

攻克马铃薯晚疫病曙光初现

被马铃薯晚疫病侵染,数日之内农田就会变成一片“焦土”。

19世纪中叶,马铃薯晚疫病在欧洲大流行,并导致爱尔兰上百万人饿死,史称“爱尔兰大饥荒”,这折射出农作物安全生产对人类社会的深刻影响。

一百多年来,科学家持续不断地与迅速变异的马铃薯晚疫病菌作斗争。

4月14日,美国《国家科学院院刊》在线发表了南京农业大学作物疫病团队领衔完成的最新成果。他们破解了马铃薯一个广谱抗病基因的识别分子机制,为今后开展晚疫病绿色防控提供了新思路。

自然界尚存的广谱抗晚疫病基因

马铃薯晚疫病是世界范围内最严重的植物病害之一,每年造成近百亿美元的经济损失。论文通讯作者、南京农业大学教授董莎萌向记者描述,马铃薯晚疫病早期症状不明显,几天后就进入中晚期,“大田里就像被火烧过一遍,叶子都是焦黑的。由于无法进行光合作用,马铃薯茎叶很快就枯死了”。

“马铃薯晚疫病是一种毁灭性作物病害,目前其防治主

要依赖喷施大量化学农药。”南京农业大学植物保护学院院长王源超告诉记者,选育和栽培含有抗病基因的马铃薯品种是晚疫病绿色防控的重要环节,植物的抗病基因是抵御病菌的宝贵资源。

“然而在不清楚抗病基因作用机制的情况下,频繁滥用抗病基因已造成多数基因在田间失效,发掘和保护广谱抗病基因已成为当务之急。”王源超说。

董莎萌在接受记者采访时说,重大病害都有一个特点,就是变异速度快,而发生突变之后,原来的抗病品种就失去了抗性。“过去近100多年,育种家选育了很多马铃薯抗病品种,但是一旦推广到大田生产,很多品种往往撑不过5年就丧失了抗性。”

“目前,自然界中尚存少量珍稀的广谱抗晚疫病基因。”王源超说,在最新研究中解析的抗病基因Rpi-vnt1.1就是其中之一。

据了解,该抗病基因于2010年克隆成功,在其批准上市后,携带该基因的马铃薯品种在北美大田生产中展现出良好的经济和生态效益。“然而该基因的作用分子机制尚不清楚,制约了该基因的保护性开发与利用。”董莎萌说。

中国农业科学院农业基因

组所研究员黄三文告诉记者,培育和应用具有遗传抗性的作物品系是目前最为经济环保的晚疫病防治手段。因此,对马铃薯种质资源及其野生近缘物种中晚疫病抗性基因的挖掘和验证,是过去20余年马铃薯研究中最为核心的课题之一。

叶绿体里的防守反击战

董莎萌课题组发现,经典抗病基因Rpi-vnt1.1(以下简称抗病基因)通过识别晚疫病菌分泌的效应子AVRvnt1(以下简称效应子)介导对晚疫病的广谱抗性。“晚疫病菌中该效应子相对保守,不易发生变异,可能因其突变直接影响病菌的田间活力。这就是该基因的抗性一直没有被病菌克服的原因。”董莎萌说。

科学家已经知道,破坏叶绿体功能导致植株生病是马铃薯晚疫病主要的侵染途径之一。而董莎萌课题组证实,抗病基因识别效应子产生的抗性功能具有光依赖性。

董莎萌说,叶绿体就像一个小型工厂,里面有蛋白质分子组成的流水线,产生供植物生长的能量和物质。叶绿体甘油酸盐激酶(GLYK,以下简称激酶)是其中不可或缺的零件。

激酶遗传位点上存在着具

有光依赖性的可变启动子选择(APS)调控机制,可在不同光条件下生成GLYKFL和GLYKcyt两种零件。其中GLYKFL在光照条件下为主要零件,因为含有叶绿体信号肽,所以分布于叶绿体内并维持其功能;而另一种不含信号肽的零件GLYKcyt在无光条件下不断积累,由于进不了叶绿体而被慢慢降解。

病菌效应子很聪明地攻击具有叶绿体信号肽的马铃薯GLYKFL,通过阻遏激酶进入到叶绿体,切断其正常运转,遏制光合作用,进而导致植物在光照条件下感病。但这一过程却能被抗病基因精确地识别出来,及时启动一系列免疫反应。

“白天光合作用旺盛时,病菌入侵得热火朝天,抗病基因识别出入侵后和病菌打得你死我活;晚上叶绿体休息,病菌偃旗息鼓,抗病基因感知不到入侵从而休战。”董莎萌说。

期待更广泛的抗病机制研究

历时6年,董莎萌课题组通过与英国、荷兰多家科研单位合作,破解了广谱抗病基因Rpi-vnt1.1的作用机制。

董莎萌说,目前,由于马铃薯晚疫病菌和马铃薯在“很多

遗传操作上非常困难”,因此国际上对其致病、抗病机理的研究不多,了解非常有限。

王源超说,这一成果为今后科学开发与利用这一抗病基因提供了重要的实践依据,有望通过减施化学农药,保障食品安全,服务国家马铃薯主粮化战略。

黄三文则指出,对激酶同源基因的比对分析发现,其编码蛋白的叶绿体信号肽在茄科植物中高度保守。激酶不仅在抗病基因主导的效应子激发免疫中具有重要功能,而且在茄科植物的基础免疫中同样是重要的调控因子。

“这揭示了可变启动子选择现象在植物抗逆过程中可能存在广泛影响,以及叶绿体在植物抗逆过程中扮演的重要角色。该工作的发现对后续的晚疫病抗性机制乃至其他作物的抗病机制研究都具有积极的借鉴意义。”黄三文说。

不过,董莎萌强调,目前他们搞清楚的只是抗病机制的第一步,后面的免疫反应如何依次启动尚不了解,亟待展开更多科学研究。

同时,除了通过叶绿体侵染马铃薯,病原菌还会通过一些其他途径入侵植株,这些机制尚待科学家深入研究。

(中国科学报)

明晰家养野生边界确保茸鹿种业安全

□ 中国农业科学院特产研究所 邢秀梅 孔繁涛

近日,《科学》杂志连发3篇中国学者文章,呼吁对野生动植物的关注。文章指出,当前政策和法规中对“野生动物”的模糊定义导致执法混乱和漏洞。当前的法律保护稀有的、有益的,具有经济或科学价值的陆地和水生野生生物物种,但并未区分圈养和野生种群。野生种群与圈养种群之间无可区分的差异,为非法野外捕猎后混入养殖并流入市场提供了机会。

今年,国家陆续出台了一系列关于全面禁止非法野生动物交易、一律禁止食用没有列入《畜禽遗传资源目录》野生动物的法规政策,这将有效阻断病毒、细菌、微生物在人类和野生动物之间的传播途径,推动人与自然和谐相处,奠定健康中国法制基础。

值得注意的是,这可能对于尚未明确界定为普通畜禽或野生动物的物种造成巨大影响,比如茸鹿。

茸鹿包括梅花鹿、马鹿等,主要用途为生产鹿茸。我国茸鹿人工驯化、人工养殖历史悠久,近代人工养殖历史约有300年,已经成为农业农村重要的特色产业,2019年养殖梅花鹿平均纯收入1200元/只。茸鹿产品市场需求巨大。梅花鹿基因组研究发现,鹿茸快速生长与癌症调控通路高度相关,但鹿茸生长是可控的,这或许为未来攻克癌症提供了生

物模型。

经过长期发展积累,茸鹿产业取得了一定成绩。但是,受国外市场冲击、管理边界不清等诸多因素影响,我国茸鹿产品市场份额急剧下降,由2000年的90%跌至目前的10%。我国马鹿产业已被挤垮,种群数量降至历史最低点,能繁母鹿比重不足20%;而梅花鹿产业同样岌岌可危。我国茸鹿产业面临重大风险,形势非常严峻。

首先,家养野生种群并存,管理边界难以划分。虽然我国茸鹿人工养殖数量巨大,但是至今尚未列入《畜禽遗传资源目录》,没有受到《中华人民共和国畜牧法》保护,由此人工饲养茸鹿似乎无法可依。

人工养殖和野生的茸鹿,从外观上区分难度较大,给行政管理带来了一定困难,究竟是家养还是野生,是执行《中华人民共和国畜牧法》还是《中华人民共和国野生动物保护法》,容易造成行政、司法边界不清,以致农业农村部和国家林草局就茸鹿等动物是否进入《畜禽遗传资源目录》,多年没有达成统一意见。

没有家养鹿和野生鹿的明确茸鹿品种界定,既不利于人工养殖茸鹿产业的健康发展,也不利于野生茸鹿的有力保护,左右为难、两败俱伤。

其次,种质资源保护不足,茸鹿种业安全堪忧。种用梅花鹿存栏数量持续减

少,经DNA检测,“鹿王评比”中的纯种梅花鹿比例不到8%,我国未来将面临无纯种可用的难堪局面,发展态势令人担忧。

受产业低迷影响,我国茸鹿种质资源保护不力、投入不足,种质材料严重缺乏,大部分品种类型已濒危或极度濒危,茸鹿种间杂交严重、资源流失严重、品种退化严重,茸鹿种业安全危机四伏、令人担忧。

笔者建议,第一,明晰家养野生边界,切实做到分类管理。引入“家养鹿”概念,延伸出“家养梅花鹿、家养马鹿”等涵义,以区分作为野生动物的“野生鹿”以及“野生梅花鹿、野生马鹿”。

家养鹿和野生鹿要区别对待、分类施策,家养鹿尽快列入《畜禽遗传资源目录》,按照《中华人民共和国畜牧法》进行保种育种和生产经营管理;野生鹿按照《中华人民共和国野生动物保护法》进行依法保护。

要依靠现代科学技术,严格区分家养和野生茸鹿种群。中国农业科学院特产研究所特种动物遗传资源创新团队采用30X全基因组重测序数据进行聚类 and SNP分析,可以有效区分家养鹿和野生鹿,为分类管理奠定技术支撑。

第二,实施遗传改良计划,确保茸鹿种业安全。尽快启动“全国茸鹿遗传改良计划”,组织茸鹿种源基地开展茸鹿良

种登记,构建茸鹿信息系统数据库。

建立家养茸鹿纯种保种场,有序推动茸鹿种间杂交,提高良种化水平。以提升茸鹿品质和挖掘品种潜力为主攻方向,明确各品种选育方向,推进基因组选择平台,完善专门化品系培育路径,提高种源基地良种推广能力,扩展基层人工授精服务网络。推进“产、学、研、推”育种协作机制创新,整合产业资源,保证茸鹿种业安全,促进茸鹿养殖业持续健康发展。

第三,做好产业顶层设计,加大茸鹿扶持力度。抓紧制定《中国茸鹿产业发展规划》,理清发展思路,谋划产业布局,划定优势产区,保障种业安全,提升产品自给率,强化政策引领,夯实发展基础。合理布局茸用鹿、肉用鹿、兼用鹿发展路线图。

第四,加大茸鹿遗传育种、健康养殖、产品加工、质量安全等领域的科学研究,尽快启动肉用鹿品种培育工程,通过杂交选育、基因组选择等方式,形成具有中国特色的肉用鹿专门品种或品系。充分利用物联网、大数据、云计算和移动互联等现代信息技术,建立茸鹿从种源到产品的全程溯源体系,做到正向跟踪、反向溯源,把好国门关、严禁走私茸鹿产品,确保鹿茸食品安全和以鹿产品为基源的中药原料安全,推动茸鹿产业和大健康产业的高质量发展。