

# 从源头打响入侵物种防控战

## ——科学基金布局我国外来物种研究

■本报记者 张双虎

12月1日,《浙江省湿地保护条例》正式实施,该条例明确规定禁止擅自向湿地引进外来物种,这是继《湖南省外来物种管理条例》后,又一部涉及外来物种管理的法规。事实上,在防控外来入侵物种的战斗中,国家自然科学基金委员会早在十几年前就排兵布阵,资助过一系列项目,此后对这方面的资助从未间断,为我国应对外来入侵物种提供了科学依据。

### 物种入侵形势严峻

浙江省今年完成的湿地资源调查发现,入侵该省湿地的植物有加拿大一枝黄花、凤眼莲(水葫芦)、互花米草、水盾草、空心莲子草等。入侵动物有巴西龟、牛蛙、福寿螺、克氏螯虾(龙虾)等。这些物种在浙江湿地范围迅速扩散,对原生湿地生态系统造成毁灭性破坏,已经成为淡水湿地生态系统难以根除的公害。

浙江省林业厅总工程师范晓光说:“在浙江湿地遭受的各种威胁中,外来入侵生物已成为重要因素。”

11月下旬,因严重威胁到当地林业资源和生态环境安全,深圳市大鹏新区政府对外来入侵物种薇甘菊发起“总歼灭战”,区政府以5元1斤的价格向居民收购薇甘菊。仅5天时间里,400多万斤“毒草”被送进收购点。

11月21日,海南省海口和文昌启动二级应急预案,展开对红火蚁的防治,一场全民剿蚁大战全面铺开;11月19日,江苏省灌南县植保防疫部门再次全面清除外来入侵物种加拿大一枝黄花;10月份,重庆万州渔民在长江捕获一条来自北美的毒鱼雀鳝。令人惊讶的是,此前几天,南京市也在南京下关小桃园护城河钓上一条2斤多重的雀鳝。

据不完全统计,近半年有关外来物种的报道十余起。农业部的统计显示,目前我国有400多种外来入侵物种,涉及农田、森林、水域、湿地、草地、岛屿、城市居民区等几乎所有生态系统,每年造成直接经济损失高达1200亿元。在国际自然保护联盟公布的最具危害性的100种外来入侵物种中,我国有50多种,其中危害最严重的有11种,这11种外来入侵物种每年给我国造成大约



世界十大恶性藤本杂草之一——薇甘菊

600亿元的损失。

### 科学防治从源头开始

建立外来物种风险评估和监测预警体系,进行引进物种评估,对有害物种做到早发现、早预警、早发动,早控制就成为当务之急,而所有这些,都要求有扎实的基础研究做后盾。

“2001年中国加入世贸组织后,快速增长的国际贸易加速了外来物种的侵入,外来入侵物种的准确鉴定与有效控制成为国家农业发展的重要问题。”中国科学院动物研究所研究员张润志对《中国科学报》记者说,“为此,基金委生命科学部面向国家重大需求,启动了一批项目进行这方面的研究。”

在科学基金资助下,张润志领导的“外来入侵物种鉴定与控制”研究团队先后获得面上项目、应急基金项目、重点项目、国际合作项目以及国家杰出青年科学基金项目等多个该领域项目。相关研究发现并准确鉴定世界著名入侵害虫马铃薯甲虫(蔬菜花斑虫)传入我国的情况,为控制该害虫赢得了时间。该团

队制定的马铃薯甲虫综合控制技术体系打破了世界权威预测机构作出的疫情将扩散至中国全境的预言,为保护我国8000万亩马铃薯免遭虫害立下汗马功劳。该团队的研究自2005年以来获得国家科技成果奖二等奖2项,建议并参与制定《重大植物疫情阻截带建设》等3项国家规划,15条建议得到国家领导人批示并被国家有关部门采用。

人类活动造成的非有意引进物种以空前的速度增加,一旦这些引入物种定居下来,它们几乎不可能被根除。因此,确定和监测入侵物种更容易定居并形成新种群的地域就非常

重要。今年年初,张润志团队从“首发地”(我国第一次发现地点)的角度分析了外来害虫省级区域分布规律后,用各省份对外来物种入侵额等作为“物种引入压力”的指标,可以直接反映出入侵物种首发地数量的多少,相关研究在《公共科学图书馆·综合》在线发表后引起广泛关注。

“首发地”方法的使用,为国家监测机构确定新入侵物种最易定居的地理位置、更及时有效地防控新入侵物种提供了科学依据。

也间接说明了经济发展是造成外来物种入侵的重要原因。该方法对其他国家也有重要参考价值。该论文第一作者张润志团队成员黄顶成博士对《中国科学报》记者说。

“利用基金项目的研究基础和知识储备,我们解决了稻象甲、蔗蓀松茎象、褐纹甘蔗象等数种关系到国家粮食安全、食品安全和环境安全的人侵害虫鉴定问题,为国家提供了一系列防控技术和措施建议。”张润志说。

### 布局入侵物种防控

“其他项目对外来物种研究的资助都是在问题较严重时才开始,而科学基金资助的是基础研究,当科学家意识到这个问题的重要意义时,就开始申请项目,因此科学基金对该领域的资助是最早的。”基金委生命科学部二处处长兼生态学项目主任于振良对《中国科学报》记者说。

在科学基金资助下,吉首大学城乡资源与规划学院院长陈功锡团队对湘西地区外来入侵物种的调查发现,该区域目前有外来入侵植物56种。

“这些入侵植物暂未造成危害,但一旦大量繁殖会引发灾害,带来巨大损失。”陈功锡对《中国科学报》记者说,“而且湘西地处中部腹地,长期以来以生态环境优越著称,在这种环境下出现入侵物种,更应该引起我们的重视。”

海南师范大学教授史海涛的科学基金项目“外来物种红耳龟(巴西龟)的生态适应机制研究”发现,巴西龟的身影横跨中国中、南部,遍及农村和城市。

“希望我们的研究可以为政府制定针对巴西龟等外来物种的进口管理、养殖管理和放生活动管理的相关法规和政策提供参考。”史海涛说。

在对薇甘菊的研究方面,中山大学也在科学基金资助下,探讨了外来植物薇甘菊凋落物对4种本地植物的影响。

“目前我国在应对外来物种入侵方面有几支不错的队伍。如中科院动物所、植物所、华南植物园、西双版纳植物园等。此外,科学基金还资助了一批在该领域做得比较出色的高校,如南京大学、复旦大学、中山大学等。”于振良说,“这些研究队伍对从源头上科学防治外来物种入侵作出了重要贡献。”

## 我说基金

# NIH项目的特点和启示

■贾伟

本人曾评审过美国国立卫生研究院(NIH)的项目,发现它和国内的基金体系有相似之处,也有很大不同。

NIH有很多类型的项目,其中R01是生命科学和生物学领域学者关注程度非常高的一类项目。在很多美国学校,一个助理教授拿下下一个R01项目就能顺利解决升职和终身教职。由于竞争激烈,现在的R01也变得难以企及。

NIH的R01项目资助体量大致是5年100万到150万美元。需强调的是,这些经费都是给申请人的,主要用于申请人、博士后和研究生的工资(人员费用往往占大头)以及其他科研花费,而学校在该科研项目中的提成由NIH另行给付(按合同规定大约占科研经费总额的40%至60%不等)。

也就是说,获得这样的项目学校和个人都很实惠,而R01项目在个人和机构科研评价中权重很高,即便是终身正、副教授也对它趋之若鹜,事实上大约半数的R01申请者都是正教授。

国内的基金体系和美国政府科研经费管理上的区别是,我们所有的国家和地方科研项目,虽然资助总额逐年增加,却从未考虑拿出足够的份额来支持实验人员(如研究生、博士后等),换句话说,“人头费”要么总是不够,要么就规定不能发给学生做补助。此外,申请人所在的学院和学校还要另行“抽头”,从到账经费中征收各种管理费。很多时候项目还没开始,财务上就已经捉襟见肘了。以我过去多年的观察,一个既要完全执行政府科研经费财务管理规定,又能满足所在单位财务规定,同时完成情况又很好的科研项目几乎没有。

R01项目在NIH旗下不同单位的评审细节略有不同,但基本程序大同小异。最新的评分制是1至9分,最优秀(无懈可击)的标书可以拿1分,获1至3分的都属于优秀,4至6分属于有轻、中度的缺陷,而7分以上就有较大的缺陷了。按现在的预算水平和竞争程度,拿到较高分数的“优秀”项目也不一定能够获得资助。

这个评分制度的核心是追求共识、降低分歧。第一轮分数上网后,几个评审人内部互相参阅,譬如你在初审项目时先给了2分而忽视了一些问题,但看到别的评审意见时受到启发,在会审报分数时你就可以改变自己的原定分数,改报3分或4分。同理,在经过评审人讨论后还会再次改变分数,目的是将最终的评分范围定得更“窄”、更准确些。

尽管会议竭力鼓励各评审人“求同”,但“存异”的现象仍很普遍。很多项目的评审人会各持己见,本人亲历好几次不同评审人最终给出1至8分的冲突,甚至引起哄堂大笑,集体打分时大家也只好在此基础上做“大范围的拉锯”。

NIH项目评审有严格的同行评审和回避制度。本人去年两次收到邀请参加NIH项目评审,都因“存在利益冲突需要回避”。没有申报项目(属于直接利益冲突)的评审人还可能在某个具体项目中有间接的冲突,如跟申请人是过去的合作者、论文共同作者、有学生或老师等关系。除了自己申报外,电脑还能通过检索排查,因此项目展开讨论前,主席会让表明“冲突”的参会人回避。所以在会议中,离席回避的、上一个项目回避人员回归的川流不息。这些都值得国内类似资助机构参考借鉴。

# 开启新鱼类种群之门

## ——我国首个鱼类远缘杂交动物品系问世的背后

■本报记者 成舸 李浩鸣

近日,在国家自然科学基金的持续支持下,湖南师范大学生命科学学院选育的异源四倍体杂交鲤群体已繁衍至第23代,“已具备形成一个新物种的必要条件”。这项前后跨越30余年,堪称“长跑”级的研究凝聚了中国工程院院士刘筠、湖南鱼类遗传育种中心主任刘少军两代科学家领衔的鱼类发育生物学研究团队的心血。

### 突破“育性”瓶颈

“杂交”早已不是什么新鲜的名词,植物中的杂交水稻,动物中的骡子、狮虎兽等等……绝大多数杂交生物都有一个共同点:难以繁殖后代。要将跨越了物种界限的远缘杂交推向品系建立并应用于生产,首先必须挑战“育性”这道“瓶颈”。

1558年,科学家用鲤鱼与金鱼杂交得到世界上第一个有记录的远缘杂交形成杂种。400多年来,虽有上千种鱼类做过杂交试验,却一直未有获得可育且能稳定遗传的四倍体鱼群体,远缘杂交一代能否繁衍到二代以至于最终形成杂交品系一直是谜题。

“在动物远缘杂交研究中,亲本的选择非常重要。”刘少军告诉记者,杂交亲本的选择必须综合考虑亲本的染色体数、生殖、外形、食性、生长速度、抗逆性等因素的相互关系,这意味着远缘杂交品系的建立将是一项长期的系统工程。

上世纪80年代开始,刘筠作出了一个重要选择:将雌性鲫鱼和雄性鲤鱼作为亲本进行远缘杂交,成功得到F<sub>1</sub>(杂交子一代)和F<sub>2</sub>,并突破性地在F<sub>2</sub>中获得两性可育的异源四倍体鲫鱼(其体细胞染色体数目为200),这在中国水产科学界是一个里程碑式的成果。其成功的秘密之一在于,鲤鱼和鲫鱼这两种同科不同属的二倍体鱼类,其体细胞染色体数正好都是100。

“我们出去作学术报告,人家都不相信二倍体雄性杂交鱼可育。”回忆当时的情景,刘少军历历在目,“我们在实验室研究时发现,可育的二倍体雄性和雌性杂交鱼数量少,尤其是二倍体雄性杂交鱼只能产生水样精液,没有白色精液,但在电子显微镜下观察水样精液,可以发现一些精子,用许多二倍体雄性

杂交个体的水样精液与二倍体雌性杂交鱼卵子受精,才可以培育出杂交后代。”

1989年以后,刘少军率课题组对鱼类远缘杂交的普遍规律开展了系统研究,除继续建立四倍体鲫鱼品系并对其进行系统研究之外,还建立了鲫鱼与团头鲂、团头鲂与翘嘴鲌等多个远缘杂交品系,同时研制出具有创新意义的新型四倍体和三倍体鱼。

### 坚守“绘就”23代谱系

在远缘杂交中,基因组可从一个物种转移到另一个物种,从而使杂交后代发生变异。“如果这种变异是可遗传的,则有可能形成新品系乃至新物种。”刘少军说。

然而,为建立远缘杂交品系,往往需要进行长达数年甚至数十年的实验,这极大考验着研究人员的毅力。在鲫、鲤鱼的杂交后代中,第一代和第二代都是二倍体,每代至少需2年才能性成熟,草、鲂杂交鱼每代的性成熟时间更是长达4年之久。不仅如此,鱼类杂交二倍体后代中可育的雌性和雄性个体数非常少,人工繁育的难度很大。

2008年冬,长沙经历了50年来最大的冰灾,育种基地的池塘水面被厚厚的冰层封死,池塘中的实验鱼面临极大威胁。为保护好珍贵的育种亲本,在既没电又缺工具的情况下,刘少军带领课题组成员顶着冰冻,连续数天手持铁棍敲破冰面,绝大部分珍贵的实验鱼生命才得以保存。

“实验室只有几条鱼,池塘里的鱼却多达几千尾、几万尾。只有通过池塘中大量群体的反复选育实践和验证,才能发现和探索出远缘杂交鱼的重要生物学特性。”刘少军说,“长期野外工作是鱼类遗传育种研究的重要方式,也是对水产工作者的挑战。”

更难的坚守在于解决疑难的科学问题。在育种实践中,刘少军观察到一个有趣的现象:雌性鲫鱼杂交二代鱼排出的成熟卵子有大有小,有的直径约2毫米,有的却只有1.3毫米,且呈现出明显的比例。这一特殊的差别引起了他的注意。

后续实验研究表明,大鱼卵是不减数的二倍体卵子,这与一些生殖细胞的染色体数目加倍有关;同样实验证明,雄性鲫鱼杂交二代鱼也可以产生不减数的二倍体精子,正是这些不减数的二倍体卵子和二倍体精子受精,造就了鲫鱼杂交三代中的四倍体鲫鱼。

这一发现揭示了形成杂交四倍体鲫鱼的关键,为远缘杂交品系中多倍体鱼的形成奠定了重要的理论基础。现在,在湖南师范大学的一方实验池塘里,四倍体鲫鱼群体已繁衍至第23代。从第3代到第23代,其四倍体性能代代相传,呈现出稳定的遗传特征。

“异源四倍体鲫鱼已具备形成一个新物种的必要条件。”2010年,刘少军在《中国科学》上撰文提出了这一论断。这种染色体数目为200、人工两性可育的新物种群体,不仅在鱼类中是首例,很可能在脊椎动物中也是第一例。

### “四倍体化”揭示鱼类进化奥秘

研究伊始,有一个问题一直困扰着刘少军,陆地动物的种类较少,但鱼的种类却多达28000多种,超过了其他所有脊椎动物种类的总和。为什么鱼有这么多种?

刘少军推测,这可能和鱼类之间的远缘杂交有关。课题组查阅了超过300种鱼类,发现其染色体数目均为偶数,且不同种类之间存在倍数或接近倍数的关系,这意味着“在鱼类进化过程中很可能发生过‘四倍体化事件’”。

有很多实验说明鱼类进化中经历了四倍体化过程,如认为鲤鱼是一种古老的四倍体鱼,但目前缺乏证据来证明它们的原始亲本是何种鱼类。

“我们做出来了染色体数为200的四倍体鲫鱼,很清楚地知道它的父、母亲分别是鲤鱼和鳊鱼;还有染色体数是148的四倍体鲌鱼,其父亲是鳊鱼,母亲是红鲫。”刘少军认为,这些四倍体品系的建立为证明脊椎动物进化史上可能的“四倍体化事件”提供了重要证据。

得益于科学基金的持续资助,刘少军领衔的团队目前已在个体、细胞和分子水平对鱼类远缘杂交和多倍体鱼等方面取得一系列创新性成果。而他撰写的学术专著《鱼类远缘杂交》不久后也将出版。

科学出版社 www.sciencep.com

## 积极传播先进科研成果 大力推进生态文明建设

党的十八大报告把生态文明建设放在了突出地位,中国将走向社会主义生态文明新时代。科学出版社在不同时期积极整理传播了大批资源、环境、生态等相关领域的著作,正持续地致力于推动国家生态文明建设事业的发展,为建设美丽中国,实现中华民族伟大复兴做出努力。



当代中国生态文明之路  
作者:何爱国  
出版日期:2012年10月



生态文明建设与区域经济发展战略研究  
作者:沈洪洪等编著  
出版日期:2012年6月



中国可持续发展功能分区研究  
作者:谢高地  
出版日期:2012年8月



现代林业与生态文明  
作者:李世东等编著  
出版日期:2012年3月



地址:北京市东黄城根北街16号 邮编:100717 E-mail: market1@mail.sciencep.com  
传真:010-64033787 联系电话:010-64000173(咨询热线) 010-64017321 010-64034541(销售热线)