

基础知识

邮票图说达尔文和他的昆虫情缘

王荫长*

(南京农业大学植物保护学院 南京 210095)

An illustration Darwin and his sentiment reasons with insect on stamps. WANG Yin Chang (College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University 210095, China)

Abstract In order to commemorate bicentenary of birth of Charles Darwin, the great creator of evolution, , this paper introduce his sentiment reasons with insects on stamps. It's substance as follows: (1) On commemorative stamps of Darwin; (2) He was a beetle's fan in juvenile years; (3) He came into contact insects in South America; (4) Insects were important element in the theory of evolution; (5) he has sagacity forecasted that there had been a pollinating insect with a proboscis, hawk moth, in Madagascar. , It has long enough to reach orchid's 300mm spur.

Key words Charles Darwin, insects, stamps

摘要 今年是伟大的进化论创建者达尔文诞生 200 周年, 本文通过邮票介绍达尔文的昆虫情缘。其中主要内容有: (1) 有关纪念达尔文的邮票; (2) 他青少年时代是个甲虫迷; (3) 在南美和昆虫打交道; (4) 昆虫成为进化论的重要元素; (5) 他睿智预测马达加斯加存在长喙天蛾, 足以以为花冠长 300 mm 的兰花授粉。

关键词 达尔文, 昆虫, 邮票

今年是达尔文诞生 200 周年, 也是他发表《物种起源》创立进化论 150 周年。为此, 英国政府和社会各界, 特别是学术界举行了许多活动, 纪念这位科学伟人, 彰显他颠覆‘上帝创造万物’的伟业。达尔文的一生既有标新立异、惊世骇俗的巨大成就, 也有细致入微、明察秋毫的不俗研究, 其中不乏与昆虫有关的动人故事。本文通过邮票介绍达尔文和他的昆虫情缘。

1 纪念达尔文的邮票

查尔斯·达尔文 (Charles Darwin) 1809 年 2 月 12 日出生在英国希罗普郡 (Shropshire) 的施鲁斯伯里镇 (Shrewsbury)^[3]。1958 年苏联和东德纪念他诞生 150 年, 发行了邮票 (彩插 IX: 图 1, 2)。邮票中的达尔文虽然时年已经花甲, 但眉骨高耸, 目光锐利, 依然饱含着他那超人的智慧和魅力。2009 年英国在他生日发行 2 组邮

票, 纪念他诞生 200 周年。第 1 组是不干胶自贴邮票, 内中 1 枚邮票上, 达尔文银髯飘拂, 神态潇洒 (彩插 IX: 图 3); 另外 5 枚是人类学、动植物和地质学相关的图像。邮票的左右两边有球形榫头和榫槽, 相互可以无缝拼接, 可将达尔文的研究对象融合成一个整体。邮票的设计者以这种奇特创新造型, 来纪念达尔文和他的‘进化论’, 寓意深刻而且含蓄。第 2 组是‘孵化’进化论的加拉帕戈斯群岛动物 (彩插 IX: 图 4)。同时发行了内容丰富, 图文并茂的小本票。这 2 组邮票首发时, 在达尔文生平有关的几个地点, 都制作了纪念邮戳。如早年读书的爱丁堡 (彩插 IX: 图 39) 和剑桥, 贝格尔号起锚地普利茅斯港。同时, 捷克 (彩插 IX: 图 5)、意大利 (彩

* E-mail: wangyc301@126.com

收稿日期: 2009-06-23 修回日期: 2009-07-03

插 IX: 图 6)、葡萄牙(彩插 IX: 图 7)等 6~7 个国家也发行了纪念邮票。在意大利邮票上可以看到晚年达尔文和 1859 年 11 月伦敦首版《物种起源》的封面,以及从猿到人的进化示意图。为纪念《物种起源》发表 150 周年,英国的纪念活动一直要延续到 11 月份。在葡萄牙发行的小型张上,有达尔文 31 岁的肖像。他的表情深沉,似乎正在思考如何给维多利亚社会一个冲击波,颠覆人们对上帝的迷信,就像航行在火地岛附近的贝格尔号(彩插 IX: 图 7),有朝一日突然遭遇惊涛骇浪,一切平静全被打破。

达尔文在 1882 年 4 月 19 日逝世,享年 73 岁^[3]。1982 年英国为纪念他逝世 100 周年,发行过 1 套 4 枚的邮票(彩插 IX: 图 8),邮票中有达尔文苍老的素描头像和签名,两侧分别有鬣蜥、巨龟和鸣雀的头部,都是达尔文在加拉帕戈斯群岛研究的物种。同年英属福克兰群岛也发行了纪念邮票。达尔文曾在 1832 和 1833 年 2 次登临该岛考察。邮票中可以看到他 22 岁作环球考察时的焕发英姿(彩插 IX: 图 9)、贝格尔号的外观(彩插 IX: 图 10),当时最精良的装备——显微镜(图 11),以及被他研究过的福克兰狼(彩插 IX: 图 12)。这种半驯化半野生的动物,性格温顺,后来遭岛上移民的大肆捕杀而在 1876 年绝种。邮票两侧饰有包括昆虫在内的 12 类被达尔文研究过的动物^[4]。

环球考察是达尔文人生转折点。尤其在 1835 年 9 月 15 日到 10 月 20 日,他到加拉帕戈斯群岛的考察 1 个月多,收获特别丰富,他自称那是‘我所有观点的发源地’^[5]。早在 1936 年厄瓜多尔就发行邮票(彩插 IX: 图 13),纪念他考察该岛 100 周年。邮票上有达尔文 60 岁时的肖像,贝格尔号和加拉帕戈斯主岛的远景。第 2 年达尔文返回英国,不久他的健康状况恶化,1842 年迁居伦敦郊外的达温宅(Down House)。那是一栋虽不豪华但很宽敞的别墅。里面有他堆满图书、笔记和信件的书房。达尔文在达温宅生活了 40 年,写作了 40 年,和病魔斗争了 40 年。英国邮政部门在达尔文逝世 100 周年时特制了达温宅外景的纪念邮戳(彩插

IX: 图 8)。2000 年蒙古国在发行千禧年邮票时,达尔文作为千年伟人入选。邮票为我们提供了许多有关达尔文的史料,内中有达尔文晚年肖像画,俨然是一位饱经风霜的老人(彩插 IX: 图 14)。另一枚附票上有达温宅书房,以及有关于达尔文一生的文字说明(彩插 IX: 图 15)。

达尔文去世后,英国政府为他举行了隆重的国葬仪式。由他的热烈崇拜者和进化论的坚决支持者华莱士(A. R. Wallace)、胡克(J. Hooker)、赫胥黎(T. H. Huxley)(彩插 IX: 图 16)和美国驻英大使抬灵柩。遗体安葬在伦敦威斯敏斯特大教堂(彩插 IX: 图 17)。在英国只有少数杰出的国家俊英和伟人才有资格长眠在这座古老的皇家教堂内,达尔文和牛顿比邻而卧(彩插 IX: 图 18)^[3]。颇有讽刺意味的是这位魂归教堂的巨人,他的生前由于发表进化论,一直遭到主教们的恶毒攻击和诽谤。然而真理终于战胜谬误,1996 年梵蒂冈教皇约翰·保罗二世(彩插 IX: 图 19)声明:‘天主教信仰生物进化论’,并说‘新知识使人们承认,进化论不仅仅是一种假设’,‘这一理论已被科学界普遍接受’。教皇试图调和宗教与科学的矛盾,在保留‘万物神创’的教条下,承认生物进化^[2]。安息于教堂之中的达尔文,若在天有灵,一定会感慨万千!

2 青少年时代的‘甲虫迷’

达尔文的祖父伊拉兹玛斯(Erasmus Darwin)和父亲罗伯特((Robert Waring Darwin)都是英国名医。他们关注生物的进化问题,并深深地影响了达尔文,使他从小就热爱自然,喜欢收集昆虫和矿物的标本。特别在受到进化论的先行者布丰(G. Buffon)(彩插 IX: 图 20),及其学生拉马克(J. B. Lamarck)的‘用进废退’理论影响以后,对形形色色的生物和它们的来历都怀有浓厚的兴趣^[3]。

达尔文 16 岁进爱丁堡大学医学院。爱丁堡是苏格兰的首府,那里虽然城堡居高临下,巍然稳固(彩插 IX: 图 21),但各种学术思想并没有受其禁锢,学术气氛非常宽松自由,被誉为“北方的雅典”来自巴黎等地的新思潮和新观

点,经常在爱丁堡大学掀起阵阵波浪。可是达尔文在医学院却遇到了尴尬,当时麻醉术尚未发明,他害怕病人在动手术时发出的惨叫,他还害怕见血,更不忍目睹鲜血淋漓的手术病人;于是他设法逃避临床实习,并把精力转移到打猎、骑马和射击上。在要求严格的父亲眼里,这种舒适悠闲的生活,将会葬送达尔文的前程,就让他转入剑桥大学基督学院学习,给他戴上了神学的枷锁。然而达尔文在博物学老师亨斯洛(J. S. Henslow)教授的指导下,采集昆虫的兴趣大增。那时,英国和欧洲大陆一样,在山林间,在田野里,昆虫种类丰富,而且数量众多。如锹形虫、金龟子和金花虫等等(彩插 IX: 图 22, 23, 24),都是昆虫爱好者的猎物。有一次达尔文到外地去采集,剥开树皮就发现 2 只甲虫,他眼明手快,顺利地用双手将它们一一抓获,可是眼前又来另了一只更为漂亮的甲虫,他急中生智就将右手的甲虫衔在嘴里,谁知那是一只会‘放屁’的步行虫(彩插 IX: 图 25),立即喷出恶心苦涩的液体,达尔文的舌头顿时发烫发麻,凭着本能迅速将它吐出,慌忙中手上的甲虫丢了,漂亮的甲虫也逃之夭夭。这次失败的采集,成了同伴们的笑料。但是达尔文也有走运的时候。有一次抓到 1 头甲虫,竟然是一个新种。一家科学杂志对他大为赞扬,他自己也深感得意,多年以后,仍然认为这是他‘一生中最为骄傲的时刻’。至今英国博物馆中还完好地保留着达尔文当年采集的甲虫标本。当时他和痴迷甲虫的同伴们,组织‘甲虫行动’,有人还画了一幅达尔文手抓捕虫网,把金龟子当坐骑的漫画,看了使人捧腹。年轻的达尔文就是这样一个人,‘甲虫迷’,据说他的初恋女朋友就因此离他而去。而他却沿着科学家的轨道向前走,最终成了一名离经叛道的‘魔鬼牧师’^[3]。达尔文当年收集的甲虫标本的照片和骑着甲虫的漫画,都收集进了 2009 年的小本票中(彩插 IX: 图 26)。

3 在南美和昆虫打交道

19 世纪初,号称‘日不落’的大英帝国如日中天,当时迫切需要寻找横穿大西洋和太平洋

的新航线,去考察和开发各地资源,特别是尚在西班牙手里的南美大陆。达尔文作为亨洛斯的学生,在看完德国现代地理学奠基人洪堡(A. Humboldt)(彩插 IX: 图 27)的《南美旅行记》后,心中激起了远游考察的热情。洪堡在 1799 年得到西班牙国王的允准,前往南美考察,当年夏天登上哥伦比亚的库马纳(彩插 IX: 图 28),连续 5 年深入美洲各地,在日记中对热带雨林和火山带有激动人心的描述。1831 年的夏天,让达尔文展翅腾飞的机会终于来了。亨斯洛教授推荐他参加贝格尔号(Beagle)的全球航行和考察。尽管这次周游世界的准备和落实颇费周折,但达尔文终于在当年 12 月 27 日随贝格尔号扬帆出海(彩插 IX: 图 10)。当他到达巴西和阿根廷的热带雨林时,丰富多彩的动植物令这位早有准备的考察者眼花缭乱,他在短短的一天里,捉到的甲虫就有 68 种。他不停地采集,不断在显微镜下细细揣摩。当贝格尔号到达南美东海岸时,达尔文骑马西行,横穿大平原,翻越安第斯山,行程 960 km,后来又只身返回,采集了成千的昆虫标本。他亲眼目睹浩浩荡荡的蚂蚁大军,沿路风卷残云似的扫荡一切,使他目瞪口呆,不寒而栗^[3]。

1835 年 3 月间,达尔文在阿根廷门多萨省(Mendoza)的一个小村庄投宿,夜间遭到可怕的锥猎蝽的叮咬。这是一种传布南美锥虫病(又称恰加斯病)的媒介昆虫。此后达尔文出现过发烧、头痛、呕吐、皮疹和全身乏力等病症。1840 年以后,达尔文的病情加剧,每天只能工作几个小时,甚至连父亲的葬礼也无法参加,他担心自己患了慢性锥虫病。锥猎蝽是损毁达尔文健康的元凶吗?在他逝世以后有过长期的争论,有人支持这种观点,蒙古国在千年成就的邮票中,展示了锥猎蝽的形象,就是这种观点的反映(彩插 IX: 图 15)。邮票上的锥猎蝽,腹部末端有一滴刚排出的粪便。锥虫正是通过粪便传播,由伤口进入人体;而另一些人则认为那些症状是达尔文长期心理不安的结果。《圣经》中上帝创造万物的说法,象魔咒一般令他不安(彩插 IX: 图 29)大洪水消灭生物和诺亚方舟拯救生

命的故事(彩插 IX: 图 30) 这些看来实属神话的记录, 至今邮票上仍然能够见到; 但在当时使他感到迷茫和窒息。更有甚者, 当年卫道士们的恶毒诋骂和人身攻击, 又让他十分愤怒而心力交瘁^[3]。近年来‘乳糖不耐症’被医学界发现和引起重视以后, 英国卡的夫大学医学院 2 位研究者认定, 达尔文患的是‘乳糖不耐症’。锥猎蝽传布的锥虫病损害达尔文健康的误会, 因此得以澄清^[1]。

4 昆虫成为构建‘进化论’的重要元素

达尔文在 5 年的环球考察中, 收集整理的动植物和昆虫的标本近 5 万件^[2]。他亲眼目睹各地形形色色的动植物, 不断地比对它们之间的异同。笃信万物是神创造的林奈(Car Von Linne)(彩插 IX: 图 31), 对动植物开始进行科学系统的分类, 他还创立了用拉丁文命名的双名法, 他和学生法布里休斯(J. C. Fabricius) 一起, 为上万种昆虫定名、分类。达尔文认识昆虫, 并对它们的形态、习性和行为开展研究, 很多得益于于此; 但林奈宣称: ‘当今世上的物种数和上帝创世时一样, 没有任何变化’。这使崇尚事实、勤于思考的达尔文无法接受。达尔文在考察物种时, 从它们的相同之处, 推断它们存在共同祖先; 当看到同类物种在不同岛屿上存在许多差异时, 他确信这并非上帝的刻意创造, 也不象林奈说的它们都一成不变。他在加拉帕戈斯群岛惊奇地发现, 生活在各个岛屿上的巨龟和鸣雀, 根据它们所栖岛屿的生态条件, 改变自己的面貌和习性。加拉帕戈斯群岛简直就是一个活生生的生物进化博物馆(彩插 IX: 图 4), 每个岛屿都是独特的实验室。从此达尔文开始告别上帝, 孕育他‘物竞天择’的理论^[4]。

加拉帕戈斯群岛由 100 多个大小不同的火山岛组成, 属厄瓜多尔管辖, 离南美大陆 1 000 km(彩插 IX: 图 13)。它有赤道上的灼热阳光和干燥沙漠, 又接受来自南极附近的秘鲁寒流, 气候热中有凉。在这些与世隔绝的岛屿上, 许多物种在远古时代漂洋过海在此落脚, 生生不息; 但各岛之间又老死不相往来^[4]。因此 岛上出

现了许多独特的物种, 如能潜水的和不会潜水的鬣蜥; 每个小岛上各具特色的巨龟; 多种多样的鸣雀; 还有隐匿在土洞里、石块下、树干中的众多昆虫(彩插 IX: 图 4)。回到英国 4 年以后, 达尔文开始撰写《物种起源》。在这本惊世骇俗的巨著中, 达尔文有 50 多处用昆虫作为例证, 来讨论物种的变异、生存竞争和自然选择。他所涉及的昆虫有甲虫、蝴蝶、蛾子、蚂蚁和蜂类等等, 透过它们不同的形态特征和行为本能, 阐述自然界是如何上演‘适者生存’这场悲喜剧的。例如, 他在岛上看到一种长喙的知更鸟, 在啄食树干中天牛或木蜂的幼虫时, 能使用仙人掌刺作为‘工具’, 把潜藏在深洞内的幼虫钓出来, 他惊喜知更鸟的‘智慧’, 同时感叹生存竞争带给昆虫的压力(彩插 IX: 图 4, 右下)^[2]。后来调查表明, 加拉帕戈斯群岛有大动物 500 多种, 昆虫 1 850 种, 其中 46% 的种是非常适应该岛生态条件的特有种, 它们为达尔文研究动物的迁移扩散, 生殖隔离和物种进化提供了丰富的材料。如今在达尔文第一个考察的岛屿圣克里斯托岛上, 竖立着达尔文的半身铜像。岛上有一种木蜂被命名为‘达尔文木蜂’*Xylocopa darwini*(彩插 IX: 图 32)。为保护好这个地球上唯一的‘活的生物进化博物馆’, 1978 年联合国教科文组织宣布加拉帕戈斯群岛为‘人类自然资源保护区’^[4]。

另外, 达尔文发现一些南美粉蝶(彩插 IX: 图 33) 模拟有毒的斑蝶(彩插 IX: 图 34), 以此来逃避鸟儿的捕食。他用自然选择替代目的论^[5], 合理地解释了昆虫高超的模仿能力。还注意收集其他海岛上的例子, 来阐述昆虫形态变化产生的适应机制。如以大西洋中马德拉岛上翅膀退化的甲虫, 说明它们对海岛上的大风产生了高度的适应性(彩插 IX: 图 35); 他还研究迁飞的蝗虫如何将消化不了的种子, 随着粪便携带到岛上, 进行传布扩散。在探讨昆虫的本能如何进化的时候, 他不断向法国昆虫学家法布尔学习(彩插 IX: 图 36), 索取蚂蚁和蜂类的材料。法布尔的细微观察使达尔文大为震惊 并称他为‘非凡的观察家’ 在英国 为了研

究红须蚁 *Formica rufescens* 和血红蚁 *F. sanguinea* 收养丝光褐林蚁 *F. fusca* 作‘奴蚁’的问题, 达尔文曾经亲自连续 3 年在 6~7 月间观察蚁巢, 每次都花上 6~7 个 h。他还挖过很多蚁巢, 观察蚂蚁搬家, 统计蚁巢中‘主蚁’与‘奴蚁’的比例, 而且还将他在英国的观察结果和瑞士的进行比较^[2]。如今如红须蚁等许多达尔文观察或研究过的昆虫, 在英国已经成为保护对象(彩插 IX: 图 37)。

5 睿智预测马达加斯加存在长喙天蛾

达尔文发表《物种起源》以后, 他继续研究兰花并出版专著, 期望为物种进化补充更多的证据。世界上有野生兰花 3 万种, 兰花与昆虫之间存在明显的专性关系, 兰花通过香味吸引昆虫授粉, 昆虫在授粉时则获得花蜜的犒赏; 有的兰花则以臭味招来苍蝇。达尔文对这种协同进化有着浓厚的兴趣。英国 2009 年发行的达尔文诞生 200 周年纪念邮票中, 有一朵‘蜂兰’花(彩插 IX: 图 38)。达尔文曾经对这种兰花感到十分惊讶, 它并没有什么香味, 却能引来一种长须蜂专门为它授粉。他研究发现这种兰花外形却很像雌性长须蜂, 花冠上还有酷似真蜂的绒毛, 能非常巧妙的引诱雄蜂。上当的雄蜂虽然‘恋爱’屡屡落空, 但不断受到别的蜂兰花的吸引, 飞来飞去, 无意中为它们授粉而忙碌。达尔文相信这绝对不是蜂兰花的圈套, 肯定是自然选择的结果。现代的研究成果表明, 蜂兰不仅模拟长须蜂的外形, 而且能分泌和长须蜂性信息素类似的气味, 尤其因为自然界中分泌性信息素的雌蜂总比雄蜂要晚几天才羽化, 所以制造假信息素的蜂兰花总能十分有效地招引雄蜂。

很多人熟知达尔文研究兰花与昆虫的关系, 经常将一些奇特的兰花标本送给他。有一天他收到园艺家贝特曼(T. Bateman)寄来的包裹。接着贝特曼的儿子来信说, 寄去的兰花产于马达加斯加, 名叫‘彗星兰’ *Angeacum sesquipedale*, 意思是花冠长达‘一半’。达尔文知道兰花的蜜腺都在花冠的底部, 花冠长得如

同鞭子的兰花, 有谁来给它传粉呢? 目睹这种兰花, 达尔文感到非常纳闷。后来他居然大胆预测: 在马达加斯加必定生活着一种喙长 10~11 (250~300 mm) 的蛾子。当时就有人认为是荒唐的猜想。只有和达尔文同时提出自然选择学说的华莱士支持这一预测, 并说访问马达加斯加的博物学家应该像寻找海王星的天文学家一样, 去耐心寻找, 一定能够获得成功。到了 1873 年, 著名博物学家缪勒(H. Muller)在《自然》杂志上发表论文, 说他的哥哥在巴西找到了喙长 300 mm 的天蛾。这就是苏里南邮票上的一种绣纹天蛾 *Manduca rustica*(彩插 IX: 图 39)。达尔文的预见到此初步有了眉目。到了 1903 年, 生活在马达加斯加的长喙天蛾终于露面了(彩插 IX: 图 40), 就像邮票上所示, 它长得像一只蜂鸟, 喙长 300 mm, 于是被人称为‘预测天蛾’, 学名 *Hippotion batschi*, 意在纪念达尔文早年科学的预测^[1]。可惜那时达尔文已经逝世 11 年, 离开他的预测已经过去 41 年。预测得到确证, 不仅显示了昆虫的多样性和天蛾与兰花进化旅程中的协同性, 更能看到达尔文的睿智, 这源自他对昆虫行为习性的细致观察和对进化论的深信不疑。2009 年爱丁堡邮政部门为纪念达尔文诞生 200 周年制作的邮戳, 就是天蛾喙图形, 寓意含蓄而且幽默, 但其长度远远没有达到 300 mm(彩插 IX: 图 41)。

达尔文的进化论思想已经渗透到生物学和大众文化的各个方面。我们在这里介绍达尔文和他的昆虫的情缘, 透过以小见大的例子, 可以见到达尔文精神的源头, 也突显了他扎实和广泛的实验基础; 这对我们昆虫学研究具有非常现实的意义。昆虫作为世界上数量最大的生物类群, 是进行生物学理论研究的极好材料, 达尔文为我们树立了榜样, 果蝇在遗传学和分子生物学上的表现, 更能说明这一点。但是进化论也好, 昆虫学也好, 仍然有许多问题没有找到答案, 如昆虫的变态问题, 一直是达尔文进化论中的难题。随着分子生物学的突飞猛进, 和 150 年前相比, 我们的知识已经丰富多了。大家知道幼虫、蛹和成虫的基因表达不同, 但如此

巧妙的基因调节又是谁主宰的呢? 又如昆虫抗药性是农药选择的产物, 害虫战胜灾难的法宝, 它们的产生多么迅速和广泛, 但那些抗性种群的命运最终又怎样呢?

达尔文离我们越来越远了, 他留给我们的问题, 依然十分诱人。在我们的面前, 任重道远, 其乐无穷!

参 考 文 献

1 方舟子. 方舟子带你走近科学 西安 陕西师范大学出版

社, 2007. 53~ 55, 164~ 166.

2 [英]: 达尔文·C 物种起源(舒德干等译) 北京 北京大学出版社, 2005. 34, 36, 45, 50, 90, 147~ 150, 224, 256~ 260.

3 [美] 丽贝卡·S 达尔文与进化论(丁进峰, 徐桂玲译) 天津百花文艺出版社, 2001. 12~ 14, 33~ 37, 113~ 115.

4 Jackson M. H.. Virtual Galapagos: Wildlife Insects <http://www.doc.ic.ac.uk/kp/terraques/galapagos>.

5 [美] 洛伊斯·N·马格纳著. 李难, 崔极谦, 王水平译. 生命科学史. 天津: 百花文艺出版社, 2002. 95, 101~ 102.

昆虫化学感受蛋白*

龚 亮 陈 永 程 功 钟国华**

(华南农业大学昆虫毒理研究室 广州 510642)

Insect chemosensory proteins. GONG Liang, CHEN Yong, CHENG Gong, ZHONG GuoHua** (*Laboratory of Insect Toxicology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China*)

Abstract Insect chemosensory proteins expressed in various insect species have hydrophobic property. They have been supposed to transport non-volatile chemicals to receptors on sensory neurons. In this paper, the knowledge of insect chemosensory proteins, including the sequence character, secondary and tertiary structural properties, affinity to ligands, expression pattern, physiology function and phylogenetic position, was presented. The research prospect and emphasis based on new development of chemosensory proteins in insect were also discussed.

Key words insect, chemosensory protein, structure, function

摘 要 化学感受蛋白(chemosensory proteins, CSPs)是广泛存在于各种昆虫的疏水性蛋白,被认为在昆虫嗅觉行为中执行了运载非挥发性气味分子到达相应受体的功能。文章从序列特征、二级和三维结构、结合配体、表达特征、生理功能和进化地位等方面进行较详细的介绍,并从理论和实践角度探讨 CSPs 的研究前景和重点。

关键词 昆虫化学感受蛋白, 结构, 功能

昆虫在长期的进化过程中, 逐渐形成了特有的接受外界环境信息的感受系统, 通过其中高度灵敏、高度选择性的化学感受器, 以直接接触环境中的信号物质, 进行取食、趋避和交配等生命活动^[1]。外界环境信息分子到达神经膜上相应受体之前的所有过程及相互作用, 都发生在化学感受器淋巴液中, 统称 perireceptor events^[2]。目前在昆虫感受器淋巴液中已经发现两类水溶性蛋白能够作为气味分子和化学刺激物的载体, 一类是气味结合蛋白(odorant binding proteins OBPs) 其主要存在于触角嗅觉

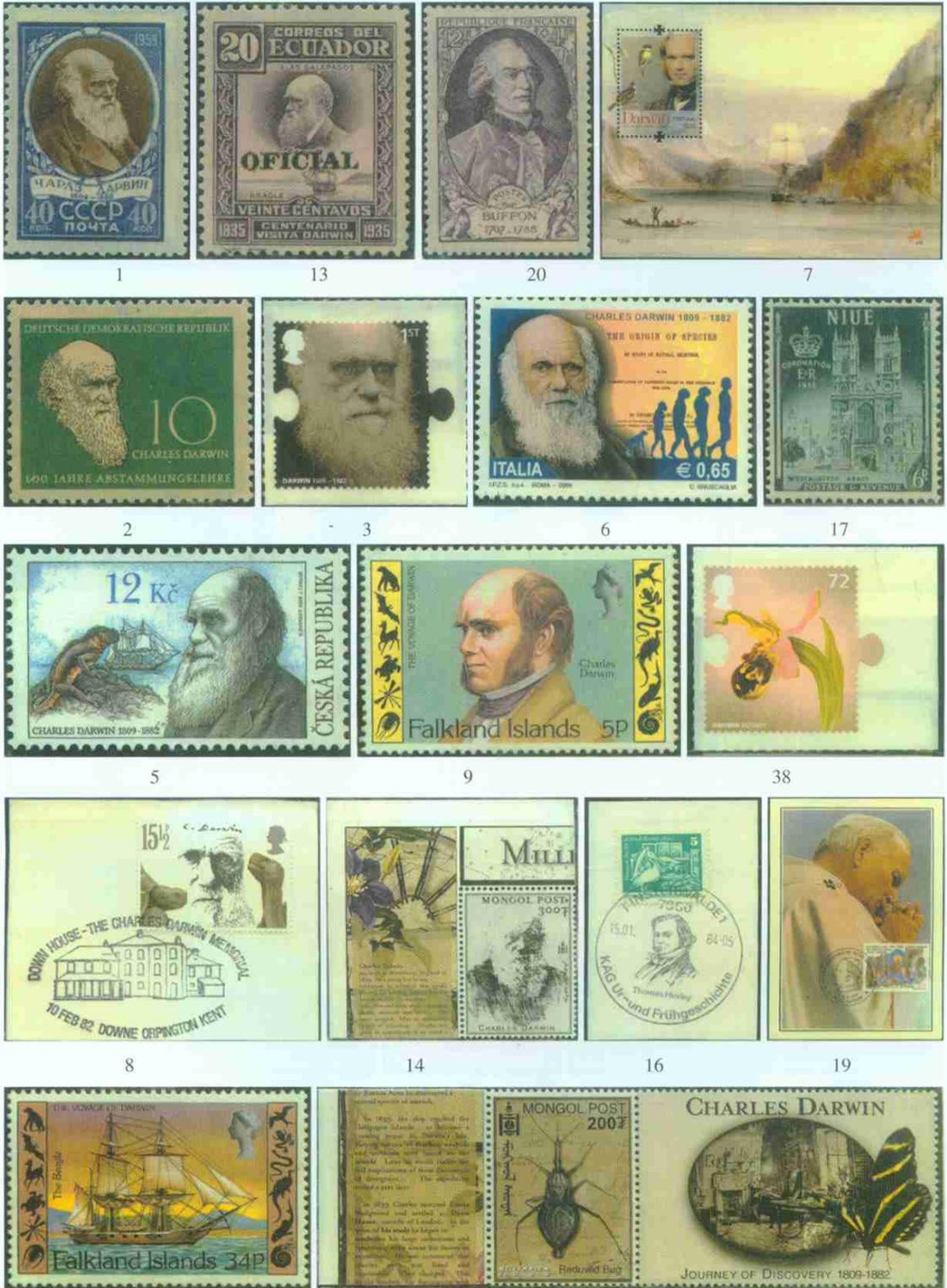
感受器胞外空间的淋巴液内, 作用是结合并运送脂溶性的气味分子通过水性的淋巴液到达嗅觉神经元树突, 并通过激活树突膜上的嗅觉受体, 引发第二信使如 cAMP 等介导的级联反应^[3,4]。另一类为昆虫化学感受蛋白(chemosensory proteins, CSPs), 此类蛋白与传统

* 国家自然科学基金(30500335 和 30770291); 教育部全国优秀博士学位论文作者专项基金(2004061)。

** 通讯作者, E-mail: guohuazhong@scau.edu.cn

收稿日期: 2008-09-26 修回日期: 2008-12-02 再修回: 2008-12-13

图版IX 王荫长：邮票图说达尔文和他的昆虫情缘（正文见 P 641）



1

13

20

7

2

3

6

17

5

9

38

8

14

16

19

10

15

续图版IX 王荫长：邮票图说达尔文和他的昆虫情缘（正文见 P 641）



30

21

27

31



11

12

35



22

23

24

25



32

36

39

37



28

29

33

34

40



41

4

18

26