

昆虫化学生态学

[美] W·J·Bell & R·T·Cardé 编

黄新培 管致和 译

徐汝梅 李兆华 管致和 校



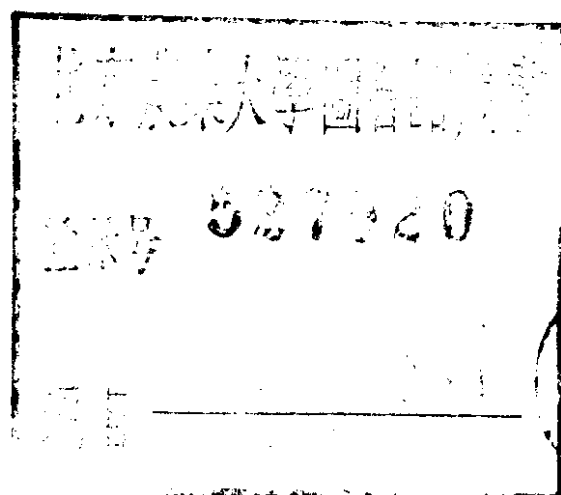
北京农业大学出版社

昆虫化学生态学

[美] W.J.Bell & R.T.Cardé 编

黄新培 管致和 译

徐汝梅 李兆华 管致和 校



北京农业大学出版社

责任编辑：吴肖菊

封面设计：雷克敬

昆虫化学生态学

〔美〕 W.J.Bell & R.T.Cardé 编

黄新培 管致和 译

徐汝梅 李兆华 管致和 校

*

北京农业大学出版社出版发行

(北京市海淀区圆明园西路2号)

北京农业大学印刷厂印刷

新华书店经销

*

850×1168毫米32开本 21.25印张 537千字

1990年6月第1版 1990年6月第1次印刷

印数：1—2000册

ISBN 7-81002-100-1/S·101

定 价： 10.60 元

序

我们将一系列有关昆虫化学生态学的章节编成此书的目的是要构划出这一门学科的主要概念。在各章节的安排上，我们注意对少数议题进行详尽探讨，而对多数议题则仅作一般讨论；这样，使本书包含了广泛的内容以覆盖这一领域，同时又使少数章节具有相当的深度。

当读者掌握了昆虫化学生态学现有知识后，我们对这一领域的理解所存在的缺陷就会一目了然了。这些缺陷——哪一章也免不了——表明化学生态学仍是一门年轻的学科，需要更进一步的研究，特别是那些可望把现今相互独立的各种要素协调起来的研究。从本书的开头就可以明显地看出，虽然我们在开始阐明感觉细胞如何工作，然而实际上对感觉信息如何被翻译为对昆虫有用的东西和如何控制昆虫行为这样的问题仍一无所知。问题的严重性还在于我们对化学物质在自然中，特别是在复杂生境中的分布特性还只是一知半解。我们一直弄不懂昆虫定向路径的意义，部分原因就在前两个问题上：即定向行为似乎有赖于化学物质的分布型，中枢神经系统对这些分布型进行转译，而运动输出的产生则有赖于中枢神经发出运动指令。

关于昆虫搜寻食物、配偶、隐蔽所和其它资源的研究表明存在这样的问题：只探索化学物质对行为的影响而忽略了其它潜在引诱因素。诚然，有需要单独弄清化学物质对昆虫行为的影响，但更进一步的研究应该掺进其它有关因素，这样才能断定昆虫纯粹依赖化学信号的程度，以及通过其它感觉途径获得的信息在昆虫寻找资源或躲避灾难等活动中的重要程度。通过那些叙述昆虫对寄主植物和

猎物的定向过程的章节看出，从刺激植食者、捕食者和拟寄生者开始进行搜索的远距离信息，到刺激这些动物停留于某一资源上所需要的近距离信息，甚至还包括昆虫与潜在资源接触并对之进行尝试后所获得的信息，都表现出有趣的相似之处。对这一过程的每一个步骤需要进行细致的研究。有一个重要概念出现于全书若干地方，即资源的形式与昆虫搜寻这些资源的行为有关。一些学者曾进一步指出，昆虫的搜索行为与这些资源的分布关系最密切。然而，本书中有关章节的作者已经调合了这一观点，并对昆虫如何借助最小的能量消耗达到自己的目的这样一个问题作了更机械论的解释。虽然我们对忌避剂和引诱剂并没有花同样多的笔墨，但还是安排两章书特别探讨了直接或间接减轻捕食作用的化学物质。潜在的猎物和寄主已经能够用化学方式显示它们的不适合性。还有一章讨论更精妙的、可以导致资源分配的化学信号，这很可能已经成了本书的主题——资源什么时候限制一个种的成功性，取决于资源的分配。有关小蠹的章节是特别复杂的：种内的和种间的化学信息联系，概括了书中出现的全部概念。如果小蠹的例子代表了概念的复杂性，那么由社会性膜翅目昆虫产生并用作联系信号的化学物质就算是最完整的一类了。社会性生活的演化似乎形成了一个化学语言系统，该系统相当于高等脊椎动物的视觉和听觉的完整体系。

本书一些作者涉及了一个重要议题，即如何搞出一套适用于化学生态学的术语名称。除少数例外，比较一致的意见看来是发展更实用的、与功能有联系的术语，而不是那些经典式的希腊词干或目的论术语。如果这一意见被广泛接受，将会给各研究者之间的相互联系带来方便。没有任何东西比目的论、含义不清、非机械论、非概率论和不易拼写的术语更有碍于本领域的进展了。

最后，化学生态学作为一门学科，不应该使自己与视觉生态学和听觉生态学隔离开来。已经有人认为后两种感觉方式是人为的分法，所以危险恰恰在于，正在发展着的化学生态学领域有可能会使

通过视觉和听觉感受的、对昆虫有用的大量信息被忽视或掩盖。从事化学生态学研究的学者需要与相关学科的研究者携手并进，以便最大限度地从他们的发现中得到有助于昆虫化学生态学发展的启示。

William J. Bell, Ring T. Cardé

作者名录

Anne L. Averill, *Department of Entomology, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts 01003, USA.*

Thomas C. Baker, *Department of Entomology, University of California, Riverside, California 92521, USA.*

William J. Bell, *Department of Entomology and Department of Physiology & Cell Biology, University of Kansas, Lawrence, Kansas 66045, USA.*

M.C. Birch, *Department of Zoology, Oxford University, South Parks Road, Oxford OX 13 PS UK.*

S. Bradleigh Vinson, *Department of Entomology, Texas A & M University, College Station, Texas 77843, USA.*

J. W. S. Bradshaw, *Chemical Entomology Unit, Department of Biology, The University, Southampton, UK.*

Ring T. Cardé, *Department of Entomology, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts 01003, USA.*

Richard M. Duffield, *Department of Zoology,*

Howard University, Washington, DC 20059, USA.
George C. Eickwort, *Department of Entomology,*
Cornell University, Ithaca, New York 14850,
USA.

Joseph S. Elkinton, *Department of Entomology,*
University of Massachusetts, Amherst, Massa-
chusetts 01003, USA.

P.E. Howse, *Chemical Entomology Unit, Department*
of Biology, The University, Southampton, UK.

James E. Huheey, *Department of Chemistry, Uni-*
versity of Maryland, College Park, Maryland
20742, USA.

James R. Miller, *Department of Entomology and*
Pesticide Research Center, Michigan State Uni-
versity, East Lansing, Michigan 48824, USA.

Hanna Mustaparta, *University of Trondheim, Zo-*
ological Institute, Rosenborg, 7000 Trondheim,
Norway.

L.R. Nault, *Department of Entomology, Ohio Agri-*
cultural Research and Department Center, Wo-
oster, Ohio 44691, USA.

P.L. Phelan, *Department of Entomology, Univer-*
sity of California, Riverside, California 92521,
USA.

Ronald J. Prokopy, *Department of Entomology,*
University of Massachusetts, Amherst, Massa-
chusetts 01003, USA.

Bernard D. Roitberg, *Department of Entomology,*

University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts 01003, USA.

J. Mark Scriber, *Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin 53706, USA.*

Erich Städler, *Swiss Federal Research Station for Fruit-Growing, Viticulture and Horticulture, CH-8820 Wädenswil, Switzerland.*

Karen L. Strickler, *Department of Entomology and Pesticide Research Center, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824, USA.*

James W. Wheeler, *Department of Chemistry, Howard University, Washington, DC 20059, USA.*

内 容 简 介

本书作者是美国 W.J.Bell 和 R.T.Cardé。它是世界上第一本昆虫的化学生态学，是昆虫神经及感觉生理与生态学的交叉学科。全书共分：感觉机制（2 章）、气味扩散和化学定向机制（3 章）、植物—植食性昆虫的关系（2 章）、捕食者、寄生物和猎物（1 章）、化学保护（2 章）、化学媒介支配的空间分布（3 章）、社会性化学物质（3 章）等 7 部分总共 16 章。本书的特点是基础与应用并重，阐明了许多不为人们了解的昆虫特殊行为的机制；介绍了不少研究方法和评价了前人研究中的一些问题；每章的文献很多，为读者提供了大量信息。可供植保、化学、环保等领域的师生及研究人员阅读，可作为化学生态学的基本教材。

目 录

感 受 机 制

第一章 接触化学感受

Erich Städler

1.1 导 言	3
1.2 感受器的形态学	5
1.3 研究方法	8
1.3.1 去除感受器官	8
1.3.2 电生理学	8
1.4 生理学	12
1.4.1 感觉生理学概说	12
1.4.2 对环境化学物质的接触化学感受	13
1.5 感觉编码——中心处理	27
1.6 接触化学感受的演化	31

第二章 嗅 觉

Hanna Mustaparta

2.1 导 言	43
2.2 形态学	45
2.2.1 触角和嗅觉感器	47
2.2.2 触角神经叶	51
2.3 电生理学	53
2.3.1 技 术	53
2.3.2 感受细胞的反应	56

2.3.3 触角神经叶的反应.....	74
2.4 结束语.....	77

气味扩散和化学定向机制

第三章 气味扩散

Joseph S. Elkinton 和 Ring T. Cardé

3.1 导 言.....	89
3.2 静息空气中的扩散.....	91
3.3 运动空气中的扩散.....	92
3.3.1 Sutton 模型	92
3.3.2 Gaussian 股流模型.....	95
3.3.3 瞬时与时间平均扩散模型.....	98
3.4 风速和气温对扩散的影 响.....	103
3.4.1 风 速	103
3.4.2 气 温	105
3.5 气味的沉积和垂直分布	105
3.6 结 论.....	108

第四章 步行昆虫的化学定向

William J. Bell

4.1 导 言	112
4.2 定向机制的类别	112
4.2.1 有用的信息	114
4.2.2 信息加工	115
4.2.3 运动输出形式	115
4.2.4 制导系统	116
4.3 依赖内部贮存信息的间接化学定向	116
4.4 以辅助性感觉形式为基础的间接化学定向	122

4.5 直接化学定向	125
4.6 结 论	128

第五章 飞行昆虫的化学定向

Ring T.Cardé

5.1 导 言	132
5.2 气流中的定向	133
5.2.1 觅食策略	133
5.2.2 视动反应	134
5.2.3 向风趋风性	135
5.2.4 视动信号和外激素流量对飞行速度的调节	140
5.2.5 刺激物的精细分布	141
5.2.6 失去信号后的策略	142
5.3 在静息空气中的定向	143
5.3.1 刺激物的扩散形式	143
5.3.2 在静息空气中的定向机制	143
5.4 结 论	145

植物—植食性昆虫的关系

第六章 昆虫对寄主植物的发现和接受

James R. Miller 和 Karen L. Strickler

6.1 导 言	151
6.2 基本概念及定义	152
6.2.1 特异周缘敏感性和特异中枢神经系统	
反应性的意义	152
6.2.2 昆虫对寄主的发现及接受过程概说	154
6.2.3 术语剖析	156
6.2.4 发 现 (finding)	157

6.2.5 鉴 别 (examining)	159
6.2.6 利 用 (consuming)	160
6.2.7 偏 爱 (preferring)、选择 (selecting) 和 接 受 (accepting) 的 区 别	160
6.3 在对寄主植物的发现和接受过程中什么时候及 为什么利用化学 物质	162
6.3.1 多重感觉道作用的 例证	162
6.3.2 采用不同感觉形式的相 对 优 缺 点	165
6.4 化学因素在发现和接受寄主植物中的 作用 示例	167
6.4.1 发 现	167
6.4.2 鉴 别 和 利 用	172
6.5 生态学 讨 论	178
6.5.1 适宜性 (suitability) 与可觅性 (findability) 的相互 关 系	178
6.5.2 斑块型环境中的 搜索行为	180
6.5.3 说 明	182
6.6 摘要 及 结 论	183

第七章 寄主植物的适宜性

J. Mark Scriber

7.1 导 言	191
7.2 寄主植物的 适 宜 性	192
7.2.1 氮	192
7.2.2 叶含 水 量	198
7.2.3 它感 化 合 物	201
7.2.4 以叶片水/氮“指标”为基础的 植物适宜性 “生理效率”模 型	210
7.3 生理效率模型的应用：对取食专化性 假说的解释	227
7.3.1 香芹黑凤蝶的食 料植物	229

7.3.2 虎凤蝶 (<i>Papilio glaucus</i>) 与 美国鹅掌楸 (tulip trees)	230
7.4 摘 要	241

捕食者、寄生物和猎物

第八章 拟寄生物与寄主的关系

S. Bradleigh Vinson

8.1 导 言	255
8.2 寄主 选 择过程	257
8.2.1 对栖境的 偏 爱性	258
8.2.2 对潜在寄主群 落 的定位	258
8.2.3 对寄主 的 定位	260
8.2.4 对寄主 的 检 验	261
8.2.5 产卵器 的 刺 探	262
8.2.6 产卵器 的 钻入	262
8.2.7 在寄主 上 产 卵	262
8.3 与拟寄生物行为有关的化学 物 质来源	262
8.3.1 利 它 信 息 素	263
8.3.2 协同 信 息 素	264
8.3.3 它 感 化 合 物	264
8.3.4 非气 信 息 素	264
8.4 化学—物理因素的 相 互 作用	265
8.5 寄主 偏 爱 性	265
8.6 对寄主 的 鉴别 (标记外激 素 和夸耀外激 素)	266
8.7 条件作用或联系性 学 习	268
8.8 搜索 策 略	269
8.9 寄主 的 逃 避 及 防 卫	272

8.10 拟寄生关系的发展和寄主适宜性.....	273
8.10.1 竞 争.....	274
8.10.2 营养适宜性.....	275
8.10.3 寄主食物选择.....	276
8.10.4 寄主免疫力.....	277
8.10.5 寄主内分泌平衡.....	278
8.10.6 对寄主的调控.....	279
8.10.7 成虫的产卵.....	280
8.10.8 卵和幼虫.....	281
8.11 结 论.....	281

化 学 保 护

第九章 前社会性昆虫的告警外激素和社会性

L.R.Nault 和 P. L.Phelan

9.1 导 言	295
9.2 蚜 虫 (蚜科 Aphididae)	295
9.2.1 蚜虫的群集	295
9.2.2 蚜虫防卫机制	298
9.2.3 蚜虫告警外激素	302
9.3 角 蝉 (角蝉科Membracidae)	307
9.4 半翅目	311
9.5 结 论	313

第十章 警戒色与拟态

James E.Huheey

10.1 导 言	321
10.2 警戒色与捕食者学习	322
10.2.1 色觉和色素沉积	322

10.2.2	拒食剂的化学	323
10.2.3	毒性与不可口性	325
10.2.4	警戒性昆虫的其它特性	329
10.2.5	对警戒性蝶类的捕食作用	330
10.2.6	自我毒性及其防止	330
10.3	缪氏拟态	333
10.4	贝氏拟态	334
10.4.1	普累克西普斑蝶(<i>Danaus plexippus</i>)与副王 蛱蝶(<i>Limenitis archippus archippus</i>)	336
10.4.2	可口性范围	338
10.4.3	贝氏拟态者的频率	339
10.4.4	贝氏拟态的试验检验	341
10.4.5	非蝶类贝氏拟态系统	342
10.5	关于贝氏和缪氏拟态系统的问题	344
10.5.1	拟态系统的数学模型	345
10.5.2	可能存在贝氏—缪氏拟态的中间型吗?	348
10.6	拟态相似性类型	353
10.6.1	听觉拟态	353
10.6.2	嗅觉或气味拟态	353
10.6.3	行为拟态	354
10.6.4	进攻性化学拟态	358
10.7	拟态系统的演化方式	358
10.7.1	缪氏拟态的演化	360
10.7.2	贝氏拟态的演化	361
10.7.3	平衡的多型性	362
10.8	昆虫拟态学难题及其可能解决 办法展望	363