

昆虫资源利用及其产业化进展*

刘高强, 魏美才, 王晓玲

(中南林学院 生命科技学院, 中国湖南 株洲 412006)

摘要: 主要从食用昆虫、饲用昆虫、药用昆虫、工业原料昆虫、传粉昆虫、观赏娱乐昆虫、天敌昆虫、环保昆虫以及昆虫生物反应器和昆虫在仿生学上的应用等方面全面综述了昆虫资源的利用及其产业化进展。

关键词: 昆虫资源; 产业化; 进展

中图分类号: Q965

文献标识码: A

文章编号: 1007-7847(2002)S1-0169-04

Progress on Utilization and Industrialization of Insects Resources

LIU Gao-qiang, WEI Mei-cai, WANG Xiao-ling

(College of Life Science & Technology, Central South Forestry University, Zhuzhou 412006, Hunan, China)

Abstract: The progress on utilization and industrialization of insects resources is reviewed, including edible insects, feeding insects, medical insects, industrial materials insects, pollination insects, amusement insect, natural enemy insects, environmental protection insects, insect biological reactor and the application of insects on imitative biology, etc.

Key words: insects resources; industrialization; progress

(Life Science Research, 2002, 6(Suppl): 169~172)

昆虫是地球上生物量最大的生物类群,是目前最大的未被充分利用的宝贵资源。其虫体本身或开发产物可广泛应用于机械、电子、军工、日用化工、食品、饲料、医药、造纸、农业等行业^[1~5]。

由于昆虫资源巨大的资源潜力和广阔的应用前景,近10年来,昆虫资源的开发利用及其产业化研究已引起了许多国家有关部门的重视。德国的天敌昆虫产业发展较快,人工培育成功的30多种天敌昆虫畅销国内外;日本已确立了“面向未来,开发昆虫应用技术”的研究战略,首次就投资了2亿日元;我国于1997年由中科院向全国人大、全国政协和国务院有关部门提交了《关于加速

发展资源昆虫利用和产业化的建议》。毫无疑问,昆虫资源的开发利用及其产业化已是相关学科研究的热点之一。

从现阶段开发昆虫资源的用途来看,昆虫资源的利用研究大致有食用昆虫、饲用昆虫、药用昆虫、工业原料昆虫、天敌昆虫、观赏娱乐昆虫、传粉昆虫、环保昆虫、昆虫生物反应器和昆虫仿生等10个研究方面^[6~8]。

1 食用昆虫的开发与利用

目前昆虫食品已开始大规模工厂化生产。墨西哥已验证了2300余种潜在营养型昆虫,已产业

* 收稿日期: 2002-10-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30070627); 湖南省自然科学基金资助项目(98JJY 2010)

作者简介: 刘高强(1974),男,甘肃静宁人,在职博士研究生,主要从事昆虫资源开发利用研究, Tel: + 86-0733-8703457(0), E-mail: gqliuqg@sohu.com; 魏美才(1966),男,江苏徐州人,中南林学院教授,博士生导师,博士,主要从事昆虫资源开发和保护生物学研究。

化的昆虫有 60 多种, 并出口到美国、法国等国. 西德年产食用昆虫约 8 000 吨. 日本 1992 年昆虫商品贸易额已达 2 600 亿日元. 美国德克萨斯州 1989 年的昆虫食品产值达 5 000 万美元. 此外, 法国、澳大利亚等都相继建立了昆虫食品加工公司^[3]. 我国对昆虫食品的产业化研究起步较晚, 现已开发出上百种昆虫产品. 如以蜂王浆为原料研制的“双宝素”等. 最近几年, 湖南农业大学已研制出保健虫茶“三叶虫茶”. 华中农业大学以蝇蛆血淋巴为原料研制出了“力诺健之素”, 以及以蝇蛆几丁糖为原料的“力诺活力素”. 陕西省粮食学校已获专利黄粉虫食品 2 种^[10,11].

在人工规模化养殖方面, 除传统的养蜂和养蚕早已形成产业外, 最近, 家蝇与黄粉虫的人工养殖技术已获成功, 可以初步进行工厂化生产. 目前我国急需解决人工养殖技术的昆虫有拟黑多刺蚁、豆天蛾、稻蝗、胡蜂等^[12,13].

2 饲用昆虫的开发与利用

昆虫被用作饲料历史悠久, 我国早在 50 年代就有利用昆虫喂养家禽的报道; 70 年代后, 各地开展了这方面大量的研究工作, 取得了较显著的成果. 目前已被开发使用的饲料用昆虫主要有家蝇、黄粉虫、蝗虫、蚕蛹、螻蛄等^[7,13].

当前在昆虫饲料开发中急需取得突破的领域是人工养殖技术. 对于家蝇的人工养殖技术, 近年来华中农业大学的雷朝亮、鲁汉平、钟昌珍等, 镇江市科委沈晓昆等作了大量的研究工作, 目前已基本具备工厂化生产能力^[6,7].

黄粉虫的人工饲养也于近年来取得了很大进展, 陈兆春(1996)、石淑芬(1998), 陈彤、王克等都报道了黄粉虫饲养的最新技术. 20 世纪 90 年代末, 山东农业大学刘玉升等成功地育成了 3 个黄粉虫新品种 GH-1、GH-2、GH-3, 并完成了工厂化规模生产技术流程^[14,15].

3 药用昆虫的开发与利用

有专家预见, 攻克癌症等难症的药物有可能在种类最多和资源巨大的昆虫体中产生.

经现代药理学研究, 班螯素及其衍生物——甲基班螯胺等对治疗原发性肝癌疗效显著, 明显优于手术治疗或放疗. 除此外, 对乳腺癌、食道癌、肺癌、肠癌等也有一定的疗效^[16].

蜂毒具有抗菌、消炎及降血压的作用, 其研究

和利用进展迅速, 1990 年国家科委把蜂毒开发及应用研究列入国家级火炬计划项目.

此外, 蟑螂提取物 AF₂ 可治疗原发性肝癌; 蜈蚣提取物以及凝集素、免疫蛋白、免疫肽、酚氧化酶、抗菌肽等, 可用于广谱性抗菌、抗病毒、抗肿瘤细胞的药品开发, 国际上已深入到分子、基因水平研究, 并能人工合成^[17].

家蚕抗菌肽具有抗癌活性, 虫草对小鼠免疫性肝损伤有明显的保护作用, 独角仙含有的独角仙素(dictotastin)具有一定的抗癌活性.

目前已成功开发的昆虫类新药(如金水宝胶囊、百令胶囊、宁心胶囊)均为发酵虫草的制剂, 为国家一类新药. 蛹虫草菌胶囊来自北虫草, 为治疗慢性支气管炎迁延期和肺气虚、肾阳虚者的一类新药. 蚂蚁乙肝灵是治疗肝炎、类风湿关节炎的新药. 仙立降(为蜂蜡素胶囊)是治疗高脂血症痰浊遏阻症的国家二类新药. 利用蜜蜂开发研制成功的新药有蜂皇胎片、蜂皇胎口服液等几个品种^[18].

4 工业原料昆虫的开发与利用

工业原料昆虫是开发应用最早的传统资源昆虫, 包括蚕、蜜蜂、白腊虫、紫胶虫、五倍子蚜等.

我国是蚕业大国, 年产茧 47.5 万吨, 产丝 4 万吨, 生丝出口量占国际生丝交易量的 90%. 目前世界上有 50 多个国家饲养家蚕, 年产茧量约为 70 多万吨^[7].

紫胶虫分泌的紫胶是一种重要的工业原料, 广泛应用于日用化工、机械、电子、军工、医药、食品等行业.

白腊虫(*Ericerus pela Chavannes*)是一种分泌白腊的介壳虫. 白腊主产于中国. 目前我国生产潜力在 1 000 吨以上, 年产值 8 000 万元左右. 近年来, 全国年产白腊量在 100~ 200 吨左右.

五倍子蚜形成的五倍子广泛应用于医药、纺织印染、矿冶、化工、机械、国防、轻工、食品等行业. 我国目前产量为 4 000~ 5 000 吨. 据预测, 我国五倍子生产潜力在年产量 10 000~ 12 000 吨左右, 产值在亿元以上^[5].

5 天敌昆虫的开发与利用

由于以虫制虫与化学农药防治相比大大减小了环境污染, 因此, 各国都在大力发展天敌昆虫产业. 如美国可以工厂化生产出出售的天敌昆虫约 40

种,主要是草蛉、食虫蜻象、钝蛾、姬蜂、噬小蜂及赤眼蜂;德国的天敌产业蓬勃发展,已工厂化生产的30多种天敌昆虫远销世界各地。我国已形成工厂化生产的有两种:松毛虫赤眼蜂和螟黄赤眼蜂,每小时可制作人造卵卡600张(8.4万粒),每日5000张,可繁殖赤眼蜂2000万头^[6,19]。

6 传粉昆虫的利用

目前,我国已利用的主要的传粉昆虫有蜜蜂、切叶蜂、壁蜂和熊蜂。

蜜蜂是传统的传粉昆虫。除对瓜果以及农作物传粉外,近年来又广泛应用于温室和大棚中。美国每年由蜜蜂直接生产的蜂产品价值约1.4亿美元,而利用蜜蜂去为农作物授粉,使农作物增产的价值达190亿美元,是蜂产品价值的130多倍。

切叶蜂在苜蓿中传粉效果很好。中国农业大学植保系引进加拿大技术并结合我国切叶蜂现状,人工繁殖切叶蜂,在新疆及黑龙江地区为苜蓿授粉取得了很好的效果,产量提高了3倍。

壁蜂应用于早春果树授粉。中国农科院生物防治所人工饲养壁蜂成功,在河北、西北的应用中取得显著经济效益。

熊蜂是一种为牧草及温室授粉的昆虫,现已能人工饲养繁殖^[9]。

7 观赏及娱乐昆虫的开发与应用

现已开发用于观赏及娱乐的昆虫主要有蝴蝶类、金龟类和鸣虫类等。

蝴蝶类主要以凤蝶科和蛱蝶科为主,如帝王蝶(世界名蝶)、阴阳凤蝶、花裙蛱蝶、中华虎凤蝶、三尾褐凤蝶等。其产业化生产落后于西方国家,目前我国已解决园内人工繁殖蝴蝶的技术问题。已建有云南昆明斯美蝴蝶园(活蝴蝶园),海南和广东也建有蝴蝶园。

鸣虫类主要是一些能产生悦耳鸣声的昆虫。有昼行鸣虫,如黄蛉、竹蛉;夜行鸣虫,如斗蟋、油葫芦;季节性鸣虫,如优雅蝈蝈(蝈蝈)、纺织娘等。其中的一些种类已可以人工繁殖^[6]。

8 环保类昆虫的利用

这类昆虫因能解决家畜粪便污染环境的问题,故称其为环保昆虫。主要有甲虫类的粪金龟、蜣螂等。这些昆虫以畜牧粪便为食,可以清除草原及牧场中大量的粪便污染,达到净化环境、减少疾

病传播的效果。

目前澳大利亚等国利用粪金龟清理粪便污染取得了成功。我国在这方面的研究很少,重视程度还不够^[5]。

9 昆虫生物反应器的应用

昆虫细胞或虫体在基因工程中可以作为生物反应器来生产一些有价值的外源基因产物。主要是采用昆虫一杆状病毒表达系统进行外源基因的表达。现阶段在生物反应器方面可被应用的细胞系较多,但真正应用的细胞系是从国外引进的秋粘虫 *S. frugiperda* 卵巢组织的细胞系 sf-9。此外,在各表达系统中,家蚕 (*B. mori*) 核型多角体病毒 (BmNPV) 一家蚕表达系统是较理想的系统。现已用 sf-9 和家蚕细胞系表达成功了许多种外源基因,如鸡马立克氏病毒糖蛋白 B 抗原基因、乙肝病毒表面抗原基因、人干扰素基因、人白血细胞介素 4、12、小鼠金属硫蛋白基因等^[20]。利用昆虫一杆状病毒表达系统来生产一些有价值的外源基因产物将成为一类很有前景的产业。

10 昆虫在仿生学上的应用

昆虫种类极其多样,其精巧的身体部位结构是仿生学研究的一个重要内容。目前世界上通过对昆虫触角、眼、翅等结构与功能的研究,已研制出了机器人等产品。如日本筑波大学神奇亮平博士已成功地研制出根据嗅觉寻找目标的机器人。有些昆虫复眼是一个极其精确的侦察和瞄准系统,比成吨重的电子跟踪系统还要灵敏,因而可以模仿昆虫复眼制造虫眼速度计,可装配于导弹和飞机上。另外,昆虫脑神经机能与工业应用等研究内容,在新世纪可能取得重大突破,并应用于医学、军工等行业^[21]。

参考文献 (References):

- [1] GOPE B. Preliminary observation on the nutritional value of some edible insects of manipur [J]. J Advanced Zoology, 1993, 4(1): 55-61.
- [2] FASORANTI J O, AJIBOYE D O. Some edible insects of Kwara State, Nigeria [J]. American entomologist (USA), 1993, 39(2): 113-116.
- [3] 魏美才, 刘高强. 昆虫蛋白质资源的开发与研究进展 [J]. 中南林学院学报 (WEI Mei-cai, LIU Gao-qiang. Progress on the research and exploitation on insect protein resources [J]. Central South Forestry University Journal), 2001, 21(2): 86-90.
- [4] 刘高强, 魏美才. 昆虫功能因子及其功能食品的开发前景

- [J]. 食品科技(LIU Gao-qiang, WEI Mei-cai. The review on functional factors in insects and exploitation prospect of functional food[J]. Food Technology), 2002, (10): 21-22.
- [5] 陈晓鸣. 中国资源昆虫利用现状及前景[J]. 世界林业研究(CHEN Xiao-ming. Utilizing current status and prospect of resources insects in China[J]. Global Forestry Research), 1999, 12(1): 46-51.
- [6] 杨冠煌. 中国昆虫资源利用和产业化[M]. 北京: 中国农业出版社(YANG Guan-huang. The utilization and industrialization of insects resources in China[M]. Beijing: Chinese Agriculture Press), 1998. 1-4.
- [7] 葛春华, 郑祖祥, 周国君, 等. 实用商品资源昆虫[M]. 北京: 中国农业出版社(GE Chun-hua, ZHENG Zu-xiang, ZHOU Wei-jun, et al. Practical resources insects[M]. Beijing: Chinese Agriculture Press), 1995. 1-3. 175-189. 190-218.
- [8] 张传溪, 胡萃. 昆虫资源利用及其产业化的回顾与展望[J]. 昆虫知识(ZHANG Chuan-xi, HU Cui. Retrospection and prospect on utilization and industrialization of insect resources[J]. Entomological Knowledge), 2000, 37(2): 89-96.
- [9] 原国辉, 郑祥义. 食用昆虫蛋白资源的开发利用概况[J]. 昆虫知识(YUAN Guo-hui, ZHENG Xiang-yi. A survey of exploitation of insect protein resources[J]. Entomological Knowledge), 1991, 28(2): 122-124.
- [10] 陈晓鸣, 冯颖. 中国食用昆虫[M]. 北京: 中国科技出版社(CHEN Xiao-ming, FENG Ying. Edible insects in China[M]. Beijing: Chinese Science and Technology Press), 1999. 1-180.
- [11] 聂凌鸿, 宁正祥. 昆虫食品的开发利用[J]. 食品工业(NIE Ling-hong, NING Zheng-xiang. The exploitation and utilization of insect food[J]. Food Industry), 2002, (1): 40-42.
- [12] 文礼章. 食用昆虫学原理与应用[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社(WEN Li-zhang. Edible entomology principle and application[M]. Changsha: Hunan Science and Technology Press), 1998. 1-37.
- [13] 中国昆虫学会资源昆虫专业委员会. 关于食用、饲用昆虫利用与产业化发展的建议[J]. 中国昆虫学会通讯(Resources Insects Committee of Chinese Insects Institute. Suggestion on utilization and industrialization of edible and feeding insects[J]. Message of Chinese Insects Institute), 1999(22): 10-11.
- [14] 陈兆春. 黄粉虫的养殖与加工技术[J]. 生物学通报(CHEN Zhao-chun. Technology of feeding and processing of *Tenebrio molitor* Linne[J]. Biology Bulletin), 1996, 31(11): 47-48.
- [15] 石淑芬. 黄粉虫的饲养与繁殖[J]. 饲料研究(SHI Shu-feng. Feeding and propagating of *Tenebrio molitor* Linne[J]. Feed Research), 1998(11): 43.
- [16] 张曙明, 樊瑛. 我国药用昆虫研究应用的回顾与展望[J]. 昆虫知识(ZHANG Shu-ming, FAN Yin. Retrospection and prospect on application of medical insects in China[J]. Entomological Knowledge), 1992, 29(1): 54-57.
- [17] 王大科. 医用昆虫资源的开发利用[J]. 科学中国人(WANG Da-ke. Exploitation and utilization of medical insects[J]. Science Chinese), 1997(6): 11-14.
- [18] 王梦月, 贾敏如, 黄山. 我国药用昆虫的开发利用与前景[J]. 中国中医药信息杂志(WANG Meng-yue, JIA Min-ru, HUANG Shan. The exploitation and prospect on medical insects in China[J]. Journal of Chinese Traditional Medicine Message), 2001(11): 10-14.
- [19] 丛建国. 以虫治虫方兴未艾[J]. 科学中国人(ZONG Jian-guo. Managing insects by using other insects is always flourishing[J]. Science Chinese), 1997(6): 15-17.
- [20] 龚和. 我国昆虫分子生物学研究的回顾与展望[J]. 昆虫知识(GONG He. Retrospection and prospect on insect molecular biology in China[J]. Entomological Knowledge), 2000, 37(1): 32-35.
- [21] 戴君惕. 奇异的仿生学[M]. 长沙: 湖南教育出版社(DAI Jun-ti. Fantastic imitative biology[M]. Changsha: Hunan educational press), 1997. 7-10.

(上接第 168 页)

- [41] GENSCHE T, BRASLAVSKY S E. Volume changes related to triplet formation of water-soluble porphyrins. A laser-induced optoacoustic spectroscopy (LIOAS) study[J]. J Phys Chem B, 1997, 101: 101-108.
- [42] GENSCHE T, HELLINGWERF K J, BRASLAVSKY S, et al. Photoequilibrium in the primary steps of the photoreceptors phytochrome A and photoactive yellow protein[J]. J Phys Chem A, 1998, 102: 5398-5405.
- [43] FOERSTENDORF H, LAMPARTER T, HUGHES J, et al. The photoreactions of recombinant phytochrome from the cyanobacterium *Synechocystis*: a low-temperature UV-Vis and FT-IR spectroscopic study[J]. Photochem Photobiol, 2000, 71(5): 655-661.
- [44] FOERSTENDORF H, BENDA C, GARTNER W, et al. FTIR studies of phytochrome photoreactions reveal the C=O bands of the chromophore: consequences for its protonation states, conformation, and protein interaction[J]. Biochemistry, 2001, 40: 14952-14959.
- [45] MATYSIK J, HILDEBRANDT P, SCHLAMANN W, et al. Fourier-transform resonance Raman spectroscopy of intermediates of the phytochrome photocycle[J]. Biochemistry, 1995, 34: 10497-10507.
- [46] NEFF M M, FANKHAUSER C, CHORY J. Light: an indicator of time and place[J]. Genes & Dev, 2000, 14: 257-271.
- [47] SWEERE U, EICHENBERG K, LOHRMANN J, et al. Interaction of the response regulator ARR4 with phytochrome B in modulating red light signaling[J]. Science, 2001, 294: 1108-1111.
- [48] NAGY F, SCHAFER E. Nuclear and cytosolic events of light-induced, phytochrome-regulated signaling in higher plants[J]. EMBO J, 2000, 19: 157-163.