基础知识

邮票上的实验昆虫

王荫长

(南京农业大学植物保护学院 南京 210095)

Experimental insects on stamps. WANG Yin-Chang* (*College of Plant Protection*, *Nanjing Agricultural University*, Nanjing 210095, China)

Abstract Lots of insects used for genetics, entomological and insect ethological experiments were printed on the world stamps. More than 20 insect species including, *Drosophila melanogaster*, *Rhodnius prolixus*, *Bombyx mori*, *Apis mellifera* on stamps are introduced in this paper.

Key words experimental insect, stamp

摘 要 世界各地发行了许多有实验昆虫的邮票,其种类超过20种,如黑腹果蝇 *Drosophila melanogaster*、吸血蝽 *Rhodnius prolixus*、家蚕 *Bombyx mori* 和蜜蜂 *Apis mellifera*,等等。文章对这些邮票上的昆虫作了介绍。

关键词 实验昆虫,邮票

人们经常以对自己有害或有利为标准,来区分和对待昆虫,结果不同标准常常产生不同的结果,使人感到尴尬。人类一旦抛开这种传统观念,不管益虫或害虫都可能为科学作出贡献,一些昆虫因此进了我们的实验室,成了照亮生命世界的明星。如果我们想认知这些微不足道的昆虫,以及它们的卓越表现,邮票就是它们的 功德碑',也是我们的好教材。下面通过许多国家发行的邮票,向读者介绍几种在生命科学方面作出贡献的昆虫。

1 在遗传学和分子生物学中担任主角的黑腹果蝇

黑腹果蝇 *Drosophila melanogaster* 体长不过3 mm,10天左右就能完成1代。1871年它跟着香蕉从东南亚来到美国,昆虫学家伍德沃德(W. Woodward)就用香蕉将它们饲养在哈佛大学实验室的牛奶瓶中,果蝇开始飞进科学殿堂。在哥伦比亚大学实验室里,繁殖到69代时,出现了1只白眼突变体。摩尔根(T. H. Morgan)把这个孱弱的'白眼儿'当做宝贝,并得到1 000多个后代,开始大规模用于遗传学试验(彩版㊀:图1,下图同),后来果蝇改喝价廉物美的香蕉汁,大批参加试验的学生,把果蝇带回家中,家长也参与进来数果蝇[1,2]。最初,白眼和红眼交配的子代都是红眼,子2代的红白比例是3∶1,完全符合孟德尔在豌豆上的试验结果(封二,封三彩版Ⅴ:图2,下图同)。但白眼个体全是雄的,暗示白眼性状和雄性基因有连带关系。有时染色体上的基因会发生交换,基因间距离愈远,交换频率就愈高。摩尔根通过试验和计算,和助手们一起,绘制了果蝇的基因图谱,提出染色体遗传理论和基因连锁学说,发展了孟德尔的遗传学[3]。摩尔根1933年因此获得诺贝尔生理学和医学奖。有人说果蝇是上帝专门为摩尔根创造的,白眼果蝇更是上天的恩施。但事实证明这话并不完全正确。摩尔根的学生缪勒(H. J. Muller)用X射线照射果蝇,成功地获得了大量白眼突变体,确定了性细胞对变异的遗传功能。果蝇也让缪勒在1946年获得了

* E-mail: wangyc301@126.com

收稿日期:2007-06-15,修回日期:2007-06-25

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk

诺贝尔奖。刘易斯(E. B. Lewis)利用果蝇的畸形翅膀,创立了控制胚胎早期发育的同源基因学说,在1995年也获得了诺贝尔奖。这样,果蝇让遗传学家获得了惊人的诺贝尔奖三连冠记录。此外,1958年获得诺贝尔奖的比德尔(G. W. Beadle)和塔特姆(E. L. Tatum),发表了'1个基因1种酶'的理论。他们也用过'朱红'果蝇的眼睛,移植到野生型幼虫腹部,以此来检验生物合成中酶与基因的关系[3]。

果蝇的唾腺染色体数量少,膨突时期很容易观察,这些巨大的染色体被发现以后,不仅为证实摩尔根理论立了大功,后来还经常用作其他实验。果蝇对药物极为敏感,因此研究昆虫变态与激素的关系、筛选杀虫剂和进行神经电生理测试等,人们都喜欢用它作材料,而小小的果蝇经常让试验者获得很多意外的成功[5]。

当前对果蝇的研究已延伸到分子生物学中。黑腹果蝇有13 601个基因,它们的DNA序列60%与我们人类相似,70%的人类疾病基因在黑腹果蝇的基因组中都能找到。这就为人类探索生命和治疗疾病提供了极好的材料。在欧洲的分子生物学实验室里,果蝇被伍尔哈德(C. Niisslein-Volhard)用来研究控制胚胎早期发育的起始基因。分裂基因、配对基因和体节极性基因等多种影响分节和发育程式的基因得到筛选和鉴定,为识别人和动物的发育基因奠定了基础[3]。昆虫学家也通过果蝇的分子生物学,克隆了蜕皮激素受体,利用细胞膜上的胰岛素受体,研究了信号传递途径,以及激素对生长的调控机制,同时还研究了生物钟的反馈模型、视觉感受中G蛋白的级联反应,化感器的结合蛋白,并揭示了学习和记忆的秘奥[2]。迄今为止,与果蝇有关的科学论文已经超过10万篇。果蝇是大自然给我们的礼物,它惠泽人类的文明和健康[5,9]。

2 昆虫生理学的'奠基虫'——吸血蝽

吸血蝽 *Rhodnius prolixus* 又称长红猎蝽,因喜叮人的嘴角,在国外戏称其为接吻虫。分布在中南美洲。该虫体长20 mm,体重不到80 mg。它有许多不同一般的习性,如每龄若虫饱餐一顿鲜血之后,虫体胀得像只红灯笼,几周内不再进食而开始蜕皮。末龄若虫饱食1次血量超过200 mg。这样,即使施行结扎或去头手术,它还能存活1年。吸血蝽传布南美锥虫病。慢性患者会在多年之后引发心肌病变,严重时可能夺人性命。当年达尔文随贝格尔号作环球考察时,曾经遭到吸血蝽的叮咬,此事记录在他的日记中。他晚年病魔缠身,有人推测是他感染了慢性锥虫病,元凶就是那只在南美叮咬过他的吸血蝽(图3)。撇开达尔文病因的谜团,吸血蝽在达尔文故乡,却出人意料地成了'明星'。成就它的是昆虫生理学之父威格尔斯沃兹(V. B. Wigglesworth),他的绝大部分试验结果均出自吸血蝽,因此使该虫获得'威氏虫(Wigglesworth's bug)'的雅号,而威氏本人则获得了勋爵和皇家学会荣誉会员的尊号[4]。

20世纪20年代初,英国勃卢普(E. Brumpt)教授从委内瑞拉带吸血蝽回国,送给伦敦卫生与热带医学校医学昆虫系主任阿尔库克(J. Alcook)。威氏到该校任教后,开始用吸血蝽作实验。1945年受聘到剑桥大学,继续和吸血蝽为伴,在研究昆虫的体壁、消化、排泄、水分平衡、共生物与营养、生长发育、生殖和行为等方面,都有吸血蝽参与,成果非常丰富。其中影响最为深远的是威氏充分利用吸血蝽的特性,通过结扎等细微的外科手术,培育了一批超龄若虫,并在1934年提出:昆虫脑中存在一种激素,它能使若虫保持幼态,称其为'保幼激素'(juvenile hormone)。接着又证明这种激素来自咽侧体。同时发现吸血蝽只有饱食鲜血以后,才能引发蜕皮,暗示神经信号影响激素的释放。2年后,法国人彭赫尔(J. J. Bounhiol)通过摘除家蚕幼虫咽侧体,获得早熟幼虫。通过反证支持了威氏的'保幼激素'理论。后来威氏又发现保幼激素对生殖腺的刺激作用,并且观察了吸血蝽表皮和器官芽在变态时期发生的变化,阐明了成虫器官的潜在模式和真皮细胞的功能;在排尿过程中发现伸胀感受器与神经的感受机制,以及利尿激素的调控作用。这些发现都为

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk

建立昆虫变态、器官发育的激素调控模型,奠定了基础。威氏撰写了100多编有关吸血蝽的论文和鸿篇巨制《The Principles of Insect Physiology》(昆虫生理学原理),领航全球昆虫生理学达半个多世纪。当年布卢普带回的吸血蝽,它的子孙后代已经遍及英国的昆虫学实验室。进入21世纪,吸血蝽的基因组研究工作也在紧张地进行,获得的碱基总量已达670 K[4,9,10]。

3 充满变态和化性玄机的家蚕

家蚕 *Bombyx mori* 是我国先民几千年前从野蚕 *Bombyx mandarina* 中选育而成的一个特殊'种'(图4,5)。它的个体较大、不会飞翔、好管理、易饲养,不但是产丝的'机器',还是鳞翅目中极好的模式昆虫。凡学过昆虫学的人,几乎都在实验室里接触或解剖过它(图6~9)。日本学者还将家蚕的形态结构、生物学特性和试验方法,编写成书,作为普及生命科学的教材。由于人们对蚕丝生产的需求和渴望,都渴望搞清家蚕的生活和产丝的秘密。长期以来对家蚕进行的试验和研究,不计其数,以日本学者诸星(S. Morchoshi)为例,仅以他为首发表的家蚕论文就有200多篇。浩如瀚海的论文,涉及家蚕研究的各个领域。在昆虫学的资料和理论宝库中,家蚕的贡献可与美丽实用的丝绸相比美[7,11]。

对家蚕的解剖和试验,最早始于意大利学者,1669年马尔比基(M. Malpighi)(图10)在解剖家蚕时,发现了他并不认识的排泄器官,后来便称其为马氏管(Malpighian tubes)。1834年微生物学家巴希(A. Bassi)发现家蚕白僵病菌,在世界上首次确证微生物引发疾病。这对昆虫和人类医学都影响巨大(图11)。19世纪中叶法国暴发家蚕微粒子病,导致蚕茧产量锐减。巴斯德(L. Pasteur)奉法国政府之命破解了该病的传染源和途径,挽救了法国蚕业,同时也发展了昆虫病理学[11]。

20世纪在家蚕中最为重要的发现是神经内分泌系统对生长发育的调控机制,其中对前胸腺和蜕皮激素的研究尤为深刻和完善。早在1762年罗内特(S. Lyonet)就在木蠹蛾(*Cossus* sp.)(图12)中见到了前胸腺,但不知道它的功能。1940年日本学者福田(S. Fukuda)发现前胸腺能诱导家蚕化蛹。后来又发现前胸腺和咽侧体共同作用,只引发幼虫蜕皮,惟有前胸腺单独作用,才能引发变态。福田称前胸腺分泌物为蜕皮激素(motling hormone)。1959年德国昆虫化学家布特南(A. Butenandt)和卡尔松(P. Karlson)2人,从500 Kg的蚕蛹抽提物中获得25 ng的蜕皮素(ecdysone)。此外,福田还搞清了家蚕一化性和二化性的形成的机制,发现卵滞育受脑和咽下神经节的控制[7,10]。

1958年小林(M. Kobayashi)用8 500个家蚕幼虫的脑,抽提得到能激活前胸腺的脑激素。1982年又从65万头家蚕中分离到促前胸腺激素中的小分子成分;5年后为探索其主要成分,又先后2次用去家蚕350万头。为分离、鉴定脑神经肽,以及阐明昆虫变态的调控机制,我国海峡两岸的昆虫学家也做了大量的工作。当时得到的神经肽虽然很少,但对搞清昆虫变态的激素调控机制意义十分重大[10]。此后神经肽的研究随着cDNA克隆技术的出现,加快了研究步伐,同时也避免了大批家蚕为试验而'捐躯'。进入21世纪,家蚕的分子生物学和基因组研究进展很快。我国400多名科研人员经过5多月的试验和研究,在2004年完成了家蚕基因组的序列研究,发现全基因组含碱基530 K。家蚕基因组为今后广泛、深入探索生命的秘奥和养蚕新技术构筑了平台。此外,在信息素、丝腺蛋白、卵黄蛋白和抗菌肽的研究方面,家蚕的表现都非常出色[5,7,10]。

4 撩开滞育蛹面纱看惜古比天蚕蛾

惜古比天蚕蛾 *Hyalophora cecropia* 也叫赛大蚕蛾,它是北美最大的蛾子,老熟幼虫体长100 mm,蛾子展翅宽达750 mm。(图13,14)。1年1代。幼虫取食樱桃、苹果、枫、桦等树叶。主要分布在美国和加勒比海地区。该虫具有专性滞育的特点。夏末幼虫吐丝或裹碎叶结茧,

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk

以蛹越冬, 期间要通过 6 周 5~ 10℃的低温, 再经历一个温暖期, 来春才会羽化。如何人为解除滞育, 让它提前羽化, 引起了许多科学家的兴趣。早在 1919 年, 波兰生物学家古培克(S. Kopeč) 利用舞毒蛾 *Lymantria dispar*(图 15) 做试验, 就提出昆虫羽化的开关是存在于头部的脑激素(brain hormone)。他将舞毒蛾在胸部与腹部之间结扎起来(不影响呼吸和生存的同时能阻止其体液交流), 发现临界期前结扎 5 龄早期幼虫, 切断了头胸部与腹部的联系, 结果就无法羽化。这个如今看似平常的发现, 打破了当时普遍认为昆虫体内无激素的观念。后来 20 多年中, 又有一些学者利用不同昆虫, 做了类似的试验, 其中最为成功的便是美国哈佛大学教授威廉斯(C. Williams), 他将硕大无比的惜古比天蚕蛾蛹, 在腹部切成两半, 切口处盖上玻片, 用蜡封好。凡在腹中植入经冷冻处理的"活化脑"和前胸腺的, 就能发生变态, 形成鳞片和生殖器官。于是威廉斯在 1947 年得出结论: 只有在脑和前胸腺的作用下, 才能打破滞育, 促进成虫羽化。脑的作用是激活前胸腺。结果证实并发展了 28 年前古培克关于脑激素功能的假设。以后的研究证明, 惜古比天蚕蛾的促前胸腺神经肽与家蚕的有 57% 是同源的, 而且也是一种小分子肽, 它能激活幼虫的前胸腺, 但不激活蛹的[4,5,10]。

在美国, 威廉斯的惜古比天蚕和弗兰克(G. Fraenkel) 利用的丽蝇一起, 作为昆虫生理学的模式昆虫, 在阐明昆虫的发育和变态的机制方面, 与英国威格尔斯沃兹使用的吸血蝽和日本福田等人使用的家蚕, 形成三角鼎立之势, 在上世纪中期, 综合起来完整的揭示了昆虫的变态理论。此外, 在表皮蛋白、卵黄蛋白和贮存蛋白, 以及保幼激素生物合成的研究中, 惜古比天蚕蛾都发挥了重要的作用。特别在抗菌肽方面, 它是非常特殊的试验材料。20 世纪 70 年代中期, 瑞典斯德哥尔摩大学波曼(Boman) 等, 从惜古比天蚕蛾中获得抗菌肽"天蚕素", 以后在其他昆虫中引出了一系列的"天蚕素", 而且经过很多人的探索, 建立了阐明杀菌机理的"桶 – 穿孔"理论。随着研究的深入, 抗菌肽的理论与实践都在不断地充实和完善[4,10]。

5 美洲大陆最具魅力的实验昆虫——烟草天蛾

烟草天蛾 *Manduca sexta* 原本只是美州的一种烟草害虫。老熟幼虫体长可达 81 mm, 成虫展翅达 100 mm (图 16) 。在美国南方 1 年发生 3~ 4 代。每年 4~ 11 月都能见到幼虫, 幼虫历期 20 天左右[6]。这是大自然赐给美国人的廉价试验材料。1974 年美国奇倍特(D. Gilbert) 等人开始研究它的前胸腺和蜕皮激素, 继而它的促前胸腺神经肽释放机制、蜕皮激素受体和利尿激素等都得到深入的研究, 还发现几种新的保幼激素, 1989 年 H. Kataoka 从其脑内提取和纯化了促咽侧体神经肽, 把昆虫变态的神经激素调控机制又向前推进了一大步。多年来它已经成为多功能的模式昆虫。就以美国华盛顿州立大学里蒂佛德(L. M. Riddiford) 教授为首的研究组为例, 用烟草天蛾进行了大量的生理生化和分子生物学实验。如幼虫表皮蛋白的种类、合成过程中基因表达与调控; 皮细胞核内 JH 的受体及其特性; JH 在变态时对蜕皮素的调控作用; 血淋巴结合蛋白对 JH 的保护和运输机制; 蜕皮激素诱发蜕壳激素释放的机制, 以及在蜕皮前产生的行为反应; 表皮的鞣化和黑化以及鞣化剂的功能等; 涉及昆虫生长发育中种种生理生化问题。此外, 烟草天蛾还被昆虫学家用来研究高糖激素和激脂激素; 精巢围细胞分泌的蜕皮激素, 以及促进精子发生和形成的机制; 性信息素合成激活肽的功能与释放机制; 性信息素的结合蛋白和信息传递机制, 等等[5]。在美国每天有数以千计的学生在他们的实验室里用烟草天蛾进行试验和设计, 使得这些廉价的试验材料, 成为沟通生命和科学家之间的重要桥梁。在亚利桑那大学专门设有烟草天蛾项目, 在网上进行交流。我国的天蛾种类很多, 如何选择合适的种类作试验材料, 美国的经验值得借鉴[4,5,10]。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk

6 具有神奇信息功能的社会性昆虫——蜜蜂

人类对蜜蜂 *Apis mellifera* 的认知和利用的历史非常久远, 在西班牙东部巴伦西亚岩洞中, 有9 000年前女人采蜜的岩画(图 18)。古罗马的养蜜技术已经相当发达, 并在欧洲广为流传, 因此至今还称 *A. mellifera* 为意大利蜂(图 19, 20)。

蜜蜂作为实验昆虫, 从它的解剖、呼吸代谢、神经生理、内分泌、信息素、生殖到社会生活和行为, 都得到广泛的研究。蜜蜂作为无脊椎动物, 它有最高级和最复杂的社会分级和行为。一群蜜蜂如何形成结构严密、分工明确的社会? 如何完成访花采蜜和协调它们的行为? 曾是许多养蜂者无法破解的谜。早在 1670 年, 荷兰斯旺莫丹(J. Swammerdam)就开始解剖蜜蜂, 来分辨性别, 到 19 世纪后期, 德国养蜂家进一步提出蜂王的产雄单性生殖, 告诉人们未受精卵可以发育成雄蜂[12]。英国卢伯克爵士开始研究蜜蜂的辨色能力, 并把它与访花采蜜的行为相联系。德国动物学家弗里希(K. von Frisch)对蜜蜂的社会行为发生了浓厚的兴趣, 他早年在慕尼黑大学研究鱼类, 从 1919 来开始研究蜜蜂视觉、嗅觉和信息传递, 他证明蜜蜂能辨别除红色以外的各种颜色, 甚至能感受紫外光; 蜜蜂的嗅觉能够检测 12 种花朵的气味, 在采花蜜时能综合各种信息, 重复造访同一种蜜源, 说明蜜蜂能运转极其复杂的信息量(估计仅次于人类)。他又发现蜜蜂能利用偏振光, 根据太阳位置和地磁来确定空间方位(图 21), 提出了'地磁的日周期性波动是蜜蜂时钟外因'的理论。还发现蜜蜂用声波来传递信息。最有趣的发现是蜜蜂能用简单的舞蹈语言, 告诉同伴蜜源的距离和方向(图 22)。弗里希在蜜蜂身上神奇的发现, 引起了各种质疑和争论。但终于在 1973 年以'发现并建立动物个体和社会的行为模式', 获得诺贝尔生理学和医学奖[1, 10]。但后来美国生物学家温内(A. Wenner)对弗里希的实验和理论再次提出质疑。而反驳温内的人, 又用蜜蜂进行了更为细致的实验。他们在研究侦察蜂回巢报讯时, 有意将蜜源移去, 然而采集蜂仍能根据侦察蜂传递的信息(事实已成了假情报), 飞向原来的蜜源。反驳者还用机器蜂来进行模拟, 也得到肯定的结论。蜜蜂们像演员一样, 以它们淋漓尽致的表演, 证明了自身语言系统的存在, 同时也捍卫了弗里希的荣誉。当然, 人们对蜜蜂的研究, 领域相当广阔, 特别是那些社会性昆虫所特有的生理、生化问题, 如激素对'阶级分化'的调控作用, 信息素对行为所起的作用等, 如今都有了深入的研究,[3, 5, 12]。

由美国倍乐(Baylor)医学院牵头, 15 个国家 64 个实验室 170 位科学家参加的蜜蜂基因组测序项目, 到 2006 年已宣告完成。共发现基因10 157个(比果蝇少 25%, 两者仅 10%同源)。它的气味受体基因特别多, 但味觉受体基因相当的少, 正好说明它超乎寻常的嗅觉识别能力, 却不大讲究味道。其中还有不少有趣的发现, 如蜜蜂的分子钟系统很像人类, 而与其他昆虫差别较大[9]。

7 养害虫供试验——化腐朽为神奇

被生物学家或昆虫学家用作实验昆虫的种类还有很多, 例如蜚蠊目中有德国小蠊 *Blattella germanica*(图 23)、美洲大蠊 *Periplaneta americana*(图 24)、太平洋折翅蠊 *Diploptera punctata*; 直翅目中有飞蝗 *Locusta migratoria*(图 25)、沙漠蝗 *Schistocerca gregaria*(图 26)和二斑蟋蟀 *Gryllus bimaculatus*(图 27); 半翅目中有乳草长蝽 *Oncopeltus fasciatus*(图 28); 鞘翅目中有黄粉甲 *Tenebrio molitor* (图 29); 鳞翅目中有大蜡螟 *Galleria mellonella*、粉纹夜蛾 *Plusia ni*(图 30)、棉铃虫 *Heliocoverpa armigera*(图 31)、小菜蛾 *Plutella xylostella* (图 32)、美人蕉弄蝶 *Calpodes ethius*(图 33)和大菜粉蝶 *Pieris brassicae* 等(图 34); 双翅目中有埃及伊蚊 *Aedes aegypti* (图 35)、冈比亚按蚊 *Anopheles gambiae*(图 36)、家蝇 *Musca domestica*(图 37)、丽蝇 *Calliphora vicina*(图 38)和麻蝇 *Sarcophaga* sp. (图 39)等[4, 5, 10]。其中不少是重要的农业害虫和卫生

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk

害虫,在科学试验中,它们都成了‘有功之臣’。

蝗虫和乳草蝽是研究生态学、迁飞生理以及生化和代谢的激素调控等方面的模式昆虫;蟋蟀是研究鸣叫功能和机制的最佳材料;太平洋折翅蠊常常被用来研究调控保幼激素和蜕皮激素的神经肽;芭蕉弄蝶大多用来研究表皮特性;丽蝇的围蛹和初羽化成虫是研究昆虫表皮鞣化和黑化机制的好材料;伊蚊和黄粉甲是研究昆虫直肠水分再吸收和水分盐分平衡调节的模式昆虫;蜚蠊和蚊、蝇,除了做神经电生理试验和生化分析以及分子生物学的材料,还经常用于生物测定。过去人们测定保幼激素和蜕皮激素多用生物测定法,大蜡螟和丽蝇都是极好的生测工具,含量则用‘丽蝇单位’表示;有时烟草天蛾幼虫也用来进行生测(多用于定性试验);家蝇和蜚蠊更是大量用于杀虫剂筛选(毒力测定),也用来培养各种抗药性品系,在抗药性治理和毒理学研究中使用都很频繁;小菜蛾作为世界性害虫,生活周期短,繁殖快速,对杀虫剂的抗性发展非常迅速,因此是研究抗性机制的好材料;还有蚊、蝇、蜚蠊和一些农业害虫,在田间,在居室中,它们都是极端可恶的防治对象,但在实验室里,在研究者眼中都成了无价之宝。值得一提的是埃及伊蚊和冈比亚按蚊的基因组研究,在几年前都已完成。大大拓宽了它们的实验领域,不仅促进了昆虫生理、生化学的发展,并在生命科学中得到广泛的应用[5,10]。

8 结论

昆虫个体小,数量大,饲养方便,成本低廉。英国昆虫生理学教授莫尔迪尤(W. Mordue)曾经指出:‘所有动物,不管它们的组织水平如何,都面临相同的功能问题,昆虫与脊椎动物相比,体形虽然较小,但它们的细胞大小大致相同,并由于细胞分化程度较小,因此是十分理想的实验动物’。多少年来用昆虫作实验材料,解决了遗传学、生理学和行为学以及生态学中各种复杂问题。随着分子生物学的兴起,很多昆虫的基因组得到了研究,人们发现在基因水平上,昆虫和人类的距离愈来愈近了!在研究生命科学时,昆虫完全可能成为主角,上演很多精彩的‘剧目’,在保护昆虫和它的基因多样性方面,也会日益显现它的功能和价值。通过许多邮票,让我们认识各种实验昆虫和它们的‘功绩’,无疑有利于我们今后更多、更好地开发和利用它们,造福于人类[1,2,8,9]。

参 考 文 献

1 周志远,生命世界,2007(4):100~103.

2 逍遥,生命世界,2007(5):96~99.

3 郭奕玲,沈慧君. 20世纪杰出生理学和医学家. 北京:中国石化出版社,2002.

4 V. B. 威格尔斯沃思(龙长祥译). 昆虫与人类生活. 北京:科学出版社,1983.

5 . J. L. Nation Insect Physiology and Biochemistry, CRC Press, London, 2001.

6 D. S. Hill Agricultural Insecy Pests of the Tropics and Their Control Cambridge University Press, Cambridge, 1975.

7 诸星静次郎(丁辉等译). 蚕的发育生理. 农业出版社,北京:1981. 1~5.

8 W. 莫尔迪尤(王荫长等译). 昆虫生理学,北京:科学出版社,1986.

9 黄智勇,昆虫知识,2007,**44**(1):5~8.

10 王荫长主编. 昆虫生理学. 北京:中国农业出版社,2004. 299~410.

11 陆星垣主编. 中国农业百科全书·蚕业卷. 北京:农业出版社,1987. 213.

12 马德凤主编. 中国农业百科全书·养蜂卷. 北京:农业出版社,1993. 102.

封面照片:川疤步甲 *Carabus szechwanensis*

步甲主要营捕食性生活,是农林害虫的重要天敌,同时,许多种类颜色艳丽,具有很高的观赏价值,国外常称其为‘会动的宝石’(walking jewels)。步甲属 *Carabus* 种类在中国最为丰富,全世界有850多种,其中一半以上分布在中国。本期封面照片为川疤步甲 *Carabus szechwanensis* Hauser, 1931,拍摄于贵州梵净山。

(中国科学院动物研究所 刘 晔 摄,文)

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk

彩版VI 王荫长：邮票上的实验昆虫（正文见 P826）

1. 瑞典（1989邮票小本票封面和封底） 4. 多哥反映中国古代养蚕的邮票（2000） 7. 中非共和国（1970） 8. 孟加拉（2000） 9. 罗马尼亚（1963） 18. 西班牙（1975） 20. 皮特凯恩群（1999） 21. 尼日尔（1973） 22. 南斯拉夫（1991） 23. 卡塔尔（1998） 24. 不丹（1997） 27. 英属阿松森岛（1988） 30. 毛里塔尼亚（1988） 32. 毛里塔尼亚（1988） 33. 巴哈马（1994） 35. 加蓬（1983） 36. 葡属圣多美和普林西比（1962） 39. 不丹（1997）

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk

续彩版Ⅵ 王荫长：邮票上的实验昆虫（正文见 P826）

2. 捷克斯洛伐克（1965） 3. 蒙古（2000，未发行邮票。附票为达尔文起居室兼书房） 5. 黎巴嫩（1930） 6. 土耳其（1989） 10. 意大利（1978） 11. 意大利（1952） 12. 西属撒哈拉（1964） 13. 洪都拉斯（1991） 14. 法属马提尼克（2000） 15. 圣文森特和格林纳丁斯（2001） 16. 委内瑞拉（1968） 17. 萨尔瓦多（2003） 19. 民主德国（1990） 25. 卡塔尔（1998） 26. 斯威士兰（2005） 28. 菲律宾（2000） 29. 几内亚（1998） 31. 图瓦卢（1991） 34. 葡属马德拉群岛（1997） 37. 冰岛（2005） 38. 英国（1989）

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnk