

(Q-3644.01)



昆虫资源学理论与实践

www.sciencep.com

ISBN 978-7-03-046566-5



农林与生命科学分社
联系电话: 010-64034871
E-mail: bio@mail.sciencep.com

定 价: 55.00 元

昆虫资源学理论与实践

The Theory and Practice of Insect
Resources

雷朝亮 著



中央高校基本科研业务专项资金资助项目

科学出版社
北京

内 容 简 介

作者经过 30 多年的理论探索和实践研究,界定了昆虫资源与资源昆虫的区别,建立了昆虫学新的分支学科——昆虫资源学,并完善了昆虫资源学的理论基础和分支学科体系。本书以家蝇为材料,系统研究了家蝇生物学和生态学特性、人工大量饲养技术、产品研发及其综合利用,对昆虫资源的研究与利用具有重要的参考价值。

本书可供高等学校和科研院所从事农业、植物保护、昆虫学研究的教师及学生参考,也可供基层植物保护技术人员及农民专业养殖户参考。

图书在版编目(CIP)数据

昆虫资源学理论与实践 / 雷朝亮著. —北京: 科学出版社, 2015.12

ISBN 978-7-03-046566-5

I. ①昆… II. ①雷… III. ①动物资源-昆虫学-研究 IV. ①Q969.97

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 288526 号

责任编辑: 丛楠文茜 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 赵博 / 封面设计: 铭轩堂

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 12 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2015 年 12 月第一次印刷 印张: 17 彩插: 1

字数: 318 000

定价: 55.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

领导及专家题词

(按题词时间排序)

沈雁冰同志著作出版公司

沈雁冰同志著作出版公司

沈雁冰同志著作出版公司

沈雁冰

沈雁冰同志著作出版公司

大有希望的工程蠅
事业 钱运录
一九九七年十一月三十日

题赠湖北省炎黄文化研究会开发工程

凝聚生物科技之精华

一九九八年元月

程思远

贈蒼龍公司

變害為宝造福人類

齊祝平

一九八八年三月四日

加强昆虫资源理论研
究，合理开发利用昆虫
资源

张端品
十九年
十月

华中农业大学

昆虫资源研究所

陈耀邦

一九九九年
十月十日

前言

20 世纪 70 年代初，我的两位老师宗良炳教授和钟昌珍教授把我引入昆虫世界。回忆童年时代，我特别喜欢捉蜻蜓和蝴蝶，戏耍天牛、金龟子和萤火虫，但真正要我以研究昆虫为终生职业时，我突然对昆虫感到陌生和惧怕。因为我不知道要研究什么？作为一门科学，它的内涵是什么？1973 年，我在湖北当阳县病虫测报站实习了三个月，每天早上去收黑光灯下的毒瓶，然后带回办公室，将毒瓶中的昆虫倒入瓷盘，开始鉴定昆虫的种类并计数。那时候的鉴定完全是看图识字，对照几本工具书来判断，我居然能认识灯下 800 多种昆虫。70 年代后期，我跟随两位老师研究湖北省农作物主要害虫及天敌，鉴定来自湖北省各地不同作物上的害虫与天敌；大约有三年时间几乎每天有 8 小时都是以双目扩大镜为伴，虽然枯燥乏味，十分辛苦，但使我打下了昆虫形态学、分类学及害虫生物防治等分支学科扎实的功底。从 80 年代初，我才开始系统学习普通昆虫学理论，并陆续领略周尧、管致和、杨集昆等昆虫大家的风范，也让我对昆虫世界有了基本的了解，真正感悟到昆虫与其他生物的差别。

1) 昆虫是生物界种类最多的类群

昆虫是世界上种类最多的生物类群，目前全球已知种类已超过 100 万种。事实上，要知道昆虫确切种类数量是很困难的，因为昆虫的新种每天都在不断被发现；估计全世界每年发表新种在 1 万种以上。因此有人估计，栖息在地球上的昆虫种类可能达到 200 万~1000 万种。如此丰富的种类，能够满足人类各种不同的需求。

2) 昆虫是生物界生物量最大的生物类群

还要注意的是，昆虫种类的个体数量也是十分惊人的。1 个蚂蚁群体可多达 50 多万头个体；小麦吸浆虫种群暴发年代，每 667m² 的面积有 2592 万头之多；1 棵树可拥有 10 多万头蚜虫；在阔叶林里每平方米的土壤中可存在 10 万头弹尾纲昆虫。如此小的空间竟能容纳这么大量的昆虫，如此少的资源竟能供养如此众多的昆虫，不得不让人感叹昆虫世界之奇妙。

3) 昆虫生境复杂，行为奇特多样

昆虫分布范围之广，也是其他生物无可比拟的，其分布遍及整个地球，从高空到陆地，从赤道到两极，从海洋、河流、湖泊到沙漠戈壁，从高山之巅到平原深层土中，从户外到户内，地球上的所有角落几乎都有昆虫栖息。有的昆虫生活在地面植物上，有的生活在土壤中，甚至地下十几米深的石油层中，有些生活在

植物体内、动物尸体、植物残体和动物排泄物中，还有些能寄生在人和动物体内或体表。从食性上看，有的昆虫为植食性，有的昆虫为肉食性，而另外一些昆虫则为腐食性。蝴蝶、蛾类及膜翅目的蜂类昆虫喜欢取食花蜜，成为众多植物的传粉授粉者；蝇类幼虫和甲虫幼虫喜欢取食腐败的有机物，成为有机废弃物最好的转化者，达尔文不得不感叹“如果没有昆虫，这个世界将被动物粪便和尸体占领”。

4) 昆虫具有惊人的繁殖力

大多数昆虫都具有惊人的繁殖能力，加之体形小、发育速度快，两者构成了昆虫极高的繁殖率。例如，大多数鳞翅目蛾类平均单雌产卵数百粒至数千粒，1年可发生多代；蚜虫一般5~7天即可发育1代，1年可完成20~30代；有人估算过，1对苍蝇，4~8月的5个月中，如果它们后代100%存活的话，将会有 $19\,111 \times 10^{16}$ 个后代。我国著名昆虫学家朱弘复教授也曾估算过，1头孤雌胎生的棉蚜，在6~11月的150天中所产生的后代是上述苍蝇的3.5倍，别看蚜虫个体小（仅有1mm²），但平铺起来是地球面积的1.3倍，是中国面积的60倍。

昆虫的这些特点，深深印记在我的脑海，当大多数昆虫学者把目光投到害虫防治研究的时候，我却在思索另外一个问题，即如何利用昆虫？我喜欢上了资源昆虫这一分支学科。在两位老师的支持下，我只身前往北京学习家蝇饲养，并引种回武汉，在高校率先养起家蝇，一干就是30多年。在研究家蝇中，我提出两大预言：一是人类未来的蛋白质来源一定是依靠工厂化生产昆虫；二是昆虫是解决人类有机废弃物的最佳途径。这些观点虽然已被越来越多的国内外学者所接受，但要成为中国官方的行动还有很长的路要走。

从20世纪80年代后期开始，我认真研读了国内几本相关的资源昆虫著作和教科书，感觉到资源昆虫作为昆虫学的一个分支学科存在的不合理性，因其缺乏一个科学、严谨的定义，没有理论基础作支撑，没有完善的体系。经过多年的研究和慎重的思考，我认为资源昆虫学更改为昆虫资源学更为科学。1995~1998年，我陆续提出了“昆虫资源”与“资源昆虫”的定义，以及昆虫资源学的研究范畴及理论基础，得到德高望重的昆虫学家庞雄飞院士的支持，他把我的“试论昆虫资源学的理论基础”拙作发表在他主编的《昆虫天敌》杂志上，这是对我莫大的鼓舞和支持，更加坚定了我建立新的昆虫资源学分支学科的信心和决心。

家蝇（*Musca domestica* Linnaeus）并非传统意义上的资源昆虫，而是一种“十恶不赦”的大害虫，它与人类的接触最密切，传播多种疾病，在中国预防医学上被列为“四害”之首。

家蝇有两个亚种即北方亚种（*M. domestica domestica*）和南方亚种（*M. domestica vicina*），是世界各地最常见和经常入侵室内的蝇种。

在确定了昆虫资源学的理论体系和利用原则之后，我思考最多的是选择一种什么样的昆虫作为研究的突破口？

1) 选择家蝇作为资源研究的原因

(1) 家蝇不是传统意义上的资源昆虫,而是害虫,但家蝇既具有潜在价值也具有现实价值,符合我们定义的昆虫资源学理论体系和范畴。

(2) 家蝇幼虫既可取食农副产品下脚料,也可以畜禽粪便为食,腐生性较强,家蝇以室内生活为主,具有较强的繁殖能力,生活周期短,人工饲养容易,符合昆虫资源研究与利用的原则。

(3) 家蝇耐高密,可群体饲养,有利于工厂化大量生产。

(4) 家蝇生产过程中,可产生各种有价值的中间产物,无废物排出,可实现综合利用。

(5) 利用家蝇转化有机废弃物,对保护环境和资源的再生利用具有重要意义。

2) 家蝇的可用之处

家蝇可谓浑身是宝,从昆虫资源学研究利用的原则和途径看,有以下几方面。

(1) 本体利用。首先家蝇具有很好的食用价值,蝇蛆营养成分全面,尤以蛋白质和维生素含量高,同时还富含多种人体必需的微量元素。古今中外都不乏食用蝇蛆的先例。墨西哥是昆虫食品之乡,人们用“蝇卵”烹制的“鱼子酱”味美香浓,十分名贵。中国古代就有食用蝇蛆的习惯,江浙一带的“八蒸糕”,以及南方一些地方的“肉芽”等都是以蝇蛆为原料的食品或保健食品。华中农业大学1996年10月召开的全国昆虫资源产业化发展研讨会,堂而皇之地将蝇蛆搬上了昆虫宴的餐桌;研制出的椒盐蝇蛹、玉笋麻果、干煸玉笋和元宝蝇蛆等四大菜肴被中国烹饪杂志收录发表,这些昆虫菜肴也让会议代表大饱口福。其次蝇蛆蛋白是非常好的饲用蛋白,用它代替鱼粉添加到饲料中,饲养猪、鸡、鳖、黄鳝、对虾、鲢鱼、七星墨鱼、鳊鱼、牛蛙等,均有很好的效果,产生了显著的经济效益。另外,家蝇也是很好的教学科研实验材料,已广泛用于生命科学领域的遗传学、生态学、进化生物学、药剂学等相关学科的教学与研究。

(2) 行为利用。家蝇独特的生活习性及其行为特征,早已引起人类的关注,其研究与利用也具有较悠久的历史。首先,家蝇是大自然尽职尽责的“清道夫”,在自然界生态大循环中起着极为重要的净化作用。早在1893年,英国生物学家E. H. Sibthorpe在他的《霍乱与苍蝇》一书中就明确提出了苍蝇能最大限度地分解动物尸体,扮演了极为重要的“清道夫”角色。其次,家蝇是自然界有机废弃物的优良转化者。据《中国资源综合利用年度报告(2012)》报道,我国2011年排放的畜禽粪便已达到30多亿吨,中国城市每年产生的餐厨垃圾超过6000万t。这些有机废弃物完全可以被家蝇有效地转化,并且能够达到减量化、无害化和资源化要求。同时,家蝇也是优良的仿生原型。有人模仿家蝇复眼构造,制成一种新的照相机——“蝇眼”照相机,其镜头由1329块小透镜黏合而成,一次可拍摄

1329 张照片,分辨率达到 4000 条线/cm。根据家蝇后翅平衡棒在飞行中的导航原理,仿生设计了振动陀螺仪,应用于高速飞行的飞行器,可起到自动调节平衡的作用。家蝇分解动物尸体的行为特点,已被广泛应用于法医学,成为判断尸体死亡时间的最可靠依据。

(3) 产物利用。家蝇出没于病菌滋生的环境,传播多种病菌,但本身却不染病。家蝇独特的免疫能力和免疫机制已受到免疫学家、营养学家、昆虫学家的高度重视,人们期待从家蝇中获得新一代的动物抗生素。最早报道家蝇抗菌物质是在 1982 年召开的国际生命科学大会上,东京大学名取俊二教授发表了一篇具有轰动效应的报告,他们从家蝇的分泌物中提取出一种具有强大杀菌作用的“抗菌活性蛋白”,给从事家蝇研究的学者们注射了一剂兴奋剂。截至目前,这一领域的研究仍然十分活跃。

(4) 饲养家蝇后的废弃物利用。家蝇大规模饲养,目前主要使用两类培养基质:一类是农副产品下脚料,如麦麸、米糠、豆渣、酒糟等;另一类即为畜禽粪便。从利用的途径看,第一类农副产品下脚料在饲养家蝇后,其剩余基质可直接投放到鱼塘养鱼,也可干燥后添加到猪、牛饲料中去,一般都可再生利用。第二类畜禽粪便在饲养完家蝇后,粪便已完全腐熟,干燥后稍作调整,可成为花肥或大棚及设施农业中的有机肥。

当我决定在科学出版社出版《昆虫资源学理论与实践》这本专著的时候,我更加缅怀已故昆虫学家庞雄飞院士,同时也将此书献给我的两位恩师宗良炳教授和钟昌珍教授,感谢他们多年的培养、教育之恩。最后也感谢众多的硕士、博士弟子们,感谢他们的无私奉献。

雷朝亮

2015 年 11 月于武汉

目 录

前言

理 论 篇

1 昆虫资源学的定义与范畴	3
1.1 资源昆虫与昆虫资源	3
1.2 昆虫资源学研究范畴	4
1.3 昆虫资源的经济意义	4
1.4 昆虫资源学的任务	6
1.4.1 摸清家底	6
1.4.2 基础理论研究	6
1.4.3 昆虫资源产业化程序的研究	7
1.4.4 昆虫资源学专门人才培养	7
1.4.5 野生昆虫资源的保护	7
1.5 昆虫资源研究与利用的原则	8
1.5.1 “物种保护”原则	8
1.5.2 “优先利用”原则	8
1.5.3 “综合利用”原则	9
1.5.4 “多学科合作”原则	9
1.6 昆虫资源研究与利用的途径和方法	9
1.6.1 保护与助长本地昆虫资源	9
1.6.2 输引、移植外地昆虫资源	10
1.6.3 人工大量繁殖工厂化生产昆虫资源种群	13
1.6.4 昆虫资源研究与应用要注意的有关问题	17
2 昆虫资源学的理论基础	20
2.1 昆虫在生物中的地位	20
2.2 生物多样性的概念	20
2.3 生物多样性的层次	21
2.3.1 遗传多样性	21
2.3.2 物种多样性	22
2.3.3 生态系统多样性	22

2.4 物种多样性是最主要和最基本的实体	23
2.4.1 物种多样性的物质表现是丰富的生物资源	23
2.4.2 生态系统的功能由物种体现	23
2.5 保护昆虫多样性的意义	24
2.5.1 昆虫在生物圈内的平衡作用	24
2.5.2 植物生产者的最有力帮手	24
2.5.3 有害生物的自然控制者	25
2.5.4 昆虫资源——人类的巨大财富	25
2.6 生物多样性所面临的问题	25
2.6.1 生境遭受破坏	25
2.6.2 生物、昆虫物种灭绝速度惊人	26
2.6.3 保护生物多样性	26
3 昆虫资源学研究利用	28
3.1 昆虫资源学研究利用的历史	28
3.2 昆虫资源学研究利用的现状	29
3.2.1 传统的资源昆虫仍是创汇农业的主体	29
3.2.2 基础理论与应用基础研究上的突破	30
3.3 研究基础正在不断加强	35
3.3.1 科研项目逐年增加	35
3.3.2 研究队伍不断壮大	35
3.3.3 学术交流日益频繁	35
3.3.4 国际合作初现端倪	36
3.4 与国外同类研究比较	36
3.4.1 传统资源昆虫	36
3.4.2 食用与食品昆虫	37
3.4.3 传粉昆虫与观赏昆虫	38
3.4.4 仿生昆虫	40
3.4.5 昆虫基因	42
3.4.6 昆虫活性物质	46
3.5 展望	49
3.5.1 拓展观赏昆虫与传粉昆虫研究	50
3.5.2 昆虫仿生学研究有待深入	50
3.5.3 加速天敌昆虫的产业化	50
3.5.4 推进昆虫活性物质的研究	50
3.5.5 重视野生昆虫资源的调查和保护	51

3.5.6 正确引导昆虫产业化发展	51
4 可利用昆虫的大量饲养方法与技术	52
4.1 饲养的目的与意义	52
4.2 饲养昆虫的类型	52
4.2.1 按照饲养的虫态	52
4.2.2 按照饲养的场所	54
4.2.3 按照饲养的规模	55
4.3 资源昆虫规模化饲养的一般要求	56
4.3.1 资源昆虫规模化饲养应注意的问题	56
4.3.2 资源昆虫的采集原理和方法	59
4.4 饲养的一般程序和主要环节	60
4.4.1 采集与引进虫源	60
4.4.2 选用饲料	61
4.4.3 不同虫态的饲养	62
4.4.4 控制饲养条件	65
4.5 饲养设备和器具	68
4.5.1 培养皿	68
4.5.2 指形管	68
4.5.3 养虫缸与养虫盒	68
4.5.4 养虫纱罩	68
4.5.5 饲养箱	69
4.5.6 饲养笼	69
4.5.7 地下昆虫饲养器	69
4.5.8 饲养架	69
4.6 昆虫的人工饲料	70
4.6.1 人工饲料的营养物	70
4.6.2 人工饲料的赋形物	74
4.6.3 人工饲料的助食剂	75
4.6.4 人工饲料的防腐与防腐剂	76
4.6.5 人工饲料的类别	77
4.6.6 研制人工饲料的原则	78
4.7 饲养评价	81
4.7.1 饲养效果评价指标	81
4.7.2 异常情况的分析与处理	81
4.8 常见昆虫的饲养方法	82

4.8.1 几种实验室常见昆虫的饲养方法	82
4.8.2 其他常见昆虫的饲养方法	85
5 昆虫产品的功能评价	88
5.1 增强免疫功能评价的原理及方法	88
5.1.1 巨噬细胞的吞噬功能	88
5.1.2 细胞免疫功能的测定	89
5.1.3 体液免疫功能的测定	92
5.2 增智作用评价	94
5.2.1 抑制性(被动)回避	95
5.2.2 主动回避实验	97
5.2.3 辨识学习	98
5.3 降血脂作用评价	100
5.3.1 血清总甘油三酯	100
5.3.2 血清总胆固醇含量的测定	102
5.3.3 血清高密度脂蛋白胆固醇含量的测定(酶法)	104
主要参考文献	105

实 践 篇

6 家蝇不同地理种群生物学特性的比较	111
6.1 试验方法	111
6.2 计算方法	112
6.3 结果分析	112
6.3.1 家蝇不同地理适合度指标比较	112
6.3.2 家蝇不同地理种群繁殖力的比较	113
6.4 讨论	115
7 人工饲养技术研究	116
7.1 饲养与生态环境	116
7.1.1 温度的影响	116
7.1.2 食物含水量的影响	117
7.1.3 食物的颗粒细度	119
7.1.4 幼虫种群密度的影响	123
7.1.5 影响成蝇卵量的因子及其综合作用	124
7.1.6 影响幼虫生长的因子及其综合作用	128
7.2 饲养技术	132
7.2.1 不同培养基质的饲养效果	132