



中国科协学会学术部 编

新

观点新学说学术沙龙文集

31

DNA条形码可以改变

人类认知生物物种的方式吗

新观点新学说学术沙龙文集③①

DNA 条形码可以改变人类 认知生物物种的方式吗

中国科协学会学术部 编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

DNA 条形码可以改变人类认知生物物种的方式吗/
中国科协学会学术部编. —北京:中国科学技术出版社,
2010. 2

(新观点新学说学术沙龙文集;31)

ISBN 978 - 7 - 5046 - 5027 - 6

I. ①D… II. ①中… III. ①脱氧核糖核酸 - 研究
②物种 - 研究 IV. ①Q523②Q111.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 026815 号

本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010 - 62173865 传真:010 - 62179148

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京迪鑫印刷厂印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:8.625 字数:200 千字

2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

印数:1 - 2000 册 定价:18.00 元

序 言

这次学术沙龙的主旨,除了中国科协所倡导的有关学术争鸣的目的,我要补充几点,作为本次会议希望达到的学术目的。第一,通过 DNA 条形码在昆虫各类群应用方面的研讨,讨论一下昆虫 DNA 条形码在中国的发展;第二,深入探讨 DNA 条形码应用过程中的一些问题;第三,希望能够引领积极健康的学术会议风格。希望这次沙龙在学术界,至少在昆虫学会的领域,带个好头。

科学的本质是发现规律,我们探索科学规律,发现问题,就是要以批判的态度对待任何观点,绝不能盲从。科学的目的绝不是批判,而是要通过批判性思维实现科学研究的目的。

今天的沙龙邀请了中学生,希望中学生在他完全不了解的领域内,听取专家的演讲,以未来的眼光看待我们讨论的事情。这对学生是很好的机会,对专家,未来的专家,现在的专家,自认为的专家,真正的专家,都是非常好的机会。

关于本次会议的学术背景。DNA 条形码是 2003 年由加拿大皇家学会会员(相当于美国的科学院院士)Paul Hebert 提出来的。第一篇文章发表在 *Proceedings of Royal Society: B* 上,发表以后迅速在世界上引起了很大的关注,也引起了不小的争论,成为近几年来最有影响的前沿生物科学分支。

生物分类学是重要的一个学科。无论有害生物的防控还是有益生物的利用,我们首先需要明确我们所面对的对象是什么物种。人们常说“一个物种可以拯救一个民族,一个基因可以形成一个产业”,物种是基因的载体,如果我们连物种都不知道,研究基因就会面临巨大的挑战。抗美援朝的时候,美国发动细菌战的证据就是通过鉴定美国传播带菌的动物和昆虫的物种不是我国分布的物种后才确定的。在 SARS、禽流感发生的时候,在国家面临重大生物灾难时,首先需要生物分类学家站出来,提供准确的物种鉴定。对国家而言,分类专家真正是“养兵千日,用兵一时”。如果我们建立了全球共享的 DNA 条形码库

(类似于 GENBANK),至少给我们储备了非专家鉴定物种所需的大量基因、分布、形态资料。比如病原微生物,如果在这个库里已经有各种病菌的 DNA 条形码,如果不搞微生物分类,可以把 DNA 提取出来,得到标准基因序列,到库里一比,就可以得到精确的或者近似的鉴定结果。也可能得到相关物种生物学的信息和资料。相对减轻目前对分类学的乱指挥以及忽视分类学队伍的建设带来的负面作用。这是这次会议非常简单的一些背景。参加本次沙龙的大多数人从事昆虫分类学方面的研究,利用这样的机会表述我们的一些看法,如何尽我们最大能力发展国家需要的分类学,DNA 条形码就提供这样的机会。最近在游说各部门相关领导推动 DNA 条形码的时候,我常听到的问题是:“DNA 条形码能解决物种鉴定的问题吗?”。这次的沙龙就是探讨这个问题。回答 DNA 条形码是否能够改变人类认知昆虫的方式。我们要讨论能不能认知,中间存在一些问题,这是需要我们争论的,需要我们完善。但 DNA 条形码确实是为国家留下一个非常大的宝库。这种工作不亚于基因组计划,而且比基因组计划的使用范围、使用对象更广。

DNA 条形码为我们认识生物提供了一个新的技术手段。这次会议也将顺带讨论生物分类学的学科发展。我们必须为国家保留这样一支分类学专家队伍,建立一个当民族面对重大生物灾难威胁时能够提供鉴定、信息和资料的平台。如何建立和发展这样的平台,希望大家从学术上,学科发展上展开深入探讨。这就是此次会议的主旨。

黄大卫

2009 年 6 月

目 录

DNA 条形码是极具潜力的传染病监控技术	刘起勇(3)
方法标准易,物种标准难	卜文俊(13)
关于 DNA Barcode 的几点思考	陈学新(19)
DNA 条形码是鉴定榕小蜂的有效方法	黄大卫(30)
关于中国叶螨科物种 DNA 条形码的研究与探索	李国庆(37)
DNA 条形码与昆虫分类——利其器以善其事	金道超(44)
DNA 条形编码应用于半翅目中的研究与讨论	李 敏(50)
双翅目 DNA 条形码研究进展	梁 亮(57)
DNA 条形码在蜚螨中应用的分析	刘敬泽(61)
DNA 条形码对物种编码的实践与问题以及在中国的 启动策略	乔格侠(68)
昆虫分类大趋势:形态分类 + DNA 分类	任国栋(75)
DNA 条形码区分物种精确性的影响因素	沙忠利(80)
影响 DNA 条形码区分物种精确性的因素	王津京(86)
CCDB 的 DNA 条形码工作流程及中国 DNA 条形码规范 ...	肖 晖(90)
DNA 条形码技术与昆虫的种类鉴定	周志军(95)
 专家简介	 (107)
部分媒体报道	(120)



会议时间

2009 年 6 月 20 日上午

会议地点

中国科学院动物研究所

主持人

黄大卫

黄大卫：

这是中国科协第 31 期新观点新学说学术沙龙。

今天的沙龙我们邀请了中学生，希望中学生在他们完全不知道的领域内，听取专家的演讲，以未来的眼光看待我们讨论的事情。这对学生们来说是很好的机会，对专家，未来专家，现在的专家，都是非常好的机会。

关于会议学术背景。DNA 条形码是 2003 年由加拿大皇家学会会员 Paul Hebert 提出来的。第一篇文章发表在 *Proceedings of Royal Society: B* 上，发表以后迅速在世界上引起很大的关注，也引起不小的争论，成为近几年来最有影响的前沿生物科学分支。

生物分类学是重要的一个学科。无论有害生物的防控，还是有益生物の利用，首先需要明确我们所面对的对象是什么物种。人们常说：“一个物种可以拯救一个民族，一个基因可以形成一个产业”，物种是基因的载体，如果我们连物种都不知道，研究基因就会面临巨大的挑战。抗美援朝时，美国发动细菌战的证据就是通过鉴定美国传播带菌的动物、昆虫的物种不是我国分布的物种才确定的。在 SARS、禽流感暴发时，在国家面临重大生物灾难时，首先需要生物分类学家站出来，提供准确的物种鉴定。对国家而言，分类专家真正是“养兵千



DNA 条形码可以改变人类认知 生物物种的方式吗

日,用兵一时”。分类学不必优先发展,但不可任其自生自灭。如果我们从事生物分类的专家队伍垮了,一旦需要我们作出生物物种鉴定的时候,我们没有这样的专家,但如果建立了全球共享的 DNA 条形码库(类似于 GENBANK),至少给我们储备了非专家鉴定物种的可能。比如病原微生物,如果在这个库里已经有各种病菌的 DNA 条形码,如果不搞微生物,可以把 DNA 提取出来,得到标准基因序列,到库里一比,就可以得到精确的或者近似的鉴定结果,也可能得到相关物种生物学的信息和资料。相对减轻目前对分类学的乱指挥,以及忽视分类学队伍的建设带来的负面作用。这是这次沙龙非常简单的一些背景。

在座的大多数专家从事昆虫分类学方面的研究,利用这样的机会表述我们的一些看法,如何尽最大能力发展国家需要的分类学,DNA 条形码就提供这样的机会。今天我们就来回答 DNA 条形码是否能够改变人类认知昆虫的方式,中间存在一些问题,这是需要争论和完善的,但 DNA 条形码确实是为国家留下一个非常大的宝库。这种工作不亚于基因组计划,而且比基因组计划的使用范围,使用对象更广。

这次沙龙也将顺带讨论生物分类学的学科发展,我们必须为国家保留这样一支队伍,建立一个当民族面对重大生物灾难威胁时能够提供鉴定、信息和资料的平台。如何建立和发展这样的平台,希望大家从学术以及学科发展上展开深入探讨。这就是此次沙龙的主旨,也是我非常积极主动举办沙龙的动因。

希望各位非常自由、非常积极地参与沙龙的讨论。



DNA 条形码是极具潜力的传染病监控技术

◎刘起勇

非常荣幸地参与学术沙龙,接触 DNA 条形码时间并不长,但是从本职工作
中谈一下自己的想法、看法,只是作为交流。我的题目是“DNA 条形码是极具
潜力的传染病监控技术”,主要包括以下几个方面:

- (1) 中国疾病系统的使命和职能。
- (2) 媒介生物问题和挑战。
- (3) 媒介生物可持续控制策略。
- (4) 媒介生物监测与风险评估。
- (5) 中国媒介生物监测系统。
- (6) DNA 条形码鉴定技术和需求。
- (7) DNA 条形码工作规划及进展。

中国疾控中心的使命是持续地跟踪疾病的流行情况,保护人群的生命和健
康,其中包括控制传染病。很多传染病是通过宿主和媒介生物传播的,通常称
为媒介生物性传染病。在我国法定报告传染病中,11 种是媒介生物传染病,还
有几种是通过宿主传播,比如“非典”、狂犬病、禽流感。除此以外,非法定报告
传染病中还有很多疾病跟媒介生物相关。

顾名思义,媒介生物就是能够将病原体传播给人的生物。媒介生物是一个
大概念,不只是节肢动物,比如老鼠在某种程度上也可称为媒介生物,但是鼠多
数被认为是宿主动物。

媒介生物性疾病,又可称为媒介生物传染病。其特点是有空间上的区域
性,时间上的季节性,这是由媒介生物和宿主决定的。

媒介生物监测是指长期、连续、系统地收集媒介生物及病原,分析他们的变



化规律,从而对媒介生物作出风险评估,制定适当的控制策略和控制措施。媒介生物疾病控制就是要控制媒介生物,切断传播途径。媒介生物相关疾病有不可消除性,一种病原的存在,都会对人构成威胁,人可能或早或晚得被感染。

媒介生物及相关疾病的控制往往有被动性。一旦疾病和自然灾害发生了,随后应急反应。现在中国疾控系统和卫生领域,想变被动为主动,要建立一些相关的工作体系。

总体上,媒介生物性疾病有三大趋势:

- (1) 原有疾病流行区域不断扩展。
- (2) 流行频率不断增强。
- (3) 新的病种不断被发现。

近 30 年发现的 30 余种新发传染病,很多疾病都是跟媒介相关的或者是宿主相关的。

新发传染病,如莱姆病、埃里克体病、无体体病等。也有很多再发传染病,如疟疾、鼠疫、登革热、肾综合归血热等。媒介生物传染疾病也可以在短期内迅速扩散,对人群形成威胁,西尼罗病毒经过三年时间传遍美国,形成了非常大的冲击。登革出血热不是一种新病,从 20 世纪 50~60 年代,然后是 80 年代以后,它已扩展到了亚洲的大多数地区。

媒介生物疾病影响因素很多,气候、旅游贸易、局部生态环境变化、自然灾害、大型工程等。

气候的因素越来越明显地被人们认识到,最近 50 年中国的增温趋势,特别是北方的增温,对媒介生物的繁殖非常有利。跟踪气候、环境、条件变化,对各种虫类传染病的空间和时间分布变化及时评估、预警和应对,从而减少威胁和危害,保护更多人群。人类活动变化影响,已经有很多实例,比如建水库,天生桥水库建成后,造成宿主和媒介生物重新分布,对人群的接触机会增多,不久就发生鼠疫流行。云南有的地区原来森林非常茂密,砍伐后变成了农田,黄胸鼠替代了原来的鼠种,变成了家鼠型鼠疫疫源地,造成了鼠疫流行。病原、宿主、媒介等物种多样性,地理景观多样性,气候多样性等,造成传染病的复杂、多样,



是中国面临的巨大挑战。

传染病相关的媒介生物类群很多,包括吸血双翅目昆虫、鼠类、蜱螨、蚤类、还有淡水螺类等。除本地媒介生物外,我们还面临一个巨大压力——入侵的媒介生物,每年国际贸易那么多,来自检疫部门的统计数字令人吃惊。全世界的蚊虫抗性也是一个严重的问题,不止是蚊虫,还有很多媒介生物抗性。特别是在公共卫生实践发生过程中,媒介生物的监测和控制也是非常重要的。基于这样的挑战,我们提出了媒介生物可持续控制策略,即基于可持续理念,开展有效的媒介生物监测,对媒介生物及相关疾病做出切实的风险评估和控制规划。综合评价,合理、有序地选择有效的环境友好型控制技术和措施,始终实施监测指导下的媒介生物综合控制和管理,将媒介生物长期控制在不足为害的水平。

媒介生物可持续控制策略的实施,要有可持续的财政支持,可持续的监控技术,可持续的人力资源,可持续的管理。

媒介生物可持续控制策略实施的三个重要环节包括,通过媒介生物的监测与风险评估,制订科学、合理的媒介生物控制规划,实施监测指导下的、可持续性的综合治理。媒介生物监测与风险评估的意义:

根据媒介生物分布推断相关疾病风险区域。提示或指示相关疾病做针对性的强化调查——这充分体现了预防为主,更具有前瞻性,人群被感染之前,我们可获得信息,预测其趋势。

媒介生物监测与风险评估是媒介生物控制规划和预案制定的前提和基础,可提供启动控制活动的参考指标——可以解答公众关于“什么时候该采取措施,什么时候该停止了”等疑问。

媒介生物监测根据事件进程可分为:前监测、过程监测、后监测。

媒介生物监测根据事件类型可分为:常规监测、应急监测、重点监测。

媒介生物监测与风险评估内容比较多。确定媒介生物的种类,这一点非常重要,种类确定错误会导致控制决策和实施错误,然后造成公共卫生资源大量浪费,本来传染病可以在短时间内得到控制,结果失去了控制时机,所以造成更



大的扩散和流行。

这就是体现了决策的重要性,监测、鉴定是首要的和必须的。

媒介生物种类、密度水平是非常重要的信息。比如一个物种在某些地区根本不存在,这种传染病过去传播的可能性就没有,对于这种地区我们只控制人,做好诊断,做好病例管理就可以了,没有必要大规模地配药。

简单介绍一下中国媒介生物监测系统。

建立全国媒介生物生态监测系统,监测包括媒介生物的种类、密度、分布、变化等。我们每个月都要工作,对于不同的种类工作的频度不一样,比如蚊虫,每个月要有两次采集蚊虫进行监测。全国抗药性监测,覆盖 18 个省。

媒介生物病原学监测,是一个分散型的,覆盖很多省份。媒介生物传染病的监测,如登革热、乙脑、疟疾、鼠疫,流行出血热等,现在也在做部分媒介和宿主的监测。

全国媒介生物生态监测网络,覆盖 19 个省份,这是国家系统,其他省也在做,但是作为国家级的,我们要加强能力建设,是一种带动作用,经过推广向前推。我们获得了很多的数据,比如蚊虫种类构成,我们知道哪一个是它的优势种,哪一种媒介传播,比如乙脑的变化趋势是怎么样的,它的主要媒介就是三带喙库蚊。

蚊虫总密度情况,是一个趋势。各类蚊虫,不同蚊虫的构成,或者是密度水平,各个不同省份的情况;各类生镜蚊虫密度比较,还有城镇居民区、医院、公园、农户、猪棚;蚊虫密度季节消长。

建立抗药性监测网络,覆盖 18 个省份。如果知道哪一个种类具有抗性,一旦这个物种相关疾病流行的时候,控制措施用什么药物,要用敏感的药物进行控制。不同地方的抗性水平不一样,红点越大,抗性越高。对鼠类也在做抗性监测。

疾病控制工作对 DNA 条形码的需求是急需的,也是大量的。有些物种的变异,或者是翅膀、腿不完整了,类似这些情况是真正发生的,处理和疫情调查过程中,应该实现对所采取的宿主和病媒生物脏器标本的准确鉴定。



在实际过程中,我们已经开始使用了,在控制海南省斑点热传播过程中,我们利用 DNA 条形码的技术,搜集了很多鼠种,对于鼠进行测试,并且作了系统分析。从系统发育树可以发现,海南屋顶鼠可能不是典型的屋顶鼠,这可能是检验一个很大的问题,应该非常关注类似问题。最近,我们在云南发现一个新的鼠疫发源地,经过两年的 DNA 条形码工作鉴定后,才知道这个物种根本不是我们原想的物种。还有很多物种是隐形种,或者是亚种,有的个体现在没有鉴定出来,我们也遇到了很多困难。

在常规病媒生物监测和疫源地调查和疫情处理过程中,需要在现场处理大量的标本,但标本的鉴定不能做到细致准确,这是很大的问题。全国曾经有 1 万人在从事媒介生物监测,但是这里面真正能分类的不到 1%,而这 1% 的分布也是很不平衡的,大多在大的城市,或者是省会城市,在这么短的时间内不可能有很多的分类学家到现场去工作。现在越来越要寻求一种对于分类专业依赖性较小的技术,而 DNA 条形码技术是一种非常好的或者是极具潜力的技术,这就是我们要强调的。

DNA 条形码技术可以用于标本和样品的准确鉴定和分类,也可以作进一步的分类调查,到底这个物种是不是媒介或宿主。随着分子生物学技术成本不断降低,通过基因序列分析进行标本的鉴定将成为主要手段。一开始成本过高,在发达地区进行应用,成本逐渐降低以后,我们可以比较广泛地应用。我国的疾病系统每年都要有大量的媒介生物标本和样品需要进行鉴定,DNA 条形码主要建立条形码数据库,每年搜集到这么多的标本,对条形码数据库的建立是非常有利的。

我们对内容做了一个规划,争取用三到五年的时间,对主要的媒介生物建立 DNA 条形码和标准。选比较有代表性的点进行工作,再用三到五年的时间,在全国较发达地区进行推广,或者有意愿的地区进行推广,在疾控系统逐步形成 DNA 条形码数据库和 DNA 条形码分类鉴定技术。可以跟大家透露一下,这个平台就是全国病媒生物的监测信息平台,在这个网络上我们已经预留了一块空白,开始设计,为将来 DNA 条形码直接可以拼进去应用。



分类技术一直是我們强调的重要的工作内容。现在已经启动了 DNA 条形码数据库建立和方法,比如在鼠类和蚤类开始工作,着手开展蚊虫和蜱类条码性技术研究,一方面要做一些准备,另一方面要应对日常工作。

媒介生物可持续控制国际论坛是我们发起的国际性的会议,或者是国际性的组织。2008 年第二届在北京召开,2010 年 10 月在杭州举行。我们已经将病媒生物快速分类鉴定技术作为重要议题之一纳入国际论坛。届时欢迎大家到论坛上进行交流,希望得到大家更多的支持。

黄大卫:

有没有错误鉴定导致公共资源浪费的例子?

刘起勇:

举一个例子,几年前有一个地方曾经发生了公共卫生突发事件,登革热暴发,国家非常重视,投入几百万元发动群众控制蚊虫,但采取的措施主要是针对库蚊,而对真正传病的罪魁祸首白纹伊蚊基本无效。由于防治目标的错,不但贻误了战机,造成了登革热的进一步扩散,也造成了人力、物力、财力的浪费,还导致了环境污染。

黄大卫:

至少是鉴定错误导致的。

肖 晖:

您的很多统计数据都是采集到的数据,但是作为疾控中心,是不是应该对某一个地区,这一段时期某些病爆发多少的数量,与采集到的数据做对比?

刘起勇:

关于这方面有另外的系统,原则上不互相重复,我们可以直接用有些数据



与媒介生物系统进行比对,可以确定很多信息。刚才提到风险评估,首先做媒介生物的种类、分布、数量,还有相关因素。同时,要搜集相关传染病的情况,对应的传染病是什么情况,在中国公共卫生信息系统里面有一些。

肖 晖:

这样对比才能知道病媒生物跟这一段的生物暴发是不是有一定的关联,长期监测就有可能有一些预测。

刘起勇:

该系统建设的目的之一就是风险评估和预测。关键是数据是否充分,在很多地区已经发现这样的观点,关键是搜集的数据是不是充分和系统,有时候数据可能太少,数据不完善,也很难作出一种准确的分析。在广东做登革热的流行研究,我们找到了很好的关联,对登革热预测产生很好的作用。

在2006年广州登革热的流行中,得到很好的验证和应用。在广州地区白纹伊蚊6月份开始上升,随着它种群数量上升,随后没有过多长时间,登革热病例也在上升,这是非常完整的模型。

黄大卫:

DNA条形码系统面临的最大问题是类群太广,有哺乳动物、无脊椎动物。如果把细菌、真菌、哺乳动物、无脊椎动物放在一起鉴定,你们怎么考虑?我刚才举了一个例子,如果有了DNA barcoding,基本上谁都能做。主要是建立这个库的时候,种类鉴定需要专家。我建议疾控中心与广大的分类学家建立良好的合作。如果一开始就将物种的名字给错了,就会误导大众,这是很严重的。

刘起勇:

我们正在开展鼠类的研究,非常有意愿跟大家合作,希望每个类群都有更多的专家参与。



卜文俊:

不仅是疾控方面,很多领域都面临同样的问题。建立 DNA 条形码数据库的出发点之一是快速了解生物多样性,建立物种快速鉴定系统。在某种程度上解决生物分类人才的短缺的问题,摆脱分类学家的服务,或解决分类学人员的减少问题。确实,现在的动物分类学者,尤其是无脊椎动物分类学者是稀缺的。通过建一个可用于物种鉴定的 DNA 条形码数据库,将各类数据编制好,再鉴定蚊虫时,就不用找蚊虫分类专家了。媒介生物领域中有对媒介生物鉴定的需求。如果把媒介生物领域 DNA 条形码做成数据库,媒介生物分类学家可以作其他方面的研究。但是,目前的媒介生物鉴定还做不到这一点,因为没有这个数据库。所以,需要与生物分类学家合作,先建立这样的数据库。建这样的库需要多长时间,还得看国家投多少钱,投入多少人力。如有兴趣做这个事情,疾控中心可以把这个数据库花点时间建起来,这是第一步要做的事。

这个数据库规模虽然不大,但框架与一个大 DNA 条形码数据库是一样的,不只做几种媒介生物的 DNA 条形码,而是大量的相关物种都要做,是非常大的工作量。因此,要考虑优先开展哪一个的建设,开始的时候,可以在小范围做一点,还有角度和出发点的问题。

刘起勇:

我们现在有从事分类学的博士、研究员、副研究员等,工作有一些进展。因为基层的应用对专家的依赖性大,现在确实存在很大困难。另外,在鼠、跳蚤已经在做,蚊虫几个类型也在做。

卜文俊:

你们对媒介生物分类工作这么大的支持,比如媒介生物鉴定,国家每年培养这么多的生物分类学博士,既然有需求,可否建一支鉴定队伍,各类媒介生物都有专家,比如蚊虫专家、蜱螨专家等。



金道超：

一个单位不可能包含各个学科的人，且不要说各学科，能有媒介生物几个小类的分类学专业人员就很了不起了。

周志军：

鼠类建一个子库，跳蚤建一个子库，是建设整个系统，还是一个一个地建？

刘起勇：

只能说现在一个一个地建，因为工作积累不是同一个水平上，另外，工作的先后也是不一样的，比如我们没有那么多资金全都展开做。

周志军：

是仅仅做几种传播鼠疫的鼠，还是也包括其他鼠类？

刘起勇：

先做重要的，不可能那么多都涉及。

周志军：

条形码在物种内部有波动性，如果只建一个仅包括传染鼠疫的鼠的子库，很可能会把其他物种错误地划为具有传染鼠疫的种类。

刘起勇：

对。我们有一个阶段性的工作，阶段性的做。如果弄得非常全面，这个工作就没法做了。第一版够我们用了就可以了。