的熊蜂授粉	(147)
二、温室黄瓜的熊蜂授粉	(150)
三、设施桃的熊蜂授粉	(150)
四、设施樱桃的熊蜂授粉	(152)
五、温室凯特杏的熊蜂授粉	(153)
六、温室草莓的熊蜂授粉	(154)
七、温室冬瓜的熊蜂授粉	(155)
八、大棚西瓜的熊蜂授粉	(156)
九、温室甜椒的熊蜂授粉	(156)
十、甘蓝自交不亲和系原种繁育的熊蜂授粉	(158)
十一、温室茄子的熊蜂授粉	(159)
第六章 壁蜂授粉	(161)
第一节 壁蜂品种及其生物学特性	(161)
一、壁蜂的品种	(161)
二、壁蜂的生活史	(164)
三、壁蜂的交配	(166)
四、壁蜂的授粉特性	(166)
五、壁蜂的活动温度	(167)
六、壁蜂的营巢与产卵	(167)
第二节 壁蜂的诱捕与回收	(168)
一、蜂巢管的制作	(168)
二、蜂箱的制作和摆放	(169)

三、泥湾的制作与管理	(170)
四、巢管的回收与保存	(170)
第三节 壁蜂的管理及释放	(171)
一、释放前的管理	(171)
二、放蜂茧的时间	(171)
三、放壁蜂的数量	(172)
四、壁蜂的释放方法	(172)
五、释放壁蜂的注意事项	(173)
第四节 壁蜂授粉技术的应用	(174)
一、应用壁蜂为苹果授粉	(174)
二、应用壁蜂为梨授粉	(179)
三、应用壁蜂为桃授粉	(181)
四、应用壁蜂为杏授粉	(184)
五、应用壁蜂为李授粉	(185)
六、应用壁蜂为沙田柚授粉	(186)
七、应用壁蜂为大白菜亲本繁殖授粉	(186)
八、应用壁蜂为芒果授粉	(187)
九、应用壁蜂为草莓授粉	(187)
十、应用凹唇壁蜂为樱桃授粉	(188)
第七章 其他授粉昆虫	(189)
第一节 切叶蜂	(190)
第二节 油茶地蜂	(191)
第三节 无刺蜂	(194)
第四节 小蜜蜂	(197)
第五节 大蜜蜂	(198)
参考文献	(199)

第一章 昆虫授粉的意义

昆虫授粉在植物繁衍过程中起着重要作用。以前之所以不强调授粉,而现在要把昆虫授粉作为果蔬作物的一项重要的增产措施,主要是因为环境因素的变迁,以及生物进化等因素的改变,打破了生态平衡,才使得昆虫授粉变得十分重要和必要。

第一节 昆虫授粉的必要性

由于授粉昆虫栖息环境的破坏,规模化农业的发展和大量使用农药,使授粉昆虫数量明显减少,造成许多植物授粉不足,再加上保护地栽培的飞速发展,劳务工资的提高,无公害食品需求的迫切,以及昆虫授粉的增产作用,都进一步证实了发展昆虫授粉的必要性。

一、野生昆虫栖息环境遭到严重破坏

良好的农业生态系统有自我更新和维持的能力,物种之间的交互作用是这种能力的基础。因此,有传播花粉的媒介生物,有控制病虫害的天敌动物,有分解枯枝落叶、加速土壤营养循环的动物等。系统中天然植被在很大程度上起着重要的连通作用,是生物交流、停留或繁育的重要场所,本身对农业有很大好处。然而典型的中国农业的生产方式,往往使得农业区成为生物多样性的障碍,因为动、植物很难跨越太大的空间,在这样一个空间它们找不到可以生存的天然植被和水源。如从 20 世纪 80 年代开始,山区资源的开发使大量蜜源植物被滥砍滥伐,传粉生物赖以生存的基础受到破坏。近年来由于人口增长,土地面积的不足,人们开荒造田,

将大片的草地、荒地和沟坡变为农田,使自然界授粉昆虫的生存环境遭到破坏,昆虫数量急剧下降。在农业主产区的平原地区,野生授粉昆虫几乎不复存在。笔者于 2008 年对榆次市果树主产区苹果的授粉昆虫进行了调查,结果显示:为苹果树授粉的昆虫只有 3 种,3 天采访花的昆虫数量仅有 44 次,不论是授粉昆虫种类还是数量,都远远满足不了苹果授粉的需要。

二、规模化农业的发展致使授粉昆虫相应减少

在农业结构调整中,专一化和规模化的种植,形成单一作物相,破坏了授粉生物自然栖地环境及生存条件,规模化农业和产业化农业造成一定区域内授粉昆虫数量相对不足,不能满足作物授粉的需要。例如山西省运城地区的临猗县,耕地总面积为 10 万公顷,1970 年果树面积仅有 2 000 公顷,1982 年果树面积为 1.34 万公顷,1998 年果树面积达到 3.34 万公顷,2008 年果树面积猛增到 6.67 万公顷。果树面积在耕地总面积中所占的比例逐年增多,因授粉昆虫数量并没有随着果树面积的增加而相应增多,因而直接影响果树授粉,在一定程度上限制了果品产量和质量的进一步提高。辽宁省大连市所属 6 个县区有苹果树 800 多万株,果树坐果率低,结果少,产量低,果农要砍掉重栽,经科技人员分析后发现是缺乏授粉所致。引进蜜蜂授粉后,仅三年时间即增产苹果 5 万多吨,增收 1 200 多万元。采用人工授粉或增加授粉树等,都不能与昆虫授粉相比,引入昆虫授粉是从根本上解决授粉昆虫不足的重要途径。

三、大面积施用农药使授粉昆虫大量减少

我国是农业大国,也是使用农药的大国。我国农药的使用量由 20 世纪 80 年代的 4.65 千克/公顷,增加到 2004 年的 24.2 千

克/公顷,短短十几年,单位面积的农药使用量增长了近 5 倍;农药使用的总量达到 23 万吨,其防治面积达 15 333 万公顷,占总播种面积的 85%。农业生产中杀虫剂和杀菌剂等农药的大量使用,在有效防治病虫害的同时,对非靶标生物也产生了明显的不良影响。对生态系统的结构和功能产生严重的破坏。最近加拿大科学家研究指出,由于农药的大量使用,使空气和水被污染,森林和湿地遭到破坏,因而授粉昆虫和鸟类的生存环境越来越恶劣,它们的数量在大量减少。有科学研究表明,农药已经成为了野生授粉生物的最大杀手,田间、果园里的天然授粉昆虫大量被杀死,导致许多作物、果树开花多,而坐果率和结实率低。如蜜蜂因农药中毒大量死亡。结果,授粉生物的总数减少,区域分布变窄,种间平衡变坏。近年来广东现存的授粉昆虫,种类和数量都有很大下降,与广东荔枝生产密切相关的授粉昆虫数量也大幅下降。20 世纪 50 年代初期,在一株荔枝树上可以见到几十种昆虫,其中大部分对于荔枝生产都有益。而现在不少地方,荔枝树上的授粉昆虫已非常罕见,有害的昆虫反而多了起来。盲目使用化学农药来防虫,已严重破坏了昆虫的生态分布。因此,需要授粉的虫媒花作物对人为引入授粉昆虫的依赖性越来越大。目前,要想提高植物的坐果率、产量和质量,除了植保界积极研究生防技术,研究新型的高效低毒农药,保持昆虫生态平衡外,同时还必须通过引进授粉昆虫,来弥补授粉昆虫的不足。

四、保护地栽培的飞速发展 使昆虫授粉难度增大

保护地栽培的飞速发展,急需人为配置授粉昆虫。因为保护地栽培农作物有较高的经济效益,在我国发展速度相当快。2002 年我国就已成为世界保护地面积最大的国家,达到 400 万公顷,园艺设施面积占全国蔬菜播种面积的 7.5%,其中温室面积达 14.8

万公顷,塑料大棚面积达 69.2 万公顷。以山西省为例,1990 年全省保护地面积仅有 1 400 公顷,到 1994 年就发展到 7 000 公顷,仅太原市 1996 年一年新建的日光节能温室就达 9.15 万间,比上年增加了 1 倍以上。在保护地生产中,由于大棚(或温室)内几乎没有授粉昆虫,也没有风,作物授粉不能完成,因此造成结实率低、产量低、质量差的现象。例如西葫芦、西红柿等作物根本不能授粉受精,虽然有的农民采取涂抹 2,4-D 药液等措施保花保果,但是畸形瓜的数量多,口感不好,而且涂抹激素既费工,又不可靠,虽然促进了果实生长,却同时又造成化学激素污染,因此给温室引入昆虫授粉是非常必要和重要的。因为其他授粉昆虫群体小,数量少,人工饲养不易掌握其繁殖规律和特性,并且不能随意搬动,所以蜜蜂、熊蜂是保护地栽培最为理想的授粉昆虫。

五、劳务工资的提高加大了人工授粉的成本

蔬菜制种和温室栽培黄瓜、西葫芦西红柿和果树,以前都采用人工授粉的办法来提高坐果率、结籽数和产量。但是,近年来由于人员工资的提高,生产成本大幅度上升,特别是十字花科蔬菜的制种,人工授粉费用很大。例如大白菜自交不亲和系繁种,因花小,花粉量少,授粉难度大,费工费时,667 平方米的制种地,3 天授粉一次,每次 30 个工,授粉 8 次,每个工以 20 元计,667 平方米授粉区需人工授粉工费 4 800 元。此外,采用人工授粉不均匀,授粉不适时,会造成结荚少,每荚籽数少,产量低。因此,蜜蜂授粉的应用不仅降低了制种成本,而且提高了产量和质量。有人曾估算,一群蜜蜂用于制种田授粉,相当于 2 000 个授粉劳动力。

六、任何增产技术都不能取代昆虫授粉

不论是多施肥料,增加灌溉,还是改进耕作措施,都不能代替昆虫授粉的作用,昆虫授粉还能使这些增产措施发挥更大的作用。

栽培条件越好,昆虫授粉增产越显著。由于昆虫授粉更及时、更完全和更充分,对提高坐果率、结实率效果更突出,所以可更有效地协调作物的生殖生长和营养生长,在提高产量方面具有不可替代的作用。

七、无公害产品生产需要昆虫授粉

目前,温室中的西葫芦和西红柿等作物,都是靠涂抹生长调节剂进行生产。随着人民生活水平的提高,人们对无公害、无污染农产品的需求越来越迫切,需要量越来越多。不采用昆虫授粉,无公害生产是不可能实现的。因此,要进行无公害农产品的生产,就必须采取昆虫授粉的方式。

第二节 昆虫授粉的重要性

更多的研究资料证明,蜜蜂总科昆虫在授粉动物中占有的重要比例,以及蜜蜂总科昆虫在生态保护和维护中的作用,确立了蜜蜂总科昆虫授粉的重要地位。

一、蜜蜂是授粉昆虫的主力军

据统计,在人类所利用的 1 300 种植物中,有 1 100 多种植物需要昆虫授粉,如果没有授粉昆虫,这些植物将无法繁衍生息。据希勒 1911 年的统计,在欧洲植物中,80% 的被子植物是靠昆虫授粉的。1899 年又纳斯观察到,在 395 种植物上所采到 838 种授粉昆虫中,膜翅目占 43.7%,而蜜蜂总科又占膜翅目总数的 55.7%。中国科学院吴燕如教授曾调查猕猴桃花期的昆虫种类和数量,共鉴定出 16 种访花昆虫,其中蜜蜂 11 种,食蚜蝇 4 种,金龟子 1 种。对其授粉行为和访花频率的统计分析表明,中华蜜蜂和意大利蜜蜂是猕猴桃花粉的最佳传授者。其他昆虫活动次数少,携带花粉

量也少,其授粉效果远不如蜜蜂。大量的观察资料证明,蜜蜂在授粉昆虫中占 85% 以上。申晋山 2007 年对山西省向日葵花期授粉昆虫进行调查时发现,向日葵的授粉昆虫共有 4 个目 9 个科,22 个属,25 个品种;在授粉昆虫中,蜜蜂的比例占 93%(表 1)。

表 1 向日葵授粉昆虫访花次数与比例

样 点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	均值
昆虫总数	251	340	352	306	334	342	356	281	297	351	317	256	228	308
蜜蜂数量	233	320	326	280	312	315	341	259	269	333	296	231	209	286
蜜蜂比例(%)	93	94	93	92	93	92	96	92	91	95	93	90	92	93

二、蜜蜂授粉对农业的贡献

植物的繁衍方式主要分为两种,即有性繁殖和无性繁殖。在有性繁殖的植物中,有一部分是风媒花植物,其花小,能产生大量的花粉,花粉黏性小,重量轻,花粉极易借风力在空气中飘动,使植物的精子落到雌蕊柱头上,完成授粉受精过程,如玉米和水稻等。还有相当大的一部分植物靠动物媒介传递花粉,来完成授粉受精过程,例如大多数果树、西瓜、甜瓜、大多数蔬菜、牧草和油料作物等。传递花粉的主要动物是昆虫。许多试验都证实,在这些虫媒花植物的开花期,如果没有昆虫在花丛中活动,将会造成颗粒不收的惨局,可见昆虫授粉的重要性。之所以说蜜蜂总科昆虫是最重要的授粉昆虫,是因为蜜蜂与植物在长期协同进化的过程中,蜜蜂的形态结构、活动习性与植物的形态结构、生理生化特性和授粉的最佳时间等方面,都形成了相互依赖的关系。例如蜜蜂需要花蜜和花粉作食物,需要授粉的植物则在长期的进化中,形成了鲜艳的花瓣,同时分泌香味,产生蜜汁和花粉。但是,每一朵花上的量又很少,蜜蜂一次飞行需要采访几十或几百个花朵才能满载而归。

植物为了吸引昆虫来传粉,一般蜜汁和花粉互生在一块,蜜腺位于花朵底部,蜜蜂在采蜜过程中必须刷擦花药或柱头,从而完成传递花粉和授粉的过程。

通过昆虫授粉,作物不但可以提高产量,还可以改善品质。例如,利用熊蜂为温室蔬菜授粉,可使茄子、青椒产量增加 15%~40%,番茄增加 22%~40%,黄瓜增加 50%;还可以提高果实品质,并可以减少因喷洒激素造成果实的污染。利用蜜蜂为作物授粉,可提高作物产量,其提高量,油菜为 19%~37%,向日葵为 20%~64%,荞麦为 25%~64%,大豆为 14%~15%,棉花为 18%~41%,柑橘为 25%~30%,李子为 32%~52%,苹果为 120%以上。

我国有关报道表明,蜜蜂授粉可使油菜、向日葵、荞麦、柑橘、苹果、梨和棉花等增产,增幅可达 5%~60%。自然界大量的野生蜜蜂及其他传授昆虫创造的经济效益更是无法估计。20 世纪 70 年代后,野生苜蓿切叶蜂,在美国、前苏联等国被用于苜蓿授粉,使苜蓿种子产量由 100~200 千克/公顷上升到 200 千克/公顷。大分舌蜂为油茶传粉,使其增产 30%左右。野生角额壁蜂、兰壁蜂、红壁蜂及凹唇壁蜂,在日本、美国、俄罗斯及中国等果园使用,为苹果、扁桃、梨和樱桃等果树授粉,大大提高了果品产量和质量。可以看出,蜜蜂和许多传粉昆虫授粉增产作物的种类非常广泛,增产效果十分明显。

1980 年,美国农业部门对蜜蜂授粉的直接和间接经济效益进行了评估。当年与蜜蜂授粉有直接和间接关系的农作物和商品,总价值接近 190 亿美元,如果将一些像南瓜、荞麦一类的小作物也包括在内,其总价值接近 200 亿美元。而当年的蜂蜜及蜂蜡产值为 1.4 亿美元。也就是说,蜜蜂授粉给社会的贡献是养蜂业本身的 143 倍。据加拿大统计,1982 年其国内直接和间接依赖蜜蜂授粉的农产品的价值为 120 亿加元,而当年收获的蜂蜜和蜂蜡的价