

泛基因组数据库：找到油菜“好基因”

■本报记者 王方

油菜是世界第二大油料作物，也是我国最重要的油料作物之一。今年初，华中农业大学一支科研队伍公布了8个甘蓝型油菜的高质量参考基因组。近日，他们在原有研究基础上，通过整合1689份油菜的基因组及重测序数据，构建了首个油菜泛基因组和比较基因组生物信息平台BnPIR。相关论文日前在线发表于《植物生物技术杂志》。

有了这一平台，研究人员可以更快地、更方便地检索和使用油菜泛基因组相关资源。为何建设油菜泛基因组平台？这是一个什么样的数据库？油菜相关的多组学数据研究进展如何？《中国科学报》对此进行了采访。

目前的“标准地图”有盲区

甘蓝型油菜大约在7500年前由白菜和甘蓝自然杂交形成，是非常“年轻”的多倍体植物。

“多倍体物种尤其是年轻的多倍体植物中，往往存在大量的非同源染色体重组事件，这些重组事件导致甘蓝型油菜内部的遗传变异非常丰富。”华中农业大学生物信息团队副教授杨庆勇说。

而在过去的几十年里，为了提高油菜的产量、品质及适应性等目标性状，国内外油菜遗传育种科学家持续将白菜、芥菜等种质资源中控制重要性状（如抗性等）的遗传位点，通过杂交或者远缘杂交等手段导入到甘蓝型油菜中，进一步丰富了其物种的遗传多样性。

“现有的研究数据表明，甘蓝型油菜基因组中七成以上基因都存在大的遗传变异，也就是通常所说的结构变异。换句话说，对于油

菜这样的年轻多倍体物种，单一参考基因组往往无法很好地包含物种内丰富的遗传变异信息。”杨庆勇进一步解释道。

如何系统挖掘和揭示甘蓝型油菜的遗传变异？

杨庆勇介绍，传统的遗传变异检测手段主要通过基因组重测序，然后将重测序的读段比对到参考基因组，可以称之为“按图索异”。这里的“图”是指参考基因组，即生命科学中的“标准地图”。但目前使用的“标准地图”（单一参考基因组）仍然存在大量的“暗区和盲区”。

单一参考基因组为重要性状相关遗传位点和基因的挖掘与利用设置了重重障碍。为了克服这些困难，科学家提出了通过整合多个代表性种质资源的基因组信息，构建泛基因组的思路和方法。

首个油菜泛基因组

甘蓝型油菜是研究植物多倍化和进化的模式物种。遗憾的是，甘蓝型油菜一直缺乏专门的基因组数据库，研究人员不得不借助芸苔属数据库（BRAD）和其他公共数据库（Genoscope和Ensembl等）来获取甘蓝型油菜的基因组数据。

“这些数据库基于单一品种基因组和注释，并且缺乏多组学数据和群体变异信息。”华中农业大学生物信息团队教授陈玲说。

据介绍，整合多个个体的泛基因组可以更加全面地检测物种内部的遗传变异，获得各个样本共有和特有的基因集，结合不同样本的表型差异可以为进一步挖掘重要农艺性

状基因提供基础。

2020年1月，华中农业大学油菜团队与生物信息团队合作，在《自然—植物》上发布了8个甘蓝型油菜种质基因组序列，并通过比较基因组分析鉴定了大量SNPs（单碱基多态性）、PAVs（存在/缺失变异）等变异，构建了大小约为1.8Gb的泛基因组，包含约15万个基因。他们通过基于PAVs的全基因组关联分析，直接鉴定到了与角果长度、种子重量和开花时间相关的结构变异。研究发现，多个FLC基因上的PAVs与开花时间和生态型分化紧密相关。

华中农业大学油菜团队教授刘克德介绍，该研究为进一步解析甘蓝型油菜的基因组结构和加速遗传改良提供了资源，泛基因组的建立对鉴定与重要农艺性状关联的结构变异有重要意义。

为了让油菜遗传育种研究人员能够快速、方便地检索和使用油菜泛基因组相关资源，研究人员进一步结合1689份油菜的基因组及重测序数据，构建了甘蓝型油菜泛基因组数据库BnPIR。

泛基因组数据库 BnPIR

杨庆勇介绍，BnPIR是基于基因信息模块的综合平台，以泛基因组浏览器和多基因共线性为核心，包含多组学数据和常见的生物信息学工具。BnPIR包含基因组序列、基因注释、系统发育关系、表达数据、PAVs信息、基因分类、品种信息和常用多组学工具，并提供快速搜索和可视化的集成。

BnPIR为油菜分子生物学和育种提供了

丰富资源，有助于油菜研究人员在泛基因组背景下搜索和可视化其结果，并与其他物种的泛基因组分析提供有价值的模板和平台。

同时，研究人员也指出，“目前我们用于构建泛基因组的代表性油菜品系仅9个，未来将收集、组装和收集更多代表性油菜品系的基因组及其变异信息，整合到BnPIR泛基因组数据库中。”

此外，除了主要聚焦于检索变异层面的BnPIR，现在他们还完成了基于图形结构的泛基因组的构建，并应用这个新构建的泛基因组进行全基因组关联分析及进化分析等研究工作。

当前，我国科学家在十字花科作物育种领域发表外文论文总量排名世界第一，并且产生了大量优良的遗传材料以及基因组/转录组和代谢组等多组学数据。如何实现多组学数据复用和共享，将数据转化成知识、专利、品种及生产力，一直是科研人员思考和努力的方向。

“泛基因组数据库仅仅是个开端，目前我们与国内的多个油菜研究团队合作，已经完成了油菜泛转录组数据库的构建，很快就会与大家见面。油菜代谢组数据库相关构建工作也已开展。”华中农业大学油菜团队教授郭亮说。

华中农大的研究人员希望，未来通过与国内油菜科学家更加紧密的交流与合作，为油菜遗传育种提供更加系统全面、准确高效和友好的数据库和生物信息平台服务。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41477-019-0577-7>

<https://doi.org/10.1111/pbi.13491>

发现·进展

中科院植物研究所

揭示草原不同功能群植物对氮富集响应

本报讯（记者丁佳）“天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊。”一提到草原，很多人就会联想到这样的景象。然而，在全球变化的大背景下，草原还会如此丰饶吗？近日，中国科学院植物研究所研究员张文浩团队在氮富集影响温带草原物种多样性方面取得新进展。该研究从新的视角进一步揭示了草原不同功能群植物对氮富集的响应，为深入理解全球变化背景下的草地生态系统响应提供了新的认识。相关研究发表于《生态学杂志》。

张文浩研究组通过野外多个氮添加与土壤酸化控制实验平台，结合室内模拟实验，以根际过程为切入点，解析了典型草原不同物种和功能群对氮富集的响应。

研究发现，与禾草相比，杂类草根系在氮富集条件下具有较强的酸化能力以及磷酸酶和有机酸分泌能力，导致杂类草具有较高的磷获取潜力，进而导致叶片的总氮磷比对氮富集的响应显著低于禾草叶片的总氮磷比。此发现对传统的“养分限制”假说和“化学计量”假说提出了新的挑战。

此外，研究人员发现，氮富集导致草原植物物种的丧失具有阶段性和物种依赖性特征，并且在不同的时间尺度物种丧失的主导机制不同。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1111/1365-2745.13519>

<https://doi.org/10.1111/1365-2745.13415>

山西大学

新技术使微波测量灵敏度提高千倍

本报讯（记者程春生 通讯员王海滨）山西大学激光光谱研究所教授贾锁堂、肖连团带领团队在国际上首次实现里德堡原子微波超外差接收机样机，极大提升了微波电场强度的探测灵敏度，微波测量灵敏度达55nV/(cm·Hz^{1/2})，优于之前国际最好水平1000倍，最小可探测微波场强约400pV/cm，优于之前国际最好水平1万倍。相关成果日前发表于《自然—物理学》，该成果极大推动了微波电场精密测量领域的发展，在国防安全、微波通信、量子计量、电子信息等领域具有重要的应用价值。

经典微波测量方法通过微波诱导金属中自由电子产生有规律的感应电流来提取微波电场的信息。然而，金属中的自由电子具有随机热运动特性，在感应电流中引入随机热噪声，这是该方法实现超高灵敏度探测难以突破的瓶颈。

该研究团队提出的基于可控原子体系的微波超外差测量新原理和新技术，从根本上避免了经典微波测量方法中自由电子随机热噪声的影响。他们的研究突破了微波量子测量的场强和极化测量局限，实现了利用里德堡原子对微波电场相位和频率的测量。值得一提的是，他们完成了X波段雷达测速样机的功能演示，最小速度分辨率达到5μm/s(3mHz)，从超低速度运动目标到超高速飞行器，均可用其探测，而且这种超外差极微弱微波电场的场强测量值具有良好的可溯源性。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41567-020-0918-5>

中科院海洋研究所

水产新品种“海蛎1号”问世



长牡蛎“海蛎1号”

本报讯（记者廖洋 通讯员王敏）近日，农业农村部公布了2020年审定通过的14个水产新品种，由中国科学院海洋研究所研究员张国范团队培育的高营养品质新品种长牡蛎“海蛎1号”榜上有名。

糖原作为牡蛎鲜味的主要呈味物质之一，是牡蛎产品重要的品质性状。牡蛎的糖原等品质性状缺乏活体检测技术，且其含量极易受养殖环境、季节及生理状态等因素的影响。因此，糖原等品质性状的改良一直是国际牡蛎育种研究的难点。

“海蛎1号”是该所贝类增殖与育种生物技术团队历时十余年培育成功的品种。育种团队在牡蛎基因组重测序和同质化驯养的基础上，系统评估了我国长牡蛎的群体结构和种质特征，获得了一批优异的育种基础群体；深入开展经济性状认知与遗传解析，阐明了长牡蛎糖原含量的性状特性，开发了糖原含量相关的高效分子标记和分子育种模块。利用河北乐亭的野生群体为基础群体，以糖原含量为目标性状，育种团队采用基因模块辅助选育结合家系选育技术成功培育“海蛎1号”。

“海蛎1号”具有糖原含量高的显著优点。团队科研人员经过测试发现，与未经选育的长牡蛎相比，10~11月龄的成贝糖原含量（干样）平均提高25.4%，生长速度保持稳定不变，适宜在黄渤海牡蛎主产区人工可控的海水水体中养殖。

简报

第八届上海院士专家峰会举行

本报讯 日前，以“未来人民城市：创新·协同·共享”为题的第八届上海院士专家峰会在沪举行。

中国科学院院士沈文庆、陈凯先、褚君浩、毛军发和中国工程院院士丁健、钱锋、樊代明、宁光、吴志强等专家学者立足长三角、放眼国际化，对新型基础设施建设如何为城市生活按下“智能升级键”以及未来城市群如何发展作出了深入分析和科学研判。（黄辛）

中科院沈阳分院与山东省教育厅签订科教融合协同育人协议

本报讯 10月27日，中国科学院沈阳分院与山东省教育厅举行科教融合协同育人战略合作协议签约仪式。

中科院沈阳分院院长韩恩厚介绍了沈阳分院的基本情况以及与山东省全面合作的工作成效。他表示，沈阳分院将携手山东省教育厅深入推进科教结合、协同育人、协同创新，优化学科专业布局，共同推动人才培养质量和科技创新水平的提升。

据悉，自2012年以来，中科院与教育部联合推动科教结合协同育人计划实施，参与的国内高校由36所增至73所，开设班级由61个增加至190余个。（沈春蕾）

我国急需打造自主汽车芯片创新生态

■原诚寅

近年来，我国新能源汽车产业发展取得显著成效，已成为新能源汽车最大的产出国。我国新能源汽车在世界范围内形成了先发优势，并进一步向智能化发展，新能源智能汽车成为未来汽车产业发展的主要方向。

新能源智能汽车是电子信息技术与新能源汽车技术深度融合的产物，车规级半导体（车规芯片）是实现智能化和电动化的核心硬件，是产业安全的“卡脖子”技术。

全球汽车芯片市场增长强劲

目前全球消费电子市场增长放缓，汽车芯片将成为未来全球半导体市场的增量驱动主力。2019年，全球汽车芯片市场规模约为475亿美元，但我国自主汽车芯片产业规模不到150亿元，约占全球的4.5%。与此同时，我国汽车产业规模占全球市场30%以上。汽车芯片占比与汽车产业占比存在巨大差距。

值得注意的是，我国汽车用芯片进口率达95%，先进传感器、车载网络、三电系统、底盘电控、ADAS（高级驾驶辅助系统）、自动驾驶等关键系统芯片全部为国外垄断，我国自主汽车芯片多用于车身电子等简单系统。随着全球经济合作态势日益复杂，进口渠道风险对汽

车产业存在致命影响。

从一辆汽车单车芯片成本均值看，2019年芯片成本约400美元/车，2022年将达到600美元/车左右。预计2022年我国汽车市场约有2500万辆车，由此估算我国汽车芯片市场可达150亿美元，占全球市场规模的22%甚至更高。汽车芯片市场孕育着巨大的市场机会和潜力空间，中国企业有必要把握机会。

车规芯片垄断态势亟待突破

汽车面临的环境复杂多样，因此要求车规芯片具备高安全性、高可靠性、高适应性、高稳定性等特征。汽车电子包括车身控制、底盘控制、智能驾驶、安全系统等，均需要通过芯片实现功能，因此汽车芯片处于汽车电子产业链的最基础地位。同时，车规芯片还要求具有高性价比，以适应汽车成本控制需求。

近年来，智能新能源汽车的芯片应用快速增长，一辆智能新能源汽车有上百枚芯片，但核心功能主要应用7类芯片，包括感知、控制、计算、通信、存储、安全、功率。而在这些关键芯片领域，产品几乎全部为外国企业垄断，中国企业自主率不到5%。这意味着，一方面，我国急需在这些方向加大自主创新；另一方面，在这些方

向上中国企业有很大的发力空间。

新研发的芯片不是直接就可以上车应用的，还需要通过供应链流程。车规芯片需要严苛的认证流程，包括可靠性、质量管理、功能安全等方面的验证。因此一款芯片一般需要2~3年时间完成车规认证，并最终进入整车厂供应链。而一旦进入供应链，一般就会拥有长达5~10年的供货周期。

国产车规芯片之所以推广困难，正是因为高安全与高可靠标准、长供货周期、中下游零部件厂商和整车厂长久合作关系等诸多因素，造成目前汽车芯片格局十分稳定，半导体企业、零部件供应商、整车厂商形成的强绑定供应链，推高了行业壁垒。

从现实看，欧美日目前已形成稳定供应链格局。国内，Tier1（车厂二级供应商）所需汽车电子芯片，通过资助开发和跨境收购有所突破，但Tier2（车厂一级供应商）所需半导体部件，国产能力几乎为零。尽管中国现在有很多汽车芯片设计企业，但都很难真正进入到车企的供应链体系中。

建立创新生态是解决问题关键

产业创新生态联动发展，是解决“卡脖子”



上图为师生们在芍药培育基地察看芍药品种性状。

周超摄

扬州大学获批建设国家级芍药种质资源库

本报讯（通讯员戴世勇 记者崔雪芹）近日，国家林业和草原局公布了第二批国家花卉种质资源库名单，共有33个国家花卉种质资源库入围，“扬州大学国家芍药种质资源库”名列其中。

自2008年以来，扬州大学园艺与植

物保护学院花卉种质创新与分子生物学研究团队一直致力于芍药资源收集、评价与创新利用、品质形成的生理基础研究、提质增效技术体系创建等方面工作。

该资源库保存了芍药栽培品种和野生种质525份，选育出具有自主知识产

权的芍药新品种12个，集成创新了芍药切花花色调控、花茎挺直程度调控、茎秆无侧枝化调控、延迟露地花期调控、安全越冬栽培及控草栽培等一系列切花大田生产调优技术体系，有力支撑了我国优质芍药切花的生产。