

里程碑式突破：“一系法”实现杂交稻“自我复制”

■本报记者 李晨

与常规稻相比，杂交水稻产量高、抗逆性强，然而其种子成本往往高出常规稻数倍。杂交水稻种子为什么那么贵？根源在于，杂交水稻的优势只存在于第一代。

能否让杂交水稻繁衍出和自身完全一样的克隆后代，实现“自我复制”？这也是中国工程院院士袁隆平生前提出的杂交水稻制种最高目标——“一系法”。

日前，中国水稻研究所(以下简称水稻所)研究员王克剑团队成功挖掘出水稻内源基因“华胥”，并据此培育出“一系法”杂交水稻概念性品种“一系 1 号”。该品种在不同株系和世代中，克隆效率稳定超过 99%，且结实率完全正常，真正让杂交稻实现了“自我复制”。相关研究成果发表于国内期刊《生命》(Vita)。

中国科学院院士、中国科学院植物研究所研究员钟康指出，该工作显著降低种子成本，为从根本上破解长期制约杂交水稻推广的高成本与高风险困局提供了可行路径。

中国科学院院士、中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员李家洋指出，王克剑团队的研究成果在“一系法”杂交水稻研究领域具有里程碑意义的突破，向着“固定杂种优势、无需年年制种”的终极目标迈出了关键一步。

杂交水稻制种的“简法”

论文通讯作者王克剑告诉《中国科学报》，杂交水稻是两个优秀水稻家族的后代，也就是“混血儿”，它自身长势旺盛，但它的后代却会“七零八落”。从杂交水稻到其下一代，原来的高产优势荡然无存。

对种子企业而言，每年须贷款投入巨额资金开展制种工作，产销链一旦出现问题，极易形成高库存、高亏损，给企业带来沉重的债务负担。如果杂交水稻种子能实现“自我复制”，那么制种成本和种子价格将大幅下降。

业界普遍认为，克隆效率直接关系到后代种子纯度，“一系法”若要具备真正的农业应用价值，必须迈过一道硬性里程碑门槛：克隆效率稳定达到或接近 100%，同时确保结实率和产量不受影响。然而，这一难题长期困扰全球农业界。

■集装箱

地方猪种质创新联合攻关项目获奖

本报讯(记者王昊昊)近日,湖南省农学会第十一届会员代表大会暨中南六省农学会学术年会在长沙召开,湖南省农学会首届科学技术奖现场揭晓。由湖南农业大学牵头,中国科学院亚热带农业生态研究所、湖南省畜牧兽医研究所等 6 家单位共同完成的“地方猪新种质创制及配套关键技术研究与应用”项目获科技创新奖特等奖。该项目由中国工程院院士尹遇龙领衔,历经 17 年联合攻关,在地方猪种质创新与产业化开发关键领域和环节取得重大突破。

项目团队以湖南地方猪代表性品种宁乡猪为突破口,首次绘制出高精度宁乡猪基因组图谱,注释了 20912 个蛋白编码基因,筛选出显著影响猪肉质的相关基因,揭示了宁乡猪肉质优异性状的遗传基础。项目团队为宁乡猪量身定制精准日粮方案,将猪肉比从 4.0 降至 3.0 左右;通过非粮饲草替代部分豆粕和玉米,每头猪“伙食费”节省数百元,养殖利润增加 300 元。

在加工环节,项目团队首创腊肉益生菌控盐低温长时间特色熏制加工和品质调控技术体系,突破传统腊肉加工品质不稳定、安全风险高的工艺瓶颈,减盐 30%以上,创制新产品 2 个,实现传统特色食品的品质升级。

目前,该项目成果已在 52 家应用单位大规模推广,近 3 年累计推广高品质商品猪 704 万头,经济和社会效益明显。

“科创中国”绿色智能车船动力科技服务团项目启动

本报讯(记者沈春蕾)近日,“科创中国”绿色智能车船动力科技服务团项目启动会在南京召开。本次会议聚焦绿色智能车船动力领域技术瓶颈,推动产学研协同创新,助力江苏及全国车船动力产业链高质量发展。

据介绍,“科创中国”绿色智能车船动力科技服务团项目集结行业资深专家组建专项服务团队,重点围绕车船动力尾气排放控制、高端材料应用、动力系统优化、零碳动力装备研发等共性关键技术开展攻关,阶段推进专家研讨、企业走访、技术攻坚、成果凝练等工作,精准对接产业刚需、补齐技术短板。

大会现场举行了科技服务团专家聘书颁发仪式,标志着“科创中国”绿色智能车船动力科技服务团正式组建完成。受聘专家涵盖高校、科研院所、研发企业等多个领域,为项目常态化开展精准科技服务、系统性破解产业难题提供强大智力支撑。



陈文强与王克剑(右)在田间实验。

受访者供图

1966 年,袁隆平在《科学通报》提出利用雄性不育系实现杂交水稻制种的科学构想。随后,袁隆平组织全国科研力量先后攻关了三系法、两系法。袁隆平在 1986 年首次提出,1987 年正式发表了“从三系法到两系法,最终到一系法”的战略构想。

王克剑解释,“一系法”的核心目标,是通过无融合生殖让杂交作物产生基因保持不变的克隆种子,从而固定杂种优势,实现“一次杂交,代代可用”。

从 0 到 1 再到 100 的攻关路线

在自然界中,已发现有 400 多种植物可以通过无融合生殖产生种子,但主要农作物并不在其列。“如果能将无融合生殖这个特性引入农作物中,只要得到一个优良的杂种单株,就能实现杂交水稻的持续利用,无需每年重新制种。”2013 年,王克剑团队启动“一系杂交稻探索计划”,制定了“从 0 到 1”,再“从 1 到 100”的攻关路线。

2018 年 6 月,王克剑团队将研究成果投稿到《自然》,论文经过二轮评审后转投至《自然-生物技术》,并于 2018 年 12 月 11 日被正式接收。该成果首次在杂交稻中创建了无融合生殖体系,获得了杂交稻的克隆种子,实现了杂交水稻无融合生殖“从 0 到 1”的突破。

■按图索技

高端超快激光装备有了全新散热路线

本报讯(记者李媛)近日,中国科学院西安光学精密机械研究所超快光科学与技术全国重点实验室研究员付玉喜、曹华保和副研究员刘柯阳团队创下当前千赫兹重频下直接液冷 Yb:YAG 薄片激光器的国际最高单脉冲能量纪录。该成果为我国高端超快激光装备自主可控提供了全新技术路径,相关研究成果发表于《光学快报》。

当前,商业化 Yb:YAG 薄片激光器均采用热沉式间接冷却技术路线,其核心工艺薄片晶体与热沉的键合技术难度大、门槛高,长期制约着我国高端超快激光装备的自主化发展。针对这一难题,团队创新性地采用直接液冷百微米级 Yb:YAG 薄片晶体技术路径,突破了高功率、大能量薄片激光头工艺瓶颈,掌握了全链条自主核心工艺。

刘柯阳解释:“商业化产品采用的‘间接散热’是把薄片晶体‘焊’在散热底座上,这

袁隆平第一时间给予了高度评价:“这个工作证明了杂交稻进行无融合生殖的可行性,是无融合生殖研究领域的重大突破,具有重大的理论意义。”他同时勉励团队:“再接再厉,早日将‘一系法’杂交水稻应用于生产。”

随后,王克剑团队开始攻克杂交水稻克隆效率问题,确立了“从 1 到 100”的攻关目标——克隆效率 100%、结实率完全正常的“一系法”杂交水稻。

攻克“一系法”：找到内源基因“华胥”

“克隆效率直接关乎种子纯度。”论文第一作者、水稻所博士后陈文强告诉《中国科学报》,我国对杂交稻种子生产纯度的最低要求为 97%,常规稻不低于 99%。业界长期认为,“一系法”杂交稻若要像常规稻一样自我繁育,克隆效率必须稳定达到 99%以上。

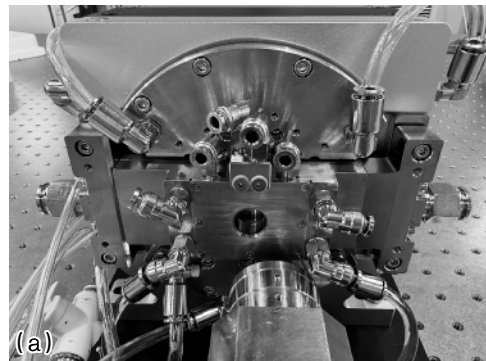
同时,无融合生殖技术要走向应用,必须维持正常的结实率。然而,此前研究发现,结实率与克隆效率之间存在明显拮抗——克隆效率越高的株系,结实率往往下降越严重。

长期以来,科学界推测,卵细胞受精后,精子可能携带着启动胚胎发育的关键转录信号。若找到这一起始调控因子,便有望开发出高效的孤雌生殖工具。

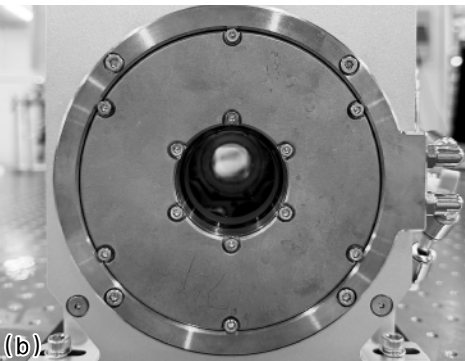
值得注意的是,迄今为止所有被鉴定出在卵细胞中异位表达时能触发孤雌生殖的基因,其编码的转录因子均具有广泛的表达模式和多样的发育功能。陈文强说,其中,BBM1 表现出最为特异的表达,但其不仅在精子和受精卵中高表达,还在后续胚胎发育过程中持续表达,表明其作用不止于胚胎发生的初始诱导阶段。

这些发现引出了一个关键问题:是否存在专门用于启动胚胎发生的特定因子?这类可能仅存在于精子和早期受精卵中的因子,或可诱导实现效率百分百的无融合生殖。

基于以上实验思路,经过数年持续攻关,王克剑团队终于成功挖掘出水稻内源基因,并将其命名为“华胥”。该基因编码植物精细胞的特



关键核心器件(a)薄片激光头和(b)泵浦模块实物图。



中国科学院西安光学精密机械研究所供图

对‘焊接’的要求极高。我们的技术路线让冷却液直接贴着晶体表面快速且稳定流动,产生的热直接被流动的冷却液带走,既提高了散热效率,又不影响光束质量,同时保持适

备结构紧凑,实现的参数指标追平国际同类产品。”

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1364/OL.605594>

生命早期控糖降低晚年痴呆风险

■本报记者 朱汉斌 通讯员 李玮坤

据《柳叶刀》预测,到 2050 年,全球痴呆症患者将增至 1.53 亿,其中六成以上患者为阿尔茨海默病。寻找病因与有效干预手段,已成为全球科学界的紧迫课题。

近日,香港科技大学(广州)(以下简称港科大(广州))一项发表于美国神经病学学会期刊《神经病学》的研究成果为这一课题提供了全新视角。阿尔茨海默病的“伏笔”,或许早在生命最初的 1000 天(从胎儿期到两岁)就已埋下。

论文第一作者、港科大(广州)博士生郑嘉臻介绍,生命早期糖摄入量水平较低的人群,数十年后罹患痴呆症的风险显著降低。

二战糖票留下的科学线索

从婴儿期到数十年后的痴呆风险,这项研究跨越了几乎整个生命周期,如何做到的?故事要从郑嘉臻的一次“灵感乍现”说起。

一次偶然机会,郑嘉臻在《科学》上看到一项研究利用英国二战期间的食物配给制度,探讨糖摄入与糖尿病、高血压的关联。他由此联想,同样的自然实验能否用于研究大脑健康?“生命最初 1000 天是器官发育、代谢调节和神经系统塑造的关键期,这期间的糖摄入会不会在几十年后仍影响大脑?”

郑嘉臻随即展开背景调查:二战期间及战后(1942 年至 1953 年),英国实施了长达十多年的

异转录因子蛋白。

王克剑说,“华胥”的命名灵感源自中国古代神话中被尊为中华始祖的“华胥氏”。这一无须父本参与而孕育生命的传说意象,恰好与孤雌生殖的非双亲遗传发育机制遥相呼应。

陈文强说,他们创制的 Fix8 株系均实现接近 100%的克隆效率。更为重要的是,个别 Fix8 株系在连续多代保持克隆效率接近 100%的同时,产量与正常水平持平。

随后,研究人员又升级获得概念性品种“一系 1 号”。在“一系 1 号”中,大部分株系在保持克隆效率接近 100%的同时,产量与正常水平持平,连续种植显示这些性状同样能够稳定传递到下一代。

李家洋说,从技术指标看,这是该领域首次在“一系法”杂交水稻中同时满足“稳定近 100%克隆效率”和“正常结实率”这两个产业化硬指标,意味着水稻杂种优势已可通过种子稳定传递,“一系法”最核心的科学障碍已被扫清。

“一系法”将从试验田走向生产田

“若该技术未来实现商业化,或将深刻改变杂交水稻的产业模式。”王克剑说,未来优良杂交品种选育后可通过种子自然复制,多代保持优势,制种成本有望下降 90%以上,优良品种的推广效率也将极大提升。

李家洋强调,科学上的突破不等于产业化的完成,从应用的角度看,仍需跨越“最后一公里”。假以时日,“一系法”从试验田走向生产田值得期待。

钟康指出,这项里程碑性质的工作发表是科学文化自信的标志,引导高水平科研成果优先在国内科技期刊发表,推动优秀成果回流本土,逐步破解“成果发出去、数据买回来”的“两头在外”困局。

王克剑表示,团队将持续优化迭代,着力于内源基因的精准调控、无标记且无外源整合的编辑技术开发,并开展多年、多点的大规模田间验证,最终创制不含任何外源序列、安全稳定的“一系法”杂交水稻品种。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.15302/vita.2026.07.0053>

“启直 5 号” 倾转旋翼无人机首飞成功

本报讯(记者陈彬)8 月 1 日,由南京航空航天大学(以下简称南航)科技成果产业化企业——南京启直航空科技有限公司(以下简称启直航空)研发的 1.5 吨级“启直 5 号”倾转旋翼无人机在安徽滁州试飞基地首次公开飞行成功,标志着启直系列倾转旋翼无人机向产业化迈出了关键一步。

在试飞现场,“启直 5 号”倾转旋翼无人机依次完成起飞、悬停、机动飞行、降落等系列科目。飞行全程由飞控系统自主控制,飞行状态稳定、各项参数达标,充分验证了整机气动布局、动力系统、飞控系统等的可靠性与先进性。

据悉,“启直 5 号”由南航直升机研究院院长、启直航空创始人招启军团队牵头研发,最大飞行速度 450 千米/小时,有效载荷 300 公斤、航程 1900 公里,具备“垂直起降+全域适配+高速巡航”三大优势。启直航空以自主可控倾转旋翼技术为核心,全面掌握总体设计、传动系统、旋翼系统、飞行控制、结构设计、气动噪声六大核心技术,构建起覆盖整机正向设计全流程的自主可控技术体系。

南航校长姜斌希望启直航空以此次首飞为契机,加快后续试飞验证和型号研制步伐,早日实现产品的工程化、规模化、产业化,让启直系列无人机在低空经济中大显身手。



南航供图

大湾区首个“华龙一号”项目一期工程建成投运

本报讯(记者朱汉斌 通讯员朱丹)记者从中国广核集团有限公司(以下简称中广核)获悉,8 月 3 日 11 时 18 分,中广核广东太平岭核电项目 2 号机组正式投产发电。这标志着粤港澳大湾区首个“华龙一号”自主三代核电项目一期工程全面建成投运。

太平岭核电项目位于广东省惠州市惠东县,一期工程于 2019 年 4 月 8 日获国家核准,2 号机组于 2020 年 10 月 15 日开工建设。建设过程中,团队吸收“华龙一号”前期项目建设经验,先后完成核岛主体结构施工、设备安装调试、核燃料装载、反应堆首次临界、并网发电等重大工程节点,工程质量、安全水平和建造效率稳步提升。

在 2 号机组建设中,项目团队持续推进建造技术与数智化深度融合。项目落地 60 余项数智化应用和 40 余个“数字员工”,完成智慧工地 3.0、数字指挥中心、外骨骼机器人等智能装备部署。其中,“数字员工”实现系统数据秒级提取,业务准确率突破 99%,年节省工时超 1500 小时;RPA 智能备件编码机器人每年节约人工成本约 1000 万元、压缩冗余备件成本近 4800 万元,为核电工程精益管理和智能建造提供了有力支撑。

随着 2 号机组具备商业运行条件,太平岭核电一期工程全面建成,两台机组预计年发电量超 180 亿千瓦时,可满足近 200 万人口一年的生产生活用电需求,每年等效减排二氧化碳约 1663 万吨,将进一步提升粤港澳大湾区清洁能源供应保障能力。

学与社会生物学》期刊。那或许是不经意间种下的跨学科种子。”

谈及合作缘起,张卓妮表示,郑嘉臻对 UK Biobank 数据非常熟悉,且知道该数据可与历史档案匹配。确定方向后,三人经过多轮讨论,开启了一次有意义的跨学科探索。

“李教授对我进行系统思维的训练,教我从严谨角度控制协变量,把神经科学和社会科学的证据串成完整链条;张教授则从政策视角帮我理解历史暴露与混杂因素的处理。”郑嘉臻说,“两位导师在方向、资源和关键问题上给予强有力的指导,架起跨领域桥梁,让我拥有更大探索空间。”

谈到跨学科指导师生,李世玮有一套方法论:“好导师不一定知道什么是对的,但要能察觉什么大概是错的,适时把学生导正。”

郑嘉臻并非李世玮唯一跨学科指导的博士生,他还在带智能交通领域的学生。在他擅长的微电子封装领域,也有博士生在进行生物医学微系统的跨学科研究。

目前郑嘉臻已通过博士答辩,未来仍将留在大湾区工作,继续利用大型人群队列研究生命早期暴露对慢性病与健康老龄化的影响。“港科大(广州)的跨学科培养给了我不同的平台与视角,它鼓励我从问题出发,而不是先定学科边界——这种思维让我受益终身。”

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000218313>