



天津市科学技术出版社

INSECT — PLANT BIOLOGY Second Edition

昆虫—植物生物学 (第二版)

[荷]路易斯·斯库霍温 (Louis M. Schoonhoven)

约普·隆 (Joop J. A. van Loon)

马塞尔·迪克 (Marcel Dicke) 著

李敏 朱耿平 刘强 卜文俊 译



南开大学出版社

天津市科协资助出版

昆虫—植物生物学

第二版

[荷] 路易斯·斯库霍温 (Louis M. Schoonhoven)

约普·隆 (Joop J. A. van Loon)

马塞尔·迪克 (Marcel Dicke) 著

李 敏 朱耿平 刘 强 卜文俊 译

南开大学出版社

天 津

昆虫 - 植物生物学(第二版)

Insect - plant Biology (second edition) by Louis M. Schoonhoven, Joop J. A. van Loon, and Marcel Dicke

© 2005 Oxford University Press.

All Rights Reserved

“INSECT—PLANT BIOLOGY, SECOND EDITION” was originally published in English in 2005.

This translation is published by arrangement with Oxford University Press.

本书英文版 2005 年出版。中文简体字版由牛津大学出版社有限公司授权南开大学出版社翻译出版。

版权所有,侵权必究。

天津市出版局著作权合同登记号:图字 02 - 2016 - 67

图书在版编目(CIP)数据

昆虫—植物生物学:第二版 / (荷) 路易斯·斯库霍温, (荷) 约普·隆, (荷) 马塞尔·迪克著; 李敏等译. —天津:南开大学出版社, 2018.4

ISBN 978-7-310-05564-7

I. ①昆… II. ①路… ②约… ③马… ④李… III. ①昆虫 - 关系 - 植物学 IV. ①Q968.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 044307 号

版权所有 侵权必究

南开大学出版社出版发行

出版人:刘运峰

地址:天津市南开区卫津路 94 号 邮政编码:300071

营销部电话:(022)23508339 23500755

营销部传真:(022)23508542 邮购部电话:(022)23502200

*

北京建宏印刷有限公司

全国各地新华书店经销

*

2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 次印刷

260 × 185 毫米 16 开本 27.75 印张 684 千字

定价:88.00 元

如遇图书印装质量问题,请与本社营销部联系调换,电话:(022)23507125

第二版序

众所周知,昆虫与植物的种类在已知的多细胞生物中占半数左右。它们相互选择,相互影响,已经协同进化了近亿年。如今,它们之间的关系已涉及生物学的各个分支,从生物化学、遗传学到行为学和生态学等。

昆虫与植物有着互惠共生的一面,比如许多特化的花与传粉昆虫是对应存在的。早在两百多年前,传粉昆虫与花的关系作为昆虫—植物关系的范例已经引起了人们的普遍关注。但昆虫与植物也有着对抗的一面,特别是在农作物与植食性昆虫之间。在过去的几百年里,这种抗性作用为许多研究提供了灵感,使得人们对于植物化学、昆虫生理学、行为学和生态学有了更深的理解。分子系统学发展使人们重新认识了植物与昆虫的协同进化。在已有的研究中发现,对昆虫与植物关系的发展、变化和进化的影响可能是由多重因素相互作用造成的,如微生物、真菌、捕食者和昆虫寄生物。相比之下也有许多食草昆虫与植物无密切关系的例子被发现。

今天,昆虫—植物的关系已涉及生物学领域的各个方面。我们发现植食性昆虫对植物的选择绝不仅是取食没有防御能力的植物那么简单,而是由多重的历史因素共同作用影响了选择的过程,行为的表型可塑性、不同的营养级对于选择起到了一定的作用,而感觉与神经的反应是食草选择的主要因素。植物基因作为潜在的选择压力引导了单方或双方的进化方向。我们知道生态和生理因素会影响食性范围,同样了解昆虫种群限制在特定的植物取食也许是种化事件的第一步。我们认识到昆虫的进化跟随着植物的进化,然而关系密切的协同进化却未必呈现出来。

本书的三位作者发挥各自的专长与经验,充分展示了昆虫—植物关系广阔的领域。本书的作者们从大量的文献中整合出的实验及理论的经典案例可作为相关领域学生及研究者的综合指南。本书以一个对自然界现象的概述作为开端,有逻辑地转到了植物结构与化学,寄主植物寻找和选择,包括昆虫生理与变异。后面的章节包括了生态与进化、昆虫与花的关系,最后在昆虫和植物的关系中运用所学的知识来做结束。

自从1998年本书的第一版出版后,生物学在许多领域发生了很大的进步,尤其是在植物生物化学和进化生物学方面。而分子生物学技术的发展使得人们对于昆虫—植物关系有了进一步的了解。在本版书中,由于马塞尔·迪奇的参与,使得对一些新的工作和协同进化有了不同的解释。整本书比起上一版都有了更新并融入更为丰富的内容。对于对昆虫—植物关系各领域感兴趣的人来说,这本书是宝贵而可靠的资源。

伊丽沙白·伯奈斯

亚利桑那大学

图森

2005年5月

第二版前言

除了提供由过去七年迅速发展的文献所据知的资料的更新之外,本版和第一版主要有以下两点不同:第一,第一版的作者之一,昆虫与植物关系领域创始人蒂伯·杰米博士,不再负责本版的编写工作,但他丰富的观点与渊博的知识在第二版中仍有体现。我们谨以此书献给蒂伯·杰米,来表达我们对他深刻的洞察力和对昆虫—植物领域持久贡献的由衷尊敬。

第二,由于近年来昆虫—植物关系领域中多方面技术的进步,关于化学感应(chemoreception)的分子生物学和诱导植物防御及对更高层营养级的影响,提出了比7年前更新、更深刻的认识。分子生物学的发展,使得我们对昆虫—植物关系的理解更进一步。

感谢同行们对本书的评阅,感谢蒂伯·杰米、彼得·德·容、艾里克·斯得勒和弗莱迪·恰林基的鼓励和支持。感谢汉斯·斯米德提供的精美照片,和其他同行对其再版显微照片的允许。衷心感谢英国帝国学院种群生物研究委员会全国环境中心及中心主任查尔斯·戈弗雷,感谢马腾和艾丽(德国科隆)为我们提供了能启发灵感的编写此书的舒适环境。

最后,我们特别感谢牛津大学出版社的各位同仁,他们的激励与帮助使得这本书能够如我们所愿地顺利出版成一本有益并能激发灵感的作品!

瓦赫宁恩,2005年夏
路易斯·斯洪霍芬
乔普范隆
马塞尔·狄更斯

第一版前言

绿色植物占据了地球上绝大多数的陆地,而昆虫恰是植物的主要取食者。植物在长期的斗争中努力避免被昆虫取食,而昆虫努力取食植物最优化,二者的相互关系是本书的主题。这个主题包含的内容非常丰富,在过去的 25 年里,早期的文献数以指数级增长。它也是有史以来最具有挑战性的课题,尽管有许多实际事例,昆虫与植物间潜在关系的原则仍有大量的未解之谜。本书将对自然界及农业环境中的众多研究发现进行分类整理,试图发现其内在规律。希望本书能够成为相关领域学生的教材,同时生物学者们也可以从此书中得到对于理解复杂生物关系的新思路的启示。

现代农业生产需要在提高产量的同时尽量减少杀虫剂的使用,这使得农业昆虫学家需要学习自然界中的植物如何在昆虫的长期侵害下生存,以及植物自身的防御系统是否可以应用于农业生产中。因此本书或许可以帮助那些从事寻找保障日常食物产量新方法的应用昆虫学家。

由于近年来相关的文献信息太过丰富,以致我们无法将其全部收纳,因此我们只选择了其中我们认为最重要的部分。在这一过程中我们很有可能遗漏了一些同样重要甚至更为重要的观点和报道,对此我们表示由衷的歉意。为了对现存文献中阐述的事实和观点进行尽量客观的表述,我们不得不经过深思熟虑后给出一些个人观点。

我们谨以此书献给本领域三位伟大的奠基者:简·德·怀尔德、文森特·德蒂尔和约翰·肯尼迪。他们对我们的思想产生了深远的影响。正因为他们的远见、他们的热情、他们对于自然运转机制的洞察力,昆虫—植物关系领域才能获得如今的成就。

许多人在多个方面为我们提供了慷慨的帮助——积极的讨论、坦白的批评、插图材料的提供和已出版的数据信息的使用许可等。我们要特别感谢那些已经阅读过书稿的部分章节并给出有益建议的同行们:万·比克、毕斯马、迪克、哈瑞金、万·黑尔登、万·伦特恩、门肯、密斯陈德普、穆勒玛、罗斯汀、斯得勒、真蒂斯、恰林基和福休斯。最后,我们要感谢查普曼·霍尔公司的全体员工在本书生产过程中所作的努力。

瓦赫宁恩,布达佩斯

1996 年秋

路易斯·斯洪霍芬

文森特·德蒂尔

乔普·范隆

目 录

第1章 引言	(1)
1.1 提高关注:为什么要提高对昆虫—植物关系的关注度?	(1)
1.2 昆虫与植物的关系	(1)
1.3 与农业的相关性	(3)
1.4 昆虫—植物研究所涉及的学科	(3)
1.5 参考文献	(4)
第2章 植食性昆虫	(5)
2.1 寄主植物的专化性	(6)
2.2 被取食植物的范围和寄主植物的范围	(10)
2.3 植物各部分的特化	(12)
2.3.1 取食植物地上部分的昆虫	(12)
2.3.2 取食植物地下部分的昆虫	(13)
2.4 每种植物上昆虫的数目	(14)
2.5 植食性昆虫:它们是植物的分类学家?	(17)
2.6 寄主植物多于被取食植物	(17)
2.7 植物周围的微气候	(18)
2.8 昆虫对自然生态系统和农业生态系统中的植物的危害程度	(19)
2.9 植物对植食性昆虫所造损伤的补偿	(24)
2.10 结论	(25)
2.11 参考文献	(26)
第3章 植物结构:坚固的抗虫害防护	(34)
3.1 昆虫的取食系统	(34)
3.2 叶面	(36)
3.2.1 角质蜡层	(36)
3.2.2 毛状体	(38)
3.3 叶片韧性	(40)
3.3.1 上颚的磨损	(40)
3.3.2 C_3 植物与 C_4 植物	(43)
3.4 互利共生关系中所包含的结构	(44)
3.5 植物虫瘿	(45)
3.6 植物的结构	(46)
3.7 结论	(48)
3.8 参考文献	(49)
第4章 植物化学:无穷无尽的变化	(56)

4.1 植物生物化学	(57)
4.1.1 植物的初生代谢物质	(58)
4.1.2 植物的次生代谢物质	(58)
4.2 生物碱	(60)
4.3 萜类化合物和类固醇	(61)
4.4 酚类化合物(酚醛树脂)	(62)
4.5 芥子油苷	(65)
4.6 生氰类化合物	(65)
4.7 叶表面的化学物质	(66)
4.8 植物的挥发物质	(67)
4.9 植物次生代谢物浓度	(71)
4.10 生产成本	(74)
4.11 区室作用	(76)
4.12 时间异质性	(78)
4.12.1 季节影响	(78)
4.12.2 昼夜影响	(80)
4.12.3 年间变化	(81)
4.13 地理位置和肥料的影响	(81)
4.13.1 日晒和遮阴	(81)
4.13.2 土壤因素	(82)
4.14 诱导抗性	(84)
4.14.1 直接诱导	(84)
4.14.2 间接诱导	(85)
4.14.3 植食诱导变化引起的变异	(85)
4.14.4 食草性昆虫引发的基因变异和代谢变化	(87)
4.14.5 系统影响	(88)
4.14.6 长期反应	(88)
4.14.7 信号传导	(90)
4.14.8 食草动物诱导和病原体诱导的相互作用	(90)
4.14.9 植物间的相互作用	(91)
4.15 基因型差异	(91)
4.15.1 植物个体间的化学差异	(91)
4.15.2 植物个体内部的化学变化	(92)
4.15.3 植物性别对昆虫的敏感性的影响	(94)
4.16 结论	(95)
4.17 文献	(96)
4.18 参考文献	(96)
第5章 植物并非昆虫最理想的食物来源	(116)
5.1 植物是次优的食物	(118)

5.1.1 氮	(119)
5.1.2 水	(121)
5.2 人工饲料	(122)
5.3 消耗和利用	(123)
5.3.1 被取食的食物数量	(123)
5.3.2 利用	(123)
5.3.3 次优食物和补偿性摄食行为	(128)
5.3.4 化感物质及食物的利用率	(130)
5.3.5 对植物化感物质的解毒作用	(133)
5.4 共生体	(137)
5.4.1 食物利用与补充	(137)
5.4.2 植物化感物质的解毒作用	(138)
5.5 微生物影响寄主植物特性	(138)
5.5.1 植物致病菌	(138)
5.5.2 内生真菌	(139)
5.6 寄主植物影响植食性昆虫对病原体和杀虫剂的敏感性	(140)
5.7 植物食物质量与环境因素的关系	(142)
5.7.1 干旱	(142)
5.7.2 空气污染	(142)
5.8 结论	(144)
5.9 参考文献	(144)
第6章 选择寄主植物:如何发现寄主植物	(158)
6.1 术语	(158)
6.2 寄主植物的选择:一个链过程	(160)
6.3 搜寻机制	(162)
6.4 寄主植物的定位	(166)
6.4.1 光学诱因与化学诱因	(166)
6.4.2 对寄主植物特性的视觉反应	(167)
6.4.3 对寄主植物的嗅觉反应	(172)
6.4.4 飞蛾和步甲:嗅觉定向的两个例子	(172)
6.5 对寄主的气味检测的化学感觉基础	(176)
6.5.1 嗅觉感受器的形态学研究	(176)
6.5.2 嗅觉转导	(177)
6.5.3 嗅觉电生理和敏感性	(177)
6.5.4 嗅觉特征与编码	(180)
6.6 自然中对寄主植物的搜寻	(182)
6.7 结论	(184)
6.8 参考文献	(184)
第7章 选择寄主植物:何时接受植物	(197)

7.1	接触期:对植物特征的详细评价	(198)
7.2	接触期内自然界植物的物理特征	(198)
7.2.1	毛状体	(199)
7.2.2	叶面结构	(199)
7.3	植物化合:接触化感作用评估	(201)
7.4	植物化学对寄主植物选择的重要性:一段历史性的间奏	(201)
7.5	取食和产卵的刺激	(202)
7.5.1	初级植物的代谢物	(202)
7.5.2	植物次级代谢物促进接受:信号刺激	(205)
7.5.3	通常将产生的植物次生代谢产物作为刺激剂	(209)
7.6	摄食和产卵的抑制	(211)
7.6.1	抑制是寄主识别过程中的一个普遍原则	(211)
7.6.2	寄主标记是避免植食性昆虫相互竞争的机制	(211)
7.7	植物可接受性:刺激和抑制之间的平衡	(212)
7.8	基于接触化学感受器的寄主植物的选择行为	(213)
7.8.1	化学感受器	(213)
7.8.2	味觉编码	(213)
7.8.3	毛虫成为编码原则的模型	(215)
7.8.4	信号刺激受体:卓越的专家	(216)
7.8.5	糖和氨基酸的受体:养分的探测器	(217)
7.8.6	抑制受体:全面感受神经元	(218)
7.8.7	外围化学物质的相互作用	(219)
7.8.8	刺吸式昆虫的寄主植物选择	(222)
7.8.9	产卵偏好	(224)
7.8.10	寄主植物的选择:三级系统	(225)
7.9	化学感应系统与寄主植物偏好的演化	(225)
7.10	结论	(228)
7.11	参考文献	(229)
第8章	寄主植物的选择:变化即规律	(246)
8.1	地理变异	(246)
8.2	相同地区的种群间差异	(249)
8.3	个体间的差异	(249)
8.4	对寄主植物偏好引起改变的环境因素	(250)
8.4.1	季节性	(250)
8.4.2	温度	(251)
8.4.3	捕食风险	(252)
8.5	引起寄主植物偏好改变的内部因素	(252)
8.5.1	发育阶段	(252)
8.5.2	昆虫性别影响食物选择	(254)

8.6 经验诱导寄主植物偏好的改变	(254)
8.6.1 非联系式改变	(254)
8.6.2 联系式改变	(259)
8.7 幼虫和早期成虫的经验	(262)
8.8 经验诱导寄主植物偏好改变的适应意义	(263)
8.9 结论	(264)
8.10 参考文献	(265)
第9章 植物对昆虫内分泌系统的影响	(274)
9.1 发育	(274)
9.1.1 形态	(274)
9.1.2 滞育	(277)
9.2 繁殖	(278)
9.2.1 成熟	(278)
9.2.2 交尾	(281)
9.3 结论	(284)
9.4 参考文献	(284)
第10章 生态学:共生却各自独立	(288)
10.1 植物对昆虫的影响	(289)
10.1.1 植物物候学	(290)
10.1.2 植物化学	(291)
10.1.3 植物形态学	(293)
10.1.4 替代食物	(293)
10.2 植食昆虫对植物的影响	(294)
10.3 地上部分与地下部分的昆虫—植物交互作用	(296)
10.4 微生物和昆虫—植物的交互作用	(296)
10.5 脊椎动物和昆虫—植物的交互作用	(297)
10.6 群落内间接的物种交互作用	(298)
10.6.1 资源利用性竞争	(299)
10.6.2 似然竞争	(300)
10.6.3 营养级联	(301)
10.7 物种交互与表型可塑性	(302)
10.8 自上而下和自下而上的驱动力	(303)
10.9 食物网和化学信息网	(304)
10.9.1 食物网	(304)
10.9.2 化学信息网	(305)
10.10 群落	(307)
10.10.1 为什么会有如此多的稀有植食昆虫存在?	(308)
10.10.2 群集性	(308)
10.10.3 群落发展	(309)

10.11	分子生态学	(310)
10.12	结论	(312)
10.13	参考文献	(313)
第11章	进化:昆虫与植物,永恒的斗争	(326)
11.1	昆虫与植物相互作用的化石记录	(327)
11.2	物种形成	(328)
11.2.1	生殖隔离	(330)
11.2.2	物种形成的速率	(333)
11.2.3	共生物种的形成	(333)
11.3	昆虫的基因变异	(334)
11.3.1	种间差异	(334)
11.3.2	种内变异	(335)
11.3.3	偏好与表型之间的关系	(336)
11.3.4	基因突变和寄主植物的适应性	(336)
11.4	植物抗性基因的突变	(337)
11.5	选择与适应	(337)
11.6	昆虫多样性的演变	(338)
11.7	专食性寄生昆虫的进化	(339)
11.7.1	应对植物次生代谢产物	(339)
11.7.2	竞争	(340)
11.7.3	降低由天敌引发的死亡率	(340)
11.7.4	系统发育关系	(340)
11.8	植食性昆虫与寄主间的进化	(341)
11.8.1	对协同进化理论的批判	(343)
11.8.2	对协同进化理论的支持	(344)
11.9	结论	(346)
11.10	参考文献	(346)
第12章	昆虫与植物:卓越的互利共生关系	(355)
12.1	互利共生	(357)
12.2	花的专一性	(359)
12.2.1	昆虫对花的识别	(361)
12.2.2	昆虫对花的采集	(363)
12.3	传粉的动力	(365)
12.3.1	距离	(365)
12.3.2	可接近性	(366)
12.3.3	温度	(367)
12.3.4	评价食物源	(368)
12.3.5	奖励策略	(368)
12.3.6	花蜜信号的状态	(370)

12.4	对多花序花的授粉运动	(371)
12.5	竞争	(372)
12.6	进化	(373)
12.7	自然保护	(377)
12.8	经济	(379)
12.9	结论	(380)
12.10	参考文献	(380)
第13章	昆虫和植物:如何运用我们的知识	(389)
13.1	植食性昆虫会演变成害虫及其原因	(390)
13.1.1	害虫的特征	(390)
13.1.2	引进农作物带来的影响	(390)
13.1.3	农业活动促进了虫害的发生	(391)
13.2	寄主植物抗性	(392)
13.2.1	寄主植物的抗性机制	(392)
13.2.2	部分抗性	(393)
13.2.3	植物特性与抗性	(394)
13.2.4	培育植物抗性的方法	(395)
13.3	混养为何能减少病虫害	(398)
13.3.1	破坏性作物假说	(400)
13.3.2	天敌假说	(400)
13.3.3	诱虫作物学说	(401)
13.3.4	多样性原则	(402)
13.4	植物源杀虫剂和拒食剂	(402)
13.4.1	拒食剂	(403)
13.4.2	苦楝树:印楝素	(404)
13.4.3	拒食素作为杀虫剂的前景	(405)
13.5	植食性昆虫可以控制杂草	(406)
13.5.1	仙人掌和槐叶萍	(407)
13.5.2	生物控制杂草项目的成功率	(407)
13.6	结论	(409)
13.7	参考文献	(409)
附录A:	进一步阅读建议	(419)
附录B:	植物次生代谢物的分子结构	(420)
附录C:	本领域常用的实验方法	(422)
物种索引		(423)
作者索引		(425)
主题索引		(426)
译者说明		(428)

第 1 章 引言

- 1.1 提高关注:为什么要提高对昆虫—植物关系的关注度?
- 1.2 昆虫与植物的关系
- 1.3 与农业的相关性
- 1.4 昆虫—植物研究所涉及的学科
- 1.5 参考文献

近一个半世纪之前,柯伟林和威廉斯·彭斯在他们所撰写的《传奇昆虫学》³一书中描述了一只白色大蝴蝶寻觅合适植物产卵的过程:“她在一些植物中寻觅类似卷心菜的产卵地,在她比老练的植物学家更为精准的本能的引领下,一旦找到自己所需的植物后就会立刻接近它,并在上面完成产卵的使命。”紧接着,作者提出了一个至今仍困扰昆虫—植物研究者的基本问题:“她是如何从周围的蔬菜中识别出卷心菜的?”书中给出的答案是:“上帝赋予了她这项本能”³。这个答案显示,人们在很长一段时间内对植食性昆虫与寄主植物的关系难以进行因果分析。关于植食性昆虫对寄主植物的选择机制的科学性研究始于 1900 年^{2,9},但在很长的一段时间内只引起了少数生物学家的关注。约半个世纪之前,动物学家开始对昆虫的行为进行了因果分析,如寄主植物的差别是否影响昆虫的行为,一些新的机制开始逐渐地被发现。

1.1 提高关注:为什么要提高对昆虫—植物关系的关注度?

昆虫—植物关系逐渐受到生物学家和农学家的关注。从地球生物圈基础知识角度,昆虫与植物关系显示了其重要性。首先是量的因素:不管是从种类还是从生物量上衡量,植物界与昆虫纲是两个非常大的生物范畴。绿色植物占有最大的生物量(图 1.1),昆虫在种类数量上占据了绝对统治地位。

正如生态学家罗伯特·梅⁶所说:“大致来讲,如果忽略脊椎动物的体积,那么地球上所有的生物都是昆虫。”尽管它们体型微小,但它们的种类和总的体积却是巨大的。例如,温带陆生昆虫的生物量与陆生脊椎动物的生物量比例约为 10:1(图 1.2)⁷。

1.2 昆虫与植物的关系

植物与植食性昆虫的关系极其错综复杂。一方面包括昆虫在内的其他动物,均离不开为异养生物提供初级能量的绿色植物。另一方面,取食者对植物的影响正是造成植物多样性的重要原因。昆虫在形态及生活史上的巨大变化可能是促使植物分化的重要推动力⁵。正如埃利希和雷文¹在一篇论文中提出,“植食性昆虫与植物的相互作用,造成了现今陆地生物多样性的产生。”由于昆虫取食植物,并由此达到了最大程度的分化,因此植物对昆虫意义非凡。如果单独研究昆虫或植物的特性会相对简单,但二者结合后的相互关系却极其复杂,很难再找到

如昆虫—植物这样在类型与范围方面相匹敌的其他例子。因此,昆虫—植物关系成了在生物学研究中独特且成果丰硕的领域。

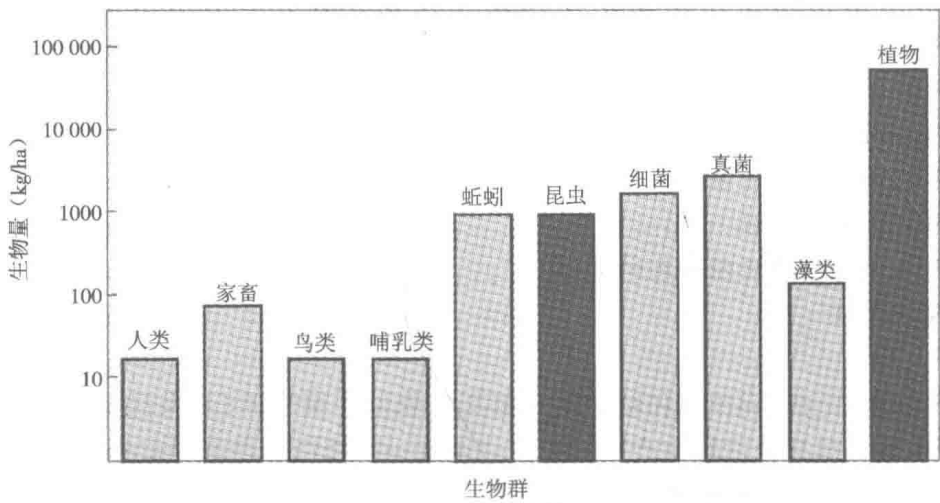


图 1.1 美国每公顷土地人类、家畜的平均生物量以及其他主要的自然动植物的估算生物量(昆虫包括非昆虫的其他节肢动物)

注:以对数比例记录(皮门特尔和安杜,1984)⁷。

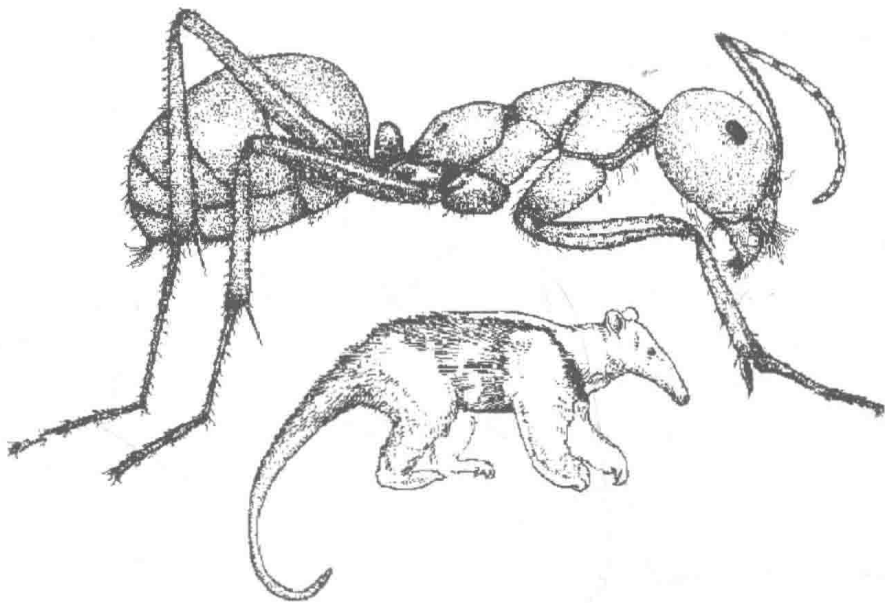


图 1.2 蚂蚁与食蚁兽代表的生物量的对比

图中蚂蚁代表的是在巴西亚马孙区域蚂蚁的总生物量,而食蚁兽表示的是该地区所有陆生脊椎动物的总生物量,蚂蚁与脊椎动物的比例约为 4:1,如果将其他所有社会性和非社会性昆虫都包括在内,这个比例将会达到 9:1

1.3 与农业的相关性

从应用的角度来看,昆虫—植物相互作用关系起着至关重要的作用。尽管人类使用了昂贵并对环境造成了巨大危害的防控措施,但昆虫仍是农作物和仓储品的主要威胁,而且它们的破坏仍旧有增无减(图 1.3)。

毋庸置疑,如果能够更好地掌握昆虫和植物相互作用的关系,或许可以帮助人类发现害虫增加的原因。基于这些知识,人们或许能够建立对害虫有效安全的控制策略。力普克和弗伦克尔⁴给了植物—昆虫关系研究一个极为恰当的评价——农业生态学的最核心环节。

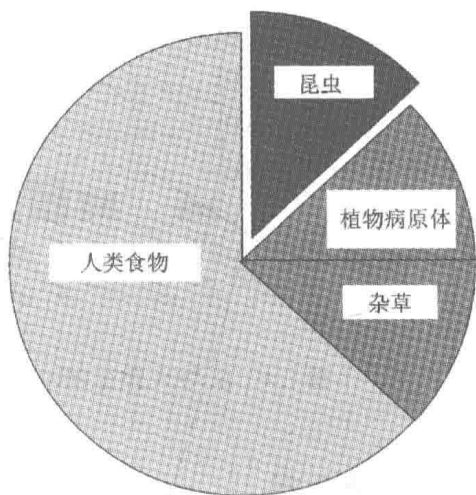


图 1.3 估算美国谷物收获前由虫害(13%)、疾病(12%)和杂草(12%)造成潜在的损失(皮门尔特,1997)

1.4 昆虫—植物研究所涉及的学科

昆虫—植物关系包括不同层级的生物学问题,例如,从生物体水平方面提出“为什么卷心菜寄生虫吞食卷心菜叶而不吃马铃薯幼苗”的问题,而从生态学层级提出“为什么有些森林害虫比其他类的昆虫更容易发生大规模爆发”的问题。本书的重点是从生物体水平进行分析,包括生理学与分子生物学方面的研究。当然也包含生态学相关研究,因为从生物体水平得到的研究成果通常是生态模型的重要结论。另一个原因就是许多昆虫—植物行为或生理学方面的特征功能,只有从生态视角去看才会变得显而易见。

在其他生物学的亚学科中,研究昆虫—植物关系的学生可能会对直接问题(如何)或终极问题(为什么)感兴趣。像“昆虫如何识别它的寄主植物”“植食性昆虫如何避免被食物中的有毒物质毒到”等这些问题属于第一类。“为什么沙漠植物比牧场的植物包含更多的萜类化合物”“昆虫在何种程度上能够刺激有花植物的进化”等这些问题属于第二类。生理学家和分子生物学家最关心的是最直接的影响因素,而学习进化生物学的学生则更注重研究二者的最终原因。事实上,上述两种研究内容都是互补的,因此都被本书所采用,但许多例证并未被明确地归入其中的任何一类。

关于昆虫—植物相互作用关系的这类论题涉及范围非常广,无法在一本书中得到全面的阐述。大量的科学论文证明人们对于这一领域的关注在急速增长(图 1.4),其中包括许多在过去二三十年间出版的期刊与书籍,可用信息的总量无法被统计,更不用说去单独研究了。由于物种与物种之间的变异在行为反应和生理适应方面是多样的,因此,本书的每个章节都提供了一定数量的参考文献,对昆虫—植物关系某一特例感兴趣的读者可选择相应的期刊或书籍进行考证。

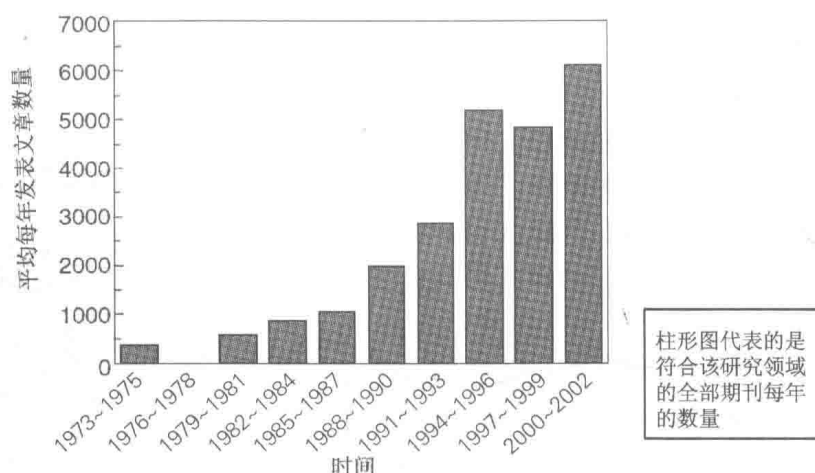


图 1.4 从 1973 年至 2002 年 7 月来自联邦农业局 (CAB) 的主要参考数据

1.5 参考文献

1. Ehrlich, P. R. and Raven, P. H. (1964). Butterflies and plants: a study in coevolution. *Evolution*, 18, 586 – 608.
2. Errera, L. (1886). Un ordre de recherche trop négligé. L'efficacité des structures défensives des plantes. *Compets Rendus des Séances de la Société Royale de Botanique Belgique*, 25, 80 – 99.
3. Kirby, W. and Spence, W. (1863). *An introduction to entomology* (7th edn). Longman, Green, Longman, Roberts & Green, London.
4. Lipke, H. and Fraenkel, G. S. (1956). Insect nutrition. *Annual Review of Entomology*, 1, 17 – 44.
5. Marquis, R. J. (2004). Herbivores rule. *Science*, 305, 619 – 21.
6. May, R. M. (1988). How many species are there on earth? *Science*, 241, 1441 – 9.
7. Pimentel, D. and Andow, D. A. (1984). Pest management and pesticide impacts. *Insect Science and its Application*, 5, 141 – 9.
8. Pimentek, D. (ed.) (1997). *Techniques for reducing pesticides: euvironmental and economic benefits*. Wiley, Chichester.
9. Verschaffelt, E. (1910). The cause determining the selection of food in some herbivorous insects. *Proceedings Royal Academy, Amsterdam*, 13, 536 – 42. (Reprinted in *Proceedings Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, 100, 362 – 68, 1997.)