

农科视野

昆虫基因组学:绿色防控的核心

■本报记者 李晨

“围绕基因组产生新型的绿色植保技术,是行得通的。基因组研究对于中国植保的未来是一个非常重要的核心。”近日,由中国农业科学院深圳农业基因组研究所(下称基因组所)主办的昆虫基因组与绿色防控大会在深圳举行,中国工程院院士、中国农业科学院副院长吴孔明在会上希望,昆虫学家能够通过结构基因组和功能基因组逐步研究和深入探索,为中国的害虫防治演化出颠覆性技术。

深圳一直高度重视现代农业发展。深圳市经信委张万巧处长说,目前深圳已培育引进20多个生物育种创新团队,构建了分子设计育种、农业基因组大数据分析平台等六大创新公共服务平台,孵化出11家种业企业。在昆虫基因组研究飞速发展的今天,此次大会汇集国内知名专家学者共商科技发展大计,将进一步巩固我国在昆虫基因组研究领域的国际地位,把我国昆虫基因组学研究推向更高层次。

繁复而古老的昆虫

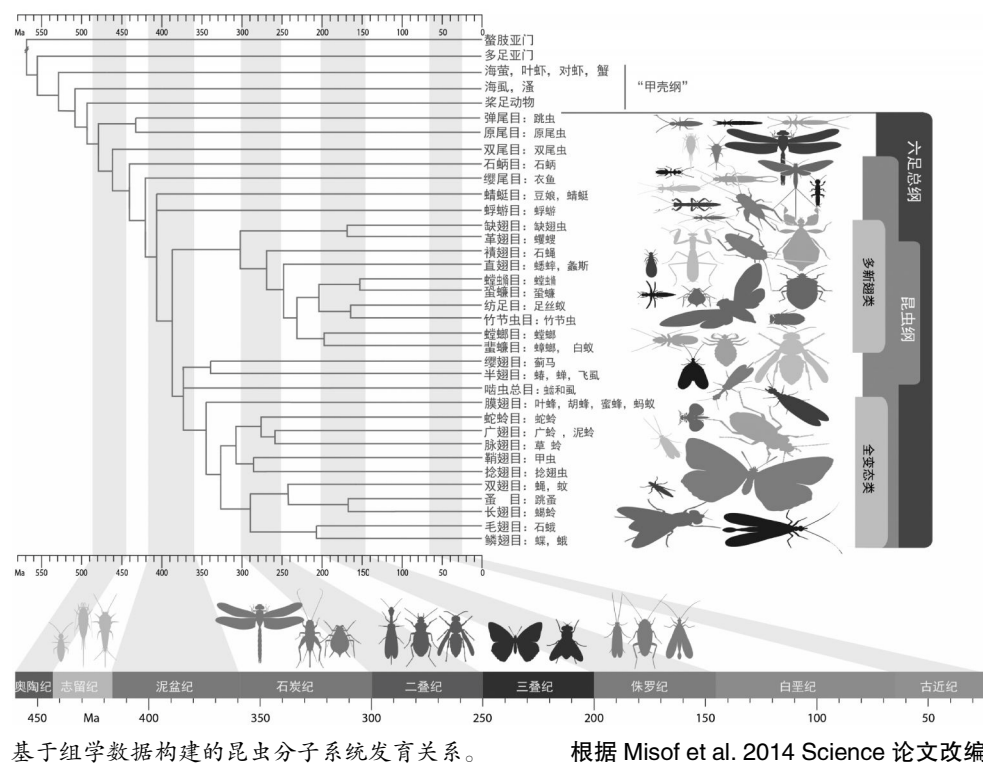
昆虫是生物界种类最丰富的古老类群。中国农业大学昆虫学教授周欣告诉记者,目前地球上已知的昆虫有100万种左右,估计全世界昆虫总数在1000万种以上。昆虫与人类息息相关,既有造成巨大生产和健康危害的农业和卫生害虫,如小菜蛾每年可造成50亿美元的损失,蚊虫叮咬每年可导致72.5万人死亡;也有为农业生态系统提供关键服务功能的类群。地球上75%以上的开花植物都依靠昆虫来授粉。

吴孔明接受《中国科学报》记者采访时表示,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。

现在,科学家尝试从演化历史、多样性模式和适应性分子机制的角度入手,回答昆虫如何成功适应自然环境的科学问题。周欣告诉记者,由于昆虫谱系复杂而古老,存在了4亿到5亿年,经历过多次灭绝和爆发,可用来追溯的基因数量很少。为了构建古老的系统发育关系,必须依靠基因组大数据的帮助。

随着测序技术的快速发展,在生物大数据的潮流下,昆虫学研究也迈入基因组时代。昆虫学家利用各种组学研究方法,如基因组、转录组、蛋白组、代谢组等产生了大量的生物数据,从系统生物学的角度来解决昆虫学研究的问题,为昆虫学研究带来了新的视角,为农业害虫绿色防控提供了新策略。

“这是一个很好的时代,创造数据的能力



基于组学数据构建的昆虫分子系统发育关系。根据 Misof et al. 2014 Science 论文改编

飞速提高。这又是一个令人焦虑的时代,没有数据,唯恐错过;数据太多,不知所措。”浙江大学昆虫科学研究所教授李飞告诉记者,测序技术的突破带来昆虫数据的井喷式增长,现已达到13843 TB。根据美国国立生物技术信息中心 Genome 数据库统计,有261个昆虫基因组完成组装并且提交到该中心数据库。大数据分析因其省时、省力、更高效,成为当前研究的重要手段。

不过,“拥有数据,并不等于科学。”李飞说。

“无组学难研究”

“我的学生做任何研究之前会问我,老师,有没有基因组?如果没有就很难开展后续工作。”中国科学院动物研究所生理生态研究所研究员黄勇平说,现在是“无组学难研究”。基因组研究是现代昆虫学的基础性工作,没有这个基础,可以说开展工作很困难。

来自美国弗吉尼亚理工大学的屠志坚教授在蚊子基因组研究上走上了世界前沿。他介绍,蚊子共有3对染色体,其中按蚊的性染色体是XY染色体。而黄勇平在进行家蚕研究时,原本想借鉴屠志坚的一些研究结论,结果

们发现,家蚕有28对染色体,性染色体是ZW染色体,与蚊子“差异很大,难以借鉴”。

黄勇平正在研究如何实现家蚕的工厂化养殖,其中,优良品种是实现规模化重要因素。要想选育出缫丝强度高,能取食低成本人工饲料,丝绸不易起皱、泛黄,耐抗疾病的优良家蚕品种,必须以基因组研究为基础,把好的基因整合到同一个品种里去。

屠志坚研究蚊子性别决定问题,也是基于基因组。全世界蚊子有3000多种,但只有少数蚊种的雌蚊吸食人血,传播疾病,假如研究清楚蚊子的性别决定问题将有助于对蚊媒传染病的控制。

此次大会上,记者看到国内科学家正在利用基因组手段研究各种与农业密切相关的害虫。例如,中国科学院动物研究所研究员王究辉在研究飞蝗聚群行为的基因组学基础,华南师范大学昆虫科学与技术研究所教授李桂明揭示了蝗群为什么拥有强大生命力的分子秘密,中国农科院植保所研究员王桂荣探索了棉铃虫嗅觉识别的分子机制,基因组所研究员萧玉涛用基因组学研究地老虎迁飞和抗寒机制……

“现在不管做什么研究,基因组是一个必

备的手段。有了基因组之后,对功能基因发掘、育种、生物安全、病害防治、食品安全等都是一个很好的研究手段。”萧玉涛说。

中国科学家主动出击

“整体上,我国昆虫基因组研究在国际上属于第一阵营。”吴孔明向记者强调,不管是农业,还是医学方面的昆虫基因组研究,中国科学家抓住了现在快速发展的机遇。

2011年,美国昆虫学家和多位国际著名昆虫学家联合提出了雄心勃勃的5000种昆虫全基因组测序计划(5K)。近年来,我国科学家参与该计划,并在家蚕、小菜蛾、飞蝗、褐飞虱等基因组测序以及比较和功能基因组学等方面取得了突出的成绩。

随后,中国科学家开始参与和主导国际研发计划。周欣就是2011年启动的千种昆虫转录组进化项目(1KITE)的中方主要负责人。该项目共有16个国家120位科学家参与。目前已经研究了1456种昆虫物种,获得了4.5 TB的数据、3000万个基因,优化了系统发育基因组学的方法,系统树的数据支持度高,解析了一系列困难的系统关系,也为昆虫基因组学研究提供了基本演化框架。

不仅如此,中国科学家也开始考虑建立数据库的问题。长期以来,全球基因组数据免费共享,但都集中在几个国外的大数据库中。“大数据研究的前提是拥有数据,但数据在别人的手上。”李飞说。这也是他在实验室整理了几个数据库的初衷,目前有 InsectBase 昆虫基因组数据库、ChiloDB 二化螟基因组数据库、iPathDB 昆虫信号通路构建数据库、Waspbase 寄生蜂数据库、入侵有害生物基因组数据库等。

黄勇平更在大会上呼吁,科学家应该和国内测序公司一起努力做中国自己的测序产品,“难度很大,起点很高。但哪怕一开始很贵,我们都愿意去试”。

“我们基因组所将借此大会契机,牵头发起TOP1000昆虫基因组计划。希望昆虫学家们能积极参与到这项工作中来。”基因组所所长黄文玉研究员告诉《中国科学报》记者。

萧玉涛进一步向记者解释, TOP1000计划将为昆虫学家提供一个便利的研究平台,充分发挥基因组所在基因组组装和拼接方面的特长,以合作方式开展基因组研究,并为合作团队培养基因组学人才。他们将首批选择最重要的1000种昆虫开展基因组合作研究。

屠志坚告诉记者, TOP1000计划一旦做好,将为今后的昆虫学研究和应用提供很好的资源。

全球农业

气候变化和全球变暖让一些生命处于危险之中,但研究人员发现,有一种作物或许不会,那就是玉米。

美国密歇根大学研究发现,与此前的研究分析相反,预期的温度和湿度变化不会导致玉米生产中用水量的增加。这意味着,虽然温度和湿度一如过去50年发生变化,但作物不仅能生存下来,而且能长得健壮。

“对于农民尤其是美国中西部的地区的农民来说,前景是乐观的。”该研究的主要负责人、密歇根大学教授 Bruno Basso 说。

Basso 和研究合作者、同事 Joe Ritchie 计算出了作物从太阳那里接收了多少能量,以及如何将其转换为作物的蒸发损失,即农田蒸散量。

“想象能量的平衡就像一个银行账户,有增加亦有减少。”Basso 说,“从太阳那里接收的能量是已知的,减少主要来自作物蒸腾液态水以及土壤利用太阳能将水转化为水蒸气所耗费的能量。”

过去50年,环境湿润度略有增加的趋势降低了作物蒸散所消耗的能量。2017年世界玉米高产纪录是每英亩542蒲式耳(计量单位),研究者使用能量平衡计算出,这种情况与产量较低时水分损失是一样的。因为两者的能量平衡差不多是一样的。

“我们的分析和其他气候研究者的研究表明,因为日最低气温逐渐升高,夏季空气中水蒸气量逐渐增加,但在美国中西部的许多地区日最高温度降低或维持不变,这致使湿度增加,并稍微减少蒸散所需的能量。”Basso 说。

Basso 还测试了作物模型水平衡计算,其有降雨和灌溉的“收入”和来自作物蒸发的“支出”。

“水平衡就像是作物能量的银行账户,”Basso 说,“必须有一种平衡让所有达到作物表面的能量被蒸散掉,使作物‘快乐’。”

得益于杂交改良和农艺提高,过去50年美国玉米产量稳步增长,平均每年每英亩增加2蒲式耳。

Basso 解释道,美国玉米生产者协会的高产量数据表明,未来有继续保持高产的潜力。Basso 的发现支持了这样的论断——如果未来50年仍保持过去50年趋势,气候变化将不会阻碍玉米生产。

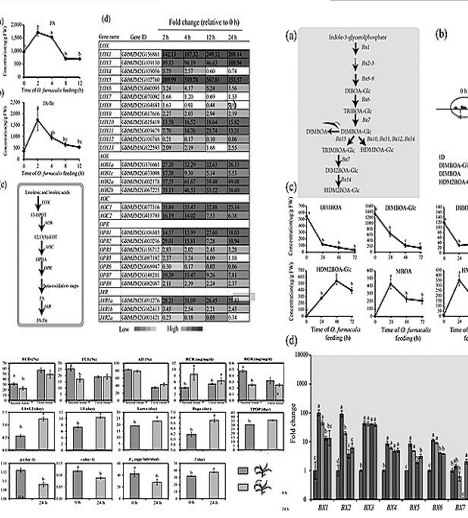
“蒸散消耗的能量几乎无变化,所以如果作物生长和使用水的天数是相同的,那么未来蒸发损失将是相同的或稍微减少。”Basso 说,“事实上,较高的温度允许作物杂交种更长时间的利用,这可能会有利于创造更高的产量。”

气候变化或使美中西部玉米不减反增

(文乐乐编译)

前沿

The Asian corn borer *Ostrinia furnacalis* feeding increases the direct and indirect defense of mid-whorl stage commercial maize in the field



中国农科院植保所揭示亚洲玉米螟为害大田玉米诱导产生防御反应的分子机制

本报讯 近日,中国农业科学院植物保护研究所研究员王振营研究团队最新研究揭示了大田玉米心叶期受到亚洲玉米螟为害时能诱导产生直接和间接的防御反应的生理生化及分子机制。该研究结果为利用诱导防御反应控制亚洲玉米螟提供了科学依据。相关成果发表在《植物生物技术》(Plant Biotechnology Journal)上。

玉米在受到害虫为害后,会产生对昆虫具有忌避、拒食或(和)毒杀作用的直接抗虫物质,如苯并恶唑酮类物质,也会产生引诱害虫的捕食性或寄生性天敌的间接抗虫物质,如明胶、萜烯等。目前,玉米诱导抗虫性的研究主要集中在 B73 等玉米自交系中。已有的研究发现在长期的玉米驯化和育种过程中,一些直接和间接的抗虫化合物会丢失,如北美很多玉米品种在受到玉米根萤叶甲的为害时不能产生(E)-β-石竹烯这种能够吸引天敌昆虫的挥发物。但是,对于中国大田种植的玉米品种,在受到亚洲玉米螟为害后能否诱导产生包括(E)-β-石竹烯

在内的多种与防御反应相关的化合物还是未知。此外,目前已报道的有关玉米诱导抗虫性的研究主要是在温室可控条件下进行的,而田间玉米的生长环境非常复杂,玉米基因表达和化合物的含量会受到多种生物和非生物因素影响,因此系统评价大田玉米在遭受亚洲玉米螟为害后诱导的与防御相关的化合物及基因表达变化研究十分必要。

该研究证明了玉米品种京科 968 在受到亚洲玉米螟为害诱导后会产生抑制亚洲玉米螟生长发育的直接防御反应,也能产生吸引其寄生性天敌腰带长体茧蜂的间接诱导防御反应。该研究还从基因表达、苯并恶唑酮类物质、植物激素及挥发物的含量变化等方面进一步揭示了亚洲玉米螟为害玉米诱导防御反应相关的生理生化及其分子机制。

据悉,该研究得到中国农业科学院创新工程、国家重点研发计划项目和国家玉米产业技术体系专项资金的资助。

(刘明娜 秦志伟)

与传统草莓种植相比,架式栽培有很大的不同。草莓苗栽培不再需要劳动者弯腰操作,站立式管理不仅省工,还降低了劳动者的工作强度。而且,草莓生长在立体的栽培架上,专门使用消毒过的基质,干净卫生清洁,可保证结果期化学试剂零施用。

架式栽培新技术“莓”不胜收

■本报记者 张晴丹 通讯员 吴锡平 沈涛

眼下,正值草莓大量上市,种植户任峰的4亩温室大棚里,草莓长势喜人,宛如一颗颗红宝石垂挂架边,“莓”不胜收。

从“零经验”到成为种莓“老手”,任峰仅仅用了半年时间,这得益于扬州大学草莓专家高红胜提供的标准化、便捷的农业种植服务。从栽培设施、栽培架、基质、营养液及其精准调控技术到花果调控及病虫害绿色防控,只要种植户需要,高红胜便将“服务”送上门。

新技术让草莓“上架”

据了解,自2005年,扬州大学就开展了草莓架式、省力化、清洁化、优质高效栽培技术的研究,成功研制出“设施草莓架式栽培技术体系”,其主要技术要素包括可移动栽培架、无毒优质生产用苗培养技术与标准、专用栽培基质、专用营养液、花果调控及病虫害绿色防控技术等。

高红胜向《中国科学报》记者介绍,与传统草莓种植相比,架式栽培有很大的不同。草莓苗栽培不再需要劳动者弯腰操作,站立式管理不仅省工,还降低了劳动者的工作强度。而且,草莓生长在立体的栽培架上,专门使用消毒过的基质,干净卫生清洁,可保证结果期化学试剂零施用。

在草莓生长过程中,水肥一体化自动化灌溉系统可根据草莓不同的生长阶段,调配不同的营养液浓度,根据需求定时定量灌溉,营养液利用率达80%以上。“采用技术体系栽培出来的草莓产量是常规栽培的2~3倍,商品果率可提高30%左右。”高红胜说,“不仅产出高效,产品品质也大幅提升,含糖量提升20%,农药零残留。”

在前不久落幕的第16届中国草莓精品擂台赛中,采用该技术体系的4家企业生产出的草莓,荣获8项金奖,占了全国金奖数量的十分之一。

多品种自主选择

在扬州大学—扬州市现代园艺产业技术研究院草莓种植示范基地,示范栽培了30多种颜色、风味、结果期各不相同的草莓品种供不同种植者

选择。有10月底便开始成熟的极早熟品种“香野”、水蜜桃香味的白粉草莓“桃熏”、纯白色的“白雪公主”、粉果黄肉苹果味的“小白”等。

除了引进各种新奇的草莓,草莓示范基地还有自己培育的3个新品种,分别叫“晴香”“晴恋”和“晴雪”。据介绍,晴香的香味特别像小时候吃的那种小草莓,是传统的草莓味道,是专家经过多年培育出的“小时候的味道”。“我们通过一系列杂交和筛选,最后成功培育出‘晴香’。”高红胜说。

草莓种植户可以根据自身需求,选择适宜的草莓栽培品种,由扬州大学—扬州市现代园艺产业技术研究院提供组培脱毒苗和栽培技术。目前,由扬州大学—扬州市现代园艺产业技术研究院生产的草莓脱毒苗已经在扬州、南京、无锡、连云港和徐州等地示范推广应用,并辐射北京、上海等一线城市。

任峰介绍,自己栽培的4亩高品质草莓采摘价达50元一斤,每天采摘量在300至400斤,预计年收入40万元。

好服务保优质高产

好技术、好品种,还需要好服务。为帮助草莓种植户解决各种疑难问题,高红胜推出了“一站式”服务,技术送上门,田间变课堂。

不久前,淮安市金湖县“金绿源”果蔬专业合作社的12亩高架草莓,出现了不挂果和大面积叶片发黄萎枯的症状,这可急坏了合作社理事长顾



架式草莓 扬州大学供图

仕举。

接到求助电话,高红胜第一时间赶到种植基地,就草莓基质消毒、定植、肥水等生产、管理情况进行了了解,经过现场“会诊”,高红胜认为营养土的pH值、肥水等多种原因造成了高架草莓不结果。

为进一步确认病症,高红胜将部分土样和草莓植株带回实验室进行化验。根据化验具体情况反馈,对花而不实的草莓进行针对性补救。不久后,草莓便成功挂果,避免了种植户进一步的损失。

扬州宝应县一莓阳光现代农业有限公司总经理刘吉荣一直认为现代农业是“花架子”,可“设施草莓架式栽培技术体系”带来的实实在在的益处让他改变了看法。2017年底,刘吉荣为公司引进了“设施草莓架式栽培技术体系”,公司种植的草莓全程由扬州大学提供技术支持,当年草莓上市便产生了经济效益,由公司选送的“红颜”“桃熏”两个品种的草莓双双夺得全国金奖。全程“一站式服务”让刘吉荣心里更踏实了。