

种了 6000 年的作物有了染色体级别基因组

■本报记者 李晨

大麻又名火麻、汉麻、线麻等，籽用大麻在食品、医药、纺织、造纸等多个领域被广泛应用，是一种重要的工业原料。

近日，福建农林大学麻类研究室联合该校基因组与生物技术中心在《植物通讯》上发表了首个染色体级别的籽用大麻参考基因组图谱。他们在此基础上解析了种子中脂肪酸和维生素 E 合成途径关键基因的作用，对籽用大麻的功能基因验证和分子设计定向育种有重要科学意义和应用价值。

最古老的栽培经济作物

大麻为大麻科大麻属一年生草本植物。它是一种二倍体植物，由 9 条常染色体和一对性染色体组成。

大麻栽培历史悠久，是世界上最古老的栽培经济作物之一。我国是世界上最古老的汉麻生产国和起源地之一，据记载已有 6000 多年历史。目前，大麻主要分布在亚洲及欧洲等地区。

根据用途和大麻素含量，大麻可分为纤维型（工业大麻）、籽用型（油用型）、药用型等。

论文通讯作者、福建农林大学教授张立武告诉《中国科学报》，籽用大麻全身是宝，被广泛应用于生产纸张、纺织品、建筑材料、食品、医药、化妆品、合成塑料、玻璃纤维等方面。

此外，籽用大麻含油量可达 32%以上。籽用大麻食用油中不饱和脂肪酸的含量约为 90%，其中必需脂肪酸的含量约为 80%，还含有丰富的 Omega-3 脂肪酸和维生素 E。籽用大麻种子还富含人体易吸收的麻仁球蛋白、白蛋白及 8 种必需氨基酸等诸多营养成分，其加工制品营养价值也很高。

除籽用外，大麻纤维因具有抗菌杀毒、吸湿、透气、防静电、柔软适体等优良特点，作为一种环保型的纤维原料被广泛应用。

9 月 26 日，“科技之眼 涪江回响”系列活动之一的“聚星成链 逐梦空天”2023 中国科技城航空航天国防科技展在四川中国（绵阳）科技城 5G 科技园举行。

本次展览立足中国(绵阳)科技城空天科技产业定位，汇聚航空航天、国防科技工业发展最新成果，超过 200 个精彩展项参展。

此次展览设有“空天逐梦”“固国强军”两个展馆，中间穿插 3 个重型军事装备展示区。图为参观者在展馆内了解相关展项。

图片来源：视觉中国

“科普 + 产业”如何抓住新风口

■本报记者 甘晓

随着科技创新成为社会高频词，被誉为创新发展“另一翼”的科普站上风口。作为公益性事业的科普，有望在插上产业的翅膀后飞向更高、更广阔的天空。

近日，由北京市科学技术委员会、中关村科技园区管理委员会支持的“科学思想汇”沙龙活动在北京举行专题研讨。科普研究者、科研机构代表、科技企业代表、科普企业代表、投资机构代表围绕“‘科普 + 产业’创新发展”这一主题展开讨论。

融合发展

“要推动科普全面融入经济、政治、文化、社会、生态文明建设。”2022 年 9 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》对科普事业提出了新的愿景。其中，推动科普公共服务市场化改革、鼓励兴办科普企业等措施成为培育壮大科普产业的重要途径。

北京市科学技术委员会、中关村科技园区管理委员会文化科技处副处长龙华东在致辞中表示，作为一项公益事业，科普事业已经呈现出与文化、旅游、体育等产业深度融合的态势。

龙华东从国际上的一些成功案例获得启示。例如，在美国，2016 年时博物馆业对经济的贡献就达到 500 亿美元，提供了约 72 万个岗位。在日本、冰岛等国家，不少城市通过科普活动打造出颇具特色的城市形象，科普场馆成为网红“打卡地”。

“科普 + 产业”的市场化思路不仅能够推进科普事业的发展，也为相关产业发展提供新动能。例如，在化工行业饱受“环境污染”诟病的环境下，化工科普显得尤为重要。中国工程院院士、清华大学化学工程系教授金涌深耕化工科普多



籽用大麻植物。 张立武供图

首个高质量籽用大麻基因组

论文第一作者、福建农林大学博士研究生魏华伟介绍，他们以籽用优良品种“榆社火麻”为材料，采用二代、三代测序策略，结合 Hi-C 染色体构象捕获技术，首次完成了籽用火麻染色体水平全基因组测序和组装工作。

该研究获得的籽用大麻基因组大小为 794Mb，评分较高。“与先前已发表的药用大麻基因组图谱相比，籽用大麻基因组图谱显示出更高的组装质量。”张立武说。

比较基因组学分析表明，籽用大麻与桑树亲缘关系最为密切，其分化时间为 5600 万年前。他们研究发现，籽用大麻在进化过程中经历了两次全基因组加倍事件。

为了探究不同类型大麻之间的差异，特别是

籽用大麻中特异基因的作用，该团队对籽用大麻、野生大麻、药用大麻进行了比较基因组学分析，发现它们之间共有的基因家族有 14439 个，而籽用大麻特异的基因家族有 2636 个，其中有 30 个基因在脂质分解代谢过程中显著富集。他们还分析鉴定出许多与氧化磷酸化、光合作用等相关的特异性基因，这可能与种子中具有丰富的抗氧化成分特性有关。

筛选脂肪酸合成关键基因

油酸能调节人体血浆中高、低密度脂蛋白胆固醇的浓度比，可降低血液胆固醇，预防动脉粥样硬化。

然而，张立武指出，目前国内外对大麻籽的研究主要集中在麻籽的营养成分、麻籽油制取、麻籽蛋白的制备与功能特性等方面，对大麻籽油脂肪酸合成的研究较少。

“为了更好地了解大麻中脂肪酸和维生素 E 的合成过程以及哪些基因参与这个过程，我们在籽用大麻中分别鉴定了 36 个脂肪酸合成基因和 16 个维生素 E 生物合成途径基因，并对它们的表达谱进行了分析。”魏华伟说。

结果发现，SAD 和 FAD 作为油酸和亚油酸合成的关键基因，其基因拷贝数在籽用大麻中增加，这可能是大麻种子中含油量丰富的原因。

种子的成熟过程非常复杂，随着种子成熟，脂肪酸和维生素 E 不断积累，而参与这个过程的基因非常值得探究。

魏华伟介绍，他们通过分析大麻种子成熟过程的转录组，结合共表达网络分析，发现了 8 个参与脂肪酸合成的关键基因和两个参与维生素 E 合成的关键基因。

“这些关键基因的筛选，为进一步研究脂肪酸合成机制奠定了基石。”张立武说。

相关信息：
<https://doi.org/10.1016/j.xplc.2023.100718>



发现·进展

国家纳米科学中心

血氧饱和和度动态成像为肿瘤疗效预测提供新方法

本报讯 (记者张双虎)国家纳米科学中心研究员钟业腾团队与该中心教授陈春英团队、胡志远团队合作，共同研发了一种在近红外二 b 区(NIR-IIb)活体成像窗口下的血氧饱和和度原位动态成像技术。应用该技术可以对小鼠深层组织内的肿瘤血管结构清晰成像，并实时准确地量化其血氧饱和和度水平。近日，该研究成果发表于《自然－纳米技术》。

肿瘤细胞依赖从周围血管中汲取的氧气和养分维持其异常增殖、侵袭、转移行为。大量研究表明，不同肿瘤之间存在显著的代谢微环境异质性，且其内在和外在的决定性影响因素尚未阐明。而这种代谢微环境的异质性严重影响针对肿瘤代谢特异性的药物发挥作用。

肿瘤组织内部及其周围血管中的血红蛋白负责氧气分子的运输，因此在活体原位条件下对肿瘤相关血管中血氧饱和和度水平的可视

化监控和定量化测量，有助于有效评估肿瘤组织细胞的代谢水平和代谢微环境，为肿瘤学研究和临床诊断预测提供更精确、更全面的键信息。

为此，联合团队研发出一种在 NIR-IIb 活体成像窗口下的血氧饱和和度原位动态成像技术。应用该技术可以对小鼠深层组织内的肿瘤血管结构清晰成像，并实时准确地量化其血氧饱和和度水平。为肿瘤免疫治疗的疗效预测提供了全新方法。

此外，基于此技术的双通道 NIR-IIb 活体动态成像，能够同时获取肿瘤血管血氧饱和和度成像和靶向免疫检查分子影像，有望进一步提高肿瘤免疫治疗预测的准确性。

相关信息：
<https://doi.org/10.1038/s41565-023-01501-4>

广东省农业科学院果树研究所

柑橘黄龙病研究获进展

本报讯 (记者朱汉斌)广东省农业科学院果树研究所柑橘黄龙病研究团队在甜橙中鉴定到对柑橘木虱具有驱避作用的 CsTPS21 基因，解析了其催化合成萜烯类物质的能力以及对柑橘木虱行为的潜在影响。相关研究近日发表于《植物生理学及生物化学》。

柑橘黄龙病是柑橘类作物最具毁灭性的细菌性病害，成为制约全球柑橘产业可持续发展的瓶颈问题。柑橘黄龙病由亚洲柑橘木虱传播，因此控制柑橘木虱的取食和柑橘黄龙病的侵染对柑橘生产具有重要意义。

昆虫－植物相互作用诱导的植物挥发性萜烯类物质在植物防御草食性害虫攻击中发挥重要作用。利用植物挥发性萜烯类物质调控食草性昆虫的行为，可以在一定程度上减少害虫的数量，在抗虫研究上具有广阔的应用前景。

该研究旨在从柑橘中鉴定可以驱避柑橘木虱或减少其吸引力的挥发性物质，并探索这

种策略控制柑橘黄龙病传播的可能性。

研究团队在甜橙中鉴定了一个单萜类 TPS-b 亚家族成员的萜烯合成酶基因 CsTPS21，利用酵母体外表达系统及酶促反应明确了其蛋白催化产物为 β－罗勒烯。通过转基因技术，研究人员获得了 CsTPS21 过表达转基因烟草，并利用其叶片进行木虱行为选择实验。结果表明，转基因植株大量合成 β－罗勒烯，且其对柑橘木虱具有驱避作用；同时在烟草中过表达 CsTPS21 可以调节茉莉酸相关通路，增加茉莉酸的积累，诱导茉莉酸生物合成基因的表达，从而防御柑橘木虱的取食。

该研究成果为以 β－罗勒烯和 CsTPS21 为候选物来制定柑橘黄龙病防控策略提供了重要理论基础。

相关信息：
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.107887>

中山大学等

发现免疫治疗反应关键性 T 细胞亚群

本报讯 (记者朱汉斌)中山大学肿瘤防治中心教授徐瑞华团队联合澳门大学健康科学学院副研究员张海燕等，揭示了 EBV（EB 病毒）阳性胃癌患者治疗敏感性的免疫学基础，发现了免疫治疗反应的关键性 T 细胞亚群，有望为 EBV 阳性胃癌患者提供新的治疗方向。相关研究成果近日发表于《信号转导与靶向治疗》。

研究人员通过动态单细胞转录组测序和配对的免疫组库，对免疫联合化疗前后 EBV 阳性和阴性胃癌的肿瘤免疫微环境进行了精细解析。通过系统比较 EBV 阳性和阴性胃癌患者的肿瘤微环境免疫特征，他们发现 EBV 阳性胃癌微环境为免疫炎症型，具有丰富的 T 细胞和 B 细胞浸润，体现了 EBV 感染、免疫细胞生态系统和肿瘤之间复杂的相互作用。

通过进一步分析，研究人员发现，在 EBV 阳性胃癌患者中，存在 EBV 抗原特异性 CD8⁺T 细胞亚群 (ISG-15⁺CD8⁺T 细胞)。这群细胞为前体耗竭型 T 细胞，表现出干细

性质，具有较强的增殖能力和分化为耗竭型 T 细胞的潜能。研究人员通过动态精确对比不同免疫细胞的组成成分和比例变化与治疗效果的关联，发现更高基线水平的 ISG-15⁺CD8⁺T 细胞能够预测更好的免疫治疗响应。

研究人员还发现，治疗有效的患者肿瘤微环境中高表达 CXCL13 的 CD8⁺T 细胞出现明显克隆扩增，显示出较强的肿瘤杀伤能力。而非响应患者肿瘤浸润 CD8⁺T 细胞则高表达抑制性免疫检查点 LAG3，并逐渐进入终末耗竭状态，因此推测 LAG-3 可能是 EBV 阳性胃癌患者免疫治疗的潜在靶点。

“基于该发现，研究团队推荐两名难治性 EBV 阳性胃癌患者参加 LAG3 抑制剂的临床试验，发现 LAG3 抗体有效抑制肿瘤生长并降低外周血 EBV-DNA 拷贝数。靶向 LAG3 可能是 EBV 阳性胃癌患者新的治疗方向。”论文共同通讯作者徐瑞华表示。

相关信息：
<https://doi.org/10.1038/s41392-023-01622-1>

南京师范大学等

中国最新最完整蛇类特征数据集出炉

本报讯 (记者胡琅琦)截至 2023 年 1 月，中国共记录 312 种蛇类，是世界上蛇类多样性最丰富的国家之一。物种特征决定其在环境中的生存能力，在进化生物学、生态学和保护生物学研究中有重要作用。但是，目前还没有关于我国蛇类形态学、生活史、生态学等特征的完整数据库。日前，《生物多样性》发表了目前中国最新、最完整的蛇类特征数据集，可为我国蛇类的生态学、生物地理学、保护生物学等方面的研究提供基础数据支持。

南京师范大学、安徽大学、广东省科学院动物研究所等单位的科研人员通过系统查阅已出版的蛇类专业书籍、已发表的文献、爬行动物数据库，共收集整理了中国现有 312 种蛇类的 41 个特征数据。这些特征由三方面组成：形态特征，包括鳞片、牙齿等 25 个特征；生活史特征，包括体长、食性、捕食方式、繁殖方式、活动时间、有无毒性等 11 个特征；生态学特征，包括是不是中国 / 岛屿特有种、成体生境、地理分布范围和海拔分布等 5 个特征。

有了该数据集，首先，可以推动我国蛇类在全国尺度和局域尺度的功能多样性和群落

构建格局及其影响因素的研究。物种特征与功能多样性和群落构建密切相关，而功能多样性反映了不同群落之间物种特征的差异，是目前反映生态系统功能最好的预测因子。

其次，蛇类的许多生活史特征，比如身体大小、繁殖能力等，往往会随纬度或其他环境梯度发生有规律的变化。该数据集将有助于深入分析和研究我国蛇类生活史特征的变化规律及其影响因素。

再次，物种特征还可以用来预测物种的灭绝风险。针对蛇类物种特征和灭绝风险之间的关系，国外已经开展了大量研究，但国内相关研究才刚刚开始。鉴于近年来我国蛇类新物种不断被发现和更新，可以利用该数据集重新分析我国 312 种蛇类的物种特征与濒危灭绝风险的关系。

最后，蛇类由于具有极高的药用价值和营养价值，被大量捕杀。如今，中国已经成为最大的蛇类生产国和贸易市场。该数据集有助于鉴定哪些中国蛇类更容易受到非法贸易的侵害，从而更好地保护中国蛇类多样性。

相关信息：
<https://doi.org/10.17520/biods.2023126>