



蜜蜂产业 从业指南 丛书

蜜蜂授粉与蜜粉源植物

◎ 罗术东 李海燕 主编



中国农业科学技术出版社



蜜蜂产业 从业指南 丛书

蜜蜂授粉与蜜粉源植物

◎ 罗术东 李海燕 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

蜜蜂授粉与蜜粉源植物 / 罗术东, 李海燕主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2014. 1
(蜜蜂产业从业指南)
ISBN 978 - 7 - 5116 - 1452 - 0

I. ①蜜… II. ①罗…②李… ①蜜蜂授粉②蜜粉源植物
IV. ①S897

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 278847 号

责任编辑 闫庆健 李冠桥 武海龙
责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010)82106632(编辑室) (010)82109704(发行部)
(010)82109709(读者服务部)
传 真 (010)82106625
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 各地新华书店
印 刷 者 北京华正印刷有限公司
开 本 710mm × 1 000mm 1/16
印 张 10.75
字 数 198 千字
版 次 2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷
定 价 19.00 元

版权所有 · 翻印必究

《蜜蜂产业从业指南》丛书

编 委 会

主 任：吴 杰

副主任：李海燕

编 委：（按姓氏笔画排序）

刁青云	马景芳	王光新	王 安	王 英
王峰霞	王 彪	王 强	方兵兵	石艳丽
石 巍	龙玉媛	付中民	冯 毛	冯淑贞
冯朝军	朱 应	刘世丽	刘 岚	刘朋飞
闫庆健	孙丽萍	李文艳	李建科	李海燕
吴 杰	吴忠高	吴黎明	张红城	陈大福
陈泽华	陈恕仁	陈淑兰	陈黎红	苑吉勇
罗术东	罗照亮	周 军	周 玮	郑 正
房 宇	赵小艳	赵亮亮	洪 毅	徐 响
高爱玲	黄少华	黄京平	曹 磊	梁 勤
彭文君	董 捷	韩巧菊	韩胜明	温 娟
谢双红	熊翠玲	霍 炜		

《蜜蜂授粉与蜜粉源植物》

编 委 会

主 编：罗术东 李海燕

副 主 编：王 彪

参编人员：（按姓氏笔画排序）

王 彪 李海燕 罗术东

黄少华

《蜜蜂产业从业指南》丛书

总 序

我国是世界第一养蜂大国，也是最早饲养蜜蜂和食用蜂产品的国家之一，具有疆域辽阔，地形多样等特点。我国蜜源植物种类繁多，总面积超过3 000万公顷，一年四季均有植物开花，蜂业巨大潜力待挖掘。作为业界影响力大、权威性强的行业刊物，《中国蜂业》杂志收到大量读者来函来电，热切期望帮助他们推荐一套系统、完善、全面指导他们发展蜂业的丛书。这当中既有养蜂人，也有苦于入行无门的“门外汉”，然而，在如此旺盛的需求背后，市场却难觅此类指导性丛书。在《中国蜂业》喜迎创刊80周年之际，杂志社与中国农业科学技术出版社一起策划出版了这套《蜜蜂产业从业指南》丛书。

丛书依托中国农业科学院蜜蜂研究所及《中国蜂业》杂志社的人才和科研资源，在业内专家指导、建议下选定了与读者关系密切的饲养技术、蜂病防治、授粉、蜂产品加工、蜂业维权、蜜蜂经济、蜂疗、蜂文化、小经验九个重点方向。丛书联合了各领域知名专家或学科带头人，他们既有深厚的专业背景，又有一线实战经验，更可贵的是他们那份竭尽心力的精神和化繁为简的能力，让本丛书具有较高的权威性、科学性和可读性。

《蜜蜂产业从业指南》丛书的问世，填补了该领域系统性丛书的空白。具有如下特点：一是强调专业针对性，每本书针对一个专业方向、一个技术问题或一个产品领域，主题明确，适应读者的需要；二是强调内容适用性，丛书在编写过程中避免了过多的理论叙述，注重实用、易懂、可操作，文字



蜜蜂授粉与蜜粉源植物

简练，有助掌握；三是强调知识先进性，丛书中所涉及的技术、工艺和设备都是近年来在实践中得到应用并证明有良好收效的较新资料，杜绝平庸的长篇叙述，突出创新和简便。

我们相信，这套丛书的出版，不仅为广大蜂业爱好者提供了入门教材，同时，也为蜂业工作者提供了一套必备的工具书，我们希望这套丛书成为社会全面、系统了解蜂业的参照，也成为业内外对话交流的基础。

我们自忖学有不足，见识有限，高山仰止，景行行止，恳请业内同仁及广大读者批评指正。

袁杰

2013 年 10 月

前 言

伟大的科学家爱因斯坦曾预言：“如果蜜蜂从地球上消失，人类最多存活四年。没有蜜蜂，就没有授粉，没有植物，没有动物，没有人类……”他的预言揭示了一个道理：蜜蜂在大自然中的地位和作用不可忽视、不可替代！

《自然》杂志在公布了蜜蜂全基因组序列的同时，提出了“如果没有蜜蜂授粉，整个生态系统将会崩溃”的论断。在我国，朱德委员长 20 世纪 60 年代初曾指出“发展养蜂业将成为农业增产除‘八字宪法’以外的又一条重要途径”，阐述了蜜蜂授粉在我国农业生产中的重要地位；进入 21 世纪，国家领导人再一次从践行科学发展观的高度对蜜蜂授粉进行了明确批示。蜜蜂授粉对农业生产的丰收和生态系统的维护具有重要的意义。

本书从授粉的类型和授粉媒介的多样性谈起，进而指出蜜蜂授粉对于整个生态系统和农业生产体系的重要性和必然性。书中详细介绍了几种主要授粉蜂及其生活习性，编者还结合自身多年的实践经验，参考国内外的蜂群管理和授粉实践，总结了大田和设施农业蜜蜂授粉配套技术，并列举了部分授粉蜂的授粉应用实例。文中部分新的观点和结论是编者及其所在团队多年来实践经验的总结，对于生产实践和理论探索具有一定的参考意义。最后，编者还对国内重要的蜜粉源、辅助蜜粉源和有毒蜜粉源植物做了简要的介绍。

对参考和被引用的有关资料的作者以及成书过程中给予支持和帮助的各界人士，一并致以诚挚的谢意。由于作者学识水平和实践经验，书中错误和欠妥之处在所难免，恳请读者随时批评指正，以便今后修改、增删，使之日臻完善。

特别注明，因有些联络地址不详，作者对被引用了图片而没有取得联系的国内外网站和个人表示歉意和感谢。

编 者

2013 年 8 月

目 录

第一章 授粉昆虫在生态系统中的重要地位	(1)
第一节 授粉类型与授粉媒介的多样性	(1)
一、授粉的类型	(2)
二、授粉的媒介	(5)
第二节 授粉昆虫在生态系统中的重要地位	(10)
一、授粉昆虫的重要性	(11)
二、蜜蜂是自然界中最主要的授粉昆虫	(13)
第三节 以蜜蜂为主的授粉昆虫对农业生产的贡献	(17)
一、以蜜蜂为主的授粉昆虫对农业生产的贡献	(17)
二、加强授粉昆虫保护的必要性	(19)
三、加强授粉昆虫保护——全球在行动	(23)
第二章 授粉蜂的种类及授粉特性	(26)
第一节 中蜂、意蜂及其授粉特性	(32)
一、蜂群概述与组成	(32)
二、中蜂和意蜂的授粉应用概况	(34)
第二节 熊蜂及其授粉特性	(36)
一、熊蜂概述与生活习性	(36)
二、熊蜂授粉特性及应用概况	(40)
第三节 壁蜂及其授粉特性	(41)
一、壁蜂概述与生活习性	(41)
二、壁蜂授粉特性及应用概况	(41)
第四节 切叶蜂	(43)
一、切叶蜂概述及生活习性	(43)
二、切叶蜂授粉特性及应用概况	(44)
第五节 其他几种有应用前景的授粉昆虫	(45)



蜜蜂授粉与蜜粉源植物

一、大蜜蜂	(45)
二、小蜜蜂	(46)
三、无刺蜂和麦蜂	(47)
四、彩带蜂	(47)
五、地蜂	(48)
六、无垫蜂	(49)
七、木蜂	(49)
第三章 大田蜜蜂授粉技术与应用实例	(50)
第一节 大田蜜蜂授粉配套技术	(50)
一、作物授粉前的准备	(50)
二、授粉蜂群的准备	(51)
三、授粉蜜蜂蜂群的运输	(55)
四、大田作物授粉蜂群管理技术要点	(57)
五、其他授粉蜂授粉期间蜂群管理技术	(61)
第二节 大田作物蜜蜂授粉应用实例	(67)
一、蜜蜂为大田油菜授粉增产实例	(67)
二、蜜蜂为猕猴桃授粉增产实例	(68)
三、壁蜂为大田苹果授粉增产实例	(71)
四、苜蓿切叶蜂为开放条件下大豆不育系制种授粉实例	(72)
第四章 设施农业蜜蜂授粉技术与应用实例	(75)
第一节 设施作物授粉配套技术	(76)
一、设施作物授粉前期的准备	(76)
二、授粉蜂群前期准备	(78)
三、授粉期间蜂群管理技术要点	(80)
第二节 设施作物授粉增产应用实例	(83)
一、温室草莓不同蜂授粉增产应用实例	(83)
二、温室桃园熊蜂授粉增产应用实例	(85)
三、温室甜椒熊蜂授粉增产应用实例	(86)
四、温室番茄熊蜂授粉增产应用实例	(88)
五、大棚吊蔓西瓜壁蜂授粉增产应用实例	(88)
第五章 蜜粉源植物生理学	(91)
第一节 花的基本构成	(91)
一、花柄	(92)

二、花托	(92)
三、花萼	(93)
四、花冠	(93)
五、雄蕊群	(94)
六、雌蕊群	(95)
第二节 花蜜的分泌	(96)
一、蜜腺	(96)
二、花蜜	(100)
三、露蜜	(104)
四、花粉	(104)
第三节 影响花蜜分泌的主要因素	(105)
一、影响植物泌蜜的内在因素	(105)
二、影响花蜜分泌的外界因素	(107)
第六章 我国蜜粉源植物的种类与分布	(112)
第一节 我国主要蜜粉源植物的种类与分布	(113)
一、油菜	(113)
二、刺槐	(115)
三、紫花苜蓿	(116)
四、荆条	(117)
五、枣树	(119)
六、柑橘	(120)
七、向日葵	(122)
八、荔枝	(123)
九、龙眼	(124)
十、紫云英	(125)
十一、椴树	(127)
十二、白刺花	(128)
十三、棉花	(130)
十四、苕子	(131)
十五、桉树	(132)
十六、乌桕	(134)
十七、山乌桕	(135)
十八、草木樨	(136)



蜜蜂授粉与蜜粉源植物

十九、芝麻	(138)
二十、荞麦	(139)
二十一、鹅掌柴	(140)
二十二、野坝子	(141)
二十三、枇杷	(142)
二十四、桉属	(144)
二十五、沙枣	(145)
二十六、老瓜头	(146)
二十七、柿树	(148)
第二节 我国重要的辅助、有毒蜜粉源植物及分布	(149)
一、我国重要的辅助蜜粉源植物及其分布 (表)	(149)
二、我国几种有毒蜜粉源植物及其分布	(154)
主要参考文献	(159)

第一章

授粉昆虫在生态系统中的重要地位

植物是自然界中主要的生命形态之一，包含了乔木、灌木、藤类、青草、蕨类、地衣及绿藻等熟悉的生物。据估计，现存大约有 350 000 个物种。距今二十五亿年前（元古代），地球史上最早出现的植物属于菌类和藻类，其后藻类一度非常繁盛。直到四亿三千八百万年前（志留纪），绿藻摆脱了水域环境的束缚，首次登陆大地，进化为蕨类植物，为大地首次添上绿装。三亿六千万年前（石炭纪），蕨类植物绝种，代之而起是石松类、楔叶类、真蕨类和种子蕨类，形成沼泽森林。古生代盛产的主要植物于二亿四千八百万年前（三叠纪）几乎全部灭绝，而裸子植物开始兴起，进化出花粉管，并完全摆脱对水的依赖，形成茂密的森林。在距今一亿四千万年前白垩纪开始的时候，更新、更进步的被子植物就已经从某种裸子植物当中分化出来。进入新生代以后，由于地球环境由中生代的全球均一性热带、亚热带气候逐渐变成在中、高纬度地区四季分明的多样化气候，蕨类植物因适应性的欠缺，进一步衰落，裸子植物也因适应性的局限而开始走上了下坡路。这时，被子植物在遗传、发育的许多过程中以及茎叶等结构上的进步性，尤其是它们在花这个繁殖器官上所表现出的巨大进步性发挥了作用，使它们能够通过本身的遗传变异去适应那些变得严酷的环境条件，反而发展得更快，分化出更多类型，到现代已经有了 90 多个目、200 多个科。正是被子植物的花开花落，才把四季分明的新生代地球装点得分外美丽。

第一节 授粉类型与授粉媒介的多样性

植物的繁衍方式不外乎两种，即有性繁殖和无性繁殖。植物的无性繁殖是指不经生殖细胞结合的受精过程，由母体的一部分直接产生子代的繁殖方式。而由亲本产生的有性生殖细胞（配子），经过两性生殖细胞（例如，精



蜜蜂授粉与蜜粉源植物

子和卵细胞)的结合,成为受精卵,再由受精卵发育成为新的个体的生殖方式就是有性繁殖,又称种子繁殖,是植物繁衍的一种重要方式。

在植物的有性繁殖过程中,花是重要的繁殖器官,其中,有雄蕊和雌蕊。雄蕊是花的雄性器官,不同植物雄蕊的数目和排列方式不相同,每个雄蕊有一细长的丝状柄,顶端有一个囊状的花药,里面产生花粉粒,总称为花粉。花药里的花粉成熟时,花药皮开裂,以不同的方式把花粉释放出来。然后,不同植物通过不同的授粉媒介和授粉方式将成熟的花粉传递到雌蕊柱头上,在柱头分泌物的刺激下吸水萌发,形成花粉管。萌发的花粉管沿着花柱内的引导组织伸长,最后进入胚囊,花粉管顶端破裂,释放出细胞质、营养核和两个精核一起流入胚囊,两个精核分别与卵细胞和极核相融合,完成植物的受精,并最终发育成果实和种子。受精过程是植物有性繁殖过程中最重要的一个组成部分。

在植物的受精过程中,雌配子——卵细胞是产生在胚囊里的,胚囊又深埋在子房以内的胚珠里,要完成全部有性繁殖的过程,第一步就是必须使产生的雄配子——精细胞的花粉和胚珠接近,而通过其他媒介来授粉的行为就起到了这样的作用。因此,授粉在植物的有性繁殖过程中起到了至关重要的作用。

授粉是高等维管植物的特有现象,成熟花粉从雄蕊花药或小孢子囊中散出后,借助一定的媒介力量被传到雌蕊柱头或胚珠上的过程就称为授粉。授粉作用一般有两种形式,即自花授粉(self-pollination)和异花授粉(cross pollination)。

一、授粉的类型

1. 自花授粉

成熟花粉由花粉囊散出后落在同一朵花柱头上的授粉方式,称为自花授粉。自花授粉的植物和花,具有适应自花授粉的结构和生理特征,如花两性、雄蕊的花粉囊和雌蕊的胚囊同时成熟,雌蕊的柱头对于本花的花粉萌发及花粉管中雄配子的发育没有任何生理阻碍等。自花授粉是比较原始的授粉方式,长期自花授粉产生的后代生活力会逐渐衰退。自然界中自花授粉的植物比较少。如花生、燕麦、小麦、水稻和豌豆等。

但实际应用中自花授粉的涵义常被扩大,农作物的同株异花间的授粉、果树栽培上的同品种异株间的授粉,也称为自花授粉。最典型的自花授粉为

闭花受精。如豌豆、大麦和花生植株下部花。闭花受精是在花朵未开放，其成熟花粉粒在花粉囊内萌发，花粉管穿出花粉囊，伸向柱头，进入子房，把精子送入胚囊，完成受精。闭花受精是对环境条件不适于开花授粉时的一种合理的适应现象。长期连续自花授粉，往往导致植株变矮，结实率降低，抗逆性变弱；栽培植物则表现出产量降低，品质变差，抗不良环境能力衰减，甚至失去栽培价值。

尽管自花授粉有害，是一种原始的授粉方式，然而自然界中仍有不少自花授粉植物。这是因为当缺乏必要的异花授粉条件时，自花授粉则成为保证植物繁衍的特殊形式而被保存下来。何况在自然界里很难找到绝对自花授粉的植物，如棉花、高粱以自花授粉为主，但也有 5% 左右的花进行异花授粉。

然而，自花授粉过程十分容易受到环境条件的影响，例如，在没有风的情况下，依靠风传播花粉的植物就无法授粉，依靠雨水授粉的植物在没有雨水的环境下也无法完成授粉过程。为了适应这些苛刻的条件，一些特定的植物中出现了一些独特的自花授粉方式。在此，我们将重点介绍两种最近几年新发现的独特的自花授粉机制——花粉滑动授粉和花药自发授粉。

(1) 花粉滑动授粉

如果说自花授粉是植物对缺乏异花授粉条件时的一种适应，那么在干旱无风或环境过于潮湿而无法实现花粉向柱头传递过程的情况下，某些植物为了生存下来，就必须做一些适应的调整。花粉滑动自花授粉就是其中的一种，这种授粉机制也是达尔文提出的“适者生存法则”的生动演绎。

2004 年，我国科学家首次发现黄花大苞姜的授粉过程非常独特，是一种全新的所谓“花粉滑动自花授粉”。黄花大苞姜是我国特有的姜科多年生宿根草本植物，主要分布在华南的广东和广西，通常生长在高度潮湿的林内石壁或山沟瀑布边石壁上。花果期为 5~8 月，花期内，通常每天每花序只开一朵花，酷似兰花的黄色花朵在自然状态下开放 2 天，花在第二天 15:00 以后开始凋谢。每天早上 6:00~6:30，黄花大苞姜的花即开放，花药的花粉囊同时开裂。花粉囊刚开裂时，油质黏液浆状的花粉从花粉囊溢出成球形，然后很快铺满于花药面，并慢慢流向柱头，大约在当天 15:00 开始到第二天早上 07:30，花粉陆续流到柱头的喇叭口，实现自花授粉。

黄花大苞姜授粉方式是植物有性繁殖系统对高湿度、无风和少昆虫环境的适应。黄花大苞姜在花的形态和开花特征上都有所变化，以适应这种花粉流动的自花授粉机制。黄花大苞姜花粉成油质黏液浆状，由黏丝连接成链珠



蜜蜂授粉与蜜粉源植物

状。花粉粒表面光滑并延长成长椭圆形。柱头呈扁喇叭形，其中，与花药紧贴面凹陷，较其他地方位置低，有助于花粉浆团流入其中。柱头上和花药面均长有毛，朝向柱头方向，有助于引导花粉浆团流向柱头。

(2) 花药自发授粉

2006年，中国科学家首次发现了大根槽舌兰独特的花药自花授粉，是一种新颖的、完全由雄性花药主动运动而不借助于任何外部传递媒介将花粉送入雌蕊柱头空腔中完成的自花授粉机制。大根槽舌兰是兰科槽舌兰属的一种观赏价值很高的兰花，原生于云南地区，其所处环境在开花季节非常干旱、无风、昆虫稀少。

研究者通过连续数年的观察和分析研究表明，大根槽舌兰这种授粉机制恒定地发生于所有植株和花朵而且只发生于同一花朵。这种授粉方式承担了大根槽舌兰的全部繁殖任务——该物种没有其他的自花或异花授粉机制；这种机制导致的是两性配子融合的有性繁殖，而不是无性繁殖。

当大根槽舌兰的花完全开放，原本覆盖在花粉囊上的帽状部分向上打开并脱落，露出其下的两条雄蕊。当雄蕊以及其上的花粉团暴露在空气中后，其中一条便向下弯曲再向前伸出，越过蕊喙。随后雄蕊向下弯曲，再向后折回，花粉团处于蕊喙的下方，此时，雄蕊已经绕行了 270° 。当雄蕊最终再次向上弯曲，将花粉团送入蕊喙底部的柱头空腔时，雄蕊已经绕行了整整 360° 。然后柱头空腔的小孔将闭合，雄蕊将一直保持这样的“环形”，直至受精卵形成，子房膨大，整个过程持续15~30分钟。据统计，几乎所有完成整个授粉过程的花最终都能结果。这是一种全新的主动交尾式的自花授粉机制，其授粉过程完全是由雄性花药主动转动而不借助于任何外部传递媒介来完成的自花授粉机制。

为什么大根槽舌兰会有这种自花授粉机制？一方面，大根槽舌兰具有异花授粉的结构，如盛花蜜的距（用于吸引授粉昆虫）等，但它已经退化，不再分泌花蜜或散发气味；另一方面，大根槽舌兰的生长环境在开花季节非常干旱、无风、昆虫稀少，研究者们未观察到任何昆虫或风为大根槽舌兰授粉。这说明大根槽舌兰曾经有异花授粉，但在长期的进化中演化出目前的主动交尾式的自花授粉机制，以适应干旱没有传媒昆虫的环境，保障自身的繁衍成功。

2. 异花授粉

一朵花的花粉被传送到同一植株或不同植株的另一朵花的柱头上的授粉

方式，称为异花授粉。它可发生在同一株植物的各花之间，也可发生在同一品种或同种内的不同品种植株之间，如玉米、油菜、向日葵、梨、苹果、瓜类等。从生物学意义上讲，异花授粉比自花授粉优越，是一种进化的方式。异花授粉植物的雌配子和雄配子是在差别较大的生活条件下形成的，其遗传性差异较大，经结合产生的后代，具有较强的生活力和适应性，其植株强壮，开花多，结实率高，抗逆性强。

异花授粉的植物和花，具备一些适应异花授粉，不利自花授粉的结构和生理特征，包括：花单性且雌雄异株，或花虽两性，但雌、雄蕊不同时成熟；雌、雄蕊异长或异位；花粉落在本花的柱头上不能萌发或不能完全发育等。与自花授粉相比，异花授粉是一种进化的方式，能提高后代的生活力和建立新的遗传性，对植物的种族繁衍有利。

植物从自花授粉至异花授粉是进化的一种趋势，但事物总是一分为二的。异花授粉虽然对后代有益，但往往受到自然条件的限制，如遇低温、久雨不晴、大风或暴雨等，无论对风媒或虫媒授粉都会造成不利的影响；或者雌雄蕊异熟相差较远，造成所谓花期不遇，减少授粉的机会，影响结实。然而在自然界中，仍有不少自花授粉的植物存在，这是因为在不存在异花授粉的条件下，仍能进行自花授粉，这对某些植物仍是有利的。异花授粉植物和自花授粉植物的划分也并非绝对的。前者在条件不具备时可以进行自花授粉；而后者在一定条件下，也可以进行异花授粉。如棉花以自花授粉为主（自交率达60%~70%），但也有部分花朵（30%~40%）进行异花授粉。所以，棉花又被称为常异花授粉植物。水稻是自花授粉植物，也仍有1%~5%的花朵是进行异花授粉的。虫媒花的划分也不是绝对的。有些本为风媒花植物，后由于昆虫增多等环境条件的改变，演化为虫媒花植物，如杨柳属植物；有些原为虫媒花植物，后因授粉昆虫的减少或生态环境的改变，演化为风媒花植物。所以，植物的授粉方式的演化与环境条件也有着密切的关系。

植物进行异花授粉，必须依靠各种外力的帮助。在长期的进化过程中，植物的授粉形成了多种媒介，具有高度的适应性。人们通常从两个方面来阐述授粉媒介，一个是非生物媒介，另一个是生物媒介。其中，风和昆虫是两种最普遍的传播媒介。下面将重点介绍几种主要的非生物媒介和生物媒介。

二、授粉的媒介

有花植物的一般授粉方式分为非生物媒介授粉和生物媒介授粉两大类。