

微生物入侵种和防范生物武器 研究现状与对策^{*}

姚一建 魏铁铮 蒋 毅

(微生物研究所 北京 100080)

摘要 微生物入侵种具有极强的破坏性,包括我国在内的世界各国都因微生物外来种而遭受巨大损失。随着国际经济一体化的进程和生物技术的高速发展,微生物入侵和生物武器对人类健康、经济发展,乃至社会稳定和国家安全均构成严重威胁。我国目前的研究还不能为有效预防和控制微生物入侵提供足够的理论支持,防治工作仍停留在一般性的检疫和简单的措施上。因此,加强微生物入侵种和生物武器的研究与防治工作,建立外来种的预警系统及监控网络以及强化管理和监督具有非常重要的意义。

关键词 微生物入侵种,生物武器



随着国际交流的增多和国家开放程度的日益扩大,各种微生物在世界范围内更加频繁地流动。我国加入 WTO,在促进国际贸易的同时也为外来微生物的入侵增加了机会。此外,生物技术的迅猛发展使制造强杀

伤性生物武器的能力大为提高,而近年来恐怖事件的发生也使人们对生物战争和生物恐怖主义倍加关注。

由于微生物形体微小,极易通过各种途径入侵、扩散,而目前的检疫、检测措施又难以及时发现和阻隔,因此,微生物入侵和生物武器对人类健康、经济发展,乃至社会稳定和国家安全均构成严重威

胁。

1 微生物入侵的危害

1.1 各国因微生物外来种遭受的损失

世界很多国家都曾因外来微生物入侵而蒙受巨大的经济损失。以美国为例,据不完全统计,已进入美国的微生物外来种超过 20 000 种(包括动、植物病原微生物和其它土壤微生物),每年由于微生物入侵造成的经济损失和用于防治的耗费超过 400 亿美元^[1]。微生物入侵种具有极强的破坏性。由于具有隐蔽性强、变异频率高、潜伏期短和危害严重持久等特点,有害微生物一旦侵入,就极难根除,后患无穷。在历史上,许多外来病原微生物频繁肆虐,造成了极其严重的生态危害。如起源于东亚的荷兰榆树病分别于 1910 年和 1970 年左右两次大流行,第一次历时 40 余年,造成大多数欧洲国家和北美 10%—40% 的榆树死亡;第二次流行产生新的病原菌,导致大多数欧洲榆树死亡,仅英国就丧

^{*} 收稿日期:2001 年 12 月 3 日

失了 3 000 万株,而在北美洲的死亡数则达几亿株^[2]。如今,此病害已传播到美国大部分州内,每年导致 40 万株榆树死亡,使榆树濒临绝种的边缘^[2]。栗疫病是另一种严重的森林病害,被认为起源于日本,在 20 世纪的前 50 年间扫荡了整个美国东部的栗树林,使高大的栗树在美国不复存在,只在昔日的照片上才能偶见其雄姿^[3,4]。除生态破坏和经济损失外,微生物入侵种还严重影响到社会的稳定与发展。致病疫霉所引致的马铃薯晚疫病即为典型例子,该病起源于墨西哥,19 世纪 40 年代传到欧洲和南美洲。1845—1847 年,马铃薯晚疫病在爱尔兰爆发并引起大饥荒,致使 800 万居民中的约 100 万人死亡和超过 150 万人流落他乡^[5]。

在医疗卫生方面,艾滋病是一种危害极大的外来种。它不仅严重地危害着人类的健康与生存,而且也成了各国经济发展的极大制约因素。在全世界,艾滋病毒携带者大多是 15—49 岁的青壮年。这些人本应是最具社会活力和经济活力的群体,然而,一旦发病而成为艾滋病患者,他们不仅不能再创造财富,而且还会成为家庭和社会的沉重负担。世界卫生组织和联合国艾滋病联合规划署联合发表的《2001 年艾滋病状况》^[6]报告指出,自 1981 年美国疾病防治中心发现第一例艾滋病至今的 20 年中,全球感染艾滋病的人数已超过 6 000 万,死亡人数达 2 500 万之多,艾滋病已成为威胁人类生命的第四大杀手。受艾滋病打击最重的地区是非洲,在南部非洲的南非、津巴布韦和博茨瓦纳,艾滋病的疫情尤为严重。博茨瓦纳成人携带者比例已超过 35%。亚洲和太平洋地区的患者也在快速增加,2001 年有 107 万成人和儿童感染了 HIV 病毒,染病人数达 710 万。艾滋病对人类健康和疾病流行国家的经济发展均造成极为严重的危害。在疫情最严重的国家,艾滋病直接造成国民经济增长率每年减少 0.5%—1.2%,艾滋病患者消耗的医疗费用可占国家卫生预算的 50% 以上,严重影响这些地区的发展。

1.2 微生物外来种对我国的危害

微生物入侵种也给我国带来严重危害。水稻细条病最早于 1918 年在菲律宾发现,1955 年在我

国广东省发生,目前已蔓延到华南及长江流域,直接威胁我国主要稻区的农业生产^[7]。棉花黄萎病和棉花枯萎病在 20 世纪上半叶通过棉花引种侵入我国,目前已经成为我国棉区的主要病害,由于缺乏有效的防治措施,两种病害每年都造成严重的减产^[8,9]。甘薯黑斑病在 1937 年从日本传入我国辽宁省,到 1980 年已经蔓延到全国 26 个省、市、自治区,引起大规模的窖烂和死苗,而且染病的甘薯还会产生对人畜有毒的物质,引起头晕,乃至死亡,给我国造成了巨大经济损失^[10]。鳟鱼传染性胰腺坏死病毒于 1940 年在加拿大首次发现,现已传播到欧洲、亚洲和美洲,中国大陆和台湾也曾爆发过此病。该病毒具有广泛的寄主范围,除鳟鱼外,还能侵染七鳃鳗、圆口纲脊椎动物、硬骨鱼类和一些甲壳类动物^[11],对我国野生水生动物生存和水产养殖业的发展构成严重威胁。

艾滋病发病目前我国正处于上升状态,累计报告艾滋病病毒感染者已达 26 058 例,其中艾滋病人 1 111 例,已死亡 584 例。艾滋病防治专家估计,至 2000 年底全国实际艾滋病病毒感染者已超过 60 万人^[12]。而 UNAIDS/WHO 则预计到 2001 年底,我国 HIV/AIDS 感染者将超过 100 万人^[6]。

2 生物武器和生物恐怖主义危害的严重性及现状

许多微生物入侵种具有极强的致病性和危害性,如艾滋病、霍乱、炭疽、鼠疫和天花等,都直接危及人的生命。近些年报道的疯牛病和口蹄疫,也能造成人类死亡。微生物入侵种已经成为一些国家、恐怖组织和邪教组织用于战争和恐怖活动的得力武器。二战期间,日本帝国主义在中国的土地上进行了生物武器的研究。日军于 1941 年在承德释放霍乱菌,杀害了大约 10 000 名无辜的中国人,并自食其果而导致 1 700 名日本士兵死亡^[13]。时至今日,仍有不少国家和组织为争夺世界和地区霸权,或为达到某种罪恶目的而秘密进行生物武器的研究和使用的。1979 年,在前苏联的斯维尔德洛夫斯克,一家秘密从事生物武器研究的军工厂发生炭疽病菌泄漏事故,造成了 1 500—2 000 人死亡^[13,14]。

1993 年 6 月,日本奥姆真理教在东京建筑物的楼顶连续 4 天施放了炭疽菌^[13]。今年 9.11 事件之后,美国连续发生炭疽热病例,至 11 月 6 日已报道有 22 宗病例发生,并有 5 人因此死亡。炭疽热病袭击美国以来,生物恐怖主义的阴影已延伸到世界各地,如目前又在俄罗斯、巴基斯坦、乌拉圭、立陶宛、印度和其它一些国家发现或怀疑有炭疽病菌扩散。然而,炭疽恐慌尚未结束,美国对威胁性极大的天花更是忧心忡忡,担心生物恐怖分子采用人与人或经由衣物、物品接触均能传染的,而目前尚无有效治疗药物的天花病毒作为袭击武器。

除直接作用于人体的病原菌外,一些动、植物的病原微生物也可以被当作武器来破坏经济和社会的稳定,来达到打击敌对国家。如农业生产遭受攻击,控制病害传播和清除染病牲畜所需的费用及其带来的经济损失将是十分巨大的,对社会稳定所造成的损害也将十分严重。例如疯牛病与典型猪瘟,都可以很容易地传播到任何一个国家,并摧毁该国的农业。据悉,为了控制疯牛病的爆发,英国屠杀了大约 320 万头牲畜。20 世纪 90 年代爆发的英国疯牛病所造成的经济损失已高达 90 亿—140 亿美元,使农牧业遭受重创^[15]。1983—1984 年,美国政府为消灭禽流感共花费了 6 300 万美元,美国消费者为此则多花费了 3.49 亿美元。美国的农业产值占美国国民生产总值的六分之一,如果其农业遭到生物恐怖主义的威胁,则对美国的经济和社会都将造成严重的冲击。目前,美国国防部已将口蹄疫病毒列为恐怖组织可能用来打击美国农业的一种病原体。在美国 2001 年度的财政预算中,约有 4 000 万美元拨给农业部作为国家安全预算开支。英国政府也极为关注恐怖分子可能对食品供应发动生物武器袭击,并正认真对待这一威胁。这种威胁可能来自各个方面,如动物疾病或通过某种方式污染食品的供应等。

在某种程度上,生物恐怖主义活动不仅能影响一个国家的政治、经济、社会的稳定,还会威胁到一个国家的生存,甚至威胁到人类的安全。当今世界,以基因工程为核心的生物技术正突飞猛进。生命科学的发展给人类带来巨大财富和便利的同时,

也可更加容易地被滥用于制造廉价高能的杀人武器。通过转基因可制造出的超级病原微生物,具备常人无法想像的毁灭能力,并具有研究和使用方便、隐蔽性极强、危害严重且难以消除等特点,很难像对核武器那样实行有效控制,因此容易扩散到世界各国,对世界和平和人类生存构成严重威胁。

3 各国针对生物入侵和生物武器的对策

针对外来生物入侵可能导致的巨大经济损失和环境破坏,许多国家加强了对入侵种的监控,采取相应的管理对策并加强研究工作。以美国为例,克林顿总统^[16]于 1999 年 2 月发布总统令,协调联邦的力量来应付外来入侵种所造成的严重环境和经济威胁,并建议在 2000 年财政年度预算中增拨 2 880 万美元用作抗击外来物种的基金。在防范生物武器和生物恐怖主义方面,美国政府 2000 年财政年度在生物防御上的投入为 30 110 万美元,而 2001 年度为 36 710 万美元,呈上升趋势^[17]。另据报道,9.11 事件后,布什政府已委任一名生化专家,率领一个新的部门协调全国公众卫生紧急事故的应变,并在 10 月 14 日向国会建议额外拨款 15 亿美元,以购买抗生素和加强反生物恐怖措施。

世界各国越来越认识到防范生物武器和生物恐怖主义不是任何一个国家能单独进行的,2001 年 11—12 月在日内瓦召开的“一九七二年生物武器协议”第五次审查大会共有 144 个国家参加,而且科学家的参与也越来越受到重视^[18]。

4 我国微生物入侵种的防治现状

我国地域辽阔,气候和生态环境多样,适合大多数生物的生存,极易为微生物外来种所入侵。随着对外交流的扩大,外来微生物入侵的机会也不断增加,我国的经济发展、社会稳定和人民生活所面临的威胁也越来越大。我国目前在农业、林业、卫生和科学研究等多个部门都分别进行外来种的研究,但是工作没有明确分工,已经开展的工作多停留在对其来源、传播和危害等现象的描述上,未能做到全面系统地研究以揭示其生态和遗传机理,而且也难以避免不必要的重复工作^[8,19-22]。加上我国目前对大多数微生物入侵种的研究还是空白,因此

还不能为有效预防和控制提供理论支持。目前的微生物入侵种防治工作只是被动地进行一般性的检疫和控制,无法从根本上阻止外来有害微生物的入侵和为害,更不能对微生物外来种的潜在危害进行评估和预警。因此,集中优势力量,大力加强微生物入侵种的研究工作,减少低水平重复,已迫在眉睫。生物武器从本质上来说也是生物外来种,它是利用当地不存在的危险生物作为武器,对它的研究和防治原则基本上与外来种相似。在生物战争和生物恐怖主义阴云笼罩全球的今天,惟有加紧提高我国对生物武器的防御能力,才能摆脱敌对势力生物武器的威慑,保障我国的国家利益不受侵犯。

5 建议与对策

预防和控制外来种入侵的威胁,离不开国家政府部门的重视和支持。开展微生物入侵种的研究,将为我国微生物引种、检疫与防治提供可靠的科学依据,促进生态环境的保护,并保障社会和经济的稳定健康发展,同时也有利于提高我国对生物战争和恐怖袭击的防御和应变能力,在复杂的国际形势下保证国家安全,为我国的发展创造一个安全稳定的国际和国内环境。

(1) 成立外来入侵种和生物安全委员会,协调全国的工作。成立专门机构,协调农业、林业、卫生和科研院所等有关部门的工作,统筹安排,充分发挥优势互补,提高研究水平和工作效率;加强国家有关部门与科研机构以及有关国际组织的合作,强化中央对地方政府、涉外口岸和科研单位在预防外来种入侵工作上的统一领导和协调配合;对涉及引进外来生物的地方政府的计划、各种商业行为以及研究开发等实行严格的审查和监督。

(2) 加强微生物外来种的检测,建立国家外来种预警系统及监控网络。运用先进的分子生物学和其它方法对重要的微生物外来种进行鉴定、分类和编目,探索新的、快速准确的检测手段,建立和完善风险分析和预警系统,形成可靠的信息网络系统,将危险的微生物外来种拒之于国门之外,对已进入的外来种进行跟踪监控,密切注视其动态变化。

(3) 增加对重要微生物外来种研究的投入力

度,探明其入侵机理、危害性及其控制措施。加强对重要微生物入侵种的系统研究,探明其来源、传播途径、扩散方式和分布范围,阐述其入侵能力和生态危害,寻找抑制或缓解产生危害的环境因子,探索控制和治理的方法和手段,以防范危险外来种的侵入,控制和扑灭已经入侵的危险种类。

(4) 设立防范生物武器专门机构,加强研究和管理。鉴于生物武器的特殊性,应单独设立机构进行管理和研究,对可能作为生物武器的微生物进行全面系统的研究,摸清其扩散途径和致病机理,完善检测监控技术和预警系统,寻找防御、隔离以及消除或减轻危害的有效措施。

(5) 健全微生物外来种及生物武器防范的相关法律和制度,开展生物安全宣传工作。加强立法,完善相关法律和制度,并确保法规的执行;开展科普工作,提高公众对微生物入侵种和生物武器的认识,增强防范意识和能力。

参考文献

- 1 Pimentel D, Lach L, Zuniga R et al. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *BioScience*, 2001, 50(1): 53–65.
- 2 Brasier C M. Rapid evolution of introduced plant pathogens via interspecific hybridization. *BioScience*, 2001, 51(2): 123–133.
- 3 Anagnostakis S L. Chestnut blight: the classical problem of an introduced pathogen. *Mycologia*, 1987, 79(1): 23–37.
- 4 Plam M E. Systematics and the impact of invasive fungi on agriculture in the United States. *BioScience*, 2001, 51(2): 141–147.
- 5 姚一建等译. 菌物学概论. 北京: 中国农业出版社, 2002, 1–550.
- 6 UNAIDS/WHO. AIDS epidemic update. UNAIDS/WHO, 2001, 12.
- 7 商鸿生. 植物检疫学. 北京: 中国农业出版社, 1997, 1–144.
- 8 王春林. 植物检疫理论与实践. 北京: 中国农业出版社, 2000, 1–243.
- 9 张满良. 农业植物病理学(北方本). 北京: 世界图书出版

- 公司, 1997, 230– 238.
- 10 陆庆光. 论生物防治在生物多样性保护中的重要意义. 生物多样性, 1997, 5(3): 224– 230.
- 11 Xie Y, Li Z Y, Gregg W P et al. Invasive species in China — an overview. Biodiversity and Conservation, 2001, 10: 1 317 – 1 341.
- 12 郭梓轩. 艾滋病, 正在逼近. 环球时报, 2001 年 11 月 6 日, 第 22 版.
- 13 Atlas R M. Combating the threat of biowarfare and bioterrorism. BioScience, 1999, 49(6): 465– 477.
- 14 环宇. 前苏联细菌武器揭密. 科学新闻周刊, 2000 年 5 月 17 日, 第 23 版.
- 15 丁声俊. 必须高度重视食品安全信任问题 ——由欧洲疯牛病引发的对话. 粮食与油脂, 2001, (4): 24– 26.
- 16 Clinton W J. Executive Order 13112: Invasive Species. Washington (DC): White House Office of the Press Secretary, 1999.
- 17 Cohen J, Marshall E. Vaccines for biodefense: a system in distress. Science, 2001, 294: 498– 501.
- 18 Heap B. Scientists against biological weapons. Science, 2001, 294: 1 417.
- 19 中华人民共和国动植物检疫局, 农业部植物检疫实验所. 中国进境植物检疫有害生物选编. 北京: 中国农业出版社, 1997, 1– 554.
- 20 曾大鹏. 中国进境森林植物检疫对象及危险性病虫. 北京: 中国林业出版社, 1998, 1– 302.
- 21 李长江. 中国出入境检验检疫指南. 北京: 中国检察出版社, 2000, 1 698.
- 22 杨上池. 120 年来中国卫生检疫. 中国医史杂志, 1995, 25(2): 77– 82.

Current Status of Bio-weapons Control and Research on Invasive Microbes in China

Yao Yijian Wei Tiezheng Jiang Yi

(Institute of Microbiology, CAS, 100080 Beijing)

Invasive microbes are potentially highly destructive to the human environment, and all countries, including China, are subject to their effects. Due to international economic integration and rapid development of biotechnology, invasive microbes and bio-weapons must be regarded as serious threats to human health, economic development, social stabilization and national security. Current studies in China are inadequate for defense against and effective control of microbial invasion. Other than routine quarantine and basic measures, no facility for active control exists. Consequently, enhanced study of invasive microbes and bio-weapons, the establishment of a national invasive species prediction system, and a supervisory control network are essential for future development of the country.

姚一建 中国科学院微生物研究所研究员, 博士生导师. 1955 年出生. 1989 年赴英国伦敦大学英皇学院攻读博士学位, 1992—1995 年在英国利物浦约翰穆尔斯大学进行博士后研究工作, 1995—2000 年在英国皇家植物园任研究员、高级研究员. 2000 年入选中国科学院“引进国外杰出人才”项目, 并获国家自然科学基金委员会杰出青年基金. 现从事中国经济菌物分子系统学, 微生物生态、物种与遗传多样性以及资源保护和可持续性利用等研究; 同时主持中国科学院知识创新工程“微生物重要类群系统发育重建与分子进化研究”的重要方向项目.