

昆虫学者论坛

ENTOMOLOGIST FORUM

2013年10月 第1期

这次的展览会办得很成功,而且为今后奠定了一定基础和經驗,美中不足的是展品的来源还不够广泛,代表性还不够全面,有些内容还不够深入细致,这些都是今后要多加注意的。

中国昆虫学会成立20年大事記

(1944—1964)

岳宗

今年是中国昆虫学会成立20周年,兹汇集学会20年来的大事記,以資紀念。

1944年5月1日 全国昆虫学工作者三十余人,联名发起組織中华昆虫学会。

1944年10月6日 在重庆三江村召开筹备会议。設立筹备委员会,通过会章草案及理监事会选举程序。

1944年10月12日 在重庆借座中华农学会礼堂举行成立大会。正式通过学会会章,批准第一批会员名单,圈定理监事会候选人名单,同时举行第一届年会,宣讀論文2篇。

1945年1月25日 通信选举第一届理监事会,选出理事11人、监事3人。

1945年2月23日 理监事会举行联席会议。互推常务理事,以訂学会事业计划,并決議組織筹募学会基金委员会[当时筹募基金指标一百万元(伪币),是计划建筑会所和印刷会刊之用,后来虽筹募到三百三十余万元,但由于反动派的通貨膨脹而贬值,全部计划成了幻想]。

1947年10月 創刊《中华昆虫学会通訊》。

1950年6月20日 举行改組筹备工作結束會議。宣布中华昆虫学会改名为中国昆虫学会;修訂“中国昆虫学会会章”;公布通信改选理事会結果,15人当选为理事。

1950年8月 中华全国自然科学专门学会联合会(简称全国科联)成立,本会为团体会员之一。

1950年9月 創刊《中国昆虫学报》。第二卷起改为《昆虫学报》。

1950年12月 本会发出“抗美援朝宣言”,通告全体会员积极行动起来,为抗击美帝、争取和平而战斗到底。

1951年1月 复刊《中国昆虫学会通訊》,是《中华昆虫学会通訊》的繼續。

1951年8月 中央人民政府內务部发给本会“社学字第315号”登記証。

1951年9月 在北京召开第一届全国代表大会,各地代表36人及列席代表一百多人参加。通过新会章,选出第一届理事会共15人,同时分組进行学术討論。

1951年10月 常务理事會制訂“中国昆虫学会分会会章”。

1952年3月 各地会员紛紛請求到朝鮮前线去扑灭美帝国主义发动的細菌战,經轉报全国科联,深表嘉贊。

1954年2月 本会与农組五学会在北京联合召开学术討論会,进行关于“防重于治”方針的专题討論。

1954年9月 通信改选第二届理事会,选出理事15人。

1955年1月 全国科联召开农林七学会学术討論会,本会80人参加,提出論文24篇,討論了蝗、螟及



中国昆虫学会青年工作委员会

《昆虫学者论坛》第一届编委会

主编：朱朝东

执行主编：黄晓磊

编委（按姓氏拼音）：白明，陈静，戴武，付新华，郭建军，郭晓军，韩辉林，贺春玲，胡好远，胡红英，黄敦元，黄国华，阚云超，李捷，梁红斌，刘星月，陆宴辉，栾云霞，潘朝晖，彭艳琼，邱宝利，沈杰，石承民，时敏，王小艺，王宗庆，魏佳宁，肖治术，谢强，姚云志，臧连生，张峰，张爱兵，张丹丹，张莉莉，张礼生，赵华斌，周欣，周长发

本期责任编辑：黄晓磊，张峰

版式设计：张峰，黄晓磊，张莉莉

《昆虫学者论坛》所刊发的文章版权归作者所有，未经作者同意不得随意转载。

刊名题字：本刊刊名为中国昆虫学会第九届理事长康乐院士题写。

封面图片：该图截取自《昆虫知识》杂志1964年第6期所刊发的“中国昆虫学会20年大事记”一文，作者为岳宗。这里着重显示了中国昆虫学会成立之初的一些重要事件，比如《中国昆虫学会通讯》的初期发展过程。

理事长寄语 1

发刊词：从“学会通讯”到“学术通讯” 2

访谈

对话尹文英院士：“我才做了这么点工作” 黄晓磊 4

评论/观点/进展

昆虫解毒机制的进化是否可以预测？ 赵华斌 11

精确评估用于进化模型选择的贝叶斯因子 张峰 13

纳米材料在昆虫学中的应用 何碧程 安春菊 尹梅贞 沈杰 15

滞育昆虫低温胁迫下的钙信号介导 张礼生 李玉艳 21

蚜虫蜜露抑制植物的抗虫性 魏可 王小艺 杨忠岐 24

弹尾纲鳞片的起源及其形态性状演化 张峰 朱朝东 27

寄生蜂低温贮藏研究进展 赵静 李姝 王甦 郭晓军 张帆 31

扑朔迷离的距甲 梁红斌 李开琴 34

“进化与系统学青年工作者论坛”倡议 朱朝东 38

学术信息共享

2013年度国家自然科学基金委批准的昆虫学相关项目 陈静 39

昆虫是地球上物种最为丰富的动物类群，成功地占据了世界的绝大部分生态系统。昆虫作为生态系统的重要组成部分，在维持地球系统的能流和物质循环中起着重要作用。因此，昆虫不仅是重要的生物资源，科学研究的重要模式系统，而且与人类的环境保护、农业生产和健康密切相关。由于人类社会发展不断增长的需求，也由于现代科学技术向昆虫学的渗透，昆虫学研究已经成为世界各国研究的热点科学方向之一。

中国昆虫学会（原名“中华昆虫学会”）成立起始终注重学术交流，除举办年会及学术讨论会外，一直出版刊物《中国昆虫学会通讯》用于报道学会动态、学术活动、工作简报等内容，中间一度由《昆虫知识》承担相应任务，极大地推动了国内昆虫学工作者的学术交流。

新世纪以来，中国昆虫学工作者队伍不断扩大，学术水平及发表论文的数量、质量也稳步提升。作为科研主力的青年昆虫学者们更是在沉浸在发表文章的海洋中，缺乏一个让他们参与研讨、表达思想和观点的平台。《中国昆虫学会通讯》和大部分专业期刊已经不能满足这样的需要，年青学者们迫切需要一个能够共享新思路、新概念、新技术、新进展和开展交流的长效机制。

中国昆虫学会第九届青年工作委员会在各位委员的数次研讨下，发起了创立《昆虫学者论坛》的动议，旨在由青年昆虫学者为主导，让所有中国昆虫学会会员和昆虫学工作者及时分享昆虫学研究进展，充分开展学术交流和讨论。该刊物包括进展和评论/观点文章、专家访谈、学术信息共享等版块，与通常的专业杂志形成内容上的互补。它既“专业”又“广泛”，同时也给年轻人自由发挥的舞台，有助于促进青年工作者的进步，某种程度上也是给了年轻人拓宽思路机会！

最后，祝《昆虫学者论坛》越办越好，为中国昆虫学事业做出应有的贡献。

中国昆虫学会理事长
中国科学院动物研究所所长
中国科学院院士

康乐



2013年10月

从“学会通讯”到“学术通讯”

——写在《昆虫学者论坛》创刊的时候

也许有人会问，为什么创立这样一个通讯刊物？

要回答此问题，需要了解中国昆虫学会和学会通讯的发展历史。正如狄奥多西·杜布赞斯基(Theodosius Dobzhansky)的名言“Nothing in biology makes sense except in the light of evolution”所暗示的，从演化或历史的角度去理解问题才有意义。

1944年10月12日，中华昆虫学会在重庆正式成立。学会主要开展两方面的活动：一是举办年会及学术讨论会，二是编辑出版会内刊物《中华昆虫学会通讯》。《中华昆虫学会通讯》于1947年创刊，出版了2卷5期，1949年因为内战而停刊。新中国成立后，中华昆虫学会成立改组筹备委员会，启动学会章程修改及向政府办理登记等工作。1950年6月20日，宣布中华昆虫学会更名为中国昆虫学会。1951年1月，学会通讯复刊，更名为《中国昆虫学会通讯》。通讯主要以报道学会会议消息、分会动态、工作简报等为主，并及时报道各地治虫的消息，有时也刊登研究论文。

解放后农业生产和卫生事业日益发展，昆虫工作者的数量也快速增长，《中国昆虫学会通讯》作为一个以互通消息为目的的会内刊物已不能满足当时的要求。1955年3月，通讯改刊为《昆虫知识》，其定位是“以介绍昆虫工作经验及报道昆虫工作的发展为主的刊物，在内容上偏重于实际应用”，读者对象“主要是中级的昆虫工作者”。作为学会通讯发展而来的期刊，《昆虫知识》继续承担报道学会工作的任务，“介绍昆虫学会总会及各分会的动态、特别是学术活动，以达到彼此了解并推动学会工作的目的”，一直到1980年代初。

在昆虫学工作者队伍继续扩大、以及《昆虫知识》需要报道更多研究论文的背景下，《中国昆虫学会通讯》于1983年复刊，继续承担起报道学会会议消息、分会动态、工作简报等的任务。学会通讯基本上在每年召开学术年会时印刷一期，今年为第36期。

如果看看早期的学会通讯和期刊的内容，其中不乏很有见地的学术讨论和形式灵活的版块，也会发现前辈们与同行交流的热情。相较于过去，恐怕现在学术争鸣的气氛少了许多。专业期刊已不喜欢刊发相对“非正式”的学术评论和观点类文章，即使这类文章很有价值。实际上，我们需要一个让昆虫学工作者尤其是青年昆虫学者表达思考和观点的平台。在信息时代和昆虫学研究日新月异的背景下，我们也需要一个能及时共享昆虫学研究进展、开展学术讨论和交流的长效机制。这些，是中国昆虫学会第九届青年工作委员会发起创立《昆虫学者论坛》的初衷。

《昆虫学者论坛》(ENTOMOLOGIST FORUM)将主要包括以下几方面的内容：

1. 进展和评论(Commentary)/观点文章(Perspective)。作者可以介绍近期昆虫学最新研究进展，并加入自己对相关研究的意义、方法、启示等的评论；或者结合近期研究进展，对某个领域的科学问题进行系统评述。进展和评论类文章，一般篇幅不需要多长；观点文章为系统评述，篇幅较长。欢迎自由供稿。

2. 访谈(Interview)。邀请知名昆虫学家和做出突出成绩的一线青年昆虫学者（不限于中国），谈论对某领域发展的看法、最新科研成果、个人成长过程、以及给青年昆虫学者的建议等。采用访谈的形式。

3. 学术信息共享(Resources)。分享国际国内有关基金申请、昆虫学会议、研究工具和资源等信息，也包括野外工作记录文章。这个版块的内容较为灵活。欢迎自由供稿。

这个新通讯刊物，算是从“学会通讯”到“学术通讯”的一个实验。欢迎大家利用这个平台，及时分享昆虫学进展，充分开展讨论和交流。真切期望所有中国昆虫学会会员和昆虫工作者能一起把这个实验做好。（文/黄晓磊）

中国昆虫学会第九届青年工作委员会
2013年10月

对话尹文英院士：“我才做了这么点工作”

访谈/文：黄晓磊（huangxl@ioz.ac.cn）

内容整理：黄晓磊，温娟，苏晓敏



尹文英，女，研究员，中国科学院院士。

1922年10月18日出生于河北平乡。1947年毕业于前国立中央大学生物系。1991年当选为中国科学院院士（学部委员）。曾任中国科学院水生生物研究所、上海昆虫研究所和植物生理生态研究所研究员。早期在鱼类寄生虫和鱼病防治研究方面做出突出贡献，是我国鱼病学研究创始人之一。1960年代初至今，对我国原尾虫进行了系统研究，提出原尾纲系统发生新概念并制定了新的分类体系。倡导并组织全国土壤动物学的调查研究。1986年获中科院科技进步一等奖，1987年获国家自然科学基金二等奖，1994年获中科院自然科学奖二等奖，1998年获何梁何利基金科学与技术进步奖。

/ 访谈笔记 /

当栾云霞老师在电话里告诉我尹先生接受了访谈请求时，我着实很激动。尹先生是老一辈昆虫学家的代表（即使原尾虫现在被认为不属于昆虫），为昆虫系统学的发展做出很多贡献，我也曾听到很多老师对尹先生尊敬的评价，以及她乐于扶持后辈的故事。如果能有这样一位人物作为《昆虫学者论坛》第一期的访谈嘉宾，想必能为大家提供很多精神食粮，也有一种致敬的意思在里头。当我这个后辈要当面对她开展访谈的时候，没有理由不激动。这里要非常感谢栾云霞老师帮助预约了这次访谈。

2013年9月14日，星期六，早上9:30，在中国科学院植物生理生态研究所昆虫馆尹先生的办公室里，陈军老师和我如约见到了她。我之前计划访谈两方面的内容，一是尹先生对昆虫系统学和相关学科发展的看法，二是她个人的成长经历及对年轻昆虫学者的建议。但在近两个小时的访谈过程中，聊到的内容远不止于这些。尹先生的淡然、谦虚、对学科的热情和理解，都让人印象深刻并受益匪浅。当被问到对青年人的期望和建议时，她提到要有“坚定的目标”，要“有毅力”并“碰到困难往前走”，以及“一步一步的创新要靠亲自动手做”。

突然想到一句话：相较于所做出的工作成绩，一个人传达给后辈的精神力量更可贵。这，应该是九十多岁高龄仍坚持去单位工作的尹先生告诉我们的。

/ 访谈实录 /

黄晓磊：以前的科学家学术交流都更加随意和有热情，现在通讯发达了很多，但大家实质性的交流有时候显得并不多。我们建立《昆虫学者论坛》的初衷之一就是更好的促进昆虫学工作者思想的交流。您在开展学术交流方面有什么建议？

尹文英：陈世骧老先生在世时，写动物志的问题刚提出来，作为国家重大项目，昆虫学方面，是由陈世骧先生组织实施的，讨论过多次。那时我刚刚开始接触昆虫学，也参加过那些讨论，有关学者们碰面的机会很多。现在通讯非常发达，发个 Email 很容易，可是见面的机会少了。当面谈论跟 Email 交流在感情上并不一样，虽然事情解决了，但是交流的深度是不一样的——只能我谈一个什么，你再回答一个什么。

黄：您刚才说陈世骧先生他们讨论写志的时候，您刚刚开始进入昆虫学领域。我看您的资料，您一开始是研究鱼病的，后来是 60 年代的时候转到了昆虫学。

尹：我 1947 年大学毕业后来到了上海岳阳路 320 号的中央研究院动物研究所。跟着老师史若兰 (N.G.Sproston) 女士，开始做鱼类寄生单殖类吸虫和寄生甲壳动物的研究。

1962 年老师走了以后，因为家庭的关系，工作调动到上海，刚来时我就跟着昆虫所去采集。杨所长给我看了一本杨集昆先生所著《昆虫采集法》的小册子，采到了原尾虫。从此就开始做原尾虫研究了。

黄：从鱼病学转到昆虫学，这个过程一开始会不会很难？

尹：我在水生所做寄生虫的时候，研究对象也都很小，虽然没有原尾虫那么小。但在操作上并没有什么困难。另外，我开始做吸虫类，后来做甲壳动物，也很接近于昆虫。所以我个人并没有感觉到太大的困难，只不过缺少参考文献，我就跟国外联系，他们也寄来不少单印本。由于我那时对昆虫界一点都不了解，其实杨集昆先生已经发现了原尾虫，只不过尚无物种记述。我觉得很有兴趣。要做就要全心全意投入，就这样一直做了几十年。

黄：现在科研考核机制和生活方面的压力，让很多年轻人不能静下心来做传统分类学研究。您怎么看分类学队伍缩减的问题？

尹：我觉得我们自己不要太谦虚，这方面应该多造势。分类学为什么就不能做好？分类队伍缩减跟政策有一定的关系，现在的评价体系对这个学科不利。但是我们不能气馁，要继续奋斗，而且要多做宣传。其实分类学要做好并不是那么容易，根据我们中国的情况，不仅是昆虫，所有的动植物都应该很好地做。特别是《动物志》还没有完成编写任务，要继续有计划地搞下去，现在有的类群还没人做。

一个是要继续努力，一个是多加宣传，宣传它的重要性。我记得在上世纪九十年代，由张广学先生起草，我也参加些意见，写过一篇文章，好像发表在《中国科学报》上，

说明分类学的重要性。

黄：您的团队对原尾虫开展了非常系统和细致的研究，同时您也关注一些高屋建瓴的科学问题，比如六足动物演化关系和起源的问题，这需要宽阔的视野和对不同类群的理解。您觉得我们怎么把系统学做得更好？怎么才能做到更好的原创和创新？

尹：前些年在大家合作的基础上出版了一本关于六足动物系统发育的书《六足动物（昆虫）系统发育的研究》，很多学者参与编写，当时开展这项合作研究的目的，我个人认为分类学在中国还没有真正做到很深入。读者可能对出版这本尚不成熟的书觉得不理解：涉及那么多类群，而且所用的方法、所采取的材料、写作的方式完全不一样。我为什么同意把这些东西发表出来，当时我认为中国没有成熟的系统分类研究，还不清楚到底怎么做比较好，国外也没有定论。然而对形态分类学有一定的概念、形式、做法，大家思想上都比较明确，但是系统分类并没有一定的规范。所以我觉得把各种做法、深度、类群等不一样的工作整合起来，提供给以后的人借鉴，你觉得哪个类群、哪种方法能解决你自己系统分类的问题，就用哪个方法去做，是想起这样一个作用。好在每位作者都实际做了一部分工作，大家都很有热情，很努力的想写好这本书。当时我们只有那样一个水平，拿出来给大家做个参考，只不过想起一个引路的作用吧！虽然现在很多课题都叫系统分类，但其实并没有太多的“系统”分类。

我个人觉得，要做一个类群，首先要深入地认识你的研究对象和大量的资料积累。不能一开始就说我要做系统分类，这个说法不够科学。你没从各个方面了解它（研究类群）的特征，是很难深入下去的。然后要发掘别人没有达到、没有做到、特殊的地方。比如原尾虫，很小的虫子，一个 Millimeter 那么长，可以想象研究它的精子是什么难度，当时在国际上也并没有多少人做。后来我们就从这个角度开始做了 20 多种，10 来个属。发现原尾虫的精子确实非常多样化，基于这些证据我才能够提出一个新的分类系统。

黄：您刚才说到我们要发掘别人没有做过的问题。

尹：是的。我们发现原尾虫除了精子结构外在别的方面也有许多不一样的特点，但是在精子里面我们却是做得比较仔细的。

原尾虫一开始就被 F.Silvestri^(注1) 把它放在昆虫纲里了，后来大家都跟着这个系统做下去了。我们提出来把原尾虫从“目”升到“纲”。我们课题组做的三个类群（原尾目、弹尾目和双尾目），后来都独立成“纲”，现在原尾纲，弹尾纲和双尾纲在国际上已通用。

注 1：意大利的 F. Silvestri 在 1907 年发表了全世界第一种原尾虫时，认为它是隶属于昆虫纲、无翅亚纲的一个目。文章刊登在 *Boll.lab.Zool.Portici* 1:296-311.

黄：我现在去查英文的资料，比如像维基百科（Wikipedia），里面已经写道“以前是昆虫”，但现在已经认为是独立的纲。

尹：提升“原尾纲”我们从 1983 年就提出来了，到 80 年代末、90 年代初才被大家认

可。我现在还有一项工作没有完成，是什么问题呢：**原尾纲到底是不是六足动物**？现在要找各方面的证据，原尾虫和昆虫不一样没什么问题。有人把原尾虫和跳虫放在一个类群，我们从二者的形态、内部结构、生活史、遗传等方面都做过一些工作，结果显示它们完全不一样。但最后还是缺乏分子方面的数据。由于原尾虫太小，拿到的材料（DNA）量不够多，没法做。现在只有一种比较大的华蚘，找到了一百多只，才做了一次实验。基于线粒体数据，它和六足纲不一样，和多足纲、甲壳纲都不一样。想多做几个种类，但是采不到那么多标本。这项研究国外同行也很关注，因为第一个做原尾虫分子生物学数据的就是在中国，发表第一种原尾虫线粒体基因组的也在中国。如果在原尾纲三个目里，至少能做出三个代表种来，如数据一致，才有可能重新考虑原尾纲的系统分类地位。

黄：也就是您觉得我们应该使用各方面的证据一起来做系统学是吧？

尹：那也不全是，因为太难。像我做了四五十年，我才做了这么点工作。真正开始做，还是要做一些分类工作。我的学生首先就是要做一点分类工作，先要充分认识你做的那个目标，否则做到后来会弄糊涂。

黄：现在有些年轻人对所做的类群本身没有特别多的了解，只玩 DNA。

尹：分子系统学我绝不排斥，还是很重要的，但它只是其中一个数据，很难单独作为一个总结性的东西。在分类学方面，我觉得只用分子数据还不够，分子生物学的分析方法还需要发展，目前它并没有完全代替形态数据。从 1998 年我们开始做分子分析到现在，我有一个感觉（当然我没有自己去做实验），就是觉得它不够稳定。不管是线粒体还是核糖体还是核基因，这些东西做出来不好比较，不能说出一个确定的结果来。不像形态上有就是有、没有就是没有。分子实验有时候换个人做结果就不一样。开始做的时候，我们觉得原尾虫和双尾虫是近亲，可是后来发现双尾虫跟有翅昆虫更接近。

为什么要搞清这三个最低级的六足动物呢，是想探索昆虫的起源和演变。我个人感觉还是双尾虫跟有翅昆虫最接近。并不是说原尾虫跟昆虫没有一点关系，都是节肢动物门的嘛，跳虫也有一点类似。但就这三类来说，各自也非常不一样。所以最近我在整理全世界原尾虫资料，想从分布上面找到它的起源、分衍。

黄：我自己也在做一部分生物地理方面的工作，地理分布数据也是一样很重要。刚才谈了很多，您说到我们要做好系统学，首先要认识某一个类群，要找到别人没有做过的问题，比较好的科学问题，然后再……

尹：那当然。比如说，我们国内做某一种虫吧，做到很充分了，对吧？但是，它总还有没做到的地方，不能老跟着人家走。比如对有翅昆虫外生殖器是很重要的一环，除了外生殖器，再多用别的特征不是更好，多加一个、两个、三个特征，不是更好嘛。也就是说，要更深入，发掘新的特征，要跟着学科向前发展。让我们去发展一个新的方法很难，但可采用他人的方法。你觉得能做哪个，就做哪个，并不限于某一种方法非要做

不可。

黄：您刚开始原尾虫研究时，是在天目山偶然发现了那个虫子。现在还有一个问题是有些年轻人因为只做分子系统学，从不去野外考察，就天天对着电脑，所以我想请您谈谈野外工作的重要性。

尹：如果是你做这个类群，你不到它的生境去考察的话，永远不能理解它们的一些活动、行为、身体结构，如口器和怎么吃东西等等。都得自己看。你不亲自看，你就不能知道它是怎么回事儿。采到的标本，自己采跟委托别人采，结果是不一样的。我最初是在天目山发现原尾虫，后来就跑遍了除西藏外的祖国山山水水。那个时候，面对许多意想不到的困难，为了把工作搞好，为了采到好标本，不去计较这些事情。

黄：您觉得一个年轻人应该非常专的做某一个东西呢，还是应该涉猎更广的领域？在我看来，您又很专，又很宽。

尹：我的第一个导师是个外国人，她来中国之前，做 *Parasitology* 杂志的编辑，所以她对国外的杂志和书籍是非常熟悉的。因为我没有学过寄生虫学，开始她就给了我十多本厚厚的书，让我看一些基础的东西。看书进度很慢是很着急。后来她教我怎样看书，不但要把寄生虫的基础学会，还要广泛涉猎生物学和其他学科的杂志。那时候的杂志也不多，物理、化学的都要涉猎一点，要知道国际上有什么新的东西出来。她把新到的生物学杂志，和收到的很多资料，摘要出来，不但给我看，还给全所年轻的同志传阅。所里一共有二十几人，几个实验室，都能看到。所以现在的年轻人应该专和博相结合才好。

黄：能不能谈谈对您成长或事业发展起决定作用的一些事情或决定？

尹：在我的一生里，一个转折点是抗日战争。小时候没怎么念过书，也没人管，就是在外边野跑的小孩。后来到北平念书根本不用功。插班五年级，功课跟不上，第一年留级，考了四十多分。抗日战争爆发，父亲就带着我，我母亲和妹妹弟弟一道逃难，两年间就从南京逃到重庆，一路上艰难困苦，危险重重，使我的思想完全发生了变化，从不懂事的留级生到后来成为努力学习的好学生。我后来插班到国立第二中学的初三年级，然后直升高中。高中三年都是全班前三名，毕业的时候保送浙江大学，但因为路远交通不便，盗匪横行，在父亲的建议下考上中央大学生物系。大学毕业时系主任打算留我做助教，结果因为来了个英国老师，就没留在学校做助教了。

第二个就是史若兰先生，她对我很多方面都有影响。她来中国是为了补充她做的单殖类吸虫，想补充东方的标本。我一开始跟她做单殖类吸虫，后来做寄生甲壳动物，史先生对我的帮助很大，一年后就完成了了一篇论文。

黄：现在的科学研究越来越依赖于不同领域和不同优势科学家的合作，您曾经主持过大合作的项目，比如土壤动物调查，您对如何更有效地开展合作研究有什么建议？

尹：我现在一直跟同志们讲，我们需要完成大的合作项目。当时做大合作的时候，我还不是院士，工作三十多年后刚刚从副研升到正研。在我做原尾虫的时候，发现土壤里面有各种各样的、五花八门的动物，我就很感兴趣，没有经费，怎么办呢？后来开始和日本学者合作调查。合作了九年。我到日本去过 5、6 次，也了解到很多土壤动物的知识以及研究方法。后来到意大利访问，也有人做土壤动物研究。我就觉得这个工作很重要。土壤动物研究对于我们中国无论是农业还是环保或是其他方面的工作，都很重要。能增产粮食。欧美国家和日本都有这方面重大的项目。我想，不论在农业上也好，在环保上面也好，应该首先把土壤里生物的基本数据调查起来。正可以和分类学工作结合起来。所以，我提出这项工作，得到马世骏先生等的支持。后来向基金委陈述了这个工作的重要性，就申请到土壤动物第一个重点项目。

从 1987-1996 年共完成了两个重点项目，有十多个单位的 100 多位学者参加，工作十年。由于经费很少，所以就跟日本学者合作开展调查，才解决了一些经费困难。为了尽快向国内推广这方面工作，与合作者们共同赶写了三本著作出版，我只不过是个联络员吧！参加我们这个课题的人每年做一次工作报告和学术交流。那时基金委对这种方式较为满意，并说：你们这个项目计划发表三十几篇论文，结果发表了一百多篇。

十年的土壤动物调查完成了全国六个动物地理区（共七个），因为青藏高原实在是困难，未能完成。这是我们国家土壤动物的一次基本调查，加上前人发表的，大约有一千四百余属。

黄：之所以问您这个大合作，就是它涉及到两方面的事，一是您作为当时的牵头人，要召集大家一起做一个大的合作研究；还有就是如何开展学术交流。这是两个相关的问题。

尹：在大项目合作过程中，每年有一次全体人员的学术交流，人人做报告。作为项目主持人除了组织每次交流重点外，还经常（1 个月左右）以 E-mail 方式向每位负责人交流新情况，起到互通情报的作用，让大家对课题进度心中有数，互相追赶。主持人必须有自我牺牲的精神。所有合作都是平等的，经费分配，放在桌面上，全部都是透明的。而且主持人必须要任劳任怨。写专著不作主编，改文章不厌其烦；但是所有联系出版、经费申请、摆平不同意见，责无旁贷。

做工作主要是为了祖国事业的发展，并不是非要把文章登到外国杂志上去。发表新种，最好让全世界知道。如果发表能实用的东西，最好让我们国内先知道。我觉得首先应解决中国的问题。所以做分类也是有目的性的，是为了了解土壤里的许多生物物种。便于将来开展生态学方面的研究、环保工作、以及农田的施肥、洒农药等，都跟它们有关系。是非常重要的基础工作。

黄：我还有一个问题，您从事科研已快七十年了，这本身已经是非常让人惊叹的一个成就。您有什么秘诀保持如此旺盛的科研精力？

尹：我觉得一点也不稀奇。一点秘诀也没有。一个普通的农村小孩，到城市里念过大学，然后开始工作，就是如此平常。但是，我非常喜欢做科研工作。找到原尾虫，我也非常迷恋，感觉这个小虫非常有意思。后来知道中国还没有人做过，觉得很高兴，很快十几个新科新属被发现了。所以当时兴趣很高。

但是我对家务事是不怎么关心，也不会做。我两个小孩都是请奶妈带大的。文化大革命期间，保姆不许用了，我买了十几本烧菜的书，自己都可以做了。但是谈到工作上的事情，我日夜都不会忘记，要是一个问题想不通，晚上睡觉也会梦到。现在脑子里想的主要还是工作上的问题，虽然年老眼花原尾虫看不见了，但还是想工作上不足的问题。

黄：我问您这个问题的时候，想到了一个人，恩斯特·迈尔（Ernst Mayr），知名的进化生物学家、鸟类学家，他活了一百零一岁。他在 2004 年一百岁的时候，还出了一本书。您现在已经九十二岁了，还每周都来所里工作。

尹：因为我是终身不退休的，如果身体状况允许的话，我为什么不来工作，对吧。自己觉得还是在职人员，怎么可以不来。其实我在家里，也是看书、想问题。到所里来，可以跟大家见见面，是非常自然的。我们所里，沈允钢先生，也快 90 了，也经常来所里工作。所以我来所里工作并不稀奇，并不是什么特别的例子。

黄：我们觉得在昆虫学界您是劳动模范。

尹：跟前辈们相比，我其实称不上昆虫学家，对于有翅昆虫确实不懂，原尾虫和有翅昆虫是很不一样的，可以说它很可能是昆虫和甲壳动物中间的一个类群。

黄：最后一个问题吧，您对我们青年昆虫工作者有什么期望或寄语？

尹：勇猛向前走，明确目标，坚定信心。现在的问题，我感到很多大学生、研究生，他们缺乏坚定的奋斗目标。我大学毕业时只有一个目标，就是做科学研究。虽然当时做什么研究并不清楚。经过抗日战争八年，我明白了没有科学就不能强国，国不强就要做亡国奴。那时，眼看着就要做亡国奴。我报名去参军，但没被批准。所以说，首先要有一个坚定的目标。

有了目标还要有毅力，不能一碰到困难，就转弯泄气了。其实我在原尾虫研究中，多次碰到困难。每一次就换一个方法，找新的途径、新的方向，这样去做。我不厌其烦去换方法、换思路，而不是碰到困难就不做了。碰到困难前进，这是很重要的。

还有一个，无论什么工作要亲自动手做。不能全部都交给研究生或者助手去做，而且要时时关注实验过程发现问题，否则很难发现新的问题。取得一步一步的创新结果。

这里预祝《昆虫学者论坛》发展壮大，为昆虫学研究的繁荣昌盛做出重要贡献！

昆虫解毒机制的进化是否可以预测？

赵华斌

武汉大学生命科学学院, Email: huabinzhao@whu.edu.cn

进化是可预测的吗？众多的进化事件是随机的变化，没有规律可循。因此，在很大程度上，绝大多数的进化事件是不可预测的（Graur & Li, 2000）。然而，令人惊奇的是，最近的两项研究给出的答案却截然相反：可以预测（Dobler et al., 2012; Zhen et al., 2012）。这两项研究独立地发现，在物种分歧时间长达 3 亿年的昆虫类群中（包括鳞翅目、鞘翅目、半翅目和双翅目等），为了对抗同一类有毒物质，它们的同一个解毒基因进化出了简单的、相同的遗传突变，即使它们的亲缘关系非常远（Dobler et al. 2012; Zhen et al. 2012）。

植食性昆虫和植物是地球上最多多样性的多细胞生物，研究二者的多样性一直是进化生物学的核心问题。一个经典的理论是，植食性昆虫的解毒能力与其寄主植物的次生有毒物质共同驱动了二者的多样性进化（Whiteman & Mooney, 2012）。有些植物次生有毒物质的分子靶标广泛，导致昆虫的解毒机制非常复杂，很难追溯其进化历史。但是，有些植物次生有毒物质只有一个分子靶标。例如，具有重要医学价值的强心甙类物质（cardenolides），能特异性结合一种酶 $\text{Na}^+, \text{K}^+ \text{-ATPase}$ （即钠钾泵），进而阻止钠钾泵的活性，所以对动物具有毒性（Rasmann & Agrawal, 2011）。约 12 个科 60 多个属的开花植物能产生强心甙，如夹竹桃科的罗布麻属（*Apocynum*）、萝藦科的马利筋属（*Asclepias*）（Agrawal et al., 2012）。Dobler 和同事们研究了 18 种专门取食富含强心甙植物的昆虫（包括 4 个目、15 个属），对编码 $\text{Na}^+, \text{K}^+ \text{-ATPase}$ 的基因进行了序列测定。结果显示，14 种具有强心甙抗性的昆虫具有一个相同的氨基酸突变，而其它不具有强心甙抗性的昆虫却没有这个突变，体外实验验证了此突变能显著提高细胞对强心甙的抗性（Dobler et al., 2012）。来自普林斯顿大学的研究团队（Zhen et al., 2012）报道了相似的研究。他们研究了 14 种具有强心甙抗性的昆虫（包括 3 个目、9 个属），发现了（1）多个独立进化出的具有强心甙抗性的氨基酸突变；（2） $\text{Na}^+, \text{K}^+ \text{-ATPase}$ 发生了至少四次的基因复制；（3） $\text{Na}^+, \text{K}^+ \text{-ATPase}$ 的蛋白质编码序列发生了加速进化；（4） $\text{Na}^+, \text{K}^+ \text{-ATPase}$ 基因的不同拷贝具有显著的表达差异。

虽然具有强心甙抗性的昆虫早已具有 3 亿年的进化历史，但是，为了响应一个共同的选择压力（取食富含强心甙的植物），它们可以对同一个蛋白进行几乎同样的修改，最终产生同样的强心甙抗性。亲缘关系遥远的众多昆虫进化出同样的分子机制，再次证明了这种可以多次重复的趋同不可能是巧合。同时，也证明了很多不同的物种可以进化出相同的分子机制。因此，跨物种的比较研究能帮助解释其它动物的适应性进化机制，

进而提高了研究的科学价值。这是经典的平行进化或趋同进化案例，提供了在分子水平上预测进化策略的可能性。是的，在某种程度上，进化是可以预测的（Kelly, 2012）。

尽管上述有关昆虫分子进化的研究有了惊人的发现，还有很多科学问题需要进一步研究：（1）这些具有趋同进化特征的氨基酸变异是否在种群中得到固定？（2）多个发生突变的氨基酸如何相互作用提高对强心甙的抗性？（3）取食具有强心甙抗性昆虫的天敌（如蜘蛛和鸟类）是否也具有相似的抗性？（4）非专性取食富含强心甙植物的动物（如叶螨）是如何对抗强心甙毒性的？（5）是否还有其它蛋白响应同样的选择压力？总之，在标本分享受到诸多限制的今天，上述两个研究组积累了众多的新鲜标本，发现了一个惊人的趋同进化案例，并竭力提高了其研究结果的普遍性意义，对昆虫学研究具有启发作用。

参考文献

- Agrawal AA, Petschenka G, Bingham RA, Weber MG, Rasmann S. 2012. Toxic cardenolides: chemical ecology and coevolution of specialized plant-herbivore interactions. *New Phytologist*. 194: 28–45. doi: 10.1111/j.1469-8137.2011.04049.x.
- Dobler S, Dalla S, Wagschal V, Agrawal AA. 2012. Community-wide convergent evolution in insect adaptation to toxic cardenolides by substitutions in the Na,K-ATPase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 109: 13040–13045. doi: 10.1073/pnas.1202111109.
- Graur D, Li W-H. 2000. *Fundamentals of molecular evolution*. Sinauer Associates, Massachusetts, USA.
- Kelly M. 2012. Far from random, evolution follows a predictable genetic pattern, Princeton researchers find. News at Princeton. Available from: <http://www.princeton.edu/main/news/archive/S35/06/74S40/>.
- Rasmann S, Agrawal AA. 2011. Latitudinal patterns in plant defense: evolution of cardenolides, their toxicity and induction following herbivory. *Ecology Letters*. 14: 476–483. doi: 10.1111/j.1461-0248.2011.01609.x.
- Whiteman NK, Mooney KA. 2012. Insects converge on resistance. *Nature*. 489: 376–377. doi: 10.1038/489376a.
- Zhen Y, Aardema ML, Medina EM, Schumer M, Andolfatto P. 2012. Parallel molecular evolution in an herbivore community. *Science*. 337: 1634–1637. doi: 10.1126/science.1226630.

精确评估用于进化模型选择的贝叶斯因子

张峰

南京农业大学植保学院昆虫学系, Email: fzhang@njau.edu.cn

系统发育建构中经常碰到进化模型选择 (model selection) 问题, 这里的模型不仅指碱基替代模型 (substitution model), 而是与进化相关的一系列参数模型, 如分子钟模型 (strict/relaxed molecular clock)、物种分化模型 (Yule/Birth-death model)、树的拓扑结构限定、数据partition策略等。精确评估备择模型的优劣对于系统发育重建、分歧时间估算等显得极为重要。选择模型的标准很多, 常见的有LRT (likelihood ratio test)、AIC (Akaike Information Criterion)、BIC (Bayesian Information Criterion)、DT (decision-theoretic approach) 等。这些方法选取似然值最高 (最适用于数据) 的模型为最佳者。

近年发展起来一种依赖于贝叶斯统计理论的模型选择方法, 贝叶斯因子 (Bayes factors, BFs, Jeffreys, 1935) 检验, 相比于传统方法而言它更精确合理, 同时考虑了模型参数的先验分布; 对于嵌套模型 (nested models), 不会像 LRT 那样优先选择更为复杂的模型。BFs 是两种备择模型的边缘似然值 (marginal likelihood) 的比值, 多个模型比较时, 一般选择边缘似然值最大的模型。为了方便比较, 通常使用 BFs 的自然对数值进行比较 ($\ln BF = \ln M_1 - \ln M_0$, Kass & Raftery, 1995), $0 < \ln BF < 1$ 时说明模型 1 勉强优于模型 0, $1 < \ln BF < 3$ 时可以拒绝模型 0, $\ln BF > 3$ 时强烈支持选择模型 1。

评估 BFs 最常用的是后验调合平均值估算法 (harmonic mean estimator, HME, Newton & Raftery, 1994), 比如 Mrbayes 计算结束时会给出 HME 估算的边缘似然值的自然对数值, 并保存于 *.nex.lstat 文件中, 但这种方法经常过高估计真实的边缘似然值, 调整后的方法 (sHME) 仍有类似的问题。近年来发展起来的路径通路取样法 (path sampling, PS, Lartillot & Philippe, 2006) 和阶梯取样法 (stepping-stone, SS, Xie et al., 2011), 表现远胜于 HME 等估算方法 (Baele et al., 2012a, b)。HME, sHME, PS 和 SS 的估算可以使用软件 BEAST 计算, Mrbayes 3.2 版本也增加了 SS 的评估方法。相较于传统方法, BFs 的估算极为耗时, 这可能是它最大的一个“缺点”了。

以替代模型选择为例, 现实中我们经常碰到不同的选择标准得出不同的结论, 比如某次 jmodeltest 软件结果显示, AIC 选择 GTR+I+G 为最适模型, BIC 和 DT 选择了 HKY+I+G, 此时我们如此抉择呢? 尽管 Luo et al., 2010 更推崇 BIC 和 DT, 但此时 BFs 将会以精确的数值帮助我们选择。又如在分歧时间评估分析中, 分子钟和物种分化模型有多种选择项, 这里我们缺少像之前 jmodeltest 类似的简易评估软件, 那该如何处理呢? 部分人或许会采取“经验”做法, 直接选择宽松分子钟和 Yule 模型, 并没有合理评估选择的对错, 此时

BFs 就能大显身手。

对于分类专家来说，他们更加注重的是类群间的关系而非建树过程，而系统发育重建得到的树经常会出现一些支持度不高的节点（如后验概率 <95 ，自展值 <70 ），意味着我们可能还得考虑更多的拓扑选择，不能拒绝其余可能的类群关系。对于这些不同的类群关系假设，常用的是基于似然法理论的 CONSEL 软件比较。BFs 也可用于此类比较，不同的拓扑假设（topology constraints）当作不同的模型计算即可，但要注意严格限定类群的单系性，即合适的先验树搜索范围（Bergsten et al., 2013）。假设 A、B、C 均为单系群，软件计算时预先可能只设置 C=monophyly，却不强调 A 和 B，因为有人以计算结果中 A 和 B 肯定呈现为单系为由，不会预先设置 A 和 B，此时估算出的 BFs 经常有问题，正确的做法是三者全部强制设为 monophyly，尽管两种做法算出的树表面上类似。

参考文献

- Baele G, Lemey P, Bedford T, Rambaut A, Suchard MA, Alekseyenko AV. 2012a. Improving the accuracy of demographic and molecular clock model comparison while accommodating phylogenetic uncertainty. *Molecular Biology and Evolution*. 29: 2157–2167. doi: 10.1093/molbev/mss084.
- Baele G, Li WLS, Drummond AJ, Suchard MA, Lemey P. 2012b. Accurate Model Selection of Relaxed Molecular Clocks in Bayesian Phylogenetics. *Molecular Biology and Evolution*. 30: 239–243. doi: 10.1093/molbev/mss243.
- Bergsten J, Nilsson AN, Ronquist F. 2013. Bayesian tests of topology hypotheses with an example from diving beetles. *Systematic Biology*. 62: 660–673. doi: 10.1093/sysbio/syt029.
- Jeffreys H. 1935. Some tests of significance treated by theory of probability. In: *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*. Vol. 31. 203–222 pp.
- Kass RE, Raftery AE. 1995. Bayes factors. *Journal of the American Statistical Association*. 90: 773–795.
- Lartillot N, Philippe H. 2006. Computing Bayes factors using thermodynamic integration. *Systematic Biology*. 55: 195–207. doi: 10.1080/10635150500433722.
- Luo A, Qiao H, Zhang Y, Shi W, Ho SYH, Xu W, Zhang A, Zhu C. 2010. Performance of criteria for selecting evolutionary models in phylogenetics: a comprehensive study based on simulated datasets. *BMC Evolutionary Biology*. 10: 242. doi: 10.1186/1471-2148-10-242.
- Newton MA, Raftery AE. 1994. Approximating Bayesian inference with the weighted likelihood bootstrap. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*. 56: 3–48.
- Xie W, Lewis PO, Fan Y, Kuo L, Chen MH. 2011. Improving marginal likelihood estimation for Bayesian phylogenetic model selection. *Systematic Biology*. 60: 150–160. doi: 10.1093/sysbio/syq085.

纳米材料在昆虫学中的应用

何碧程¹, 安春菊¹, 尹梅贞², 沈杰^{1*}

1 中国农业大学昆虫学系, Email: shenjie@cau.edu.cn

2 北京化工大学材料学院

摘要 随着纳米技术的飞速发展, 纳米材料在各个交叉领域中成为研究新热点。本文就纳米材料在昆虫学领域的应用进行了综述, 主要涉及纳米荧光分子探针特异性标记昆虫组织细胞内的细胞器, 纳米粒子作为基因载体用于携带外源核酸进入昆虫细胞, 以及作为新型纳米级农药、杀虫剂载体的应用研究三个方面, 并对纳米材料在昆虫学领域的应用作了展望, 提出了后续研究建议。

关键词 纳米材料 昆虫 荧光探针 基因药物载体 新型纳米杀虫剂

1. 前言

近十几年来, 纳米技术迅速发展, 并且广泛渗透于各个学科领域, 形成了一系列既相对独立又互相联系的分支学科。纳米材料应用研究正在半导体芯片、癌症诊断、光学新材料和生物分子追踪等领域高速发展, 被喻为誉为21世纪最有前途的材料。纳米材料是指在三维空间中至少有一维处于纳米尺度范围(1-100 nm)或由它们作为基本单元构成的材料, 这大概相当于10-100个原子紧密排列在一起的尺度。纳米材料由于其较小的尺寸, 较大的比表面积, 优异的力学、电学、磁学、及化学反应性能(Nykypanchuk et al., 2008), 使其在生物学和医学领域, 如生物荧光标记、基因药物生物传输、细胞及生物分子调控、蛋白质等生物分子的检测等方面, 具有广泛的应用前景。纳米粒子在昆虫中主要的应用研究包括: 新型的纳米荧光分子探针, 特异性地与生物分子相互作用, 用以标记昆虫组织细胞内的细胞器; 新型的荧光纳米粒子或者生物可降解性纳米粒子, 作为载体用于携带外源核酸进入昆虫细胞, 对农业害虫的发育和行为进行干扰; 新型纳米级农药、杀虫剂、驱虫剂, 对农业害虫进行防控。

2. 纳米材料在昆虫学中的应用

2.1. 标记昆虫组织细胞内的细胞器等亚结构

细胞内存在的物质多种多样, 而且它们主要分布的区域有所不同, 对某种生物分子或细胞器进行细胞内定位检测成为研究热点。随着合成及应用技术的不断改进, 许多新型的纳米荧光探针以其独特的性能可以灵敏地探测生物进程如细胞分裂与凋亡、细胞增殖、酶促反应, 同时还可以标记生物体组成成分如DNA、蛋白质、微量金属离子、中性分子等, 还能够监测胞质器如核内体、溶酶体在细胞内的分布及其运动状况(Yin et al.,

2008a; Yin et al., 2009; Yin et al., 2011)。这种专一性的纳米荧光探针能够选择性地在生物体特定部位发出荧光信号,而且对生物体无损害。例如,常见的用来标记细胞核的荧光分子探针有DAPI、Hoechst等荧光染料,它们可穿透活细胞或死细胞的细胞膜与细胞核里的DNA相结合从而特异性标记细胞核。新型的纳米荧光探针可以特异性标记昆虫组织细胞内的细胞器等亚结构,用于昆虫组织细胞的荧光定位成像研究。目前,已有研究表明,以苝酰亚胺为中心核,外周带有大量负电荷羧基官能团的星状纳米粒子可以标记果蝇(*Drosophila melanogaster*)组织如翅芽、唾液腺、脂肪体的细胞核,该类粒子主要通过静电作用结合细胞核内的组蛋白,其标记效果能够和商业的荧光探针DAPI很好地重合(Yin et al., 2008b)。另一类类似结构但是外周是正电荷的荧光核-壳纳米粒子可以特异性地标记果蝇组织的细胞外基质(ECM),并揭示其超微结构(Yin et al., 2008c)。

2.2. 携带外源核酸进入昆虫细胞

基因疗法和遗传学控制是生物医学、农业、以及化学生物学等领域的前沿热点。传统的病毒载体在应用中存在严重的副作用,如引起强烈的免疫排斥反应,故其发展已受到限制。采用纳米材料作为基因传递系统具有显著优势而被广泛使用。近几年来,纳米材料作为基因载体在昆虫学领域取得了一定进展,应用于该领域的基因载体主要有:生物降解性纳米粒子,高分子荧光纳米粒子等,主要采用RNAi这一遗传学基因干扰技术对昆虫的某个基因进行干扰,研究该基因的功能;或者干扰害虫关键基因的表达,从而使害虫的生长发育出现紊乱,导致其生病或者死亡,实现对农作物害虫进行遗传学上的控制。

Chitosan,生物降解性的几丁质衍生物,具有纳米尺寸、低毒、极好的生物兼容和易于化学修饰等特性,已作为基因递送系统而被广泛使用,特别是近年来siRNA或者dsRNA的传递(Howard et al., 2006)。有研究证明,采用饲喂法,通过chitosan/AgCHS-dsRNA喂饲冈比亚按蚊(*Anopheles gambiae*)的幼虫,发现几丁质合成酶AgCHS1在转录水平上降低了62.8%,该基因的表达被有效地抑制。此外, chitosan/AgCHS1-dsRNA和chitosan/AgCHS2-dsRNA均能提高幼虫对除虫脲、荧光增白剂、蛋白质变性剂DTT的敏感性。这些结果表明,Chitosan作为一种基因载体能够应用于筛选基因的功能并为害虫治理提供了一个新的策略(Zhang et al., 2010)。

荧光纳米粒子作为新型的基因载体,具有低毒性,稳定性,高效转染率,荧光追踪等特点。最新进展报道了一类以苝酰亚胺为中心核,外周带有大量胺基官能团的核-壳星状和树枝状聚合物(FNP)(Yin et al., 2008d; Xu et al., 2013),这种新型的阳离子化的荧光纳米粒子被开发为基因载体,具有纳米尺寸、荧光追踪、携带核酸(DNA和RNA)效率高、细胞毒性低、基因转染效率高等优点。结合RNA干扰(dsRNA)技术,将该类载体FNP与dsRNA混合于饲料中,被害虫如亚洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)幼虫取食后,发现FNP/CHT10-dsRNA能够快速穿透围食膜进入肠细胞,抑制几丁质酶CHT10的表达,

导致害虫发育停滞、不能蜕皮、直至死亡 (He et al., 2013), 如图1所示。由于该新型载体FNP的具有优异的荧光特性, 因此可以追踪细胞和组织水平的外源核酸传送进程。

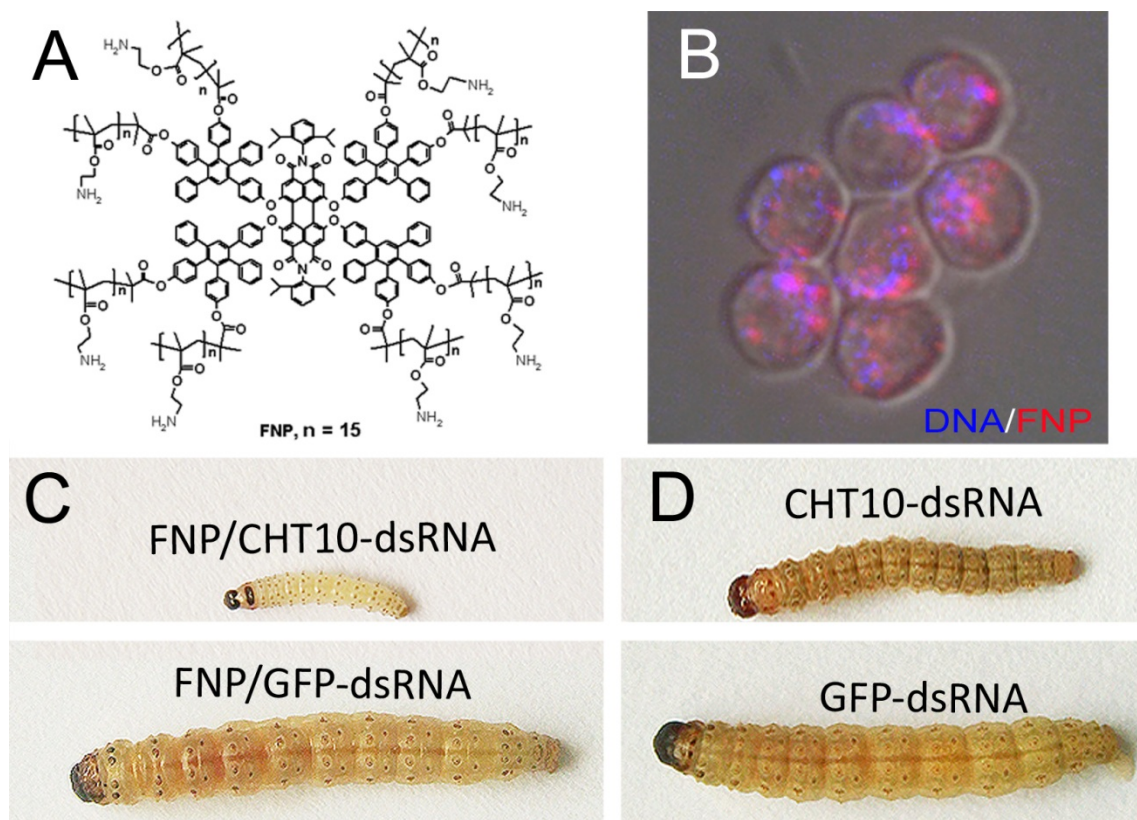


图1. A, FNP的化学结构; B, FNP/DNA复合体进入昆虫细胞后的荧光照片 (红色: FNP, 蓝色: DNA); C和D, FNP携带dsRNA干扰害虫的CHT10基因的表达, 导致发育停滞和死亡。

2.3. 新型纳米级农药、杀虫剂、驱虫剂

化学农药的使用除了使土壤肥力急剧下降、污染环境之外, 还对动物和人类存在严重的安全隐患。借助纳米材料研发的一系列绿色高效的新型纳米级农药、杀虫剂、驱虫剂备受关注 (Owolade et al., 2008; Bhattacharyya et al., 2010)。利用最新纳米技术毫超微包囊法, 将纳米粒子与药物分子包裹, 经过扩散、溶解、生物降解、特定pH下渗透等过程, 使得药物缓慢有效地释放到特定寄主植物, 并且能够被植物安全吸收, 从而达到保护植物杀灭害虫的目的 (Vidhyalakshmi et al., 2009; Ding et al., 2009)。研究表明, 聚乙烯乙二醇纳米粒子装载大蒜精油对赤拟谷盗 (*Tribolium castaneum*) 成虫有很好的消灭作用, 防治效果达到了80% (Yang et al., 2009)。硅酸铝纳米管可以附着在植物表面, 该纳米材料首先通过害虫体表的毛发将其粘住, 然后慢慢进入害虫体内, 从而发生作用影响其生理功能 (Patil, 2009)。纳米粒子还可以与外源核酸 (如DNA分子) 组装以毫超微包囊法进入植物靶标组织利用转基因达到害虫防治的效果 (Torney, 2009)。利用纳米技术, 研究人员发明了一种以金属银为核, 外围结合杀虫剂溴氰菊酯的新型纳米核-壳杀虫剂, 这种纳米聚合物由于银致密的电子可以被追踪且溴氰菊酯的特性和功能得以

完好保护，能够在低浓度条件下有效地杀死成虫期的蚊子（Soresh et al., 2011）。因此，纳米材料在控制虫媒病上有着广阔的应用前景。

3. 展望

在昆虫组织与细胞水平上的荧光定位标记领域，目前缺乏一些多功能的荧光染料，可以同时标记并区分细胞的不同部位，或者同时标记并区分多种类型的细胞，例如通过标记凋亡细胞的核与活细胞的细胞膜，从而区分组织中细胞凋亡情况，这种策略已经在最新研究中成功应用（Li et al., 2013）。从荧光光谱角度来说，为了避免细胞自发荧光的谱段，应该更多地采用近红外和远红外的荧光核。

纳米材料作为新型的基因载体对农业害虫的遗传学控制提供了新思路，对害虫的治理具有重要的理论与实践意义。借助一系列具有低毒性，生物兼容性，高效转染率，稳定性等特点的新型纳米粒子，采用RNAi这一遗传学技术，研究基因的功能或者干扰害虫关键基因的表达。载体介导的RNAi在昆虫上的应用主要有注射法、饲喂法、表皮渗透法。其中，饲喂法最为简便，已经初步取得了成功。注射法虽然还未见报道，但是通过注射法能够使RNAi贯穿于昆虫的全身血淋巴循环，为RNAi发挥作用提供了一个良好的环境，因此提高注射技术，降低对虫体的机械损伤，相信注射法在不久的将来也会得到成功的应用。昆虫的表皮是一层天然屏障，对昆虫起着保护作用，能够阻止外源有害物质的进入。结合昆虫表皮的化学生物特性，设计合成能够渗透昆虫表皮的纳米载体，通过表皮渗透法使RNAi进入虫体内而对其进行干扰，也不失为一种很有前景的方法。

未来，对于农药，杀虫剂的研究应旨在借助毫超微包裹技术，合成具有高效、环保、靶标特异性的纳米级杀虫剂，在保护寄主植物的前提下有效地杀死害虫。荧光纳米粒子作为新型的药物载体具有良好的前景，目前急需设计并合成新型功能化的荧光纳米粒子载体，高效携带药物进入害虫体内，在低剂量条件下达到高效的防治效果。

参考文献

- Bhattacharyya A, Bhaumik A, Pathipati UR, Mandal S, Timothy TE. 2010. Nano-particles - A recent approach to insect pest control. *African Journal of Biotechnology*. 9: 3489–3493. doi: 10.5897/AJBx09.021.
- Ding WK, Shah NP. 2009. Effect of various encapsulating materials on the stability of probiotic bacteria. *Journal of Food Science*. 74: M100–M107. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01067.x.
- He B, Chu Y, Yin M, Müllen K, An C, Shen J. 2013. Fluorescent nanoparticle delivered dsRNA toward genetic control of insect pests. *Advanced Materials*. 25: 4580–4584. doi: 10.1002/adma.201301201.
- Howard KA, Rahbek UL, Liu X, Damgaard CK, Glud SZ, Andersen M. 2006. RNA interference in

- vitro and in vivo using a novel chitosan/siRNA nanoparticle system. *Molecular Therapy*. 14: 476–484. doi: 10.1016/j.ymthe.2006.04.010.
- Li J, Guo K, Shen J, Yang W, Yin M. 2013. A Difunctional Squarylium Indocyanine Dye Distinguishes Dead Cells through Diverse Staining of the Cell Nuclei/Membranes. *Small*. doi: 10.1002/smll.201302920.
- Nykypanchuk D, Maye MM, van der Lelie D, Gang O. 2008. DNA-guided crystallization of colloidal nanoparticles. *Nature*. 451: 549–552. doi: 10.1038/nature06560.
- Owolade OF, Ogunletti DO, Adenekan MO. 2008. Titanium Dioxide affects disease development and yield of edible cowpea. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 7: 2942–2947.
- Patil SA. 2009. *Economics of agri poverty: Nano-bio solutions*. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, Indian.
- Soorash A, Kwon H, Taylor R, Pietrantonio P, Pine M, Christie MS. 2011. Surface functionalization of silver nanoparticles: novel applications for insect vector control. *Applied Materials & Interfaces*. 3: 3779–3787. doi: 10.1021/am201167v.
- Torney F. 2009. Nanoparticle mediated plant transformation. Emerging technologies in plant science research. Interdepartmental Plant Physiology Major Fall Seminar Series. *Phys*. 696.
- Vidhyalakshmi R, Bhagyaraj R, Subhasree RS. 2009. Encapsulation the future of Probiotics-A Review. *Advances in Biological Research*. 3: 96–103.
- Xu Z, He B, Shen J, Yang W, Yin M. 2013. Fluorescent water-soluble perylene diimide-cored cationic dendrimers: synthesis, optical properties, and cell uptake. *Chemical Communications*. 49 (35): 3646–3648. doi: 10.1039/c3cc40330k.
- Yin M, Ding K, Gropeanu R, Shen J, Berger R, Weil T, Müllen K. 2008a. Dendritic Star Polymers for Efficient DNA Binding and Stimulus-Dependent DNA Release. *Biomacromolecules*. 9: 3231–3238. doi: 10.1021/bm800797j.
- Yin M, Shen J, Gropeanu RD, Pflugfelder GO, Weil T, Müllen K. 2008b. Fluorescent core/shell nanoparticles for specific cell-nucleus staining. *Small*. 4: 894–898. doi: 10.1002/smll.200701107.
- Yin M, Shen J, Pflugfelder GO, Müllen K. 2008c. A fluorescent core-shell dendritic macromolecule specifically stains the extracellular matrix. *Journal of the American Chemical Society*. 130: 7806–7807. doi: 10.1021/ja8022362.
- Yin M, Kuhlmann CR, Sorokina K, Li C, Mihov G, Pietrowski E, Koynov K, Klapper M, Luhmann HJ, Müllen K, Weil T. 2008d. Novel fluorescent core-shell nanocontainers for cell membrane transport. *Biomacromolecules* 9: 1381–1389. doi: 10.1021/bm701138g.

- Yin M, Shen J, Pisula W, Liang M, Zhi L, Muellen K. 2009. Functionalization of Self-Assembled Hexa-peri-hexabenzocoronene Fibers with Peptides for Bioprobng. *Journal of the American Chemical Society*. 131: 14618–14619. doi: 10.1021/ja9058662.
- Yin M, Feng M, Shen J, Yu Y, Xu Z, Yang W, Knoll W, Müllen K. 2011. Dual-responsive Interaction to Detect DNA on Template-based Fluorescent Nanotubes. *Small*. 7(12):1629–1634. doi: 10.1002/smll.201100187.
- Zhang X, Zhang J, Zhu K. 2010. Chitosan/double-stranded RNA nanoparticle-mediated RNA interference to silence chitin synthase genes through larval feeding in the African malaria mosquito (*Anopheles gambiae*). *Insect Molecular Biology*. 19: 683–693. doi: 10.1111/j.1365-2583.2010.01029.x.
- Yang F, Li X, Zhu F, Lei C. 2009. Structural characterization of nanoparticles loaded with garlic essential oil and their insecticidal activity against *Tribolium castaneum* (Herbst) (*Coleoptera:Tenebrionidae*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 10156–10162. doi: 10.1021/jf9023118.

滞育昆虫低温胁迫下的钙信号介导

张礼生, 李玉艳

中国农业科学院植物保护研究所, Email: zhangleesheng@163.com

滞育是昆虫对逆境适应的一种遗传属性, 诱导天敌昆虫进入滞育态可显著延长天敌产品货架期, 这对推进天敌昆虫产业化进程具有重要意义。此外, 滞育后生物学研究表明, 经滞育锻炼的昆虫, 部分个体及后代的抗逆性与环境适应能力显著提高, 也利于昆虫种质延续和种群稳定。

一般而言, 昆虫滞育过程中的生理表现为氧气消耗量下降, 水分丢失, 脂肪和甘油含量上升。深入分析其内在机理, 主要表现为遭受环境胁迫或滞育诱导信号刺激时, 昆虫体内的生物钟基因、滞育激素、应激蛋白 Hsp70、增殖细胞核抗原 (PCNA)、胰岛素信号通道、钙信号介导等在体现出相应的波动, 发挥调控作用, 抑制昆虫的生殖能力, 促进脂肪积累, 提高昆虫抗寒能力等。近年来, 昆虫滞育与低温胁迫的关联性及其机理成为国际昆虫滞育研究的热点之一, 2013 年发表在《美国科学院院报》上的一篇文章探讨了低温胁迫 (快速冷驯化) 时滞育昆虫的钙信号介导特征, 或可为深入研究滞育昆虫低温适应性提供新思路。

这篇文章的试验分成三个部分, 第一部分是验证了钙信号途径。即先是对两种耐低温胁迫的昆虫: 实蝇 *Eurosta solia* 和麻蝇 *Sarcophaga bullata* 开展离体组织的低温试验, 即已低温处理 3 龄幼虫的离体中肠及唾腺, 证实了快速冷驯化反应可在分离组织 (活体外) 中被诱导, 以此证明冷传感和下游驯化途径由独立于大脑之外的信号机制控制。

随后, 利用活细胞共焦成像测定技术, 发现温度以不同速度下降时, *E. solidaginis* 气管细胞的胞内钙浓度提高的程度不一。由于该现象与此前在植物、鱼和哺乳动物中发现的低温下细胞内钙离子浓度增加的规律不一致, 说明是另一种不同的温度调解机制在起作用。

再进一步监测 *E. solidaginis* 幼虫的一种多功能信号酶——CaMK II 酶, 对低温做出反应的活性和磷酸化状态, 发现低温驯化诱导了 CaMK II 活性的显著增加, 同时使抑制性 Thr306 残基的磷酸化水平降低了 60%。此外, 对 *E. solidaginis* 的钙调素和 CaMK II 的转录物全长进行克隆、测序, 并进行组织特异性表达, 这两个蛋白的预测氨基酸序列结果表明钙信号传导通路在昆虫和哺乳动物中是高度保守的, 转录物在所有测试的 6 个幼虫组织中均被表达, 显示这些基因可能通过躯体介导冷传感。

接下来的第二部分试验是验证钙信号途径的功能显著性。主要是采取药物抑制剂来阻断快速冷驯化中钙信号途径各组件的方法进行了研究。在 *E. solidaginis* 幼虫的离体中肠和唾腺组织中, 从介质中去除钙、用 LaCl₃ 阻断钙通道、以及用螯合剂 BAPTA-AM 螯

胞内钙，均抑制了活体外的快速冷驯化，相较于用钙孵化离体组织，使存活率降低了17%~47%。此外，用药物(W-7)阻断钙调素和用 KN-93 抑制 CaMK II 同样在快速冷驯化后降低了细胞存活率。这些药理学数据证明钙进入并不仅是一个低温的表征，而是介导对寒冷做出快速反应的一个重要冷传感机制。

第三个部分试验是更换了另一种昆虫进行测试，来判定在其它滞育昆虫中是否存在类似的钙信号途径。通过对麻蝇 *S. bullata* 成虫的测试，证实该虫分离组织快速冷驯化的钙信号通路也是独立的过程，再通过阻断 *S. bullata* 离体中肠和脂肪体细胞中的钙进入和钙调素活性，发现可阻止快速冷驯化。

基于这两组试验，说明低温诱导钙信号似是滞育昆虫对冷处理的一个普遍反应。上述研究对理解滞育昆虫低温反应的细胞生理学是一个重要进展，它揭示了滞育昆虫快速冷驯化机制的又一信号途径，明确了钙信号在快速冷驯化过程中的作用，对深入理解昆虫对低温的快速反应过程，从细胞生理学水平上揭示其内在机制具有重要意义。

尽管传感机制调节对低温的行为反应已在神经系统中建立，但非神经组织中的冷传导机制至今尚未被研究。Denlinger 团队的研究结果证明了滞育昆虫离体组织的冷传感由钙信号介导，昆虫通过钙信号快速监测温度下降并激发下游冷驯化事件，确立了昆虫快速冷驯化机制的第三个信号途径 (Nicholas et al., 2013)。至此，已有三个信号途径被证明参与快速冷驯化反应，即促分裂原活化蛋白 (MAP) 激酶信号，细胞凋亡信号和钙信号。而综合这三个信号途径的研究结果，钙信号途径可能是主要调节者，通过此途径细胞可直接感受温度变化并激发下游冷驯化过程。植物的低温驯化也是由钙调节的，一般需数日至数周。由此可假设钙也类似的调节昆虫对低温的快速反应。低温反应时离子梯度的瞬间瓦解为钙应对低温提供了一个清楚的进入模式 (Kostal et al., 2004, 2006; Armstrong et al., 2012)。此外，在非昆虫系统中，已知钙能影响多个对环境胁迫具有重要作用的生理途径，包括通过激活线粒体脱氢酶刺激线粒体能量代谢 (Denton, 2009; Takeuchi et al., 2009); 激活糖原磷酸化酶激酶从而激活糖原磷酸化和刺激糖原分解及渗透保护剂活化 (Johnson, 1992); MAP 激酶 (Takeda et al., 2004) 和细胞凋亡途径 (Yano et al., 1998) 相互作用以促进细胞存活; 蛋白的运输或活化如水通道蛋白 (Chou et al., 2000)，这些可能在冷处理中需要快速激活。

目前，滞育昆虫与低温胁迫的联系、快速冷驯化生理机制尚不明确，相关信号介导途径的信号作用、完整路径包括初始低温及后续的与耐寒性相关的下游效应物、作用方式等尚不清晰，许多规律仍需深入探索。总之，无论是进行滞育昆虫的低温胁迫研究，还是昆虫快速冷驯化的理论探讨，特别是指导实践应用，开展这一方向的深入研究，具有重要的意义。

参考文献

Denlinger DL, Lee REJ. 2010. *Low Temperature Biology of Insects*. Cambridge University Press,

Cambridge, Britain.

- Teetsa NM, Yi SX, Lee REJ, Denlinger DL. 2013. Calcium signaling mediates cold sensing in insect tissues. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 110: 9154–9159. doi: 10.1073/pnas.1306705110.
- Kostal V, Vambera J, Bastl J. 2004. On the nature of pre-freeze mortality in insects: Water balance, ion homeostasis and energy charge in the adults of *Pyrrhocoris apterus*. *J Exp Biol*. 207: 1509–1521. doi: 10.1242/jeb.00923.
- Takeuchi K, Nakano Y, Kato U, Kaneda M, Aizu M, Awano W, Yonemura S, Kiyonaka S, Mori Y, Yamamoto D, Umeda M. 2009. Changes in temperature preferences and energy homeostasis in dystroglycan mutants. *Science*. 323: 1740–1743. doi: 10.1126/science.1165712.
- Johnson LN. 1992. Glycogen phosphorylase: Control by phosphorylation and allosteric effectors. *The Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology*. 6: 2274–2282.
- Takeda K, Matsuzawa A, Nishitoh H, Tobiume K, Kishida S, Ninomiya-Tsuji J, Matsumoto K, Ichijo H. 2004. Involvement of ASK1 in Ca²⁺-induced p38 MAP kinase activation. *EMBO Reports*. 5: 161–166.

蚜虫蜜露抑制植物的抗虫性

魏可, 王小艺*, 杨忠岐

中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, E-mail: xywang@caf.ac.cn

植物自身具有抵御植食性昆虫取食的能力, 如依靠物理结构产生的抗虫性或化学毒素引起的拒食行为 (Schoonhoven et al., 2005)。当植物组织受到植食性昆虫取食损伤时会诱导一些挥发性次生代谢产物 (HIPVs) 的生成 (Turlings et al., 1990)。HIPVs可以直接以化学毒素或拒食剂的方式作用于植食性昆虫, 或作为某一些天敌昆虫搜寻寄主的信号物质。调控HIPVs产生的代谢基础是十八烷碳烯酸途径 (Octadecanoid Pathway), 在这个过程中茉莉酸 (JA) 起着重要的作用 (Howe & Jander, 2008)。植物茉莉酸和茉莉酸响应基因 (JA-responsive genes) 对于咀嚼式口器植食性昆虫的取食反应非常活跃, 并且研究表明施用外源茉莉酸对于植物抗性也有一定的提高 (Thaler, 1999)。但是, 植物在响应一些刺吸式口器昆虫 (蚜虫、烟粉虱) 取食的时候, 茉莉酸途径表现得并不活跃, 反而是水杨酸 (SA) 途径表现得非常活跃 (Walling, 2000; Moran & Thompson, 2001)。

大量的研究表明, 在代谢过程中水杨酸的产生会抑制茉莉酸途径的进行 (Penacortes et al., 1993; Doares et al., 1995; Cipollini et al., 2004)。植物具有响应昆虫取食而产生应对抗性的生理过程, 与之相对应的植食性昆虫也有一定的降低植物抗虫性的生态学和生物学能力 (Will et al., 2007), 如植食性昆虫可通过降低植物 HIPVs 的产生而使植物抗虫性减弱。研究表明, 蚜虫取食植物组织会改变植物的抗性反应, 但是通常认为蚜虫取食只会对植物细胞产生较小的损伤, 对植物细胞茉莉酸的合成和 HIPVs 的产生只有很小的影响 (Turlings et al., 1998; Schwartzberg et al., 2011)。实际上, 在蚜虫取食寄主植物的过程中, 它们往往会分泌一些由于消化植物韧皮部后所产生的代谢产物, 称之为蜜露。蚜虫蜜露在植物-植食性昆虫-天敌三级营养学关系中起着重要的调控作用。研究表明, 蚜虫蜜露因为在消解过程中产生色氨酸可以吸引蚜虫的天敌 (Vanemden & Hagen, 1976)。另外, 蚜虫蜜露因其可以提供天敌昆虫生存的一些碳水化合物, 对天敌昆虫的种群动态变化也有一定影响 (Evans & England, 1996; 1997)。但是还从未有过关于蚜虫蜜露影响植物抗虫性表达的相关研究。宾夕法尼亚大学化学生态研究中心 Schwartzberg & Tumlinson (2013) 首次报道了蚜虫取食植物组织抑制受损细胞植物茉莉酸产生的现象, 并且验证了在这个过程中蚜虫所分泌的蜜露所起的重要生理调节作用。

试验首先设计了 4 个处理: (a) 豌豆蚜 *Acyrtosiphon pisum* 在蚕豆 *Vicia faba* 叶片末端取食; (b) 人工割伤蚕豆叶片基部; (c) 人工割伤蚕豆叶片基部和让豌豆蚜取食同一片叶片的末端部位; (d) 健康叶片作为对照。检测由于人工和取食损伤以及 2 者的交互作用导致的叶片 2 端茉莉酸和水杨酸含量的变化规律。研究结果表明, 有割伤处理

的 2 组叶片基部检测到茉莉酸含量的急剧增加,且无论是否有蚜虫取食,均表现为该部位感知机械损伤引起的植物的应激反应,但是只有蚜虫取食的 1 组叶片基部茉莉酸含量与对照组差异不显著。在有损伤的 3 组叶片末端部位监测到仅有 b 处理的茉莉酸含量急剧上升,表明即使是叶片末端部位的细胞也能感知叶片基部的人工损伤,从而产生相关的抗性反应。另外有蚜虫在末端取食的 2 组叶片其相应部位茉莉酸的产生受到抑制。叶片基部的水杨酸含量由于人工损伤显著增加,且当有蚜虫取食时不会有抑制现象发生;而叶片末端的水杨酸含量随着取食行为的加入急剧上升,表现出蚜虫取食叶片会在相应部位使植物细胞产生大量的水杨酸。

研究发现了蚜虫取食行为会抑制损伤部位茉莉酸的产生,但是还不清楚是什么物质调控这个过程。作者又设计了另外 4 个处理:(a)人工割伤蚕豆叶片基部;(b)人工割伤叶片末端施用蚜虫蜜露;(c)人工割伤蚕豆叶片基部和让末端割伤部位施用蚜虫蜜露;(d)健康叶片作对照。检测各自损伤部位茉莉酸和水杨酸含量的变化规律。研究结果显示,无论是对叶片末端或是基部的茉莉酸含量的检测均表示,蚜虫蜜露的施用均会使叶片茉莉酸产生量大大低于仅有人工割伤的叶片,表明蚜虫蜜露抑制了叶片抗性物质的产生。对叶片基部水杨酸含量检测结果显示,其含量差异不显著,但是对叶片末端部位水杨酸含量检测结果显示,有施用蚜虫蜜露的 2 组叶片水杨酸含量为另外 2 组的 3 倍以上。当作者把该部分处理中蚜虫蜜露替换成不同浓度的水杨酸施用于叶片末端时,研究叶片细胞茉莉酸和水杨酸含量的变化,结果表明各部位均无显著差异。

该研究结果首次揭示了蚜虫的取食行为会介导植物茉莉酸的产生过程,当植物被蚜虫取食时,其茉莉酸的产生受到抑制。蚜虫蜜露是抑制茉莉酸产生的重要原因,作者在蚜虫蜜露成分分析中检测到水杨酸的存在,但是当外源施用水杨酸于叶片上时,不会对植物茉莉酸的含量有所影响。作者认为,蚜虫在取食过程中所产生的蜜露会抑制植物的抗性反应,主要的原因就是由于水杨酸的大量产生而抑制了茉莉酸的合成过程,这是有关蚜虫蜜露抑制植物抗性的首次报道。

以往的研究认为蚜虫蜜露因其主要成分为糖类,是一些病原菌类,尤其是煤污病滋生温床,通过影响叶片的光合作用,从而降低植物的抗性。该项研究工作首次明确了蚜虫蜜露抑制植物抗虫性的生理学机制,研究结果将对相关领域的进一步研究具有深远的启发作用。

参考文献

- Cipollini D, Enright S, Traw MB, Bergelson J. 2004. Salicylic acid inhibits jasmonic acid-induced resistance of *Arabidopsis thaliana* to *Spodoptera exigua*. *Molecular Ecology*. 13: 1643–1653.
- Doares SH, Narváez-Vásquez J, Conconi A, Ryan CA. 1995. Salicylic acid inhibits synthesis of proteinase inhibitors in tomato leaves induced by systemin and jasmonic acid. *Plant*

- Physiology*. 108: 1741–1746.
- England S, Evans EW. 1997. Effects of pea aphid (Homoptera: Aphididae) honeydew on longevity and fecundity of the alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) parasitoid *Bathyplectes curculionis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environmental Entomology*. 26: 1437–1441.
- Evans EW, England S. 1996. Indirect interactions in biological control of insects: pests and natural enemies in alfalfa. *Ecological applications*. 6: 920–930.
- Howe GA, Jander G. 2008. Plant immunity to insect herbivores. *Annual Review of Plant Biology*. 59: 41–66.
- Moran PJ, Thompson GA. 2001. Molecular responses to aphid feeding in Arabidopsis in relation to plant defense pathways. *Plant Physiology*. 125: 1074–1085.
- Pena-Cortés H, Albrecht T, Prat S, Weiler EW, Willmitzer L. 1993. Aspirin prevents wound-induced gene expression in tomato leaves by blocking jasmonic acid biosynthesis. *Planta*. 191: 123–128.
- Schoonhoven LM, Loon JJ, Dicke M. 2005. *Insect-Plant Biology*. Oxford University Press, New York, USA.
- Schwartzberg EG, Böröczky K, Tumlinson JH. 2011. Pea aphids, *Acyrtosiphon pisum*, suppress induced plant volatiles in broad bean, *Vicia faba*. *Journal of Chemical Ecology*. 37: 1055–1062.
- Schwartzberg EG, Tumlinson JH. 2013. Aphid honeydew alters plant defense responses. *Functional Ecology*. doi: 10.1111/1365-2435.12182.
- Thaler JS. 1999. Jasmonate-inducible plant defences cause increased parasitism of herbivores. *Nature*. 399: 686–688.
- Turlings TC, Bernasconi M, Bertossa R, Bigler F, Caloz G, Dorn S. 1998. The induction of volatile emissions in maize by three herbivore species with different feeding habits: possible consequences for their natural enemies. *Biological Control*. 11: 122–129.
- Turlings TC, Tumlinson JH, Lewis WJ. 1990. Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science*. 250: 1251–1253.
- van Emden HF, Hagen KS. 1976. Olfactory reactions of the green lacewing, *Chrysopa carnea*, to tryptophan and certain breakdown products. *Environmental Entomology*. 5: 469–473.
- Walling LL. 2000. The myriad plant responses to herbivores. *Journal of Plant Growth Regulation*. 19: 195–216.
- Will T, Tjallingii WF, Thönnessen A, van Bel AJ. 2007. Molecular sabotage of plant defense by aphid saliva. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 104: 10536–10541.

弹尾纲鳞片的起源及其形态性状演化

张峰^{1,2}, 朱朝东²

1 南京农业大学植保学院昆虫学系, Email: fzhang@njau.edu.cn

2 中国科学院动物研究所动物进化与系统学院重点实验室

鳞片在昆虫类群中并不罕见, 从低等的石蛎、衣鱼到高等的鳞翅类都时有发生, 长期以来鳞片的形态、功能及其起源受到了广泛的关注。弹尾纲 (Collembola) 作为六足动物中的原始类群, 也出现了部分类群体被鳞片, 多数专家认同鳞片是刚毛演化而来的观点。这些鳞片的形态高度多样化 (图1), 并在传统分类中起着重要的作用。

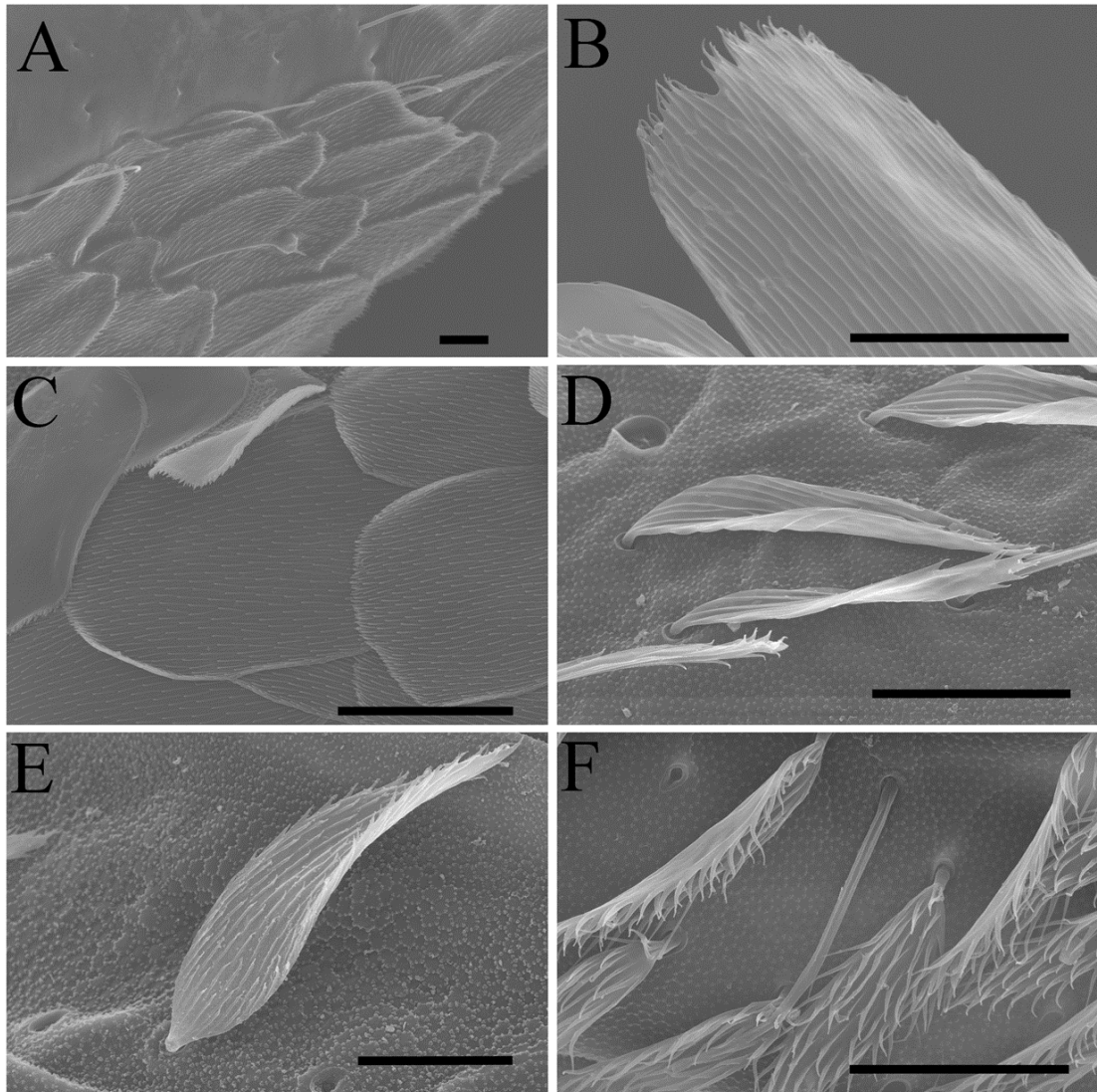


图1. 弹尾纲中部分鳞片类型, 鳞片形状、表面突起物等都有很多变化。



图2. 长角跳科的贝叶斯系统发育重建。体节和弹器同时具鳞片的种标记“**”，仅体节具鳞片的标记“*”。

张峰等人以弹尾纲中鳞片类群最为丰富的长角跳科（Entomobryidae）为例，利用分子系统学方法探索了鳞片的起源问题，文章近期已于 *Molecular Phylogenetics and Evolution* 在线发表。基于线粒体和核糖体基因的系统发育重建质疑了部分亚科的单系性，建议在长角跳科属阶元以上的分类中要谨慎对待鳞片，同时也要避免使用个体发育中的一些次生特征进行分类（图2）。进一步的祖先性状重建结果显示，鳞片在该科演化中至少独立发生了5次，甚至在部分物种中鳞片再次退化为原始状态的刚毛（图3）。鳞片-刚毛间的性状转换不再是单向而是可逆的，有力地挑战了传统观点。丢失的性状在演化中重新出现的另一个典型例子就是昆虫的翅，翅在部分昆虫中（虱、蚤等）丢失，也能够再在沉默数百万年后再次出现（Prud'homme et al., 2011）。

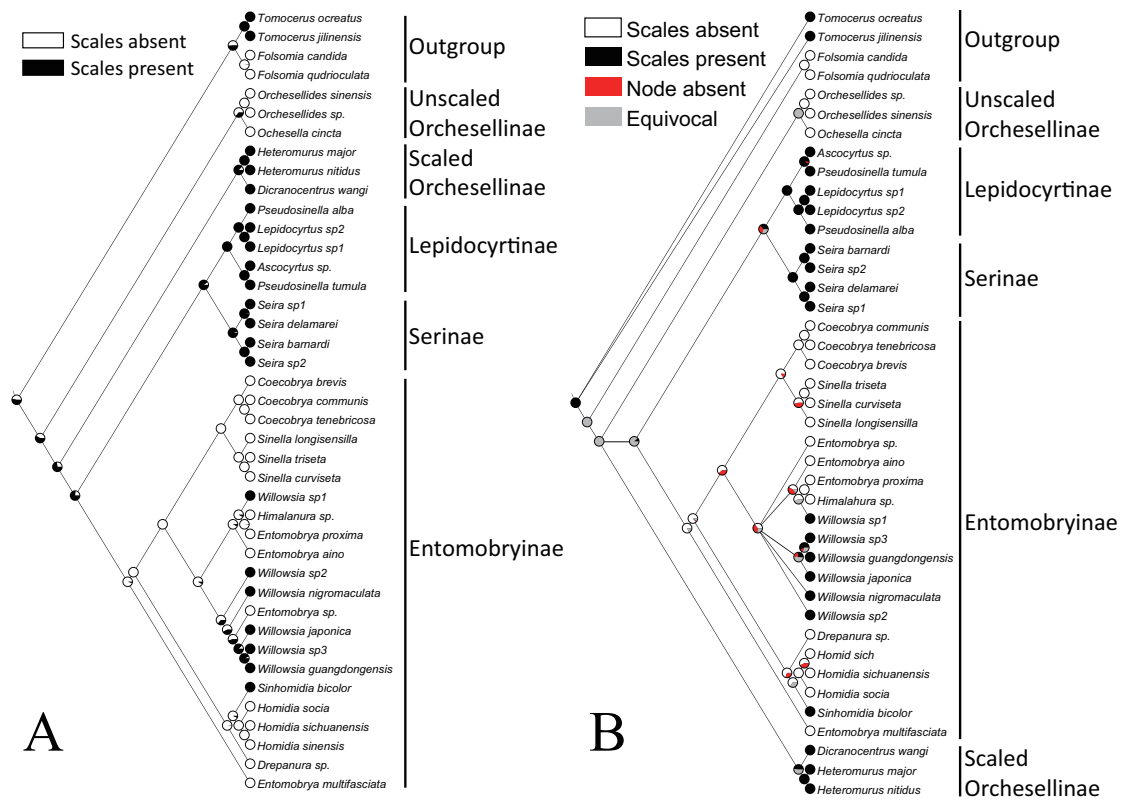


图 3. 鳞片祖先性状重建。A, 基于 ML 树的重建, 节点代表了不同性状的似然值; B, 基于 15000 个后验概率树的重建, 节点的颜色代表了不同性状及其在所检 15000 个树中的比例。

祖先性状重建分析（不同于系统发育重建）能够展示形态特征性状的演化过程，不同的分析方法和重建过程中使用树的拓扑结构对性状重建结果有着重要的影响。早期也是最常用的重建方法是简约法（Parsimony），缺点是缺少统计概率支持，这也是在各种进化分析中被批评最多的一点。似然法（Likelihood）和贝叶斯法（Bayes）常使用 Mk 模型（Lewis, 2001）计算，该模型是 JC（Jukes-Cantor）的拓展，不仅将 4 种特征性状扩大为 k 种，而且将形态学数据中性状的“缺失”也考虑进来。

系统发育树的拓扑结构对祖先性状重建也有很大影响，比如 MP、ML、BI 重建的树通常情况下至少有细微差异的，内部节点性状发生的概率计算上也会有所不同。因此，祖先性状重建过程最好能考虑这些不确定性（uncertainty），如使用 Mrbayes、Beast 产生的大量后验分布树（posterior distribution of trees）同时重建。图 3B 即是考虑不确定性后利用 15000 个后验概率树得到的结果，与图 3A 单一的 ML 树重建的鳞片演化过程有不少差异。

参考文献

Lewis PO. 2001. A likelihood approach to inferring phylogeny from discrete morphological characters. *Systematic Biology*. 50: 913–925. doi: 10.1080/106351501753462876.

Prud'homme B, Minervino C, Hocine M, Cande JD, Aouane A, Dufour HD, Kassner VA, Gompel

N. 2011. Body plan innovation in treehoppers through the evolution of an extra wing-like appendage. *Nature*. 473: 83–86. doi: 10.1038/nature09977.

Zhang F, Chen Z, Dong RR, Deharveng L, Stevens MI, Huang YH, Zhu CD. Molecular phylogeny reveals independent origins of body scales in Entomobryidae (Hexapoda: Collembola). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. doi: 10.1016/j.ympev.2013.09.024.

寄生蜂低温贮藏研究进展

赵静, 李姝, 王甦, 郭晓军, 张帆*

北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, Email: zf6131@263.net

在天敌昆虫应用中, 寄生蜂是生物防治领域内研究历史最长、应用范围最广的类群之一。天敌昆虫大量释放的首要前提是在一定时间内积累足够数量的产品, 因此天敌昆虫的规模化生产和田间释放一直以来都是害虫生物防治应用中的关键性环节 (van Lenteren & Tommasini, 2002)。与杀虫剂不同, 大多数天敌昆虫的贮藏时间一般较短, 且室内扩繁受田间释放时间和防治对象的制约, 因此研究一种理想的贮藏方法以降低生物防治成本是非常必要的。低温可以诱导和延缓昆虫的发育进程, 因此在低温环境下贮藏天敌昆虫不仅有利于延长其贮藏时间, 为生物防治提供稳定、充足的种群数量, 而且还能根据害虫的发生规律进行贮藏期调控, 继而实现田间同步释放 (Venkatesan et al., 2000)。

关于寄生蜂低温贮藏的相关研究工作, 在上世纪 30 年代就已经开展了, 并累积了大量文献资料 (King, 1934)。在贮藏过程中一系列的生物和非生物因素对寄生蜂低温耐受性都会产生影响, 明确这些因素的功能作用对于成功的低温贮藏是非常重要的。通常来说, 寄生蜂的贮藏温度范围一般为 0~15℃ (Colinet & Boivin, 2011)。但是对于某些种类的寄生蜂来说, 即使在相对温和的低温处理下, 仍然表现出较高的死亡率。在实际低温贮藏应用中, 往往根据昆虫的发育起点温度 (Development threshold) 来选择合适的温度区间 (Pitcher et al., 2002)。此外, 贮藏温度的选择还应考虑在代谢速率、生长发育和低温伤害累积之间保持相对平衡。低温贮藏耐受性的变化受多种因素的影响, 因此需要我们结合寄生蜂自身的生物学特性进行更为细致系统的试验来确定每种寄生蜂的最佳贮藏温度。

低温贮藏中寄生蜂能量的消耗 (特别是脂肪) 是以其存活或者生殖为代价的 (Colinet et al., 2007), 因此低温在诱导寄生蜂贮藏时间延长的同时, 也会对其适合度产生一定程度的不利影响。而且贮藏时低温胁迫效应有时不会立即出现, 可能会传递到下一个发育阶段或者后代, 对存活、发育或生殖产生不利影响 (Chen et al., 2008)。低温贮藏对寄生蜂生长发育的诸多方面产生影响, 包括羽化时间和羽化的分布模式。低温贮藏只是减缓了发育, 并非完全阻止了生长发育。低温贮藏后部分寄生蜂可以继续完成发育, 但是羽化的成虫寿命显著缩短, 而且羽化率一般都会随着贮藏时间的延长而降低。此外, 寄生蜂的生殖力一般随着贮藏温度的降低和时间的延长而下降 (Marwan & Tawfiq, 2006)。

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项经费项目 (201303024); 北京市农林科学院创新能力建设专项-生防种质资源库建设与综合利用(KJCX201101001)

当雌蜂终生不能产卵时,这种降低就达到了不育水平,这种生殖力的丧失仅在少数种类的寄生蜂中发现。长期的低温暴露致使卵母细胞成熟率下降,导致卵巢管畸形,从而使雌蜂不育 (Shintani & Ishikawa, 2007)。Hun 等 (2005) 研究表明 *Anaphes ovijentatus* (Crosby & Leonard) 产卵时间随着贮藏时间的延长而缩短。生殖力降低和产卵时间缩短都是寄生蜂低温贮藏后生殖代价的表现。也有研究发现低温贮藏对寄生蜂的生殖有利,但是这种有利影响是极少的,原因还不明确。

低温贮藏后对寄生蜂品质的评价主要集中在一些变化明显的适合度 (例如存活率、寿命、生殖力等),但是对另外一些重要适合度 (寄生和交配行为、世代交叉效应等) 的影响则很少被研究,但是这些特征不仅对贮藏后寄生蜂的品质评价是非常重要的,还会影响其用于生物防治的效果。研究表明随着低温贮藏时间的延长,寄生蜂寄生率降低,低温贮藏后在田间的寄生能力同样也呈现降低趋势 (Lopez & Botto, 2005)。寄生蜂的寄生过程取决于一系列的复杂行为,包括寄主搜索、寄主检查和接受、寄主取食或寄生。Godfray (1988) 发现寄生蜂取食寄主并产卵寄生取决于对寄主的识别能力和对后代生存条件的评价,但是很少有研究低温贮藏对其寄生行为的影响。有研究报道寄生蜂低温贮藏后有发育畸形的现象。随着低温贮藏时间的延长,赤眼蜂 *Trichogramma* 翅膀畸形的比例甚至会达到 100%,而翅膀发生畸形会急剧降低一些适合度,例如田间飞行扩散能力。低温贮藏对触角的形态也会产生影响,而触角形态的改变对嗅觉和寄生行为的发生会产生消极影响。

低温贮藏是实现寄生蜂商品化生产、运输和释放应用的重要环节之一,一种贮藏方法的评价最终还是决定于田间的实际应用效果,但是很少有研究通过调查田间实际效果来评价寄生蜂低温贮藏后的品质。因此建立低温贮藏后寄生蜂实验室及田间品质评价体系是非常重要的,可以为寄生蜂商品化高效生产和应用标准的建立提供技术参数。目前关于寄生蜂低温贮藏的研究主要在恒定温度下进行,变温对寄生蜂低温贮藏的研究还比较少。蚜茧蜂 *Aphidius colemani* (Viereck) 寄生的僵蚜在 4℃ 下贮藏时定期转移到 20℃ 下间断 2h,比一直在暴露在 4℃ 下其羽化率显著提高。而且变温贮藏还能提高蚜茧蜂 *A. colemani* 的生殖力和飞行扩散能力,这对于寄生蜂在生防中的成功应用具有重要意义。随着生物防治产业的需求和快速发展,低温贮藏方法 (长期或短期) 的创新会降低生防成本,使应用更加简单、经济。

参考文献

- Chen W L, Leopold R A, Boetel MA. 2008. Cold storage of adult *Gonatocerus ashmeadi* (Hymenoptera: Mymaridae) and effects on maternal and progeny fitness. *Journal of Economic Entomology*, 101: 1760–1770. doi: 10.1603/0022-0493-101.6.1760.
- Colinet H, Boivin G, Hance T. 2007. Manipulation of parasitoid size using the temperature-size rule: fitness consequences. *Oecologia*, 152: 425–433. doi: 10.1007/s00442-007-0674-6.

- Colinet H, Boivin G. 2011. Insect parasitoids cold storage: A comprehensive review of factors of variability and consequences. *Biological Control*, 58: 83–95. doi: 10.1016/j.biocontrol.2011.04.014.
- Hun ZY, Wang DA, Lu ZY, Pan WL. 2005. Diapause induction and cold storage of diapause cocoons in *Microplitis mediator* (Haliday). *Acta Entomologica Sinica*, 48: 655–659.
- King CBR. 1934. Cold storage effect on *Trichogramma* and on eggs of *Ephestia kuehniella*. *Tea Quarterly*, 1: 19–27.
- Lopez SN, Botto E. 2005. Effect of cold storage on some biological parameters of *Eretmocerus corni* and *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Biological Control*, 33: 123–130. doi: 10.1016/j.biocontrol.2004.11.003.
- Marwan IA, Tawfiq MM. 2006. Response of *Aphidius matricariae* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae) from mummified *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae) to short term cold storage. *International Pest Control*, 48: 262–265.
- Pitcher SA, Hoffmann MP, Gardner J, Wright MG, Kuhar TP. 2002. Cold storage of *Trichogramma ostrinae* reared on *Sitotroga cerealella* eggs. *BioControl*, 47: 525–535. doi: 10.1023/A:1016533116798.
- Shintani Y, Ishikawa Y. 2007. Relationship between rapid cold-hardening and cold acclimation in the eggs of the yellow-spotted longicorn beetle, *Psacotha hilaris*. *Journal of Insect Physiology*, 53: 1055–1062. doi: 10.1016/j.jinsphys.2007.05.012.
- van Lenteren J, Tommasini M. 2002. Mass production, storage, shipment and quality control of natural enemies. In: Albajes R, Gullino M L, van Lenteren J C, Elad Y (Eds.), *Mass Production, Storage, Shipment and Quality Control of Natural Enemies, Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Springer, Netherlands, 276–294 pp.

扑朔迷离的距甲

梁红斌, 李开琴

中国科学院动物研究所, Email: lianghb@ioz.ac.cn

甲虫有 170 多个科, 有些科的种类非常丰富, 可达数万种, 不少有美丽的外表, 为人们所熟知, 如: 天牛、吉丁虫、步甲、象甲等。但有的科很小, 即使有重要的经济价值或分类学研究意义, 却很少为人们所知, 距甲科就是这类甲虫的代表。

距甲分为大距甲和小距甲两个亚科, 中国大概有 60 多种。它们的外表和叶甲非常相似, 触角丝状或锯齿状, 跗节共有 5 节, 其中第 3 节膨大成双叶状, 第 4 节短小; 距甲后足腿节膨粗, 常有刺突 (图 1)。很长一段时间, 人们把距甲归入叶甲科, 曾经还放入水叶甲科或负泥虫科。但是, 距甲成虫的中胸有发音锉, 摩擦会发出“吱吱”的声音, 这和天牛相似; 距甲的成虫取食植物的幼嫩枝条, 幼虫蛀茎或潜叶, 而叶甲的成虫、幼虫暴食叶片; 距甲幼虫的足退化, 依靠身体两侧一个叫“步泡突”的结构帮助蠕动, 而叶甲幼虫用三对足自由行走。基于以上形态特征和生活习性, 越来越多的研究者支持把距甲从叶甲科里分出来, 作为一个单独的科。最近, 我们对距甲科及其它叶甲总科昆虫的第 8 腹板结构、雌雄外生殖等形态进行解剖对比研究, 期望对距甲、天牛、叶甲的亲缘关系做出判断。



图 1. 距甲外部形态 (李开琴 拍摄)。



图 2. 距甲啃食悬钩子的危害状 (李开琴 拍摄)。



图 3. 距甲取食悬钩子嫩茎 (李开琴 拍摄)。

对距甲的困惑，不单是它的系统分类地位飘忽不定，在野外如何采到该类昆虫更是一个巨大的挑战。

采集任何一类昆虫，对其生物学习性的了解是第一位的。中国最早的距甲生物学报道是 1977 年虞佩玉先生在河南永城县对白蜡梢距甲的观察(虞佩玉, 1977, 昆虫学报, 20: 482-484)，此后，再无更详细的报道。从这篇简短的报道里，我们知道距甲成虫啃食植

物嫩茎，常造成植物顶端折断。带着有限的这点知识，我们出发了，2011年4月和5月，在云南河口、金平、西双版纳、沧源采集40多天，天天寻觅，到头来竟没有采到一头距甲。

我们深知，对于植食性的昆虫，发现寄主植物是寻找目标昆虫的关键。2011年7月，在广西，终于发现第一头距甲时，接着便确认寄主植物，发现悬钩子上有被害状（图2），并看到了距甲取食（图3），便在这些地点、这些植物上反复观察、寻找3-4天，最终采得了将近10头距甲。观察发现：即使在成虫发生期，它们也不总在枝条上取食活动，晴天的上午10点和傍晚6点左右在枝头活动频繁，而其它时间会躲到植物根部的枯叶里或其它隐蔽的地方，从人们的视野中消失。

距甲不仅取食活动时间少，整个成虫发生期也非常短暂，大约只有一个月的时间，调查早了，还没有出来，调查晚了，它们产卵后死去了，所以野外大多数时间看不到它们的身影。在曾经捕捉到距甲的云南瑞丽弄岛镇，2012年10月，我们观察搜索多日，发现了大量的疑似被害枝条（图4），但距甲成虫也是颗粒无收。在云南瑞丽弄岛镇，即使看到大量被害枝条，但都不是新取食的枝条，可能刚刚过了成虫期，扑了空，令人非常沮丧。



图4. 距甲啃食的悬钩子嫩尖（梁红斌 拍摄）。

幸运的是，2012年5月在北京延庆县的松山和门头沟区的小龙门，我们发现了大量的距甲成虫，确定了寄主植物，并和已知距甲物种比较后，确定它为一个新种。5月初丁香树刚发芽，这些距甲成虫从土中爬出来，站在丁香的嫩尖上（图5），取食、交配、产卵，6月初就消失得无影无踪。距甲的分布地点似乎和海拔高度关系密切，在松山

900-1000m 的地方容易发现，较低和较高的海拔却难以寻觅到。我们在野外和室内饲养观察一个多月，记录了卵、幼虫、蛹，一种寄生蜂天敌，目前此种是生物学习性最详尽的距甲。

捕捉距甲三年，仍觉得它是一类可遇不可求甲虫。2012 年夏天在甘肃、陕西、察隅和墨脱采集，2013 年夏天在四川采集，除了捉到一些小距甲外，大距甲又从在我们的眼前消失了。距甲的采集，无疑还需更多探索。

甲虫虽然是地球上最昌盛的类群，但人类对它们的了解还非常有限。除了距甲，还有水叶甲，例如：日本水叶甲曾经在中国东部广泛分布，但已在日本及中国东部消失了 20 多年。两栖甲科也类似，十多年来在中华两栖甲的模式产地及其周围再没有发现此物种。还有水甲科，1883 年发表该科产自中国江西省一个新种，此后 100 多年再无人采集到该虫。对这些甲虫的采集和调查，不仅是分类学的需要，对于生物多样性监测、动物地理学研究、甚至环境评价也都是很有用的，值得我们重视。



图 5. 北京小龙门丁香嫩尖上的距甲（史宏亮 拍摄）。

“进化与系统学青年工作者论坛”倡议

朱朝东

中国科学院动物研究所动物进化与系统学院重点实验室, Email: zhucd@ioz.ac.cn

该想法,发源于各位同事、朋友之间的交流,现草拟如下,供有兴趣者的工作者批评指正。

“进化与系统学青年工作者”之定义:

在进化与系统学领域,获得博士学位,在相关科技期刊连续发表 3 篇论文以上,且年龄不超过 45 周岁的专业研究人员。

“进化与系统学青年工作者论坛”之主旨:

建立开放、平等、和谐的交流平台,提倡独立科学精神、学科交叉与合作,凝练科学思想,开拓科学思路,提高学术技能,提升学术水平,构建中国进化与系统学领域高水平的青年工作者队伍。

“进化与系统学青年工作者论坛”之组织结构:

邀请相关领域 45 周岁以上专家作为顾问委员会,为论坛提供指导性意见;

邀请相关领域 45 周岁以下专家作为成员;

通过成员本人电子邮件地址投票方式选举论坛召集人 1 人、组织委员 1—2 人、宣传委员 1—2 人。获得总成员数 2 / 3 以上投票赞成的即自动成为召集人,负责年度活动的安排与通知事宜;

召集人人选不得超过 45 周岁,且连任不能超过 3 次;

年度活动组织事宜由成员共同并自愿完成。

“进化与系统学青年工作者论坛”之形式:

初始活动主要立足中国科学院动物研究所动物进化与系统学院重点实验室,和学会青年工作委员会合作;

每 6 月活动 1 次,由 2—4 位成员做学术报告,并组织深入研讨,探求新意所在;

每年组织 1 次公开的学术研讨会或者培训班,介绍新概念、新思路、新技术、新方法和成员研究新进展。

2013 年度国家自然科学基金委批准的昆虫学相关项目

中国科学院动物研究所 陈静 (chenjing@ioz.ac.cn)

序号	项目批准号	项目名称	项目负责人	依托单位	批准金额(万)	项目起止年月
1	31370408	非传粉小蜂对榕树-传粉蜂共生系统的选择及其强度研究	Derek W. Dunn	中国科学院昆明动物研究所	80	2014-01 至 2017-12
2	31350110218	Standardized parameters and staining for entomological μ -Ct	Benjamin Wipfler	中国科学院动物研究所	20	2013-07 至 2014-06
3	31371934	三种稻飞虱应对水稻病毒感染免疫应答网络比较分析	鲍艳原	浙江大学	80	2014-01 至 2017-12
4	31300463	蜜蜂传粉影响油菜基因扩散的机理	卜翠萍	淮阴师范学院	23	2014-01 至 2016-12
5	31372240	异翅亚目昆虫线粒体系统发育基因组学研究	卜文俊	南开大学	88	2014-01 至 2017-12
6	31372229	半翅目关键类群线粒体基因组及高级阶元的系统发育研究	彩万志	中国农业大学	84	2014-01 至 2017-12
7	31371979	草地贪夜蛾中肠上皮细胞和 st9 细胞 Vip3A 结合受体的鉴定	蔡 峻	南开大学	80	2014-01 至 2017-12
8	31301666	小菜蛾普通气味结合蛋白 GOBPs 基因克隆与功能研究	蔡立君	福建农林大学	26	2014-01 至 2016-12
9	31301902	中国巨齿蛉属幼虫的分类和 DNA 条形码研究	曹成全	乐山师范学院	22	2014-01 至 2016-12
10	31372265	葱蝇滞育调控基因的表达和功能研究	陈 斌	重庆师范大学	80	2014-01 至 2017-12
11	31372235	中国白果蝇族分类学和分子系统发育研究	陈宏伟	华南农业大学	80	2014-01 至 2017-12
12	31301716	在基因组水平研究昆虫几丁质合成的调控元件	陈 洁	中山大学	25	2014-01 至 2016-12
13	31371946	麦蚜嗅觉关联基因鉴定及其对 EBF 及类似物特异识别机制研究	陈巨莲	中国农业科学院植物保护研究所	82	2014-01 至 2017-12
14	31372155	内蒙古高原甲螨亚目分类研究(蜱螨亚纲: 疥螨目)	陈 军	中国科学院动物研究所	82	2014-01 至 2017-12
15	31301675	利用 RNAi 抑制褐飞虱重要功能基因提高水稻抗虫性的研究	陈 俊	武汉科技大学	23	2014-01 至 2016-12
16	31301722	胡瓜新小绥螨抗阿维菌素品系基因表达谱分析及抗药性机理研究	陈 霞	福建省农业科学院	25	2014-01 至 2016-12
17	31372169	东洋区狭腹实蝇族昆虫系统分类研究	陈小琳	中国科学院动物研究所	15	2014-01 至 2014-12
18	31370651	角倍蚜虫 <i>Schlechtendalia chinensis</i> 瘿内世代蜜露分解途径及与寄主植物之间互利关系研究	陈晓鸣	中国林业科学研究院资源昆虫研究所	80	2014-01 至 2017-12
19	31360446	杀虫剂胁迫下白背飞虱与南方水稻黑条矮缩病毒互作的行为机制与分子机理	陈 卓	贵州大学	48	2014-01 至 2017-12
20	31371933	Hsp 基因在麦红吸浆虫滞育中的功能研究	成卫宁	西北农林科技大学	80	2014-01 至 2017-12

序号	项目批准号	项目名称	项目负责人	依托单位	批准金额(万)	项目起止年月
21	31301656	草地螟迁飞后的生殖能力及相关生理调控机制研究	程云霞	中国农业科学院植物保护研究所	22	2014-01 至 2016-12
22	31371932	小菜蛾性信息素通讯系统的地理种群变异及其分子机制	戴建青	广东省昆虫研究所	80	2014-01 至 2017-12
23	31360524	中国圆痕叶蝉亚科分类、DNA 条形码及系统发育研究	戴仁怀	贵州大学	46	2014-01 至 2017-12
24	31301918	转录因子 BmPOU 和 BmAbd-A 对家蚕变态发育的调控机理	邓惠敏	华南师范大学	23	2014-01 至 2016-12
25	31372261	Hippo 在激素调控的昆虫组织凋亡重建中的功能及作用机理	董杜鹃	山东大学	15	2014-01 至 2014-12
26	31372264	二化螟和芦苞螟食性分化的嗅觉机制	董双林	南京农业大学	80	2014-01 至 2017-12
27	31301916	棉铃虫性信息素腺体 ACCase 基因的克隆及功能分析	杜孟芳	河南农业大学	25	2014-01 至 2016-12
28	31371937	二化螟水通道蛋白表达、功能分析及其在环境适应中的作用	杜予州	扬州大学	75	2014-01 至 2017-12
29	31330071	家蚕翅原基变态发育的分子调控机理	冯启理	华南师范大学	301	2014-01 至 2018-12
30	31372252	一雌多雄交配格局下胸窗萤的性选择研究	付新华	华中农业大学	78	2014-01 至 2017-12
31	31371939	褐飞虱与共生菌在氨基酸合成代谢中的协同关系	傅 强	中国水稻研究所	80	2014-01 至 2017-12
32	31301673	仲夏棉蚜种群崩溃机制研究: 从实验到模拟	高桂珍	中国科学院新疆生态与地理研究所	22	2014-01 至 2016-12
33	31330064	P450-介导棉蚜对寄主植物次生性物质适应的分子机制及其调控	高希武	中国农业大学	303	2014-01 至 2018-12
34	31301873	Wolbachia 对跳虫生殖方式的影响及其协同进化关系初探	高 艳	中国科学院上海生命科学研究院	22	2014-01 至 2016-12
35	31371942	多杀菌素抗性西花蓟马受体突变位点鉴定与功能分析	高玉林	中国农业科学院植物保护研究所	80	2014-01 至 2017-12
36	31370438	番茄突变体介导的烟粉虱与黄化曲叶病毒对 CO ₂ 与 O ₃ 浓度升高的响应机制	戈 峰	中国科学院动物研究所	80	2014-01 至 2017-12
37	31360525	中国石炭纪古直翅总目昆虫系统分类与演化	顾俊杰	北方民族大学	50	2014-01 至 2017-12
38	31370413	柑橘大实蝇成虫产卵前期的迁移与觅食行为的协同关系研究	桂连友	长江大学	80	2014-01 至 2017-12
39	31372161	中国腺水螅科系统学及其比较形态学研究	郭建军	贵州大学	83	2014-01 至 2017-12
40	31360442	马铃薯甲虫蜕皮激素合成、分解及蜕皮时的信号转导途径研究	郭文超	新疆农业科学院	50	2014-01 至 2017-12
41	31301723	莲草直胸跳甲寄生专一性的分子机制及相关基因筛选	郭艳琼	山西农业大学	24	2014-01 至 2016-12
42	31372176	高山蛾类在青藏高原东部高山群岛格局的成因及其历史演化	韩红香	中国科学院动物研究所	78	2014-01 至 2017-12
43	31301689	新烟碱类杀虫剂对传粉昆虫蜜蜂的种群影响效应	何明远	湖南省农业科学院	22	2014-01 至 2016-12
44	31301677	小菜蛾 GSS 与 SUMF1 基因协同响应寄主植物硫苷及其分子基础	何玮毅	福建农林大学	23	2014-01 至 2016-12
45	31300348	菠萝洁粉蚧不同地理种群生物学差异及其在种群竞争中的作用研究	何衍彪	中国热带农业科学院	20	2014-01 至 2016-12

序号	项目批准号	项目名称	项目负责人	依托单位	批准金额(万)	项目起止年月
46	31371974	棉铃虫伤害感受相关离子通道的功能特性及其与害虫抗药性的关系研究	贺秉军	南开大学	80	2014-01 至 2017-12
47	31360528	白背飞虱气味结合蛋白与感染南方水稻黑条矮缩病的水稻互作及选择机理研究	贺 鹏	贵州大学	47	2014-01 至 2017-12
48	31371944	Wolbachia 影响二斑叶螨生殖的细胞学及分子机理研究	洪晓月	南京农业大学	80	2014-01 至 2017-12
49	31301657	储粮害虫米象磷化氢抗性分子机制研究	胡 飞	合肥工业大学	23	2014-01 至 2016-12
50	31301655	台风影响下的稻飞虱迁飞和种群时空动态变化规律	胡 高	南京农业大学	23	2014-01 至 2016-12
51	31360523	新疆叶蝉类害虫卵寄生蜂资源调查及其寄生生物学研究	胡红英	新疆大学	52	2014-01 至 2017-12
52	31360429	云南双生病毒优势种 PaLCuCNV 与介体烟粉虱互作研究	胡 剑	云南省农业科学院	50	2014-01 至 2017-12
53	31372186	基于比较胚胎学和 Hox 基因的长翅目幼虫腹足同源性研究	花保祯	西北农林科技大学	81	2014-01 至 2017-12
54	31301881	家蚕短神经肽 F 受体家族新成员的分子鉴定及信号转导机制初探	黄海山	温州医学院	24	2014-01 至 2016-12
55	31372262	家蚕 PLP 的合成调节和合成后向缺辅基酶的转移机制	黄龙全	安徽农业大学	80	2014-01 至 2017-12
56	31372233	东洋区斑叶蝉族属级修订及系统发育研究	黄 敏	西北农林科技大学	79	2014-01 至 2017-12
57	31372257	亚洲玉米螟性别特异调控元件研究	黄勇平	中国科学院上海生命科学研究院	83	2014-01 至 2017-12
58	31310303049	第六届国际昆虫转基因会议	黄勇平	中国科学院上海生命科学研究院	6	2013-05 至 2013-12
59	31372192	基于转录组数据的直翅目昆虫谱系基因组学研究	黄 原	陕西师范大学	81	2014-01 至 2017-12
60	31372231	中国叩甲科分类订正与系统发育关系重建	江世宏	深圳职业技术学院	78	2014-01 至 2017-12
61	31371947	甜菜夜蛾 PBAN-PBANR 关键结合区域鉴定及功能分析	江幸福	中国农业科学院植物保护研究所	80	2014-01 至 2017-12
62	31301915	microRNA 在飞蝗型变过程中的作用及分子调控机制研究	姜 枫	中国科学院遗传与发育生物学研究所	24	2014-01 至 2016-12
63	31372237	大蚜亚科系统发育及其与寄主植物之间的演化关系	姜立云	中国科学院动物研究所	81	2014-01 至 2017-12
64	31371967	昆虫 TopoI 氨基酸多型性及天然非喜树碱类 TopoI 抑制剂研究	蒋红云	中国农业科学院植物保护研究所	85	2014-01 至 2017-12
65	31372001	稻水象甲入侵过程中肠道细菌群落的变化及其功能研究	蒋明星	浙江大学	75	2014-01 至 2017-12
66	31360437	转基因水稻 B2A68 对白背飞虱致害性及传播 SRBSDV 传毒效率的影响	蒋显斌	广西壮族自治区农业科学院	55	2014-01 至 2017-12
67	31371941	B 和 Q 型烟粉虱对寄主营养和抗性物质趋异适应性研究	焦晓国	湖北大学	78	2014-01 至 2017-12
68	31371989	基于小菜蛾抗菌肽表达调控的 MicroRNAs 及其功能研究	金丰良	华南农业大学	80	2014-01 至 2017-12
69	31370591	青杨天牛致杨枝虫瘿的分子机理	景天忠	东北林业大学	82	2014-01 至 2017-12
70	31300467	气候变暖不同升温模式对城市入侵害虫悬铃木方翅网蝽种群生活史性状的影响	鞠瑞亭	上海市园林科学研究所	22	2014-01 至 2016-12

序号	项目批准号	项目名称	项目负责人	依托单位	批准金额(万)	项目起止年月
71	31372254	中华蜜蜂对狄斯瓦螨清理行为中的嗅觉信息识别和传递机理	李红亮	中国计量学院	78	2014-01 至 2017-12
72	31301671	椰甲截脉姬小蜂嗅觉相关基因鉴定及气味结合蛋白功能研究	李科明	中国热带农业科学院	23	2014-01 至 2016-12
73	31371997	暗黑鳃金龟寄主植物挥发物对性信息素的增效及机制研究	李克斌	中国农业科学院植物保护研究所	80	2014-01 至 2017-12
74	31360519	学习行为对管氏肿腿蜂寄主搜索和利用的影响	李 莉	贵州师范大学	49	2014-01 至 2017-12
75	31360454	亲环素 A 在斜纹夜蛾细胞免疫抑制反应中的作用机理	李 明	云南大学	54	2014-01 至 2017-12
76	31360443	利用 RNAi 技术防治稻纵卷叶螟的研究	李尚伟	贵州大学	50	2014-01 至 2017-12
77	31330072	昆虫内分泌系统适应不同营养环境而调控个体生长的研究	李 胜	中国科学院上海生命科学研究院	304	2014-01 至 2018-12
78	31372247	中国马蜂亚科和胡蜂亚科的区系分类和系统发育研究	李廷景	重庆师范大学	80	2014-01 至 2017-12
79	31372251	基于稚虫形态学和分子特征的中国倍叉虫责亚科分类修订	李卫海	河南科技学院	78	2014-01 至 2017-12
80	31301903	中国西南地区縗蝇科系统分类研究	李文亮	河南科技大学	24	2014-01 至 2016-12
81	31301659	麦长管蚜翅型分化相关 microRNAs 的鉴定及功能研究	李祥瑞	中国农业科学院植物保护研究所	22	2014-01 至 2016-12
82	31300547	花绒寄甲幼虫调控寄主松褐天牛幼虫免疫系统的生理机制	李晓娟	安徽省林业科学研究院	21	2014-01 至 2016-12
83	31300552	不同营养因子对捕食性天敌螯蟾冷藏效果的影响及其作用机理	李兴鹏	吉林省林业科学研究院	24	2014-01 至 2016-12
84	31360439	梨小食心虫滞育反应地理变异及滞育后生物学特性研究	李亦松	石河子大学	58	2014-01 至 2017-12
85	31360156	楚雄腮扁叶蜂滞育机理研究	李永和	西南林业大学	48	2014-01 至 2017-12
86	31370039	二酰胺类杀虫剂对鳞翅目昆虫神经元钙信号调控研究	李玉新	南开大学	80	2014-01 至 2017-12
87	31371940	蚜虫从头合成吡啶的分子基础及其调控机理	李正西	中国农业大学	80	2014-01 至 2017-12
88	31372230	嗜虫目昆虫线粒体基因组结构与进化及其系统发育研究	李志红	中国农业大学	79	2014-01 至 2017-12
89	31301676	烟粉虱诱导番茄吸引寄生蜂活性成分鉴定及植物调控机制研究	郦卫弟	浙江省农业科学院	22	2014-01 至 2016-12
90	31372249	头喙亚目(半翅目)昆虫口器传感器的超微形态及演化研究	梁爱萍	中国科学院动物研究所	85	2014-01 至 2017-12
91	31371956	氯虫苯甲酰胺抗性小菜蛾鱼尼丁受体特性及抗性相关 miRNA 功能研究	梁 沛	中国农业大学	80	2014-01 至 2017-12
92	31371959	伏马菌素 B1 对昆虫血细胞毒性作用机理研究	刘承兰	华南农业大学	80	2014-01 至 2017-12
93	31300312	华绿蚤属(直翅目)的物种形成过程和机制	刘春香	中国科学院动物研究所	25	2014-01 至 2016-12
94	31372245	中国蚤蝇科分类订正和系统发育研究	刘广纯	沈阳大学	76	2014-01 至 2017-12
95	31301665	西花蓟马传播凤仙花坏死斑病毒循环增值分子机理研究	刘佳妮	昆明学院	22	2014-01 至 2016-12

序号	项目批准号	项目名称	项目负责人	依托单位	批准金额(万)	项目起止年月
96	31372260	斜纹夜蛾 SlAtg1 蛋白对细胞自噬的多重调节及其分子机制的研究	刘凯于	华中师范大学	80	2014-01 至 2017-12
97	31301698	熏蒸剂磷化氢对赤拟谷盗过氧化氢酶基因的表达调控机制研究	刘 涛	中国检验检疫科学研究院	23	2014-01 至 2016-12
98	31372005	2 种寄主取食型寄生蜂的"取食 vs.产卵"行为权衡及其生理机制研究	刘万学	中国农业科学院植物保护研究所	80	2014-01 至 2017-12
99	31372256	组蛋白乙酰转移酶基因 Atac2 在果蝇中肠干细胞调控中的作用与机理研究	刘 伟	西北农林科技大学	77	2014-01 至 2017-12
100	31301920	Notch 信号通路参与家蚕胚胎发育分子机制的研究	刘文彬	四川大学	24	2014-01 至 2016-12
101	31301713	苹果蠹蛾颗粒体病毒 GP37 蛋白对核型多角体病毒的增效机制	刘向阳	河南农业大学	23	2014-01 至 2016-12
102	31301906	中国秆蝇亚科系统分类研究(双翅目:秆蝇科)	刘晓艳	华中农业大学	20	2014-01 至 2016-12
103	31322051	昆虫系统分类学	刘星月	中国农业大学	100	2014-01 至 2016-12
104	31360092	马尾松毛虫单配制交配系统的繁殖行为生态学研究	刘兴平	江西农业大学	51	2014-01 至 2017-12
105	31370439	基于多基因的灰飞虱种群遗传结构和迁移扩散的研究	刘玉娣	中国农业科学院植物保护研究所	80	2014-01 至 2017-12
106	31322045	昆虫神经毒理学	刘泽文	南京农业大学	100	2014-01 至 2016-12
107	31300426	黑翅土白蚁蚁巢共生系统中微生物群落结构与功能的研究	龙雁华	安徽农业大学	29	2014-01 至 2016-12
108	31301661	不同致害力褐飞虱种群迁飞能力比较及其差异机制研究	罗 举	中国水稻研究所	23	2014-01 至 2016-12
109	31370268	叶下珠属植物与专性互利传粉者及寄生昆虫的协同亲缘地理学研究	罗世孝	中国科学院华南植物园	80	2014-01 至 2017-12
110	31301719	引进天敌二代盲蝽茧蜂与本地寄生蜂的种间竞争关系	罗淑萍	中国农业科学院植物保护研究所	23	2014-01 至 2016-12
111	31360455	新疆地区烟粉虱优势天敌浆角蚜小蜂的生态适应性及控害效应	马德英	新疆农业大学	55	2014-01 至 2017-12
112	31320103921	飞蝗细胞色素 P450 单氧化酶基因代谢解毒、生理功能及分子调控	马恩波	山西大学	275	2014-01 至 2018-12
113	31360527	荒漠甲虫准噶尔小胸鳖甲低温响应转录组的研究及重要基因的功能鉴定	马 纪	新疆大学	52	2014-01 至 2017-12
114	31301901	中国蟋蟀亚科整合分类学及鸣声演化规律的研究	马丽滨	东北师范大学	25	2014-01 至 2016-12
115	31301898	基于整合分类学的单角蝎蛉种团物种界定与系统发育研究	马 娜	西北农林科技大学	24	2014-01 至 2016-12
116	31300551	基于微卫星及线粒体基因标记研究我国思茅松毛虫种群的遗传分化	门秋雷	安庆师范学院	23	2014-01 至 2016-12
117	31301664	荔枝蒂蛀虫寄主保守选择的嗅觉分子机制	孟 翔	广东省昆虫研究所	23	2014-01 至 2016-12
118	31301912	基于雌性外生殖器结构的大叶蝉亚科比较形态学研究	孟泽洪	贵州省农业科学院	20	2014-01 至 2016-12
119	31301900	基于线粒体全基因组探究萤叶甲亚科族级分类体系及族级系统发育关系的研究(鞘翅目:叶甲科)	聂瑞娥	中国科学院动物研究所	25	2014-01 至 2016-12
120	31300302	东方行军蚁取食紫茎泽兰的原因研究	牛燕芬	昆明学院	22	2014-01 至 2016-12

序号	项目批准号	项目名称	项目负责人	依托单位	批准金额(万)	项目起止年月
121	31371945	20-羟基蜕皮酮解除柑橘大实蝇蛹滞育的分子机制研究	牛长缨	华中农业大学	15	2014-01 至 2014-12
122	31301923	黄胸散白蚁内源性漆酶功能及其分子修饰研究	潘程远	浙江农林大学	24	2014-01 至 2016-12
123	31360441	内蒙古草原沙葱萤叶甲发生规律及抗寒性的研究	庞保平	内蒙古农业大学	58	2014-01 至 2017-12
124	31372243	中国蜻蜓目昆虫的起源、演化及其在古翅类系统进化上的意义	庞虹	中山大学	15	2014-01 至 2014-12
125	31301910	中国重要天敌昆虫——旋小蜂亚科的系统分类研究	彭凌飞	福建农林大学	22	2014-01 至 2016-12
126	31372253	互惠专一传粉榕小蜂欺骗性演化的机制	彭艳琼	中国科学院西双版纳热带植物园	78	2014-01 至 2017-12
127	31301908	东亚斑摇蚊属群的分类修订与生物地理学研究	齐鑫	台州学院	22	2014-01 至 2016-12
128	31300308	双齿多刺蚁社会遗传结构及亲缘识别机制研究	钱增强	陕西师范大学	23	2014-01 至 2016-12
129	31310303013	第九届国际蚜虫学大会	乔格侠	中国科学院动物研究所	6	2013-01 至 2013-12
130	31371991	越冬代异色瓢虫滞育反应的地理变异及调控机制研究	阮长春	吉林农业大学	15	2014-01 至 2014-12
131	31301728	棉铃虫 Transib 转座子沉默相关 piRNA 克隆及其功能研究	尚庆利	吉林大学	23	2014-01 至 2016-12
132	31372255	T-box 家族基因 Doc 和 omb 在果蝇翅芽发育过程中调控沟形成的作用机理	沈杰	中国农业大学	80	2014-01 至 2017-12
133	31301917	飞蝗横纹肌球蛋白的序列分析与功能比较	沈梅	中国科学院动物研究所	22	2014-01 至 2016-12
134	31372246	姬蜂亚科分类及系统发育研究	盛茂领	国家林业局森林病虫害防治总站	15	2014-01 至 2014-12
135	31310103033	林木枝梢及果类蛀虫寄生天敌姬蜂研究	盛茂领	国家林业局森林病虫害防治总站	2	2013-03 至 2013-12
136	31372232	中国短翅蚤螽的修订	石福明	河北大学	78	2014-01 至 2017-12
137	31301922	生境破碎化对呼伦贝尔草原盲蝽多样性及地理分布影响的研究	石凯	内蒙古民族大学	20	2014-01 至 2016-12
138	31301718	马铃薯二十八星瓢虫中肠 Bt Cry7Ab3 毒素受体蛋白的鉴定及功能分析	宋萍	河北农业大学	22	2014-01 至 2016-12
139	31301866	中国斑叶蝉族分类研究	宋月华	贵州师范大学	23	2014-01 至 2016-12
140	31370428	尖唇散白蚁工蚁向补充生殖蚁和兵蚁转化过程中生殖力分化及调控机理研究	苏晓红	西北大学	75	2014-01 至 2017-12
141	31371972	荔枝蒂蛀虫对溴氰菊酯代谢适应的分子机制研究	孙海滨	广东省农业科学院	15	2014-01 至 2014-12
142	31300346	截形叶螨暴发的种群遗传学机制研究	孙荆涛	南京农业大学	26	2014-01 至 2016-12
143	31301911	潜水昆虫体表疏水性及粘附性机理的研究及其仿生学意义	孙明霞	中国科学院动物研究所	24	2014-01 至 2016-12
144	31370648	美国白蛾耐寒机理及在东北潜在分布区的预测	孙守慧	沈阳农业大学	15	2014-01 至 2014-12
145	31301862	中国棘跳科系统分类研究(弹尾纲:原跳目)	孙新	中国科学院东北地理与农业生态研究所	21	2014-01 至 2016-12

序号	项目批准号	项目名称	项目负责人	依托单位	批准金额(万)	项目起止年月
146	31301668	蜕皮激素调控绿盲蝽水溶性海藻糖酶合成的分子机制	谭永安	江苏省农业科学院	23	2014-01 至 2016-12
147	31301727	椰扁甲啮小蜂寄生对水椰八角铁甲蛹细胞免疫抑制的分子机制	汤宝珍	福建农林大学	23	2014-01 至 2016-12
148	31370652	单宁诱导杨小舟蛾谷胱甘肽 S-转移酶基因表达调控机制	汤 方	南京林业大学	82	2014-01 至 2017-12
149	31371996	基于 RNAi 和组学技术的昆虫 Treh 基因功能及控害机理研究	唐 斌	杭州师范大学	75	2014-01 至 2017-12
150	31301925	家蝇硫氨酸生成酶 Rhodanese 在免疫系统中的表达调控研究	唐 婷	河北大学	25	2014-01 至 2016-12
151	31300546	光肩星天牛两型间基因渗透及其适应性分化的遗传机制	陶 静	北京林业大学	24	2014-01 至 2016-12
152	31372236	中国菌食性蓟马的系统分类及其表型可塑性研究	童晓立	华南农业大学	80	2014-01 至 2017-12
153	31301662	细胞色素 P450 对褐飞虱致害性变异的影响及表达调控的研究	王爱英	中国水稻研究所	22	2014-01 至 2016-12
154	31300318	捕食者对榕-蜂共生系统稳定性的影响及其机制研究	王 波	中国科学院昆明动物研究所	25	2014-01 至 2016-12
155	31301663	昆虫病原线虫共生菌 SY5 致死小菜蛾毒素的中肠靶标受体分离与鉴定	王 欢	沈阳农业大学	23	2014-01 至 2016-12
156	31360457	西藏雅鲁藏布大峡谷冰期避难所白蚁分子谱系地理学研究	王建国	江西农业大学	50	2014-01 至 2017-12
157	31301715	蝶蛹金小蜂毒液钙网蛋白抑制寄主细胞免疫的机理	王 磊	安徽农业大学	23	2014-01 至 2016-12
158	31301660	虱毒死蜱抗性和高温适应性的协同进化机制研究	王利华	江苏省农业科学院	24	2014-01 至 2016-12
159	31370653	松褐天牛气味结合蛋白基因克隆及功能分析	王满囤	华中农业大学	80	2014-01 至 2017-12
160	31372241	世界锦织蛾属分类修订与系统发育研究	王淑霞	南开大学	81	2014-01 至 2017-12
161	31370654	寄生蜂翅型分化的环境可塑性机制研究	王小艺	中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所	78	2014-01 至 2017-12
162	31301693	小菜蛾谷氨酸门控氯离子通道基因 A309V 点突变的功能解析	王兴亮	南京农业大学	23	2014-01 至 2016-12
163	31300315	挥发性物质介导的植物与昆虫互作关系演化研究——以乌桕为例	王 毅	中国科学院武汉植物园	22	2014-01 至 2016-12
164	31301907	中国东北中生代晚期古蝉多样性及其演化历程(半翅目, 蝉亚目)	王 莹	北京自然博物馆	23	2014-01 至 2016-12
165	31372234	东洋区瓢蜡蝉科分类与高级阶元系统发育研究	王应伦	西北农林科技大学	76	2014-01 至 2017-12
166	31301905	中国东北溪蛉类昆虫化石辐射演化及其与植物相互作用	王永杰	首都师范大学	25	2014-01 至 2016-12
167	31300370	一种亚热带典型榕-蜂互利共生系统的稳定机制	王振吉	楚雄师范学院	22	2014-01 至 2016-12
168	31301667	嗜卷书虱种群遗传结构及分化机制研究	魏丹丹	西南大学	22	2014-01 至 2016-12
169	31370647	干旱半干旱地区沙棘绕实蝇成虫搜索寄主与配偶的行为机制	魏建荣	河北大学	68	2014-01 至 2017-12

序号	项目批准号	项目名称	项目负责人	依托单位	批准金额(万)	项目起止年月
170	31301899	中国圆盾蚱亚科隐存种研究	魏久锋	西北农林科技大学	23	2014-01 至 2016-12
171	31372187	山果蝇物种亚群 (<i>Drosophila montium</i> species-subgroup) 求偶行为及求偶歌进化及其相关基因研究	温硕洋	华南农业大学	78	2014-01 至 2017-12
172	31370532	长白山土壤龟纹跳物种多样性区域生态地理格局及其形成机制	吴东辉	中国科学院东北地理与农业生态研究所	80	2014-01 至 2017-12
173	31311130106	东北土壤跳虫物种多样性分布格局及其与生态地理环境的关系: 与欧洲比利牛斯地区的对比研究	吴东辉	中国科学院东北地理与农业生态研究所	6.4	2013-02 至 2013-12
174	31372244	基于线粒体基因组序列与形态的中国眼罩蚊科分类体系重建	吴 鸿	浙江农林大学	82	2014-01 至 2017-12
175	31371938	井冈霉素刺激褐飞虱生殖的分子机制研究	吴进才	扬州大学	80	2014-01 至 2017-12
176	31371948	绿盲蝽取食植物和昆虫的消化酶活性变化及调控机制	吴孔明	中国农业科学院植物保护研究所	90	2014-01 至 2017-12
177	31321004	棉花-害虫-天敌的互作机制	吴孔明	中国农业科学院植物保护研究所	600	2014-01 至 2016-12
178	31371965	nAChRs 突变介导的西花蓟马对多杀菌素抗性机理研究	吴青君	中国农业科学院蔬菜花卉研究所	80	2014-01 至 2017-12
179	31372263	脂肪酸合成通路涉及 <i>Wolbachia</i> 介导伊蚊抗登革病毒作用	吴 瑜	中山大学	76	2014-01 至 2017-12
180	31372151	中国粉蚧亚科(半翅目: 蚧总科: 粉蚧科) 昆虫分类及系统发育研究	武三安	北京林业大学	80	2014-01 至 2017-12
181	31301877	中华按蚊物理图谱的构建与进化分析	夏 爱	南京农业大学	25	2014-01 至 2016-12
182	31372259	家蚕蛋白 BmVps4 和 BmVta1 在 MVB 途径及杆状病毒 BmNPV 感染中的作用机制研究	夏恒传	江苏大学	80	2014-01 至 2017-12
183	31301695	nAChRs Ag β 1R81T 突变导致棉蚜对吡虫啉产生抗性的分子机制	夏晓明	山东农业大学	23	2014-01 至 2016-12
184	31360526	酪蝇性行为及信息素研究	肖 春	云南农业大学	48	2014-01 至 2017-12
185	31360461	黑纹粉蝶夏季滞育/冬季滞育和非滞育的转录组比较与关键基因功能分析	肖海军	江西农业大学	50	2014-01 至 2017-12
186	31372238	中国金小蜂亚科属级分子系统发育研究(膜翅目: 小蜂总科)	肖 晖	中国科学院动物研究所	76	2014-01 至 2017-12
187	31301669	绿盲蝽嗜好寄主苘蒿的高效引诱化合物分析	肖留斌	江苏省农业科学院	23	2014-01 至 2016-12
188	31300548	透骨草灵 B 影响昆虫神经细胞胞内 Ca ²⁺ 浓度的机理	肖新敏	西北农林科技大学	25	2014-01 至 2016-12
189	31301909	中国隆额叶蝉族系统分类研究	邢济春	贵州大学	24	2014-01 至 2016-12
190	31301721	亚洲玉米螟 Cry1Ab 抗性相关的中肠 microRNA 鉴定及功能研究	徐丽娜	安徽省农业科学院	22	2014-01 至 2016-12
191	31372250	雏蝗属昆虫翅形态结构演化及进化相关性研究	许升全	陕西师范大学	15	2014-01 至 2014-12
192	31320002	红色小恶魔——火蚁入侵 (3D)	许益铸	华南农业大学	12	2014-01 至 2015-12
193	31301730	小菜蛾 PxPPO 基因的表达及转录调控机理研究	薛超彬	山东农业大学	24	2014-01 至 2016-12
194	31320103902	基于形态-分子-化石证据的广翅目系统发育重建	杨 定	中国农业大学	275	2014-01 至 2018-12

序号	项目批准号	项目名称	项目负责人	依托单位	批准金额(万)	项目起止年月
195	31360511	贺兰山鞘翅目昆虫的地理分布格局及区域分异研究	杨贵军	宁夏大学	48	2014-01 至 2017-12
196	31360438	褐飞虱和寄主水稻对异常气温的响应及生理机制	杨 朗	广西壮族自治区农业科学院	50	2014-01 至 2017-12
197	31360440	新疆香梨优斑螟种群遗传结构及扩散趋势研究	杨明禄	塔里木大学	50	2014-01 至 2017-12
198	31301726	烟粉虱寄生蜂浅黄恩蚜小蜂和海氏桨角蚜小蜂表型可塑性的热响应机制	杨念婉	中国农业科学院植物保护研究所	26	2014-01 至 2016-12
199	31360435	基于个体模型及三维景观模型的松墨天牛自然扩散研究	杨书林	贵州师范大学	50	2014-01 至 2017-12
200	31372239	东洋区凹胫跳甲属的分类及系统发育研究(鞘翅目:叶甲科:跳甲亚科)	杨星科	中国科学院动物研究所	86	2014-01 至 2017-12
201	31372266	虫瘿形成过程中角倍蚜唾液蛋白的鉴定与分析	杨子祥	中国林业科学研究院资源昆虫研究所	75	2014-01 至 2017-12
202	31301670	中国蜂虻科系统分类研究	姚 刚	浙江省林业科学研究院	22	2014-01 至 2016-12
203	31372242	蜂次目昆虫的起源与早期演化	姚云志	首都师范大学	76	2014-01 至 2017-12
204	31360183	中国西南地区切梢小蠹伴生菌多样性、侵染力及在切梢小蠹蛀害中的作用	叶 辉	云南大学	55	2014-01 至 2017-12
205	31372153	中国癭蝗亚科的系统分类研究	印象初	河北大学	80	2014-01 至 2017-12
206	31320103922	小菜蛾群体遗传变异的地理格局与进化关系	尤民生	福建农林大学	287	2014-01 至 2018-12
207	31360088	北疆地区境外草地螟虫源迁入路径及迁飞特性研究	于 非	新疆师范大学	48	2014-01 至 2017-12
208	31370409	粗叶榕传粉蜂隐种形成, 及同一地区(或榕树)内相似物种能否长期共存	于 慧	中国科学院华南植物园	83	2014-01 至 2017-12
209	31310103003	榕小蜂近交系数变化规律研究	于 慧	中国科学院华南植物园	1.5	2013-03 至 2013-12
210	31360154	薇甘菊颈盲蝽化学通讯及其嗅觉相关基因克隆、功能分析	泽桑梓	云南省林业科学院	50	2014-01 至 2017-12
211	31301904	中国圆痕叶蝉亚科系统分类与 DNA 条形码	张 斌	内蒙古师范大学	21	2014-01 至 2016-12
212	31301714	MicroRNA 介导的 Wolbachia 调控赤眼蜂产雌孤雌生殖的分子机理研究	张海燕	黑龙江八一农垦大学	25	2014-01 至 2016-12
213	31370042	中国石蛎目昆虫分子系统学与生物地理学研究	张加勇	浙江师范大学	75	2014-01 至 2017-12
214	31360430	番茄斑萎病毒属病毒优势种更替与传毒蓟马种间竞争的相关性	张 洁	云南省农业科学院	50	2014-01 至 2017-12
215	31301724	凝集素参与埃及伊蚊抵御 Cry11A 毒素过程的分子机理	张灵玲	福建农林大学	22	2014-01 至 2016-12
216	31371943	几种夜蛾科昆虫趋光行为及生理机制的比较研究	张青文	中国农业大学	80	2014-01 至 2017-12
217	31300368	海拔梯度下植物-植食性昆虫相互作用的演变机制研究	张 霜	中国科学院生态环境研究中心	23	2014-01 至 2016-12
218	31301914	丁酸己酯对绿盲蝽种内化学通讯的调控研究	张 涛	中国农业科学院植物保护研究所	25	2014-01 至 2016-12
219	31301712	基于甾体降解废物利用的几种手性昆虫性信息素的不对称合成及生物活性研究	张 涛	西北农林科技大学	25	2014-01 至 2016-12

序号	项目批准号	项目名称	项目负责人	依托单位	批准金额(万)	项目起止年月
220	31301895	大别山区水螅区系及物种多样性研究	张旭	淮北师范大学	25	2014-01 至 2016-12
221	31301924	中华蜜蜂耐受狄斯瓦螨的互抗机制研究	张祎	广东省昆虫研究所	20	2014-01 至 2016-12
222	31300347	一种新的昆虫耐寒性指标模型的构建及应用	张永生	湖南农业大学	24	2014-01 至 2016-12
223	31301720	MicroRNA 对孟氏隐唇瓢虫嗅觉行为的调控机制研究	张宇宏	广东省昆虫研究所	23	2014-01 至 2016-12
224	31370451	辽东栎林蚂蚁-蚜虫互利的背景依赖性研究	张育新	中国科学院生态环境研究中心	80	2014-01 至 2017-12
225	31301697	CYP6CW1 及分子变异介导的灰飞虱抗噻嗪酮机理研究	张月亮	江苏省农业科学院	22	2014-01 至 2016-12
226	31370655	3 种切梢小蠹信息化学物质及其在小蠹的共存和竞争中的作用	张真	中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所	80	2014-01 至 2017-12
227	31301672	腰果云翅斑螟对不同氮水平腰果的响应机理研究	张中润	中国热带农业科学院	23	2014-01 至 2016-12
228	31301658	保幼激素合成通路相关基因在稻纵卷叶螟迁飞过程中作用研究	赵景	华中农业大学	23	2014-01 至 2016-12
229	31301913	卵携带微生物在水虻产卵行为调控中的作用及化学信号机制	郑龙玉	华中农业大学	23	2014-01 至 2016-12
230	31300549	桉树枝瘿姬小蜂入侵生殖策略的研究	郑霞林	广西大学	20	2014-01 至 2016-12
231	31301921	基于 iTRAQ 标记技术的红裸须摇蚊在镉胁迫下的差异蛋白质组学研究	郑先云	山西大学	20	2014-01 至 2016-12
232	31372003	不同环境条件下的西花蓟马种群对高温胁迫的适应性及其机制	郑长英	青岛农业大学	80	2014-01 至 2017-12
233	31371994	苹果绵蚜专性寄生蜂日光蜂遗传群间生态适应性差异及其遗传变异	周洪旭	青岛农业大学	75	2014-01 至 2017-12
234	31311140167	蜚与蜚传原虫病控制的中日国际合作研究	周金林	中国农业科学院上海兽医研究所	11.7	2013-04 至 2015-12
235	31372248	中国猛蚁亚种群分类及分子系统学研究	周善义	广西师范大学	81	2014-01 至 2017-12
236	31372258	飞蝗卵子发生的 microRNA 调控机制研究	周树堂	中国科学院动物研究所	82	2014-01 至 2017-12
237	31300550	虫霉目蚜科专化菌在竹蚜种群内流行机制及其生防潜能探究	周湘	浙江农林大学	25	2014-01 至 2016-12
238	31371966	蒴虫抗性小菜蛾 ABCC2 蛋白基因功能分析	周小毛	湖南农业大学	80	2014-01 至 2017-12
239	31301919	家蚕氨基酸转运蛋白与其抗 BmNPV 功能的研究	周阳	江苏大学	24	2014-01 至 2016-12

1. 信息来源: 科学基金网络信息系统 (ISIS)、MedSci 网站、科学网基金频道
2. 表格按项目负责人姓氏排序