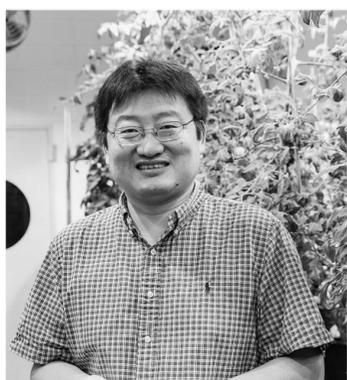


■ 大话农科



▲ 费章君教授在番茄温室里
▶ 番茄
费章君供图



更好吃的番茄要回来了

揭示番茄泛基因组,让“迷失”的基因“回家”

■ 本报见习记者 韩扬勇

现在的番茄没有儿时的味道了。为了让番茄变得更优质美味,全世界的科学家们可是费了不小的功夫。

番茄在漫长的人类驯化和培育历史中,从祖先的野生种逐渐成为“优秀”的栽培种。然而,由于人工选择,相对于野生祖先,栽培种的遗传多样性大幅减少。糟糕的是,其中负责“风味”的一些基因也跟着消失了。挖掘和丰富番茄的基因组资源,“复活”丢失的基因十分重要。

近日,美国康奈尔大学教授费章君团队和 James Giovannoni 教授课题组合作构建了栽培番茄及其近亲的泛基因组,绘制了近 5000 个以前未记录的基因。更重要的是,发现了使番茄具备良好气味的口感的 TomLoxC 基因的一个“罕见”突变,这些有助于发掘番茄重要性状相关的基因资源,科学指导番茄改良和育种。相关成果于近日发表在《自然-遗传学》上。

构建泛基因组图谱,更“懂”番茄

番茄是全球消费量最大的蔬菜、水果之一,根据联合国粮农组织统计,2017 年世界总产量达 1.82 亿吨,价值超过 600 亿美元。在美国,番茄是仅次于土豆的第二大食用蔬菜。而在中国,它既是美味佳肴的“主角”,又是夏日解暑的鲜食水果,其风味和品质备受青睐。

基因组是打开生命奥秘的“钥匙”,但基因组通常来自某个特定个体,只能作为同一物种内其他生物体的参考基因组。

2012 年,科学家测定了世界上首个番茄参考基因组,揭示了大约 35000 个基因,促进了作物改良方面的研究。目前,科研人员已经对数百个野生和栽培番茄品系进行了基因组测序,发现了一些在番茄的驯化和改良过程中显著改变的基因组区域。

“这些基因组序列积累了丰富的数据资源,但是,所有的分析都是基于与参考基因组序列对比进行的,这导致在参考基因组上缺失的基因信息无从获得。”论文通讯作者之一费章君告诉《中国科学报》。

他继而补充道,番茄品种繁多,风味各异,具有显著的形态和代谢多样性,每个品种都含有一些特异的基因,因此基于单一栽培个体的参考基因组无法代表各种番茄的全部基因信息。此外,现代作物育种和改良常常受限于现有品种遗传基础狭窄,选育潜力不足。为此,需要从野生近缘种中引入驯化或改良过程中丢失的优良基因。“我们需要全面调查番茄的基因库,了解其组成和在各类群中的分布,为番茄的改良提供指导。”

与参考基因组相比,“泛基因组”涵盖了整个物种的基因库,以及所有基因的序

列及其在种群中的分布信息。这些信息可直接用于克隆目标基因,利用现代分子育种手段迅速转移到现有栽培品种中,大大加速育种工作的进程。

研究人员分析了 725 个不同的栽培番茄品种及其野生近缘种的基因组序列,绘制了近 5000 个参考基因组中缺失的基因,这些约占整个泛基因组的 12%。

“这些基因涵盖了调控不同番茄特异性状的主要基因,为将来番茄育种中引入特异的优良性状提供了重要的信息和指导。”论文第一作者、康奈尔大学 Boyce Thompson 植物研究所博士后高磊说。

发现控制风味的罕见基因突变

基于经济因素的考虑,现代育种家主要关心产量、外观及货架期等对生产者有利的性状,而忽略了风味口感等难以选育的复杂性状,而这些恰恰是消费者所关注的。

“在番茄的驯化和改良过程中,由于强大的人工选择,大量基因丢失或近乎丢失,其中许多都与植物抗性和果实品质相关,这也解释了栽培番茄的遗传多样性降低,以及抗性远远低于其野生祖先的现象。”费章君说,幸运的是,这些都在泛基因组中找到了。

其中就包括一个罕见且关键的

“TomLoxC”基因突变。

已有研究表明,“TomLoxC”蛋白可以催化脂肪衍生的芳香物质的合成,从而影响番茄风味。研究人员基于泛基因组分析,发现了新型的 TomLoxC 基因突变。

高磊介绍道,该新型基因突变在 91.2% 的野生番茄中存在,比较普遍,而由于番茄在驯化过程中该突变经历了持续的负选择,导致其在樱桃番茄和传统大果番茄两类栽培品种中非常罕见(仅有 2.2%)。不过,在现代育种的品种中,存在 TomLoxC 基因突变的频率为 7%。“说明 TomLoxC 基因突变又开始被重新引入,这与现代育种中人们越来越关心果实风味的改善相一致。”

更重要的是,研究人员还“解锁”了 TomLoxC 基因的一个新功能。

芳香挥发物能够让番茄果实更美味。最近的研究表明,特定的芳香挥发物,比如脂肪酸、氨基酸和类胡萝卜素等衍生的芳香物质关系着番茄的香味强度、风味特征,以及消费者对番茄的整体接受度。而 TomLoxC 蛋白的一个已知功能就是可以催化脂肪衍生的芳香物质的合成。

“我们发现 TomLoxC 蛋白同时也可以促进从类胡萝卜素(决定番茄红色的色素)中产生芳香化合物,这有助于获得所需的番茄风味。”费章君说。

这对爱好番茄的人来说,或许是个“福音”。

解析基因“奥秘”,助力番茄改良

伴随着测序技术提升与成本降低,泛基因组学的研究从最初的微生物逐渐扩展到人类及重要作物,大量的测序数据为动植物泛基因组研究提供了丰富的素材。

费章君指出,动植物等真核生物泛基因组研究目前较为缺乏。一方面,同时对至少几十个甚至数千个个体进行基因组测序和分析,时间、资金以及计算能力仍是重大挑战。另一方面,在构建策略和分析方法上,科学家尚未达成共识。“未来,如何高效的分析利用以及共享这些数据资源,将会是该领域的研究重点之一。”

随着番茄泛基因组图谱的揭示,人们知晓了更多的番茄基因“密码”,从而帮助那些曾在驯化中“迷失”的基因“回家”,让栽培番茄的家族“开枝散叶”,培育出更抗病、更高产、风味更独特的优秀新品种指日可待。

“不过,我们的研究还有很多的品系,尤其是很多野生种尚未包括在内。”费章君表示,番茄有许多近缘的野生种,这些近缘野生种可以与栽培番茄无阻碍杂交,它们富含珍贵的优良基因,是今后番茄改良的重要种质资源。

未来,开展番茄泛基因组研究需要扩大取样范围,使用更精确的测序和分析手段,一方面扩展对番茄遗传多样性的覆盖度,另一方面改进泛基因组图的准确性,从而进一步促进番茄的研究和改良。“我们还需要深入解析这些基因功能,发掘它们在新品种培育中的应用潜力。”费章君表示。

相关论文信息:

DOI:10.1038/s41588-019-0410-2

■ 全球农业

吃全谷物缘何健康

芬兰东芬兰大学和国际癌症研究机构(IARC)最新的一项研究显示,食用全麦黑麦面包的成年人血浆血清素水平低于食用低纤维小麦白面包的人。同时,从黑麦或小麦中摄取谷类纤维也可以降低小鼠结肠中的血清素水平。

血清素又称 5-羟色胺,是大脑中最有名的神经递质。由肠道产生的血清素仍然与大脑分离,但它是人体大多数血清素的来源,具有各种外围功能,包括调节肠道运动。

根据这项发表于《美国临床营养学杂志》的研究结果,全谷物食品的健康益处可能至少部分与肠道血清素产生的改变有关。

全谷物食品的摄取与 II 型糖尿病、心血管疾病和一些癌症的较低罹患风险相关联,尽管它有潜在的健康益处,但作用机制仍不清楚。其可能会对全谷物、植物化学物质和纤维中含有的生物活性化合物产生影响,肠道细菌从中产生不同的代谢物。

这项新研究探讨了全麦黑麦的摄取如何调节血液中不同代谢物的浓度。这项研究采用了非靶向代谢物分析,也被称为代谢组学,它可以同时检测许多代谢物,包括以前未知的代谢物。

近年来,代谢组学越来越多地用于饮食干预研究,以发现新的饮食生物标志物,并探索与特定食物、营养素和饮食模式相关的代谢变化。比如,之前已有研究发现,全麦黑麦摄入可降低餐后胰岛素反应,或通过诱导饱腹感来改善体重维持。

该饮食干预研究开始的前 4 周,参与者每天吃 6~10 片低纤维小麦白面包,后 4 周再吃同样数量的全麦黑麦面

包或补充黑麦纤维的小麦白面包。在每个周期结束时,研究人员收集参与者的空腹血浆样本,并使用液相色谱-质谱法进行分析,比较不同饮食周期的人血浆代谢物分布情况。

结果显示,与低纤维小麦白面包相比,全麦黑麦面包的摄取导致血清素浓度显著降低。

研究人员也在小鼠身上测试了在饮食中添加谷类纤维是否会改变肠内血清素的产生。他们用黑麦麸、麦麸或纤维素粉补充小鼠 9 周的饮食,发现接受黑麦麸或麦麸的小鼠结肠中血清素显著降低。

血清素升高与高血糖水平有关。“全谷物被认为可以降低患糖尿病的风险,根据这些新的研究结果,这种影响至少部分是由于血清素水平的降低。”东芬兰大学研究员 Kati Hanhineva 表示。

研究人员还对血清素与结肠癌的关系很感兴趣。IARC 的科学家 Pekka Keski-Rahkonen 补充说:“最近的一些研究发现癌症患者的血浆血清素水平高于健康对照组。”

全麦黑麦面包的摄取也与较低的血浆牛磺酸、甘油磷酸胆碱和两种内源性甘油磷脂的浓度有关。除了这种内源性代谢物外,研究人员还发现了与全麦黑麦面包摄取相关的 15 种黑麦植物化学物质,这些物质在体外也被证明能够抑制结肠癌或前列腺癌细胞系的生长。

作者表示,研究发现全谷物摄取与降低这些疾病风险之间存在剂量反应关系,支持当前在饮食指南中增加全谷物摄取的部分。(王方编译)

相关论文信息:
DOI: 10.1093/ajcn/nqy394



食用全麦黑麦面包的成年人血浆血清素水平低于食用低纤维小麦白面包的人。

第八届中国乳业科技大会召开

本报讯 日前,以“科技赋能提升中国乳业核心竞争力”为主题的第八届中国乳业科技大会在江苏扬州召开。

随着我国经济发展和人民生活水平的提高,乳品价值和作用已深入人心,在现有农业产业中,乳业已经成为增长量最大、增长持续时间最长、对人民健康影响最大的产业。扬州大学校长焦新安表示,我国大健康产业正处于黄金发展时期,乳制品与益生菌等健康食品的发展充满机遇。

但当前我国乳业正面临着降本增效、提升国际竞争力、提升民族品牌美誉度等多重任务。焦新安强调,应用现代科技与教育引领乳业健康发展,建立健全现代奶牛育种技术、奶牛饲养技术、环境控制技术、乳品加工

技术、乳酸菌与益生菌生物技术、乳制品加工装备技术以及现代乳品质量控制技术是保障我国乳业快速高质量发展的前提。

据悉,扬州大学建有全国高校为数不多的乳品工程本科专业,人才培养覆盖了本科、硕士和博士 3 个层次,拥有全国最大的乳品加工校内教学实践基地,为我国乳制品加工行业不断输送高级技术与管理人才。

本次大会由中国畜产品加工研究会和扬州大学主办,来自国内外各大高校、科研院所、企业的代表共 800 余人参加大会,共同探讨中国乳品科技的新进展和行业新热点。大会期间,还颁发了 2019 年全国大学生畜产品创新创业大赛奖项。(秦志伟)

■ 前沿

褪黑素新用法:降低农药残留

本报讯 近日,山东农业大学教授史庆华课题组发现了一种利用褪黑素降低农药残留的新方法,揭示了利用外源褪黑素及激活内源褪黑素合成关键基因,增强蔬菜植物农药代谢活性、缩短田间用药安全期的新途径。相关研究成果发表于环境科学期刊《环境污染》上。

分析发现,外源褪黑素处理可显著降低喷施农药后番茄、生菜、小白菜、菠菜、芹菜、黄瓜和甜瓜等蔬菜作物的农药残留量。过表达褪黑素合成关键基因咖啡酸-O-甲基转移酶基因(COMT1)可显著提高番茄内源褪黑素含量,降低番茄的农药残留量。

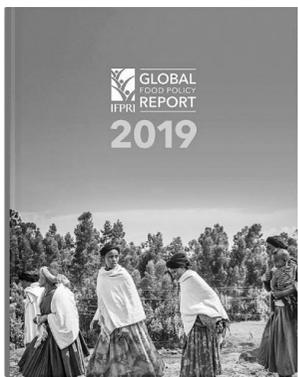
研究同时揭示了褪黑素增强番茄农药代谢的主要调控机制:一方面增强植物内源谷胱甘肽的合成和循环利用,另一方面可促使更多的谷胱甘肽

用于谷胱甘肽-S-转氨酶(GST)介导的异源毒性物质降解。这说明褪黑素在调控谷胱甘肽用于植物适应“毒性物质诱导的活性氧解毒”和“有毒物质降解”之间的竞争平衡上具有重要作用。该研究结果为靶向激活植物 GST 解毒代谢相关通路,提高农作物对农药和其它污染物解毒能力提供了新的调控途径。

通过嫁接试验,该研究还发现,超表达基因 COMT1 番茄作为砧木,能促进接穗番茄果实的褪黑素积累,并降低农药残留量。该结果为生物技术蔬菜砧木育种及嫁接中的应用提供了新思路。该项目得到国家重点研发计划、国家自然科学基金和山东省蔬菜产业技术体系的资助。(李晨 王静)

相关论文信息:

DOI:10.1016/j.envpol.2019.05.052



报告封面

“中国可以借鉴欧盟和韩国的成功经验,通过改善教育质量和可获性、升级基础设施和促进人口合理迁移流动来解决贫困农村地区的根本问题。通过改革补贴政策,将生产补贴重新转为收入支持,改善农村民生和环境保护。”

“乡村振兴是一种全局性策略,它通过认识到构成整个食物系统的各个产业之间的内在联系来解决贫困、食物及营养不安全问题。在不到十年的时间里,农村地区的创新和投资将为许多农村居民提供一种摆脱贫困、营养不良和低生活质量的方法。乡村振兴的潜力十分巨大。”近日,2019 年全球粮食政策报告(中文版)在京发布。

2019 年全球粮食政策报告指出

全球乡村再振兴潜力巨大

■ 本报记者 李晨

国际食物政策研究所所长樊胜根博士评价道,中国重视乡村振兴战略的实施,将会带来全球对农业农村地区的重新关注。

乡村振兴战略为农村解围

报告指出,2018 年,随着贸易保护主义和反全球化成为许多国家的主要政治主张,多边和双边关系发生了巨大变化。受这些挑战影响,农村地区处于重重危机之中。在广大非洲、南亚地区,农村青年 20%~30% 没有工作,50% 的人就业不足。80% 的绝对贫困在农村地区,全球农村贫困率为 17%,而城市贫困率为 7%。农村地区深受不断加剧的饥饿和营养不良、持续贫困、有限经济机会和环境退化的恶性循环的困扰,许多农村地区已经不适合人类居住。

“全球农村地区长期以来被政策制定者和发展共同体忽视。”樊胜根指出,需要进行系统化改革,以提高农村收入、改善农村食物安全和营养、保护环境资源以及提高农村地区的生活条件。在全球范围内,中国政府在 2018 年提出了乡村振兴战略。

樊胜根认为,乡村振兴战略的提出,能为今后代积极改造农村地区。乡村振兴考虑到生活的方方面面,使农村成为人们生活、工作和养育家庭的好地方。这些考虑包括就业机会和建立城乡经济之间的联系,不只是局限于与大城市的联系,较小的城镇和城市也不例外。增强的农业生产力和多样性以及运作的农村市场与城市中心相联,可以为城市

和农村人口提供健康的饮食,同时提高农村贫困人口的收入。投资农业(特别是生产后处理)及相关领域,尤其是已经在农村经济中蓬勃发展的非农业部门,可以使农村地区成为创新中心、刺激创造就业机会、减缓青年移民潮。

樊胜根强调,乡村振兴的基石包括增加就业、妇女赋权、改善环境、获得能源、乡村治理。“这些基石可以打造出充满活力的农村地区,吸引和留住受过良好教育且健康的农村居民。”

欧盟、韩国的经验

报告总结了各个国家乡村振兴或者是再振兴的成功案例,并特别介绍了欧盟和韩国的经验。

樊胜根告诉《中国科学报》,乡村发展是欧盟的一项首要任务,也是欧盟“共同农业政策”的两大支柱之一。欧盟的多部门方法旨在提高农业竞争力,确保自然资源和气候行动的可持续管理,并实现平衡地域发展。这些目标正在通过各种行动来实现。

欧盟农村发展经验凸显了财政政策和补贴的重要性,他们为采取可持续性做法的农民提供补偿,并向青年农民提供进入和留在农业领域的财政激励措施。例如,开设“绿色”直接支付,将支付与食品安全、环境保护和可持续农业等结果挂钩,奖励农民的环境做法,并为有益于环境和气候的投资提供支持。

农村和农业多样化、增值和农村服务以及基础设施的支出预计将改善农村生计,创造农村就业机会。而由农

民、研究人员、企业和非政府组织共同组成的行动小组得到支持,开发新产品、新流程和新技术。例如,智能村庄倡议利用数字互联互通,为医疗保健与环境目标联系起来的有效手段,设计监测和评估项目。

樊胜根认为,中国可以借鉴欧盟和韩国的成功经验,通过改善教育质量和可获性、升级基础设施和促进人口合理迁移流动来解决贫困农村地区的根本问题。通过改革补贴政策,将生产补贴重新转为收入支持,改善农村民生和环境保护。此外,推行采用农村发展

与环境目标联系起来的有效手段,设计监测和评估项目。樊胜根认为,中国可以借鉴欧盟和韩国的成功经验,通过改善教育质量和可获性、升级基础设施和促进人口合理迁移流动来解决贫困农村地区的根本问题。通过改革补贴政策,将生产补贴重新转为收入支持,改善农村民生和环境保护。此外,推行采用农村发展

与环境目标联系起来的有效手段,设计监测和评估项目。樊胜根认为,中国可以借鉴欧盟和韩国的成功经验,通过改善教育质量和可获性、升级基础设施和促进人口合理迁移流动来解决贫困农村地区的根本问题。通过改革补贴政策,将生产补贴重新转为收入支持,改善农村民生和环境保护。此外,推行采用农村发展

与环境目标联系起来的有效手段,设计监测和评估项目。樊胜根认为,中国可以借鉴欧盟和韩国的成功经验,通过改善教育质量和可获性、升级基础设施和促进人口合理迁移流动来解决贫困农村地区的根本问题。通过改革补贴政策,将生产补贴重新转为收入支持,改善农村民生和环境保护。此外,推行采用农村发展