



# 高质量基因组揭秘“活化石”

■本报记者 李晨

作为裸子植物银杏纲唯一的孑遗物种,银杏不仅具有特殊的科学研究价值,而且具有重要的应用价值。

近日,南京林业大学联合中国农业科学院农业基因组研究所在《自然-植物》在线发表了染色体级别的银杏参考基因组,这是目前已发表的组装质量最高的裸子植物参考基因组。

论文共同通讯作者、中国工程院院士曹福亮告诉《中国科学报》,这项工作为深入了解裸子植物基因组进化提供了新的视角。

## 典型的孑遗植物

裸子植物作为一类独特的植物种系,主要由 4 个支系组成:银杏纲、苏铁纲、松柏纲和买麻藤纲。

论文共同通讯作者、南京林业大学林学院教授尹俊明介绍,目前银杏纲仅存银杏 1 种。

实际上,银杏纲在远古时代非常繁盛,是和恐龙同时代的物种。银杏纲植物出现于晚石炭世,在侏罗纪和早白垩世达到极盛,广布于欧亚北美大陆的温带地区。然而,第四纪冰期后,该纲植物在中欧、北美等地全部绝灭,所以银杏又有“活化石”之称。

“该纲其余所有物种均为化石植物,因此银杏具有重要的科学研究价值。”曹福亮说,作为典型的孑遗植物,银杏的生殖方式和胚胎发育比较原始。

## 大而复杂的基因组

“银杏基因组硕大、杂合度高,且重复序列含量极高,因此很难获得高质量的银杏参考基因组。”曹福亮说。

尹俊明告诉《中国科学报》,人基因组是比较大的,有 30 多亿个碱基,而银杏基因组是人基因组的 3 倍多,接近 100 亿个碱基。银杏有 12 对染色体,而人类有 23 对染色体,1 条银杏染色体的

长度平均约为 6 条人染色体的长度。

“国际上已完成多个裸子植物的全基因组测序,包括挪威云杉、火炬松等,但多数基于二代测序技术,基因组组装质量不高。”尹俊明说。

论文第一作者刘海琳介绍,这项工作采用了最新的基因组测序技术,获得了大小为 9.87G 的参考基因组图谱,并装配到银杏 12 条染色体上,准确注释了 27832 个银杏基因组蛋白编码基因,取代了原版本基因组草图的基因,是迄今发表的组装质量最高的裸子植物参考基因组。

他们发现,银杏编码基因的内含子显著延长。“其他裸子植物也有这个现象,而银杏编码基因的内含子比已报道的其他裸子植物编码基因的内含子要长很多。”刘海琳说,目前还没有对这一现象合理的解释,推测可能与重复序列的复制更活跃有关。

他们进一步分析,发现了银杏基因组扩张的机制。“全基因组复制事件是植物基因组扩张的主要原因。”尹俊明说,但他们确定,银杏只发生了一次全基因组复制事件,这与以往的研究结果不同。

“因此,银杏基因组的扩张方式主要不是通过全基因组复制,而是通过长末端重复序列插入和积累。”曹福亮说,分子证据显示,长末端重复序列最近的一次爆发时间在 1200 万~800 万年前,发生在银杏全基因组复制事件之后。

## 揭示原始特征的分子机制

在获得了高质量的基因组图谱后,研究人员揭示了银杏一些原始特征的分子机制。

1896 年,日本东京大学植物保护学家平濑作五郎发现了银杏具有多鞭毛的游动精子。在种子植物中,只有银杏和苏铁保留了精子鞭毛这一原始特征,显示出银杏在进化上的特殊地位。

“我们分析了 20 多种低等植物和高等植物,发现银杏和低等植物一样保留了精子鞭毛合成



银杏果实 曹福亮供图

的相关基因,而这些基因在其他裸子植物和被子植物中都是缺失的。”尹俊明说。

此外,银杏为隐花植物,看不到花瓣、花萼、雌蕊、雄蕊这些花器官。刘海琳说,通过比较基因组研究,“我们发现导致这些花器官消失或隐藏的原因是一些关键性功能基因的缺失”。

银杏叶片两面特征相近,无明显极性。通过进一步分析,他们发现,银杏基因组中缺乏叶片极性相关的多个关键基因,造成关键合成通路阻断,无法显示极性特征。

“这在基因组水平上阐明了银杏特殊的花器官和叶片极性特征形成的遗传基础。”曹福亮说。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41477-021-00933-x>

# 习近平给北京大学的留学生们回信

据新华社电 中共中央总书记、国家主席习近平 6 月 21 日给北京大学的留学生们回信,鼓励他们更加深入地了解真实的中国,把想法和体会介绍给更多的人,为促进各国人民民心相通发挥积极作用。

习近平在回信中说,你们主动了解中国国情和中国共产党历史,这对了解中国的过去、现在、将来十分有益。

习近平指出,读懂今天的中国,必须读懂中国共产党。你们提到中国共产党致力于发展经济、消除贫困,积极援助其他国家抗击新冠肺炎疫情。中国共产党做这些事情,是因为中国共产党是为中国人民谋幸福的政党,

也是为促进人类进步事业而奋斗的政党。

习近平表示,中国有句俗语:百闻不如一见。欢迎你们多到中国各地走走看看,更加深入地了解真实的中国,同时把你们的想法和体会介绍给更多的人,为促进各国人民民心相通发挥积极作用。

近日,来自 32 个国家的 45 名北京大学留学生代表给习近平写信,向中国共产党百年华诞致以美好的祝福。来信讲述了他们在中国学习生活的体会感悟,表达了对中国共产党坚强领导下中国取得伟大成就的由衷赞许,对中国共产党以人民为中心发展思想的高度认同。

# 科学家发现青藏高原最古老化石生物群

本报讯(记者沈春蕾)记者近日从中国科学院南京地质古生物研究所(以下简称南京地古所)获悉,该所科研团队在青藏高原柴达木盆地全吉山地区首次发现了典型的埃迪卡拉生物化石。这是继湖北三峡地区之后,我国发现的第二个埃迪卡拉生物群化石产地,也是迄今为止在青藏高原发现的最古老化石生物群。相关研究成果近日在线发表于《地质学》。

埃迪卡拉生物群出现于距今约 5.75 亿~5.39 亿年前的埃迪卡拉纪晚期,是寒武纪生命大爆发前全球分布范围最广的复杂生物群,包括多种类型的软躯体生物。2011 年,湖北三峡地区出土了第一块典型的埃迪卡拉生物群化石。这类化石不仅对理解早期动物演化具有重要意义,其不同的化石组合也是埃迪卡拉纪晚期地层划分与对比的标志。

2020 年 7 月,南京地古所早期生命研究团队与北京大学、成都理工大学科研团队合作,在柴达木盆地进行野外科学考察时发现了典型的埃迪卡拉生物群化石。该所副研究员庞科介绍,联合考察队伍在全吉山剖面埃迪卡拉

发现大量宏体化石,将该化石组合命名为全吉山生物群。

今年 6 月,科研团队再次来到当地进行科考时,在埃迪卡拉组发现埃迪卡拉化石,其以恰尼虫为代表。恰尼虫是埃迪卡拉纪晚期固着生长于海底的叶状生物,是埃迪卡拉生物群中最典型的化石之一。

据了解,研究人员在埃迪卡拉组还发现了数量丰富的陕西迹化石。陕西迹化石是一种具有密集排列横纹的条带状化石,普遍发现于距今 5.5 亿~5.39 亿年前的地层中,包括华南、华北、印度、西伯利亚以及纳米比亚,是一种埃迪卡拉纪末期潜在的标准化石。

庞科表示,恰尼虫和陕西迹在埃迪卡拉组的共同出现,表明埃迪卡拉组的沉积时代很可能为距今 5.5 亿~5.39 亿年前。

科研团队还发现,地层相似性表明,柴达木板块在埃迪卡拉纪晚期可能位于华北板块附近,且该时期这两个板块很可能处于中—高纬度地区,而非此前认为的低纬度地区。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1130/G48842.1>

## 看封面

# 迁徙,需要科学护航



最新一期《科学》封面展示的是,在印度尼西亚首都雅加达,一座废弃的清真寺坐落在海堤外。这座拥有 1000 多万人口的城市面临着海平面上升和地下水开采导致的地面下沉的双重打击,该国政府宣布将首都迁至婆罗洲的计划。

研究人员讨论了气候引发的搬迁,并表示科学研究可以为世界各地因气候变化而流离失所的人们提供帮助,但社区成员必须参与进来。研究人员正在加强对人类可居住区域的分析整合,绘制应对海平面上升的政策路径,帮助相关地区做好准备。(鲁亦)

图片来源:Kadir van Lo-huizen/SCIENCE

## 科学时评

# 科技伦理要“围观”更要“落地”

■刘永谋

近日,海军医科大学的科研人员在生命科学预印本平台 bioRxiv 上,发表“小鼠怀孕实验”研究论文。该实验在小鼠身上构建了怀孕小鼠模型,再通过剖腹产成功分娩出老鼠幼崽,最终有 10 只幼崽得以存活。

此消息迅速引发网络热议,原因可能有 3 个:第一,据说这是世界首例类似实验,一些媒体认为“赶英超美”。第二,很多普通网友产生“男人怀孕”的联想,好奇心被挑起来。第三,关注中国科技发展的人,看到实验存在明显的生命伦理问题,希望在此引起全社会关注。

作为科技哲学和科技伦理研究者,笔者属于第三类人,看到这则新闻的第一反应是:海军医科大学有没有科技伦理委员会?这样的实验到底有没有经过伦理审查?如果有,这样的实验究竟是怎样通过伦理审查的?

若笔者为该项目的伦理审查委员会成员,百分之百会投反对票。而且,笔者质疑,这篇发表在预印本上的论文,会不会最终因为伦理问题而被“拿下”。

如今,越来越多的人相信,科研是有伦理禁区的。在生命科学领域,科研活动究竟应该

遵守哪些生命伦理原则,有很多不尽相同的表述方式,但有 2 条得到所有人的承认,即尊重,以及不伤害/有益。

先来说有益问题。小鼠怀孕实验有什么意义?例如,可以用于濒危物种保护吗?现在有很多办法解决这个问题,不需要雌性怀孕来解决。即便在科幻方面,在人体内植入生物子宫来怀孕,有什么意义?女人不想生孩子,不如研究人造子宫来怀孕,把人造子宫放在机器人体内也可以啊。也就是说,对于小鼠怀孕,有很多可以替代的办法。

按照该论文作者的解释,其研究意义在于,“这项实验揭示了雄性哺乳动物胚胎正常发育的可能性,可能对生殖生物学产生深远影响”。但笔者对此并不认同。这个实验只是把小鼠作为营养提供工具,在某种程度上只相当于器官移植/变性手术加人工代孕。

此外,小鼠怀孕实验明显对老鼠造成严重伤害。阉割实验小鼠、牺牲 3 只实验母鼠,只是表面上的残忍。把老鼠完全视为工具,而不是生灵,明显与不伤害原则和尊重原则相冲突。尊重原则是指尊重人、尊重生命及其尊严。

在这项研究中,葛均波院士团队与合作者构建了一个精妙的核壳结构纳米靶向递送平台,用于递送治疗性小分子 RNA。该平台内核是介孔二氧化硅纳米微球,能高效搭载 RNA。研究人员还运用血小板仿生技术赋予递送平台针对血液循环中单核细胞的主动靶向性,同时通过在血小板膜上嵌入阳离子脂质体赋予递送平台膜融合特性。这一改造不仅可以模拟血小板与单核细胞之间的相互作用,在血液循环中单核细胞

的支持小鼠怀孕实验的评论说,小鼠怀孕实验的价值与伦理审查不妨交给科学界来评判。

但科学家的伦理判断能力比其他人强吗?当然不会。科学家的长处在于知识方面,而不是伦理方面。因此,科技伦理审查必须引入科学界之外的人,包括专门的伦理学家、哲学家和普通公众。归根结蒂,科技伦理审查是用社会主流价值观判断科研工作是否违背伦理准则。

另一方面,网友“围观”必不可少。因为道德约束往往要靠舆论起作用。

当然,更理想的状况是将伦理审查制度化,变成明确的法律、规章,由确定的组织机构来审查、监督、执行和处罚。如今,不少单位开始组织伦理委员会,但是它们的权责还不是很明显,运行还不是那么正规,制度建设的工作才刚刚开始。

如果不进行制度性、技术性的完善和落实,科技伦理委员会就可能变成一件“摆设”或“橡皮图章”。因此,科研伦理审查要想办法变得“有力”,而不是完全变成闲评和“假大山”。(作者系中国人民大学教授)

# 研究人员开发出新纳米靶向递送平台改善心肌重构

本报讯 复旦大学附属中山医院、药学院等单位研究人员合作开发了一种全新的 RNA 纳米靶向递送平台,用于调控心肌梗死后炎症反应,改善心肌重构。相关成果近日在线发表于《尖端科学》。

急性心肌梗死是导致全世界人口死亡的主要原因之一。尽管血管重建(如介入和溶栓)显著降低了心肌梗死患者急性期的死亡率,但仍有一部分病人最终走向心室负性重构和心衰。最近研究认为,心肌损伤后过强、过长的炎症激活可恶化心脏负性重构进程,是心衰进展的重要原因。巨噬细胞是急性炎症反应的关键细胞,可作为调控心肌梗死后炎症反应的靶

点,促进损伤心脏的修复。近年来,RNA 疗法被尝试用于组织再生和修复研究。科学家发现 miRNA-21 可促进巨噬细胞向修复型转化,但其临床转化潜力受限。

在这项研究中,葛均波院士团队与合作者构建了一个精妙的核壳结构纳米靶向递送平台,用于递送治疗性小分子 RNA。该平台内核是介孔二氧化硅纳米微球,能高效搭载 RNA。研究人员还运用血小板仿生技术赋予递送平台针对血液循环中单核细胞的主动靶向性,同时通过在血小板膜上嵌入阳离子脂质体赋予递送平台膜融合特性。这一改造不仅可以模拟血小板与单核细胞之间的相互作用,在血液循环中单核细胞

的携带下到达心脏损伤区域,还可以在阳离子脂质体的作用下通过膜融合的方式,将内容物 RNA 高效递送给靶细胞,进而调控靶细胞功能。

为探索该纳米递送平台的应用前景,研究团队运用该平台搭载巨噬细胞修复性极化的小分子 miRNA-21,在小鼠心肌缺血灌注损伤模型上进行了系统性论证。结果显示,该纳米靶向递送平台兼具了 RNA 递送过程中的 RNA 保护、靶向性,以及搭载和递送效率,在调控心血管病炎症反应方面展示出良好的性能,具有一定的临床转化潜力。(黄辛)

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1002/adv.202100787>

## 寰球眼

本报讯 这可能是人们探索其他行星生命之路上的一个里程碑:瑞士伯尔尼大学等机构的科学家,能从距离地面几公里的直升机上探测所有活生物体的关键分子特性。该技术也为地球遥感领域创造了新机会。近日,相关论文刊登于《天文学与天体物理学》。

伸出你的双手,左手和右手几乎是完美的镜像,但无论以何种方式被扭曲或翻转,它们都不能相互叠加。这就是左手手套无法适合右手的原因。在科学上,这种性质被称为手性。

事实上,分子也有手性。生物细胞中的大多数分子,如 DNA,都具有手性。然而,生命分子几乎完全以“左手”或“右手”形式出现,因此它们是同手性的。虽然原因尚不清楚,但这种分子的同手性是生命的一种特征,也就是所谓的生物标志物。

研究人员现在已经成功地在地面 2 公里,以 70 公里每小时速度飞行的飞机上探测到这种生命信号。该研究负责人、伯尔尼大学 Jonas Kühn 说:“最重要的是,这些测量是在一个移动、振动的平台上进行的,我们仍然能在几秒钟内检测到这些生物特征。”

“当光被生物体反射时,一部分电磁波会以顺时针或逆时针的螺旋形式传播,这种现象被称为圆偏振,是由同手性引起的。”论文第一作者、伯尔尼大学博士后 Lucas Patty 说。

然而,测量这种圆偏振十分困难。因为其信号非常微弱,通常只占反射光的百分之一。为了测量它,该团队开发了一种叫作分光偏振计的专用设备。它由一个配备了特殊

镜头的相机和接收器组成,能够将圆偏振与其他光线分开。

然而,即使有了这种精密装置,直到最近研究人员才得到新的结果。Patty 回忆道:“就在 4 年前,我们只能在非常近的距离(约 20 厘米)处探测到信号,而且需要在同一地点观测几分钟。”

之后,研究人员对仪器进行了升级,让检测更快速和稳定,同时也使得该仪器适合在空中测量圆偏振。

利用这种被称为“FlyPol”的仪器,在短短几秒钟内,研究人员就可以从快速移动的直升机上区分草地、森林和城市区域,甚至能够探测来自湖泊藻类的信号。

“我们希望能国际空间站上进行类似探测。这将使我们能够评估行星尺度的生物特征的可探测性,进而利用偏振在太阳系内外寻找生命。”论文作者之一、伯尔尼大学天体物理学教授 Brice-Olivier Demory 说。

此外,Patty 提到,因为信号直接关系到生命的分子组成及其功能,所以该技术也可以在地球遥感中提供有价值的补充信息。例如,它可以提供关于森林砍伐或植物疾病的信息,并帮助监测有毒藻华、珊瑚礁状况及其酸化等。(唐一尘)

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202140845>

隔空探「物」... 找寻系外生命「有戏了」