



### 编者按

农业是人类最早开展的改造自然的大型生产活动之一。在农业漫长的发展历史中,人类不断面对新的问题。尽管随着科技的进步,今天我们已能够回答大部分的农业生产疑问。然而,新的挑战总是层出不穷,有的因为科学家尚未理清原因而不为人所知,有的因为传播手段不力而令人误解,还有的因为信息不对称而引发沟通不畅。为了让科学通俗、有趣地走进读者心中,从今天开始,本报开设“农业十万个为什么”栏目,为广大读者量身定制,解开农业领域不为人知的秘密。

## 转基因生物安全证书诞生记

■本报记者 王方

新表达蛋白体外模拟胃液蛋白消化稳定性试验等;营养学评价,蛋白质、碳水化合物、脂肪、纤维素、矿物质、氨基酸等营养成分分析,抗营养因子分析。

环境安全评价主要有生存竞争能力评价,即自然环境下,与非转基因对照生物相比,评价转基因生物的生存适合度与杂草化风险;基因漂移的环境影响评价,即评价转基因生物的外源基因向其他植物、动物和微生物发生转移的可能性以及可能造成的生态后果;生物多样性影响评价,即评价转基因生物对相关植物、动物、微生物群落结构和多样性的影响,以及转基因植物生态系统中病虫害等有害生物地位演化的风险;靶标害虫抗性风险评估,即评价转基因作物可能造成靶标害虫产生抗性的风险。

张宪法举例,转基因水稻是否具有基因漂移到野生稻、杂草稻、栽培稻上的潜在风险,我国科学家通过搭建基因漂移风险评估服务平台来进行科学评估,其中建立了花粉扩散模型、基因漂流模型,包括气象数据库、生物数据库等。

### 管理:保证转基因生物安全入市

我国农业转基因生物安全管理体系包括法律法规体系、行政管理体系、技术支撑体系。

“《农业转基因生物安全管理条例》是一部专门法规,也是我国进行转基因生物安全管理的母法、最高法,一切管理行为皆在此框架之下。”张宪法表示。其中包括安全评价管理办法、进口安全管理办法、标识管理办法、加工审批办法、产品检验检疫管理办法等。其他相关法律有种子法、农产品质量安全法、食品安全法等。

我国发布了农业转基因生物安全评价、检测和监管标准 228 项。采取分类别、分阶段评价制度。分类别即按照农业转基因生物用途,分为进口用作加工原料和生产应用两个主要类别进行安全评价。

比如进口安全管理,一批转基因产品能否进入中国,必须具备 4 个前置条件:输出国家或地区已经允许作为相应用途并投放市场的证明文件,输出国家或地区经过科学试验证明对人类、动植物、微生物和生态环境无害的资料,农业部委托的技术检测机构出具的对人类、动植物、微生物和生态环境安全性的检测报告,境外公司在向中国出口过程中拟采取的安全防范措施。

“通过了安全评价则发放安全证书,不能通过则不能进口。”张宪法表示。目前我国批准进口用作加工原料的转基因农产品为大豆(转化



图片来源:百度图片

体数量 13 个)、玉米(16 个)、棉花(9 个)、油菜(7 个)、甜菜(1 个)。

再如生产应用安全管理,在中国,获得转基因生产应用安全证书批准的作物为抗虫棉和抗病番木瓜;此外,证书有效但未批准种植的有抗虫水稻和高植酸酶玉米。

转基因抗虫水稻虽未批准种植,但其安全评价过程长达 11 年之久,仅食用安全评价就增加大鼠三代繁殖试验和水稻重金属含量分析等指标,严于国际指标。张宪法称,“把关再严格都不过分,就是要严之又严,慎之又慎。”

行政管理体系方面,国务院农业转基因生物管理部际联席会议负责协调重大问题,共 12 个部门,一部门主管、多部门协同;农业部农业转基因生物安全管理领导小组、农业转基因生物安全管理办公室负责全国监督管理工作;县

级以上地方农业行政主管部门负责本行政区域内监督管理工作。

2016 年,各级监管部门出动执法人员 71486 人次,检查研发试验单位 467 家次,主要农作物制种基地 2349 家次、种子加工企业 40054 家次、进口加工企业 3868 家次。对于违规行为,根据不同情况采取约谈、整改、通报、曝光等办法进行处理。

技术支撑体系方面,国家农业转基因生物安全委员会负责转基因生物安全评价和开展转基因安全咨询工作,目前履职的为第五届安委会,共 74 名委员;全国农业转基因生物安全管理标准化技术委员会由 41 位专家组成,发布了 168 项标准;此外,还有通过国家认证认可的 41 个转基因检测机构,开展第三方复核验证,确保评价数据真实、可靠。

### 链接

### 消费者关心的标识问题

从世界主要经济体来看,转基因生物标识管理主要有定性按目录强制标识、定量全面强制标识、定量部分强制标识和其他。

中国采用定性按目录强制标识。凡是列入目录的产品,只要含有转基因成分或者是转基因作物加工而成的,必须标识;中国第一批标识目录共 5 类 17 种。

欧盟采用定量全面强制标识。对所有

产品只要转基因成分含量超过阈值的,必须标识;欧盟阈值为 0.9%。

日本、韩国采用定量部分强制标识。对特定类别产品只要其转基因成分超过阈值的,必须标识;日本阈值为 5%,韩国为 3%。

美国一直采用自愿标识制度。2016 年颁布的《转基因信息披露法案》,要求对转基因成分进行标识,目前具体办法正在制定中。

植物疫病的防治一直是植保领域的难题,这类病害发病快、变异快、流行快,植物疫霉菌对研制出的新型杀菌剂很快产生抗药性,致使农田大面积减产甚至颗粒无收。

## 植物博士与他的“军备大战”

■本报记者 王方 通讯员 许天颖 张伊杰

夏天的南京酷暑难耐。在南京农业大学植物保护学院的实验室,一个原本两年前就能顺利申请毕业的博士生还在专注于手中的实验。

他是导师眼中“成天‘泡’在实验室里想问题的家伙”,是为数不多的以第一作者身份在全球顶尖学术期刊《科学》(Science)上发表高水平论文的在读博士生。他,就是马振川。

### “大海”中捞起一根“针”

植物疫病的防治一直是植保领域的难题,这类病害发病快、变异快、流行快,植物疫霉菌对研制出的新型杀菌剂很快产生抗药性,致使农田大面积减产甚至颗粒无收。

南京农业大学植物保护学院教授王源超团队一直希望找到一种成分,能够实现植物疫病的持久、广谱防治。2012 年,寻找疫霉菌广谱致病因子的项目正式启动,马振川跟随导师王源超及其团队,逐渐进入了科研状态。

疫霉菌的种类千千万万,产生的蛋白产物更是数不胜数,在其中寻找到一个能够启动植物广谱抗性的成分无异于大海捞针。与此同时,国内外同行间的竞争也异常激烈。

为了尽快筛选出能让作物产生广谱抗性的病原菌模式分子,马振川每天至少有 12 小时是泡在实验室里的。从制作培养基到配制菌液,再到沉淀提取,最后进行试验筛选,一套实验流程下来就要耗费一个多月的时间。除了耗时长,试验的工作量也非常大,每个流程来不得半点含糊。

谈及整个筛选的过程,马振川描述得十分平常,但搞过科研、做过试验的人都知道,这背后要经历若干次考验——在不计其数的样品中“捞”到一种可以引起作物广谱抗性的成分,兴奋与激动的心情难以言表,查阅文献后却发现它已经被发现,且后续试验的效果并不好,高昂的情绪立马被浇了一盆凉水,只得拿起配制培养基的材料重新来过。

这样冰火两重天的科研历练,马振川“熬”了两年。2015 年,在大量筛选对比的基础上,他终于找到了可以使植物产生广谱抗性的病原菌模式分子 XEG1,并验证出这种成分不仅存在于各种疫霉菌中,在卵菌、真菌和细菌中也普遍存在。该成果于 2015 年 7 月发表在国际知名学术期刊《植物细胞》(Plant cell)上。

### 进阶吧,疫霉菌!

就在马振川将新发现的 XEG1 拿到实验室进行分子机制研究时,一个疑问摆在面前:疫霉菌用 XEG1 出“杀”招,植物会调动相对应的抑制蛋白 GIP1 来“守”。既然有“杀”有“守”,为何在自然状态下依旧存在疫病的暴发?

一个偶然的机会,马振川发现了与 XEG1 同家族的蛋白 XLP1。有意思的是,这两种蛋白基因序列相似,同时合成,同时发挥作用。唯一的差别是 XLP1 没有生物活性,无法独立完成侵袭——这像极了人类家族中的一对双胞胎。

“XLP1 会不会是 XEG1 的诱饵?它不具备活性,或许它的主要功能就是负责调走兵力?”马振川的这一问题,很多人嗤之以鼻,觉得“像在讲故事”。王源超却为这个极具想象空间的科研假设眼前一亮,“这可能是一个非常重要的科研发现”。

通过进一步的实验验证,马振川惊喜地发现,植物防御成分 GLP1 的确能与 XLP1 结合,且结合能力超出 XEG1 约 5 倍。他意识到,这一发现几乎解开了所有的谜团:疫霉菌在进攻植物时同时带出两支“军队”,一支带着“导弹”的“大部”XEG1 和一支用来调离敌方防御的“诱饵”XLP1。因为 XLP1 与植物防御蛋白的结合能力更强,植物用来“防御”的主要兵力就这样被 XLP1“调离了”,致使攻击的主要力量 XEG1 得以向植物体内长驱直入。

声东击西,调虎离山,道高一尺魔高一丈,人类战争中的兵不厌诈竟然也会在低等生物体中

上演。这一疫霉菌攻击宿主时使用的招式,被马振川起名“诱饵模式”(DECOY)。

2017 年 1 月 13 日,国际顶级学术期刊《科学》(Science)在线发表了这项关于植物疫病发生机制的突破性成果。该成果以研究长文的形式发表,这在《科学》杂志中被视为极具分量的研究成果。

### 一个假设让博士生“长驻”

事实上,在两年前马振川发现 XEG1,并证实它能引发植物的广谱抗性时,他的毕业论文已经完成,随时可以选择博士毕业。但当时的他,脑子里已经有了关于“诱饵模式”的初步假设。

“这样的灵感对于科研人员太难得了。”马振川说,因为背后有着王源超和整个团队的大力支持,他选择留下来,一鼓作气把这块硬骨头啃下来。

2016 年 7 月,王源超将马振川和他们发现的“诱饵模式”带到了领域内最权威的学术大会 MPMI(国际植物微生物分子互作大会)上。王源超作为仅有的 2 位亚洲研究者之一,受邀作主旨报告。报告还没结束,多名领域内的权威专家就称赞这是一项卓越的成果,是近年来不可多得的让人兴奋的工作。

在会上,英格兰一个独立的研究所以及培训植物和微生物科学的中心——约翰·英纳斯中心(JIC)下属的塞恩斯伯里实验室(TSL)当即就邀请马振川去做博士后。与此同时,美国科学院的一位院士也诚恳地邀请他前去作报告。

当初选择留下来,没想到这一留就是 2 年。有不少同届的同学已经在国内高校或科研机构当上了副教授,马振川却还蒙头在实验室里想着、干着,成了一位不折不扣的“长驻”博士。

如今的他,虽然收到了多家国外顶级实验室递来的“橄榄枝”,却依然专注于植物疫病分子机制研究的后续工作,“搞科研就是这样,让人停不下来”。

## 线虫蛋白可用于杀灭害虫

### 环球农业

作为微小蠕虫的线虫,在动物王国中经常落入被忽略的角落。尽管线虫当中很多是寄生的,意味着它们生活在其他生物有机体内,但也有助于控制人体疾病、杀死破坏农作物的昆虫。

线虫的这些“良好品质”吸引了美国加利福尼亚大学河滨校区助理教授 Adler Dillman 的关注。近日他和几位合作者在《PLOS 病原体》上发表了论文,称线虫分泌致命蛋白混合物,来杀死许多破坏农作物的昆虫。这一研究成果推翻了长期持有的观点:它是专门的细菌,和线虫协力配合杀死害虫。

“这就像真正的科幻小说一样。”Dillman 说道,“这些微小的线虫爬进寄主体内,排泄有毒细菌,吐出毒液,把寄主体变成‘昆虫奶昔’。”

线虫已经适应了几乎所有的生态系统,包括海洋、湖泊、土壤、极地、热带地区和所有海拔高度。它们是圆的,但没有蚯蚓那样的节片。线虫一般 0.1~2.5 毫米长,表现于地球 80% 以上的动物身上。

Dillman 团队的研究主要集中于其中一类线虫——斯氏线虫,其已被广泛研究,且已知能杀死 250 多种害虫,而这些害虫攻击桃、西红柿、玉米、甘薯、橘子和松树等植物。斯氏线虫还被作为有机园艺的解决方案,在网上园艺商店和市场上售卖,如一家网店售价为 1000 万只 37.98 美元。

斯氏线虫属于一类被称为昆虫病原性线虫的昆虫寄生线虫。它们不同于其他昆虫寄生虫,是因为其能在一天内快速杀死宿主,和细菌“结交”推进自身的寄生方式。

这些线虫诞生、停止进化,一旦感染了宿主昆虫才重新启动。以前对于线虫寄生状态的早期很少了解,而且对它们如何开辟生命周期的寄生阶段和“重生”也知之甚少。Dillman 团队的研究有助于揭开这一谜题。

他们的论文描述称,研究人员采用了一种新方法,当线虫在其寄生的宿主昆虫之外时研究它,这是研究寄生的一个共同挑战。

线虫暴露于实验室颈瓶中的昆虫组织后,研究人员从线虫身上收集毒蛋白。他们发现蛋白质混合物对多种昆虫物种具有高度毒性,如成年果蝇,其是科学实验中的常用昆虫。

此外,研究人员利用 RNA 测序技术比较了昆虫宿主内的线虫基因表达和暴露于颈瓶昆虫组织的线虫基因表达。他们发现基因表达谱是相似的,也证明所开发的在宿主昆虫之外线虫工作的模型有效。

最终他们确定了 472 个可能参与寄生的蛋白质。这些蛋白质将作为未来农业和医疗应用的研究基础。农业方面,研究人员希望能找到新的杀虫化合物,可以用来控制世界各地的害虫。

人类医学方面,线虫最近被证明有助于控制自身免疫性疾病,如乳糜泻、肠易激综合征、克罗恩氏病等。他们的发现还与人类寄生虫如蛔虫关系密切,其感染了全球 1 亿人口。未来 Dillman 与合作者将采用涉及线虫分子的更好的办法来对抗这些疾病。(王方编译)

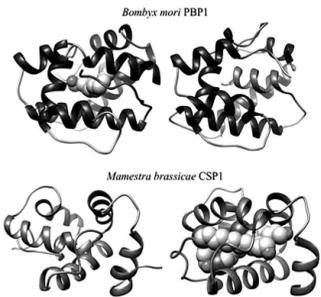
### 前沿

## 昆虫嗅觉蛋白功能多多

本报讯 近日,国际生物学顶级刊物 Biological Reviews(《生物学评论》)在线发表了中国农业科学院植物保护研究所王桂荣研究团队与意大利佛罗伦萨大学合作撰写的综述文章,着重阐述了气味结合蛋白(OBPs)和化学感受蛋白(CSPs)这两个昆虫化学感受蛋白家族的最新研究进展。

气味结合蛋白和化学感受蛋白主要用于化学感受,是性信息素以及其它气味的载体,通常表达于触角、口器等化学感受器官。

该综述从结构、生理功能、进化等多个方面对已经报道的气味结合蛋白和化学感受蛋白进行了比较分析,系统地总结了两者在不同生物体内不同器官中的重要功能。结果发现,除在传统的化学感受器官表达外,气味结合蛋白和化学感受蛋白还表达于生殖腺等器官,用于信息素组分向环境中释放或进行雌雄间传递。此外,两者在促进发育和再生、营养物



质和色素运输以及昆虫抗性中也有重要的功能。

论文全面阐明了气味结合蛋白和化学感受蛋白的生物学功能以及技术应用的实际案例,极大地丰富了化学感受蛋白家族的生物学科学发展。(张晴丹)

### 简讯

### 中国昆虫学会专家共商深圳昆虫科技馆建设

本报讯 近日,中国农科院、中国昆虫学会联合召开专家咨询会,对中国农业科学院农业基因组研究所(简称“基因组所”)深圳昆虫科技馆建设方案进行论证。中国昆虫学会副理事长、中国农业科学院副院长吴孔明院士主持会议,来自中科院动物所、中科院上海植物所、南京农业大学等单位的昆虫研究领域知名专家及学会理事共 16 人参加了会议。

吴孔明指出,从大的生态系统来讲,昆虫与人类、农业和林业有着非常密切的关系,一些重大的科学研究与成就解决的就是昆虫学问题。作为从事生物基因组研究的基因组所,在深圳建设昆虫科技馆,不仅较好地满足了深圳市市民和中小学生学习科普教育的需求,丰富了深圳市科学文化氛围;而且为中国从事昆虫学相关工作的人员提供了很好的展示平台。

据悉,项目拟按三期规划建设。中国昆

虫学会领导对此表示全力支持,深圳市政府也非常重视,并且借深圳市举办国际植物学大会的契机先期建设一个展示平台,在 7 月份大会召开前初步完成昆虫科技馆一期建设。

基因组所副所长饶敏杰向专家介绍了基因组所建设与发展情况,肖玉涛研究员从初设方案和远期规划两个方面对昆虫科技馆的主题设置与布局、建设方案等进行了详细汇报。

与会专家在听取方案后认为,建设昆虫科技馆意义非常重要,并且积极建言献策,建议一定要高起点、高标准建设,充分体现昆虫史厚度、科技水平深度、内容趣味性高度、展示方式新颖度和观众互动体验强度等特点。

基因组所党委书记骆建忠表示,与会专家所提出的宝贵意见和建议为昆虫科技馆的一期建设和长远规划奠定了良好基础,研究所对建好昆虫科技馆充满信心。(张晴丹)