

■大话农科

迎战玉米“呼吸道”传染病

■本报见习记者 卜叶

跟人类一样,香甜的玉米也会得“呼吸道”传染病,这种病就是灰斑病。该病自 20 世纪 20 年代首次发现以来,至今还没有“特效药”,对玉米生产造成极大不确定性。

玉米灰斑病广泛分布于美洲、亚洲、欧洲及非洲等玉米主产区。近年来,灰斑病在我国玉米产区广泛发生,尤其是西南玉米区,病害程度逐年加剧,面积逐年扩展,一度成为海拔较高的凉爽玉米种植区的主要叶部病害。

为解决这一问题,四川省农业科学院作物研究所研究员何文铸课题组历经十年攻关,利用传统作物学、基因组学、分子生物学和生物信息学方法潜心开展系列研究,锁定了 53 个灰斑病抗性相关基因,并筛选出 4 个共同的候选抗病基因,选育抗病自交系,组配鉴定出了一批高产优质的抗病组合,研发出成单 3601 等高抗品种。课题组在玉米灰斑病抗性 QTL 定位的研究取得进展,相关成果发表于《植物病理学》杂志。

黎明前的黑夜

玉米灰斑病是由玉蜀黍尾孢、玉米尾孢等多种尾孢菌引发的,主要危害叶片,致使叶片产生与叶脉平行的长矩形病斑。染病叶片上的尾孢菌逐渐成熟,产生孢子,体态轻盈的孢子借助于空气流动而散播到临近植株,或更远的地方,从而使整片农田染病。

何文铸介绍,玉米灰斑病的发生与品种、气候、地理位置、栽培条件等因素有关,其中气候因素起主导作用。一般,7 月中旬为该病的高发期,此时玉米刚完成抽雄吐丝,正是果实成长的关键时期。“玉米抽雄吐丝拼尽全力,而尾孢菌正对丰收果实虎视眈眈。7 月的玉米熬着黑夜,盼着黎明。”何文铸说。

面对这一强大敌人,除了“忍耐”,还有一些预防措施,比较常见的是喷洒药物和采用物理方法。

何文铸表示,物理方法采用秋翻春耙、堆沤处理病株、间套轮作等方式,控制病株残体量和越冬病原菌数量,费工耗时。或通过调整播期,降低田间密度,改善植株易感病期田间小

■前沿

共生细菌提高稻飞虱生殖力



褐飞虱 南京农业大学供图

本报讯 11 月 25 日,微生物学领域国际期刊 *The ISME Journal* 在线发表南京农业大学最新研究成果。植物保护学院昆虫分子生态与进化实验室教授洪晓月课题组揭示了共生细菌 *Wolbachia* 与稻飞虱互利共生的进化机制,为研究昆虫与共生微生物互作提供了新的视角。

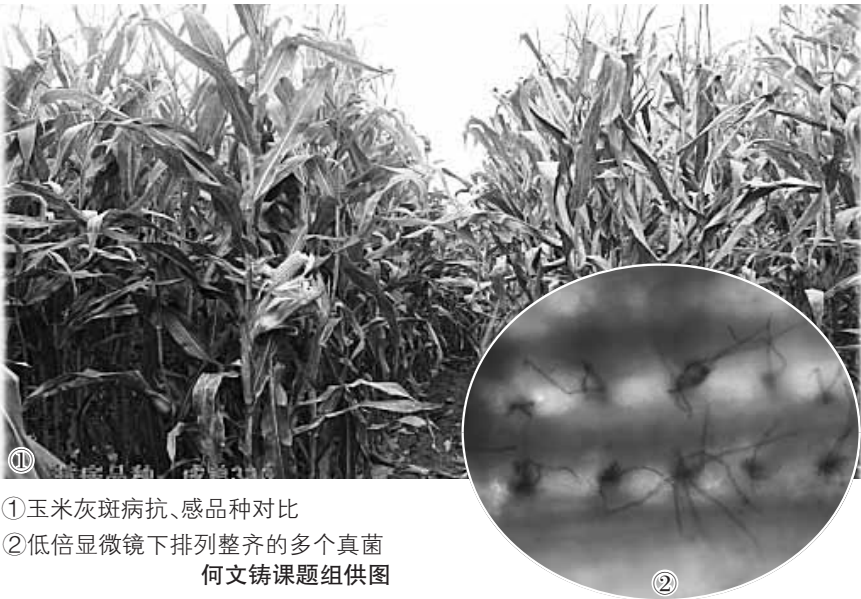
微生物广泛存在于地球的各种生态环境中,在昆虫体内也不例外。经长期共进化的,许多微生物与昆虫逐渐形成密切的共生关系,并渐渐丧失在体外生存的能力。但目前对于这种共生关系形成的分子机制知之甚少。

论文通讯作者洪晓月介绍,稻飞虱是水稻上的重要害虫,主要包括褐飞虱、白背飞虱和灰飞虱 3 种,以刺吸水稻等植物的汁液为生。植物汁液中富含糖分,但缺少氨基酸、维生素等营养物质。该研究发现,共生细菌沃尔巴克氏体(*Wolbachia*)能够通过合成维生素 B₃(生物素)和 B₆(核黄素)来补充稻飞虱食料中所缺少的维生素,进而提高稻飞虱种群的增长。基因组水平的系统进化分析推测,*Wolbachia* 的维生素 B₃ 合成通路可能从另一种 *Cardinium* 细菌水平转移而来。

该研究得到了国家自然科学基金、南京农业大学高层次人才引进科研启动项目的资助。

(张晴丹)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41396-019-0559-9>



①玉米灰斑病抗、感品种对比 ②低倍显微镜下排列整齐的多个真菌

何文铸课题组供图

气候,分散种植,规避灰斑病发生条件,但往往效果不佳。化学药剂喷洒能起到一定预防作用,但对于大田或偏远地区难以操作。

传统防治方法的局限困扰着何文铸。2008 年,“5·12”汶川地震后,四川雅安部分地区暴发玉米灰斑病。

“宝兴县发病面积就达 1300 多公顷,90% 以上的玉米发病,严重田块叶片全部枯死,玉米面临绝收风险。”何文铸回忆。

这深深触动了身处四川并从事农业研究的何文铸,坚定了他研究玉米灰斑病的决心,由此他与团队展开了近十年的面壁攻关。

“生产上,发病后没有高效的防控方法,抗病品种的选育与推广是最为有效可靠的防治方法。只有研制出高抗品种,才能大大减少感病品种的种植,从而让良币驱逐劣币。”何文铸告诉《中国科学报》。

探寻具有稳定抗性的优良品种

高抗品种从哪里来?何文铸团队想到玉米地里寻找答案。

从 2010 年开始,依托国家支撑计

划、四川省玉米创新团队和“院州合作”等项目,团队成员前往全国各地收集玉米种质资源,共计 900 多种。经过鉴定筛选,获得了一批抗灰斑病的玉米材料。

这些具有抗病性的玉米材料可以直接应用吗?答案是否定的。四川省农科院作物所副研究员杨麟举例,来自北方的玉米种植到南方山区后可能“水土不服”,出现其它疾病或者产量不理想。

为了选拔综合实力优秀的玉米“种子选手”,2011 年,研究团队将鉴定出的抗性材料进行杂交,用不同种质的有利基因重新聚合,得到具有优良综合性状的群体。

“群体抗性佳,但抗性不稳定。如果种植抗性群体间杂交后的种子,就会得到性状不稳定的田间表现,很可能导致玉米减产。”杨麟说。

为了选育抗性稳定性的高产品种,研究团队从抗性群体中选择优株自交,以获得抗性基因纯合的植株,从而创制出抗灰斑且高配合力的玉米新自交系。

四川省农业科学院作物研究所博士陈洁介绍,玉米灰斑病的发病环境极难在实验室模拟,自交系的培育往往在户外的试验田进行,通过自然接种对玉米

进行侵染,分析其抗性。该方式需要大量田间诱发鉴定,易受环境影响,耗资大且效率低。更令研究人员心焦的是,稳定成熟的自交系培育往往需要 6 代以上,这意味着 6 年的等待。

“玉米灰斑病主要在海拔 1200 米以上高湿冷凉的山区发生,成都平原基本不发病,鉴定试验田都在山区。试验田与实验室 200 公里的山路,一天的路程,又为时间成本加码。”何文铸说。

为此,研究团队成员积极探索实验室接种鉴定的方法。功夫不负有心人,研究人员采用人工气侯箱,反复进行人工接种试验,终于突破了人工接种的难题,并获得国家发明专利。

何文铸表示,这为后续玉米灰斑病的抗性基因转录组研究工作提供了坚实的基础条件,也为后来利用灰斑病优良抗性基因,采用分子标记辅助育种和常规聚合育种相结合的方法,培育出高产高抗的优良杂交玉米品种打下基础。

将育种进行到底

在人工气候箱的帮助下,结合大田鉴定,研究团队培育并获得抗病和高配合力玉米自交系 C8210、H8211 等。目前,通过国家和省级严格的区试程序,抗灰斑高产品种成单 333、成单 335 等获得国审和省审,并在生产上进行推广应用。

谈及未来的研究计划,何文铸表示,育种是一个无止境的工作,接下来研究团队将根据当前的研究成果,继续培育出类似成单 388、成青 381 等系列抗灰斑高产玉米品种,以创造更大的生产和社会价值。

此外,何文铸表示,除了玉米,高粱、香茅、须芒草等多种禾本科植物也面临灰斑病的威胁。特别是高粱和玉米是近缘种,其基因组相似,很多基因高度保守。香茅和须芒草及玉米一样同属禾本科,它们之间的同源基因多数都具有相同或相似功能,因此可以将玉米上的抗灰斑病基因通过遗传转化的方式转入到高粱、香茅等禾本科植物中以提高抗病能力,提升其产量和品质。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1111/jph.12673>

耕地退化敲响粮食安全警钟

■马瑞明 郎文聚

土地退化是一个全球性问题。土地是生存之本、发展之源,是人类文明的基本组成部分。由于自然力或人类不合理开发利用导致的土地质量下降、生产力衰退等土地退化过程,随着我们目前的生产、城市化和环境退化的形势愈加严峻,在很多地方被公认为是威胁人类安全的重要因素之一。人口快速增长,消费水平不断提高,导致对基于土地的自然资本需求日益增加。全球土地资源承受的壓力比人类历史上任何时候都要大。种种迹象给我们敲响警钟,遏制和扭转土地退化迫在眉睫。

土地退化是一个复杂的现象,通常指生产力、土壤、生物量、生物多样性、生态系统服务和环境恢复力的某些或全部损失。联合国粮农组织、联合国环境署等国际组织及学者对土地退化类型均作过划分,主要集中在水土流失、土地沙化和荒漠化、盐碱化、土壤污染、土地肥力下降等几个方面。土地重要组成部分土壤的物理、化学和生物等几方面的退化是损害粮食安全的关键因素。

这些退化受不同方式的自然和人为的直接驱动因素影响。据估计,从 1998 年到 2013 年,地球上大约 20% 植被覆盖的土地生产力呈现持续下降的趋势,其中 20% 的农田退化明显。过去 300 年来,全球有 87% 的湿地损失,仅 1900 年以来就有 54% 的湿地损失。种种证据表明,全球部分土地正在以惊人的速度退化,且分布在除南美洲外的各大洲。根据联合国防治荒漠化公约的资料,亚洲总共有七成以上的干旱土地开始退化,35% 的耕地受到荒漠化的影响,中国是亚洲受影响最严重的国家。欧洲由于机械化的农业耕作及酸雨的影响,17% 的表土已经开始退化。据估计,经过 200 年的大规模农业耕作,美国各地已失去 35%~75% 的表土。土地退化带来了巨大的经济损失与不可估量的生态损失。2018 年,《全球土地退化现状与恢复评估》报告表明,预计到 2050 年,土地退化和气候变化将共同导致全球农作物产量平均下降 10%,某些地区的降幅将高达 50%。可能迫使 5000 万至 7 亿人迁移,威胁全球至少 32 亿人的生计。2015 年的一项研究报告指出,土地退化在全球范围的损失成本约为 10.6 万亿美元,占全球每年生

产总值的 10%~17%。土地退化降低了环境压力下的恢复力,可能会加剧对稀缺自然资源的竞争,不仅带来经济 and 环境的损失,同时也给人类身心健康带来威胁。

我国的耕地退化问题十分严峻。随着我国工业化、城镇化的快速发展,农业资源连续多年的高强度利用,耕地土壤污染的突出问题,我国巨大的人口压力和水土资源分配不均的现状,导致耕地资源的压力愈加严峻。目前,我国耕地退化面积占耕地总面积的 40% 以上,水土流失、土地沙化和荒漠化、盐碱化、土壤污染、土地肥力下降等问题,在局部地区表现明显。

伴随着耕地长期的高负荷生产,农田土壤肥力出现严重下降。相关调查显示,全国耕地土壤有机质含量为 2.08%,比上世纪 90 年代初低 0.07 个百分点。其中,黑土区土壤有机质每年以 1/1000 的速度减少。黑土层表以平均每年 0.3~1.0 厘米厚的速度流失,原本 30~100 厘米厚的黑土层只剩下 20~30 厘米,有的地方甚至已露出黄土母质,基本丧失了生产能力。流失速度在加剧,流失面积也在逐年扩大。东北典型黑土区水土流失面积 4.47 万平方公里,约占典型黑土区总面积的 26.3%。与第二次土壤普查时期相比,全国耕地土壤 pH 平均下降约 0.8 个单位,酸性土、盐碱土面积占耕地总面积的 60% 以上,盐渍化土壤面积约占总耕地面积的 25%。我国是世界上荒漠化面积最大、受风沙危害严重的国家。荒漠化土地占国土面积的 27.2%,约 261.16 万平方公里;沙化土地 172.12 万平方公里,占国土面积的 17.9%。

水土资源的不合理利用,导致地下水漏斗现象愈加严重。中科院利用美国 GRACE 卫星监测华北平原,得出一个令人吃惊的结论:华北平原地下水超采严重,每年有 60 亿~80 亿吨地下水亏损,并且处于长期持续亏损的状态,已成为世界最大的地下水“漏斗区”!所有水资源利用中,农业用水占全部用水量的 60%,而且效率低下。华北平原最大的淡水湖泊白洋淀湖区面积已由历史上 1000 多平方公里、20 世纪 50 年代的 561 平方公里,缩小到目前

的 366 平方公里。据官方数据通报显示,华北平原地下水超采量达 1200 亿立方米,相当于 200 个白洋淀的水量。

生态环境的破坏,直接影响粮食安全与食品安全。由于固体废物、污水灌溉等多种原因,耕地重金属等污染问题加重,导致土壤理化性状变差,降低了耕地生态功能 and 生产能力,严重威胁了农产品质量和生态环境安全。根据调查,全国土壤重金属点位超标率达 19.4%,其中中度和重度污染点位比例分别为 1.8% 和 1.1%。具体到耕地,受污染的耕地约有 1.5 亿亩,其中 333 万公顷耕地因遭受污染而不宜耕种。2017 年中国水稻、玉米、小麦三大粮食作物化肥利用率为 37.8%,农药利用率为 38.8%,远低于发达国家利用效率,造成资源浪费同时带来土壤污染。另外,每年约有 50 万吨农膜残留在耕地土壤中,对耕地质量构成了巨大的威胁。与此同时,土壤修复技术进展缓慢,修复成本高昂。

在耕地开发利用过程中,不可避免地会有耕地与林地、草地空间冲突以及侵蚀湿地的现象,一边是对粮食、水和能源等商品和服务的需求,另一边是保护其他调节和支持地球上所有生命的生态系统服务的需要,两者之间的竞争日益激烈,导致生态系统整体性的破坏,使得整个生态系统逐渐脆弱,恢复能力降低。人们对粮食生产与生态空间的权衡,间接地增加了土地压力和耕地退化的趋势,且仍在继续增长。湿地是地球上水陆相互作用形成的独特生态系统,是重要的生存环境和自然界最富生物多样性的景观之一,在抵御洪水、调节径流、补充地下水、改善气候、控制污染、美化环境和维护区域生态平衡等方面有着其他系统所不能替代的作用,也是目前受威胁最大的生态系统,近 10 年来我国湿地面积以每年约 500 万亩的速度在减少。

因此,必须合理权衡耕地与林草用地,在保障粮食安全的前提下,最大限度保护生态系统的完整性,提升生态系统的生物多样性和功能,提高生态系统的弹性与恢复力。

(作者单位分别为中国农业大学生地科学与工程学院、自然资源部国土整治中心)

■环球农业

食之“鸡肋”或有滋味

人们在吃鸡的过程中发现,快速生长的肉鸡胸肉出现了“木质化”问题,使鸡胸肉变得又干又柴。这被称为木质化鸡胸肉综合征。

鸡肉变得坚硬、难嚼,会让肉鸡失去市场,给养殖户带来重大经济损失。美国是目前全世界肉鸡生产量最大的国家,保守估计,该病每年造成的损失高达 2 亿美元。在美国特拉华州,有 700 多家提供养殖肉鸡的生产商。有的养殖户发现,多达一半的鸡身上出现了木质化鸡胸肉综合征。

而作为膳食蛋白质的重要来源之一,近年来全球鸡肉消费量上升,木质化鸡胸肉日渐成为全世界关注的问题。

美国特拉华大学的研究人员分析了与木质化鸡胸肉有关的基因,确定了相关的生物标志物,还找出了患病肉鸡坚硬的胸肌组织有哪些独特的生物化学特征。以这些工作为基础,他们终于找到了木质化鸡胸肉的根源。研究结果日前发表在《科学报告》上。

“木质化鸡胸肉发病时基因表达异常,表明该疾病是一种代谢紊乱,其特征是乳腺肌肉组织中脂肪的异常堆积。”领导了这项研究的特拉华大学动物与食品科学副教授 Behnam Abasht 说。

研究人员在此次工作中注意到,患有木质化鸡胸肉综合征的肉鸡,有一种关键的酶出现异常——脂蛋白脂肪酶的表达量较高。这是一种对脂肪代谢至关重要的酶,它把控着特定组织内可以有多少脂肪。因此,这种酶表达量高会让脂肪异常聚集在胸肌中。

研究小组使用 RNA 测序来确定哪些基因在快速生长的现代肉鸡和缓慢生长的传统鸡中表达,然后采用了一种称为 RNA 原位杂交的

新技术来精确定位基因的表达位置,发现在鸡的内皮细胞中有表达脂蛋白脂肪酶的遗传证据。内皮细胞存在于所有血管中,是血液与周围组织之间的屏障。

Abasht 猜测,当鸡的胸肌组织内有更多的脂肪被氧化,可能会导致大量自由分子释放出来。自由分子会破坏肌肉中的脂肪和蛋白质,促使鸡的免疫系统开始运作。

“我们观察到,假如有某条特定的静脉受到免疫细胞的攻击,这条静脉通常也会表达更高水平的脂蛋白脂肪酶。”他说。

这一发现可为鉴别将患病肉鸡提供潜在的标记物,也有助于推动短期解决方案,让养殖户通过饲料添加剂或补充剂在生产水平上控制鸡的病情,帮助肉鸡避免或改善木质化鸡胸肉。

目前仅在肉鸡中发现了木质化鸡胸肉问题,感恩节餐桌上的火鸡是否受到了同样的影响,科学家还不知道。

有趣的是,研究人员还报道了木质化鸡胸肉综合征和人类糖尿病并发症之间的共同特征。也就是说,这项研究还可以为与代谢综合征相关的人类健康研究提供信息,如糖尿病和动脉粥样硬化——这些疾病与动脉中的脂肪沉积有关。

Abasht 表示,如果他们能找到共同的解决方案,这项工作的一个深远目标可能是以鸡为模型,研究人类糖尿病的可能治疗方法。

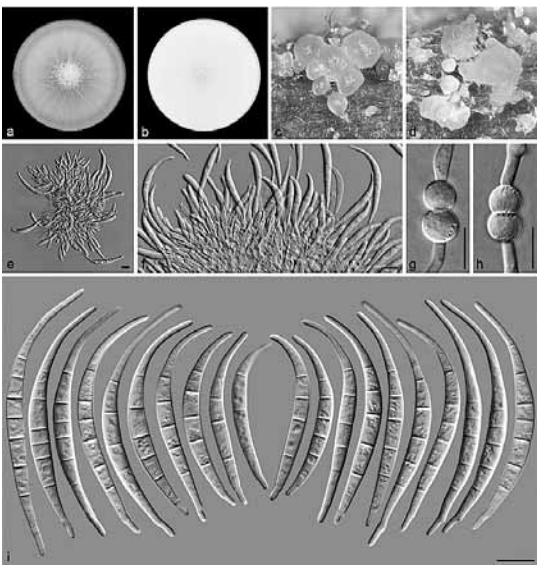
“我们重点是从农业角度解决这个问题,但研究结果也为未来研究开辟了新的视野,既有益于农业,也有益于人类健康。这对我们来说是一个非常有趣的前景。”Abasht 说。

(王方编译)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53728-8>

■进展

镰刀菌群系统发育树构建成功



本报讯 近日,山东农业大学植保学院教授张修国团队在镰刀菌群鉴定研究中取得重要进展,发表在国际真菌分类权威期刊 *Persoonia* 上。

镰刀菌是最重要的植物病原菌之一,但是由于主模式丢失,出现了大量的同物异名现象,导致分类长期处于混乱状态。该团队与荷兰韦斯特迪克真菌生物多样性研究所合作,以荷兰 CBS 菌种保藏中心收集的变红镰刀菌和木贼镰刀菌的菌株为材料,对其进行形态和分子鉴定及生物学特性

研究。该团队以荷兰 CBS 菌种保藏中心收集的变红镰刀菌和木贼镰刀菌的菌株为材料,对其进行形态和分子鉴定及生物学特性研究。

系统研究,并采用多基因位点构建系统发育树。

该系统发育树形成了 47 个分支,其中 44 个属于变红—木贼镰刀菌复合种群,另外 3 个属于弯角镰刀菌复合种群。团队利用双名命名法,对系统发育树中未命名的物种进行了命名,解决了变红—木贼镰刀菌复合种群分类混乱现状,为人们深入认识镰刀菌的形态特征和分子特性提供了新的科学证据。

(张晴丹 翟豪惠)

相关论文信息: <https://doi.org/10.3767/persoonia.2019.43.05>

研究发现提升水稻产量新方法

本报讯 全球有超过 30 亿人每天以大米(水稻)作为主食,随着人口不断增长,对水稻的需求有增无减。因此,科学家在积极寻找与水稻增产 and 改良水稻营养成分有关的基因。记者 12 月 1 日获悉,香港大学生物科学学院教授蔡美莲带领团队,发现了一种可以使水稻种子体积及重量增加,促进水稻增产的方法。研究成果近日发表于《植物杂志》。

该团队鉴定出一种水稻蛋白——水稻酰基辅酶结合蛋白 2 (OsACBP2),有助提升水稻的产量及营养成分。当 OsACBP2 在转基因水稻种超表达时,水稻种子体积及重量均增加了 10%,单株植物的产量也因此提升。同时,OsACBP2 超表达转基因水稻种子的产量也超过对照组 10% 以上。

OsACBP2 是一个酯类结合蛋白,可以结合酰基辅酶 A。这是一种合成种子油类的重要前体,可促使在本项研究中的转基因水稻中油类积累显著提升。研究人员还表示,OsACBP2 不仅可以使种子体积及重量明显增加,更有效提高种子的油类含量,进而提高种子的营养价值。

由于 OsACBP2 可以提高油类产量及令转基因水稻种子体积及重量增加,这项研究成果可有效提升农业生产,增加粮食产量,以应对全球日益增长的粮食需求。研究人员表示,相关成果能够提升水稻等农作物种子的体积、产量和油类含量。该技术应用在粮食农作物中,将有望缓解粮食危机,提升粮食的营养价值。

(唐凤)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1111/tpl.14503>