

昆虫性外激素

〔美〕 马丁·雅各布森 著

科学出版社

昆虫性外激素

〔美〕马丁·雅各布森 著

南京林产工业学院林学系

昆虫激素研究组译

科学出版社

1978

内 容 简 介

本书全面介绍了近二十年来国外在昆虫性外激素研究中的成果和性外激素作为无公害农药在虫害防治中的使用情况。内容包括四个方面:一,性外激素的存在和产生(第二、三、四、五、八、九章);二,昆虫对性外激素的感觉和反应(第六、七章);三,性外激素的分离、鉴定和合成(第十、十一章);四,性外激素在昆虫测报和防治上的应用(第十二、十三章)。各章按虫种分别叙述,并着重介绍了有关的方法和技术。本书可供昆虫工作者、植物保护工作者、农业化学工作者以及广大农林业工作者参考。


Martin Jacobson

INSECT SEX PHEROMONES

Academic Press 1972

*

昆 虫 性 外 激 素

【美】马丁·雅各布森 著

南京林产工业学院林学系

昆虫激素研究组译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

上海商务印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1978年10月 第一版 开本: 787×1092 1/32

1978年10月第一次印刷 印张: 13 3/4

印数: 0001—11,630 字数: 314,000

统一书号: 13031·816

本社书号: 1164·13—7

定 价: 1.70 元

序

这本参考书的第一版“昆虫性引诱剂”是1965年由Wiley书店(中间科学)出版的。至今这本书仍然是这类题目中的唯一的一本。但是从1965年以来,在这个领域内取得了惊人进步和增添了大量出版物,昆虫性外激素的研究出现了一个热潮,因此,在这次的增订本中,整个内容的更新成为势在必行。

我在以前的序I中谈到,“我真诚地希望本书能起到一个刺激的作用,促使在这个令人神往的领域中取得更大的发现”。今天,已证明有性外激素存在的虫种数(超过1965年已知数目的一倍)和性外激素已被鉴定的虫种数(目前的37种和1965年的3种相比)的空前增加,以及在这个领域中文献的大量涌现(目前的1400篇左右和1965年的425篇相比),说明了我这个愿望已被实现。

因为发现许多性外激素是性兴奋性的而不是引诱性的,提醒了我在本版的书名中用更正确和更有包括性的名词“外激素”去代替“引诱剂”这个名词。不仅全部原有各章已经作了扩充和修订,还加进了一章有关试验方法和反应的新章节。本书作为一种世界性文献的扩大评述,对于研究工作以及经济昆虫学家、昆虫生理学家、化学家和生态学家一定是极有价值的。

本书所用图片和其它说明,都已得到版权所有者的惠然允许,并已分别指明其来源。所有列出的参考文献都经过直接查阅。在原稿完成后出版的或才被注意到的那些文献都作了增补,使本书能包罗在出版之前几个月所发表的文献。

我感谢华盛顿国立博物馆的一些昆虫分类学专家们为我
核对了许多虫名。

马丁·雅各布森

目 录

序	v
第一章 绪论	1
第二章 雌虫产生的性外激素	4
蜉蝣目	4
直翅目	4
半翅目	7
同翅亚目	8
双翅目	9
等翅目	12
脉翅目	13
蚤目	13
鞘翅目	13
膜翅目	22
鳞翅目	32
第三章 雄虫产生的性外激素	67
蜉蝣目	67
直翅目	67
半翅目	68
毛翅目	69
鞘翅目	69
膜翅目	73
双翅目	75
鳞翅目	77
长翅目	85

第四章 一种性别所产生的外激素(会集或群集气味)能	
诱到两种性别	87
直翅目	87
半翅目	88
鞘翅目	88
第五章 产生腺体的解剖和生理	97
雌虫	97
直翅目	97
鳞翅目	98
鞘翅目	108
半翅目(同翅亚目)	111
膜翅目	111
双翅目	111
雄虫	111
直翅目	111
鳞翅目	112
鞘翅目	117
半翅目(异翅亚目)	118
双翅目	119
长翅目	120
第六章 感觉引诱剂的机理	121
第七章 性外激素的反应	145
行为反应	145
蜉蝣目	145
直翅目	146
半翅目	148
双翅目	151
鞘翅目	152
膜翅目	158
鳞翅目	158

电生理反应	170
第八章 虫龄对性外激素的产生和反应的影响	175
直翅目	175
半翅目(异翅亚目)	175
半翅目(同翅亚目)	175
鳞翅目	176
鞘翅目	180
膜翅目	181
脉翅目	182
双翅目	182
第九章 一天中不同时间内对性外激素产生	
和交配的影响	183
直翅目	183
鳞翅目	183
鞘翅目	188
膜翅目	188
双翅目	188
第十章 性外激素的收集、分离和鉴定	189
收集	189
分离	189
鉴定	190
蜉蝣目	191
直翅目	191
半翅目	195
鳞翅目	197
鞘翅目	225
膜翅目	239
双翅目	241
第十一章 性外激素的合成	244

第十二章 性引诱剂用于昆虫测报	285
第十三章 性外激素用于昆虫防治	327
文献	345
索引	412

第一章 绪 论

昆虫之所以能在充满敌意的环境中存身，是因为它们已经发展了惊人的适应性或能力，其中之一是对气味的高度特化的感觉。由于许多昆虫依靠它们的对气味的感觉而生存，所以通常能用某种化学物质将它们诱入诱捕器来进行虫情测报，诱入毒剂来将它们消灭，或者诱入某种物质使它们不能进行可育性交配^[599]。

引诱剂可以分为性引诱剂、食物引诱剂或产卵引诱剂。引诱剂的类型是根据昆虫的行为来推断的，其界限常常并不明确。一种化学物质如果能够招引昆虫，随即昆虫就装出交配的姿势或者试图和化学物质或放上化学物质的物体交配，这种化学物质可能是一种性引诱剂。这个定义就排除了若干只引诱一个性别但不激起性反应的物质（主要是食物引诱剂）。性引诱剂（通常是由雌虫释放去引诱雄虫）是交配时两性相互寻找过程中的重要（如果不是“必要”的话）纽带。虽然雌虫释放的气味一般是用来引诱远距离处的雄虫，但还可以作为交配前雄虫的性兴奋剂和唤起雄虫的求偶反应。雄虫释放的性气味主要是为了激发雌虫的性欲，使它们更易接受雄虫的追求（催情剂）。但是，已经知道在有些虫种中，雄虫能产生对雌虫的远距离引诱剂。

这些化学信使称为“会集气味”（assembling scents）^[663]和“性外激素”（sex pheromones）[来自希腊语 pherein（移转）和 horman（兴奋，刺激）^[647]]。外激素（pheromone）这个名词，由于有语源学上的错误曾受到 Kirschenblatt^[670]的非难，因

为这个名词没有表示出它的正确语源。Kirschenblatt^[674, 675] 早先提出过“telergones”这个名词[根据希腊语 tele(在远处)和 ergon(作用)], 去称呼被动物分泌到周围环境中去影响其它有机体的所有在生物学上有活性的物质(“这些物质是外分泌的产物, 主要在它们的重要性上和激素不同, 激素在产生它们的有机体的内部发挥其生理作用”)^[674]。Micklem^[787] 引用了对“pheromone”这个名词的上述异议, 提出将它改为“pherormone”。在回答 Micklem 时, Karlson 和 Lüscher^[649] 对他们所定的名词提供了一个新的语源学解释, 说把字尾“mone”看作是用于“hormones”(激素)、“gamones”(配素)和“termones”(性素)等科学名词的一个适当的接尾辞。“pheromone”这个名词目前已普遍使用并已被广泛接受去包括那些被动物所分泌去影响同种其它动物行为的物质^[1263]。Brown 等^[213]最近提出“allomone”这个名词去包括那些由一种生物所产生能唤起另一种生物的行为或生理反应的物质, “Kairomone”这个名词作为有利于接受者而不是产生者的跨物种化学信使。

昆虫之外能产生性外激素的生物, 已被确凿证实的有下列物种: 藻类^[805, 878], 线虫^[484, 485], 蜘蛛^[532], 甲壳类^[77, 323, 679, 1011], 鱼^[1187]以及哺乳动物诸如狗^[354], 牛^[354], 鹿^[810], 小鼠^[158, 1120], 大鼠^[814]和灵长类^[321, 784~786, 1237]。实际上, 性外激素可能也在人类的求爱和生殖中发挥作用^{[60, 306, 1177a]*}。Whitten^[1263], Michael 和 Keverne^[784], Bruce^[214, 215] 和 Ralls^[906]等人对这个题目作了卓越的评述。

关于昆虫外激素这个题目的各个不同方面的一般性评述可以在下列文献中找到: 112, 144—146, 151—154, 229, 244, 247, 305, 375, 375a, 422, 468, 479, 501, 521, 525,

* 用动物的生理现象来解释人类的活动, 这是完全错误的。——译者

529, 530, 545, 550, 574, 587, 594, 596, 599, 601, 636a, 639, 644, 669, 695, 700, 707, 713, 789, 807, 907, 932, 978, 979, 1092, 1156, 1188, 1254, 1268, 1272 和 1292。昆虫性外激素的简短评述可以在下列文献中找到: 64, 78, 150, 192, 249, 316, 544, 590, 646, 650, 699, 738, 756, 797, 798, 811, 817 和 850。各种不同蛾类和蝶类的会集已为 Poulton(883)所评述。

在文献 37, 122, 128, 230, 592, 645, 703, 716, 812, 831a, 900(140 篇文献), 916, 1112 和 1131 中的评述主要涉及昆虫性外激素的化学; 文献 1079 涉及它们的特异性(或不具特异性), 文献 249, 254, 440, 449 和 1269 是专门讨论蜜蜂外激素的。鳞翅目中的性外激素主要在文献 540, 606 和 757 中评述, 鞘翅目中的性外激素在文献 78, 223, 774, 997, 1100, 1133a, 1026 和 1286 中讨论。

第二章 雌虫产生的性外激素

早在1837年, von Siebold (1897) 就认出开口于某些虫种雌虫阴道中的一对附属物(有时是着色的)可能起着一种引诱雄虫的作用。他猜测雌性昆虫散发的气味或许起着引诱雄虫的作用, 而雄虫散发的气味可能被用来作为交配中的一种刺激物(催情剂)。

蜉蝣目

Amblyomma americanum (L.), (美国钝银蜉)

Amblyomma maculatum Koch, (海岸钝银蜉)

Dermacentor variabilis (Say), (美国狗蜉)

这些种的雌蜉产生一种能引诱本种雄蜉的外激素。雄蜉仅仅在到达成熟状态(由取食开始的)后才能产生反应^[138]。

Panonychus ulmi (Koch), (欧洲红螨)

雄螨有环绕不活动的雌性第二若虫聚集的倾向, 等候后者羽化^[899]。

Tetranychus urticae Koch, (二点螨)

不活动的第二若虫强烈地引诱雄螨, 一直保持到雌性成虫的羽化, 那时就发生交配。雄螨还被第二若虫的乙醚提取物所引诱^[307, 308]。

直翅目

Blaberus craniifer (Burmeister), (蜚蠊)

未交配雌虫产生一种挥发性的性外激素, 能引诱雄虫和



北林图 A00114425

引起雄虫的触角... 雌虫方向移动^[107]。这种外激素还具有种间的效应，能引起 *Blaberus giganteus* 和 *Byrsotria fumigata* 雄虫的求偶行为。

Blaberus giganteus L., (蜚蠊)

未交配雌虫产生一种使雄虫产生求偶行为的挥发性引诱剂^[107]。

Blatta orientalis L., (东方蜚蠊)

雌虫体表似乎具有一种非挥发性的性外激素，这种物质能帮助性别的辨认和引起雄虫的求偶行为。雄虫的举翅表现不如 *Periplaneta americana* 雄虫的那样复杂和多变^[114]。

Blattella germanica L., (德国蜚蠊)

未交配的雌虫产生一种只对雄虫有引诱力的物质。对 *Blatta orientalis* 和 *Shelfordella tartara* 的雄虫没有引诱力^[1237]。

Byrsotria fumigata (Guérin), (蜚蠊)

未交配的雌虫产生一种挥发性的性引诱剂，使雄虫能在一个相当远的距离发觉它们，并且引起雄虫的警觉、触角波动和翅的“抽动” (pumping)^[106, 107, 110, 981]。发现若干雌雄嵌体产生雌虫性外激素^[116]。

Leucophaea maderae (F.), (马得拉角腹蜚蠊)

Smyth^[1117] 自称已从雌虫中收集到一种挥发性物质，这种物质能增加雄虫求偶的次数。

Mantis religiosa (L.), (螳螂)

笼关的未交配雌虫在上午 8:30 到下午 1:00 之间能从远到 100 米的距离内引诱大量雄虫^[658]。

Nauphoeta cinerea (Olivier), (角腹蜚蠊)

性外激素如果存在的话似乎是一种在雌虫体表的非挥发性物质。雄虫的兴奋表现(举翅)很容易被诱出，甚至能被没

有接受力的雌虫诱出^[107]。

Periplaneta americana (L.), (美洲蜚蠊)

雌虫散发一种有气味的引诱物以引诱雄虫。这种物质能粘在与雌虫接触过的纸上或其它物料上^[985]。未交配雌虫和在它们前暴露过的滤纸,能引起雄虫的警觉、触角动摇、寻找活动和强有力的扑翅^[107, 985]。

举翅表现在雄虫群中引起这种反应比在单独的雄虫中容易得多,在 Wharton 等^[1258, 1259]发明的一种生测方法中被用来作为反应的唯一标准。但是 Jacobson 和 Beroza^[600]指出,若干有机化合物,包括几种对雄虫有驱拒作用的(如醋酸戊酯),也能引起举翅,因此,一个正确的生测标准必须是强烈的兴奋、举翅和试图互相交配等反应的结合。这种昆虫的交配冲动是如此的厉害,雄虫在实验室中饥饿4个星期后,再让它们在雌虫性外激素和食物之间进行选择,直到它们接近死亡,它们对性外激素的反应始终不变^[764]。

性引诱剂主要是由未交配雌虫所产生,交配过的雌虫有时也能产生。若虫通常不产生引诱剂,一头新羽化的雌虫最初几乎不产生这种物质。在这个不产生期中,雌虫不引诱雄虫,并且不发生交配。羽化后的第二星期达到最高产量。二氧化碳麻醉和手工操作稍微减少引诱剂的产生^[1260]。在交配后的18小时内引诱剂的合成急剧下降,这说明了交配过的雌虫有时也能产生引诱物质的现象。

雌虫的性外激素在引起 *Periplaneta* 属其它虫种的雄虫和 *Blatta orientalis* 雄虫的求偶行为中是有效的,但在 *Eurycotis floridana*, *Leucophaea maderae*, 或 *Nauphoeta cinerea* 中则无效^[107]。*Periplaneta* 属其它虫种的性外激素在属内似乎也有种间的效应^[114, 980]。

Periplaneta australasiae (Fabr.), (大洋洲蜚蠊)

Periplaneta brunnea (Burmeister), (蜚蠊)

这两个虫种的雌虫产生能引诱雄虫和激起雄虫性兴奋的外激素。将雌虫爬过的滤纸暴露在雄虫前能引出同样的行为^[107, 114]。

Periplaneta fuliginosa (Serville), (蜚蠊)

未交配雌虫显然产生一种化学物质, 它在雄虫中起着求偶行为诱发者的作用, 但这是尚未证实的^[107, 114]。

半翅目

Dysdercus cingulatus Fabr., (红棉扁蝽)

将一个盛有未交配雌虫的纸盒(打有小孔)放在距离一群雄虫 15 英寸远的地方。雄虫很快地被诱向纸盒, 并且振动翅膀和竖起触角。未放雌虫的一个同样纸盒就不引诱雄虫, 但是一个在 5 天前曾拘禁过一头雌虫的纸盒仍然起着引诱剂的作用^[837]。

Lygus hesperus Knight, (盲蝽)

在野外诱捕器内的未交配雌虫引诱雄虫。交配只在几天内减低雌虫的引诱力^[1153]。

Lygus lineolaris (Palisot de Beauvois), (盲蝽)

用野外收集的雌虫作诱饵的诱捕器对野外的雄虫具有引诱力^[1020]。

Rhodnius prolixus (Stal.), (长红蜡蝽)

交配中的雌雄虫所产生的一种挥发性的物质, 而不是分别地被雌虫或雄虫所产生的, 能引起雄虫的性激动。在没有雌虫时, 激动的雄虫试图同其它的雄虫交配。取食是外激素产生的先决条件; 只有在吸一次血后雄虫和雌虫才交配, 饥饿的雄虫对外激素没有反应。只有在完全黑暗中雄虫才能被激动^[881]。

同翅亚目

Aonidiella aurantii (Maskell), (加州红蚧)

性成熟的未交配雌虫, 以及它们捣碎的身体, 在雄虫羽化后的几分钟内对雄虫有引诱力。外激素继续存在雌虫中, 雌虫能够控制其释放^[1018, 1173]。受精以后 24 小时内雌虫变为没有引诱力^[1175]。在实验室中饲养在马铃薯上的雌虫, 和饲养在柠檬上的有同样的引诱力, 但是它们成熟得较慢^[9301]。一个实验室品系的雄虫和一个在加利福尼亚州科罗那从柠檬上收集来的本地品系的雄虫, 对实验室品系未交配雌虫的外激素提取物表现了相同程度的交配反应。自由飞行的实验室品系雄虫, 对本地品系未交配雌虫比对实验室品系未交配雌虫产生更强的反应, 但它们对外激素提取物甚至反应更大^[1172]。

Matsucoccus resinosae Bean and Godwin, (松绵介壳虫)

在大型飞行室中的雄虫被强烈地诱向关在筛网笼中的未交配雌虫并试图和筛网交配, 在没有雌虫时紫外光对雄虫有引诱力。培养皿中的未交配雌虫在虫体的后部吐出少量丝状的柔毛。当除下时, 柔毛对雄虫有很强的引诱力, 并且它们试图与之交配。雄虫还企图和雌虫曾在上面停留过夜的滤纸交配^[1350]。

Myzus persicae (Sulzer), (桃蚜)

虽然已经猜疑雌虫能产生性外激素, 但不能利用嗅觉测定器和用活雄虫、雌虫或其提取物作诱饵的野外诱捕器来证实。雄虫往往聚集在交配虫对的周围。可以推断, 雌虫能够产生一种性外激素(但不是引起雄虫交配行为所必需的), 以及群集反应有助于蚜虫的聚集^[1100]。

Planococcus citri (Risso), (柑桔粉蚧)