

刘玉升 任洁 宋海超 编

蚱蜢、豆虫



高效养殖技术



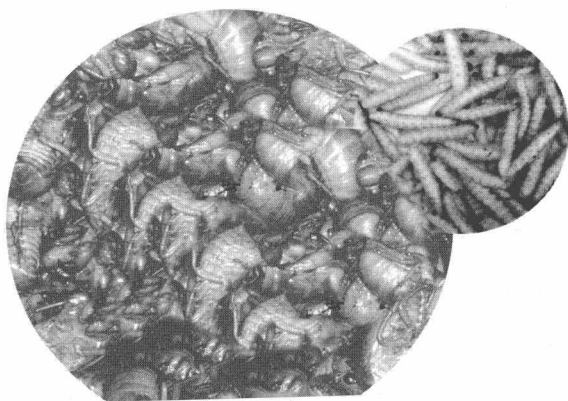
化学工业出版社

刘玉升 任 洁 宋海超 编

蚱蜢、豆虫



高效养殖技术



化学工业出版社

· 北京 ·

本书十五章,在论述昆虫资源、昆虫食用性的基础上,阐述了蚱蝉和豆虫两种食用昆虫的概况、生物学及生态学特点、高效生产养殖技术、加工贮存与运输以及资源产业化等内容,实用性很强。

本书可供从事昆虫养殖业的各类人员参考、使用。

图书在版编目(CIP)数据

蚱蝉、豆虫高效养殖技术/刘玉升,任洁、宋海超编.
北京:化学工业出版社,2013.1
ISBN 978-7-122-16072-0

I. ①蚱… II. ①刘…②任…③宋… III. ①昆虫-
饲养管理 IV. ①S899

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 304316 号

责任编辑:张林爽 邵桂林 张国锋
责任校对:蒋 宇

文字编辑:杨欣欣
装帧设计:杨 北

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 刷:北京云浩印刷有限责任公司
装 订:三河市宇新装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张4 字数78千字
2013年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)
售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:12.00 元

版权所有 违者必究

前 言

昆虫类是一种产业化程度极低的庞大的生物资源。环境昆虫具有“大自然的清道夫”之称，在现代循环农业模式中发挥巨大作用。无脊椎昆虫可以与脊椎动物、植物、微生物、藻类等整合成生物系统资源，发挥更大的生态环境与产业经济效益。对于昆虫资源的产业化推进，使人们对自然生物系统的认识更加系统化。

进入 21 世纪以来，黄粉虫、黑粉虫、大麦虫、中华真地鳖、东亚飞蝗、白星花金龟、小青花金龟、黑水虻、家蝇等环境昆虫的工厂化生产技术发展迅速，一方面用于过腹转化处理有机废弃物，实现了资源化利用、产业化推进；另一方面，无脊椎昆虫源蛋白作为与传统脊椎动物肉骨粉异源化的新型蛋白源，用作禽畜饲料添加剂，提升和改造了传统养殖业。同时，昆虫源蛋白的生产，弥补了海洋鱼粉产量的不足，已发展成为特色产业。我国年出口虫粉已数以万吨计，成为国际关注的新型蛋白源。

由于昆虫具有高蛋白、低脂肪、少纤维、无醇类物质积存、营养成分易被人体及动物吸收的特点，而成为一类理想的新型蛋白质资源。在 1980 年召开的第五届拉丁美洲营养学家和饮食学家代表大会上，就提出为了补充人类食品不

足，应该把昆虫作为食品来源的一部分。1998年10月，中国昆虫学会在西安举办“食用、饲用昆虫利用和发展研讨会”，专家们就昆虫食品、饲料的产业化及其合理利用进行了探讨。联合国粮农组织在2008年呼吁“地球村”的居民们，从现在起就要学会吃昆虫，为此还专门在泰国清迈召开了为期3天的研讨会。随着人口的膨胀，可耕地面积减少，肉类生产成本必将大幅上升，昆虫将成为代替肉食、补充体内所需的蛋白质和其他营养素的最佳来源。相对于奶制品、肉类和鱼类的消费给环境造成的越来越大负担，昆虫生产不制造温室气体。荷兰瓦赫宁根大学的教授 Arnold van Huis 认为，昆虫富含蛋白质，而且饲养成本、消耗的水资源都远远低于牲畜，几乎没什么碳足迹。

目前，我国食用昆虫产业发展迅速，已经成为一个农民发家致富的特色产业。食用昆虫产业在促进大农业产业结构再调整、新型农业产业经济项目发展方面具有重要意义。

本书在论述昆虫资源、昆虫食用性的基础上，阐述了蚱蜢和豆虫两种食用昆虫的概况、生物学特性、高效生产养殖技术、加工贮存与运输以及资源产业化等内容，实用性很强。旨在为养殖这两种昆虫的人员提供一些有益的指导和帮助。

编者

目 录

第一章 昆虫资源	1
第一节 资源与生物资源的概念	1
第二节 昆虫的可再生生物资源特征	1
第三节 我国经济昆虫资源产业化发展概况	4
第四节 食用昆虫资源产业化推进概况	7
第二章 蚱蜢的研究历史概况	14
第一节 作为林果业害虫的研究	16
第二节 作为药用昆虫的研究	17
第三节 作为食用昆虫的研究	18
第三章 蚱蜢生产的生物学基础	19
第一节 蝉科的特征	19
第二节 蚱蜢及近缘种类的形态特征	20
第三节 蚱蜢的消化系统与食物利用	24
第四节 蚱蜢成虫的生殖系统与繁殖生物学	25
第五节 蚱蜢生物生态学特性	27
第四章 蚱蜢高效生产养殖技术	32
第一节 蚱蜢生产养殖场所及设施	32

第二节	蚱蜢的种源获取及种源积累	35
第三节	蚱蜢的寄主植物选择	39
第四节	蚱蜢的生产管理技术	46
第五节	蚱蜢生产养殖的防护措施	47
第五章	蚱蜢的捕捉采收、加工贮存与运输	49
第一节	蚱蜢成虫的捕捉	49
第二节	蚱蜢老熟若虫的采收	49
第三节	蚱蜢的加工	50
第六章	蚱蜢的资源性评价	52
第七章	蚱蜢资源的综合应用	58
第一节	蚱蜢的食用	58
第二节	蚱蜢的药用保健功能	60
第三节	蚱蜢的深加工产品开发	63
第四节	作为生物学教学科研材料	63
第八章	蚱蜢资源产业化推进的评估	65
第一节	蚱蜢资源产业化项目可行性分析	65
第二节	蚱蜢工厂化生产养殖的风险评价	68
第三节	经济效益分析	69
第四节	生态环境效益分析	71
第九章	豆虫的研究概况	72
第一节	作为豆类作物、蔬菜害虫的研究	72
第二节	豆虫的资源化利用历史状况	73

第十章	豆虫生产的生物学基础	75
第一节	天蛾科昆虫概述	75
第二节	豆天蛾及其近缘种的比较	78
第三节	豆虫的消化系统与食物利用	80
第四节	豆天蛾成虫繁殖生物学	83
第五节	豆天蛾生物生态学特性	83
第六节	豆天蛾的天敌	90
第十一章	豆虫高效生产养殖技术	92
第一节	豆虫生产养殖的场地及设施	92
第二节	豆虫的种源获得与培育	94
第三节	豆虫的饲料植物选择与生产管理	94
第四节	豆虫生产养殖的防护措施	97
第五节	豆虫生产养殖管理技术	98
第六节	豆虫的贮存与运输	99
第十二章	豆虫的资源基础及评价	101
第十三章	豆虫的综合应用	102
第一节	豆虫的食用	103
第二节	豆虫的深加工产品开发	108
第三节	作为生物学教学科研材料	109
第十四章	豆虫资源产业化的可行性、风险性及 效益分析	110
第一节	豆虫资源产业化项目可行性分析	110

第二节	豆虫工厂化生产养殖的风险评价·····	111
第三节	经济效益分析·····	112
第四节	生态环境效益分析·····	113
第五节	社会效益分析·····	113
第十五章	豆虫资源产业化发展的前景与意义·····	114
参考文献	·····	118

第一章 昆虫资源

第一节 资源与生物资源的概念

资源 (resource) 的最一般的释义是：生产资料或生活资料的天然来源。

生物资源是资源存在的形态之一，由植物、动物、微生物等要素构成，根据其可更新特征可认为其是可再生性资源。生物资源可以自己再生产，但其再生或恢复存在着临界点。农业即是开发农业生物资源的产业部门，目前已经开发的植物资源形成了传统种植业；脊椎动物生产养殖形成了传统的畜牧业；近年来发展迅速的菌业开发微生物资源，成为农业产业结构调整的重要内容。

农业生物资源是农业产业发展的基础，农业生物资源结构是农业产业结构构建的基础。传统农业的基本形式，是对单一农业生物资源的产业化开发利用。现代农业应该建立新资源发掘、再生资源利用、系统资源整合的综合资源体系。

第二节 昆虫的可再生生物资源特征

昆虫是地球上生物量最大的可再生生物资源，但目前的产业化开发利用程度较低；同时，与昆虫的千万种之众相

比，产业化开发的种类也极为稀少。随着农业科技创新意识的不断增强，国际社会对于昆虫资源的发掘与利用逐渐关注。其中，食用昆虫产业化推进是重要的内容之一。

昆虫具有明显的可再生性生物资源的特点：①种类多；②数量大；③繁殖力强；④适应范围、分布区域广；⑤食物来源杂。

昆虫纲不但是无脊椎动物、节肢动物门中最大的一纲，也是动物界中最大的一纲。目前已发现的昆虫种类有 100 多万种，占动物界已知种类的 $2/3 \sim 3/4$ 。昆虫在地球上生存的确切种类数难以掌握，分类学家们仍在不断地发现和描述新种，例如，据 Imms 统计，鳞翅目昆虫（蛾、蝶类）到 1931 年为 8 万种，到 1934 年增至 10 万种，到 1942 年已达到 14 万种。昆虫纲中最大的目是鞘翅目，种类已超过 25 万种，而其中的象鼻虫科竟多到 6 万种左右。

昆虫不但种类多，而且同种的个体数量也十分惊人。一个蚂蚁群体可多达 50 万个个体。蝗虫迁飞时可形成遮天蔽日的景观。一棵树可拥有 10 万只蚜虫个体。在阔叶林里每平方米的土壤中可有 10 万头弹尾目昆虫。

昆虫的分布范围之广，没有任何其他动物能够相比拟，几乎遍及整个地球的所有环境。从赤道到两极，从海洋、河流到沙漠，上至世界的屋脊——珠穆朗玛峰，下至几米深的土壤里，甚至盐田与油田环境中都有昆虫的存在。这样广泛的分布，说明昆虫具有惊人的适应能力，这也是昆虫种类繁多的生态基础。

昆虫能在地球上如此繁荣地发展，是基于昆虫保持了以

下几个方面的优势：

① 悠久的进化历史。在追溯昆虫的起源中，人们找到的最古老的化石昆虫，发现于中泥盆纪的岩石内，即昆虫在地球上的历史至少已经有三亿五千万年了。而人类的出现，大概在近古代的第三纪，距今只不过一百万年。所以，在人类出现以前，昆虫和它们所栖息的环境里的一切植物、动物和微生物，已经建立了悠久的历史关系。

② 昆虫是无脊椎动物中唯一有翅的动物。飞行给昆虫在觅食、求偶、避敌和扩大分布等各方面都带来极大的好处。

③ 昆虫一般身体都比较小，只需很少量的食物供给便可完成发育。例如一张白菜叶能供上千头蚜虫生活，一粒米就可供几头米象生存。正由于体小，可使食物成为它的隐蔽场所，从而获得了保湿和避敌的好处。

④ 昆虫口器类型的分化，特别是从取食固体食物变为取食液体食物，大大扩大了食物范围，并改善了同食源生物的关系——一般情况下，食源生物不会因失去部分汁液而死亡，反过来再影响昆虫的生存。

⑤ 昆虫的食性异常广谱。根据科学分析，昆虫中有48.2%为植食性，取食植物的各个组织器官；28%为捕食性，捕食其他昆虫；2.4%为寄生性，寄生在其他动物体外或体内；还有17.3%为腐食性，取食自然界中腐败的生物有机体。

⑥ 昆虫有惊人的生殖能力，与身体小、发育快的特点相结合，使昆虫具有极高的繁殖力。因而在环境多变、天敌

众多的自然环境中，即使自然死亡率达到 90% 以上，也能保持其一定的种群数量水平。

第三节 我国经济昆虫资源产业化发展概况

我国对于昆虫的资源化利用，具有悠久的历史，而且应用领域极其广泛，覆盖中医药、保健品、食品、饲料、生物防治、鉴赏收藏，甚至文化宗教等诸多领域。但是，近代对于昆虫的资源化利用、产业化推进研究与实践极其缓慢，这与人类与昆虫历史关系的逆转、各自在自然界中角色的转换存在密切关系。在 20 世纪 60~70 年代，昆虫资源产业化推进虽然有所发展，但是仅限于个别种类、很小的规模和有限的领域中，更没有政府的扶持与号召；进入 21 世纪后，随着市场经济体制的建立，农业经济发展方式的转变、农业产业结构再次调整的需要，以及思想观念的转变，昆虫生产养殖业及其在诸多领域的应用才真正表现出勃勃生机。

一、昆虫资源产业化领域

根据昆虫资源的用途可以将昆虫资源产业领域划分为：

- ① 授粉昆虫产业（如蜜蜂、壁蜂、切叶蜂、熊蜂等）；
- ② 药用保健昆虫产业（如土元、螳螂、芫菁、蝼蛄、鱼蛉、蚂蚁等）；
- ③ 食用昆虫产业（如蜂产品、蚱蝉、豆天蛾、螳螂、龙虱、蜻蜓、曲牙锯天牛等）；
- ④ 饲用昆虫产业（如黄粉虫、黑粉虫、大麦虫、家蝇、黑水虻等）；

⑤ 文化昆虫产业（如蝴蝶、萤火虫、甲虫类等）；

⑥ 实验材料昆虫产业（如黄粉虫、蚜虫、棉铃虫等，用于教具的昆虫标本及药效标准生物测定试虫等）；

⑦ 工业生化原料昆虫产业（如桑蚕、柞蚕、白蜡虫、紫胶虫、胭脂虫、五倍子蚜等）；

⑧ 天敌昆虫产业（如捕食性步甲、蚁狮、穴虻、瓢虫、草蛉、赤眼蜂等）；

⑨ 虫毒及分泌物产业（如斑蝥毒素、蜂毒以及虫茶等）；

⑩ 昆虫共生物资源产业（如昆虫病原微生物开发的生物农药、昆虫肠道微生物开发的动物饲料添加剂）；

⑪ 环境保护昆虫产业领域（如家蝇、水虻、蜣螂、腐食性蛴螬等）；

⑫ 能源昆虫产业（转化能源植物，获取昆虫源脂肪，生产生物柴油等）。

同种昆虫的产业价值也可以涉及几个不同领域，如螳螂既是十分重要的天敌昆虫，又是高档食品；土元既是重要药材，又是加工食品、药酒的材料，还可以作为新型功能性饲料添加剂；黄粉虫、工程蝇蛆既是重要高蛋白动物饲料，又可加工成高蛋白系列食品。还有利用分子生物学及基因工程技术开发的高科技产品，如生物传感器、生物反应器、生物转化器等。

二、经济昆虫资源化的文献记载概况

我国古代对资源昆虫即有观察并进行利用，如利用黄猱

蚁防治柑橘吹绵蚧即是最早生物防治的利用案例，也是最早的天敌昆虫产业化实例。早在公元 304 年，晋代嵇含所著的《南方草木状》一书中就有利用黄猱蚁（*Oecophylla smaragdina*）的记载：“交趾人以席囊贮蚁鬻街市者，其巢如薄絮，囊皆连枝叶，蚁在其中，并巢同卖。蚁赤黄色，大于常蚁。南方柑橘若无此蚁，则其实皆为群蠹所伤，无复一完者矣。”昆虫用作药材在我国也有悠久历史，在古老的《神农本草经》中，列举了 29 种可供药用的“虫类”，其中真正属于昆虫的有 21 种。明朝李时珍的《本草纲目》中，“虫类”增加到 106 种，属于昆虫的为 73 种，清代赵学敏补充的《本草纲目拾遗》中，又增加了 11 种。目前，中医药用昆虫已达 200 余种。

我国台湾于 20 世纪初叶，借鉴美国引进澳洲瓢虫防治柑橘吹绵蚧成功的经验，引进澳洲瓢虫控制台湾的吹绵蚧，获得了足以和加州经典案例相媲美的防治效果，成为亚洲地区首个引进天敌而完全抑制害虫大暴发的成功案例。

我国现代资源昆虫学科起步较晚，但发展十分迅速。自 1984 年中国科学院资源昆虫编写组出版了科普著作《资源昆虫》以后，1990 年浙江大学（原浙江农业大学）张传溪编著《资源昆虫》，1995 年葛春花等出版了《实用商品资源昆虫》，1996 年胡萃出版了第一本高等农业院校教材《资源昆虫及其利用》，1998 年杨冠煌主编了《中国昆虫资源利用和产业化》，汇集了 30 多种昆虫资源在饲用、食用、药用、工业、观赏、授粉、害虫天敌等方面开发的状况及产业化过程。2001 年严善春编著了《资源昆虫学》教材，2002 年王

音等编著了《资源昆虫大全》。目前，有关经济昆虫资源学类的著作达到 50 余部。

昆虫资源化利用、产业化推进的发展历经了从对资源昆虫的一般认识与研究开发利用，到以资源经济学的理论为指导、以昆虫生产学建立为基础系统论述昆虫资源开发的过程。在这个发展过程中，对天敌昆虫、药用昆虫、食用昆虫、饲料昆虫等的开发利用最为集中。

第四节 食用昆虫资源产业化推进概况

一、食用昆虫资源种类

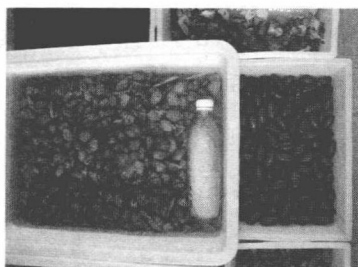
目前已知可食用的昆虫达 3600 余种。几乎每一种可食用昆虫都有高蛋白质、低脂肪、无醇类物质积存、易于消化吸收等特点。在我国很多地区都有食用蚕蛹、蚂蚁、蝗虫、蚱蜢、豆虫等各种昆虫的习惯（图 1-1、图 1-2）。

二、我国食用昆虫资源的利用

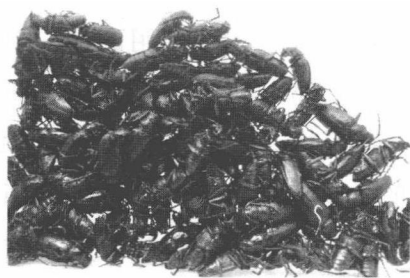
我国的食虫历史悠久，早在 3000 年前的《尔雅》、《周礼》和《礼记》中就记载了蚁、蝉和蜂 3 种昆虫加工后供皇帝祭祀和宴饮之用。以山东为代表的北方各省均喜食蚱蜢、蝗虫、蚕蛹和豆天蛾幼虫；江浙一带人们爱吃蚕蛹；福建、两广一带捕食龙虱；四川的爬沙虫、竹虫、油炸蛹等昆虫是美食家和酒客的最爱；湘西人对炸马蜂幼虫感兴趣。在云南省，食用昆虫为全省各民族普遍的习俗，而且早已形成了极有民族特色的食虫文化，食用的种类和方法也丰富多样，仅烹调的方法就有 13 大类。



(a) 山村农家乐饭店冰箱中的蝗虫、豆虫、天牛幼虫



(b) 炸蚕蛹



(c) 曲牙锯天牛 (成虫)

图 1-1 多种食用昆虫

三、食用昆虫资源在世界各国的利用

从人类食物的发展历史看，昆虫是人类的原始蛋白源之一。世界各国民间食用昆虫的记载及习俗也可追溯到自人类出现以来。把昆虫作为美味食品，在世界的许多国家和地区具有悠久的历史，并且各自具有独特的食用种类、方法和习俗。

大洋洲土著人的图腾中有许多是昆虫，因为昆虫是他们