

“旅行者1号”再立新功

或排除暗物质是微型黑洞假说

■本报见习记者 程唯伽

自1978年美国天文学家 Vera Rubin 通过旋转曲线第一次提供了暗物质存在的证据以来,在过去的40年间,天文学观测为暗物质的存在积累了丰富证据。然而,暗物质的本质仍晦暗不明,不过黑洞作为暗物质的一种选择,尽管有可能所占比例极小,但并未完全排除。

近日,在太空游荡了41年的“旅行者1号”无意之中动摇了一个暗物质理论的大胆猜想,其是小型黑洞的可能性大大降低。

“我从没想过我们能够以任何方式对研究暗物质作出贡献。”自1973年起就一直参与“旅行者1号”项目的加州理工学院太空科学家 Alan Cummings 表示,“能有这样的发现真是太好了。”

推论黑洞质量范围

几十年来,天体物理学家一直认为,一些不可见的物质为维系星系的稳定提供了额外引力。在发现存在暗物质的初期,黑洞被当作一种极为可能的候选体,吸引了众多天文学家的兴趣。不过现在看来,黑洞完全为暗物质的说法可以被彻底排除,然而极少一部分暗物质由黑洞组成的说法依旧可行。

黑洞通常被认为是大质量恒星内部停止核燃烧,在自身重量的作用下坍缩形成的一个致密天体,它被认为体积无穷小,但引力超强。

但是要想用黑洞解释暗物质绝非易事。在宇宙中,暗物质的重量是普通物质的6倍,所以不可能通过坍缩恒星产生这种不平衡的比例。

一种仅有的可能性就是原初黑洞。这种黑洞的形成途径和上面的恒星坍缩形成的黑洞不同。在第一代星系和恒星形成之前,宇宙早期物质的微小波动坍缩可能会形成所谓的原初黑洞。这种原初黑洞几乎可以有任意质量,但如果不与天文观测相冲突,它们的数量就不会过多。例如,一群比太阳质量大得多



遨游太空的“旅行者1号”

图片来源: JPL Caltech/NASA

的黑洞会像炮弹穿过枝形吊灯一样粉碎星系,成群结队的小黑洞则会通过所谓的引力透镜扭曲遥远恒星和星系的图像。

“这样的观测结果只给原始黑洞留下了3个可能的质量范围。”英国伦敦玛丽女王大学的宇宙学家 Bernard Carr 认为,它们的质量可能是太阳的1到10倍,或大约是太阳的十亿分之一,或者低于太阳的千万亿分之一,那些最小的黑洞只有原子核那么大。

但法国索邦大学的理论学家 Mathieu Boudaud 和 Marco Cirelli 在即将出版的《物理评论快报》刊载的一篇论文中指出,如果它们真的存在,“旅行者1号”应该能探测到那些超小黑洞的表征辐射。黑洞之所以得名,是因为包括光在内的任何物质接近它后都无法逃脱。但是在1973年,已故的霍金推论认为,即便如此,黑洞依然能放射出一些光和粒子。

排除小型黑洞可能性

根据量子力学,真空中存在着粒子—反粒子对,它们在空间中来回穿梭。霍金意识到,如果一对粒子以恰当的距离出现在黑洞附近,那么其中一个粒子可能会跌入黑洞中,而另一个可能以霍金辐射的形式逃离。黑洞越小,温度越高,辐射也就越大。

“如果有大量质量非常小的黑洞存在,因为霍金蒸发的温度会非常高,从而释放产生大量正负电子对,那么它们在星际空间应该能够被观测到。”中国科学院国家天文台研究员苟利军告诉《中国科学报》,然而观测结果却没有证实这一点。

事实上,自2012年“旅行者1号”离开太阳系之前,它已经侦测到一些微弱的、持续的正负电子对流量,这和“旅行者1号”离开太阳

系之后探测到的流量相近,并没有什么变化。Boudaud 等人的计算结果表明,即使它们都来自微小的黑洞,也不会有足够的黑洞占据银河系暗物质的1%以上,而银河系内超新星爆发遗迹已经足够产生所观测到的这些流量。

Carr 认为,这项新研究几乎排除了低质量的原始黑洞是暗物质的可能性,他一直倾向于认为黑洞的质量相当于几个太阳质量。“这个低质量的‘窗户’从来都不是我的最爱。如果现在的限制条件排除了这种可能性,我个人不会感到困扰。”

永无止境的探索之旅

然而,“旅行者1号”无法搜索更大质量的原始黑洞。质量更大黑洞的霍金温度不高,无法辐射出像电子和正电子这样的大质量粒子。相反,它们只会发出非常微弱的、极难被探测到的光。所以,目前黑洞是暗物质的概念依然存在。

苟利军介绍,我国在深空探测器的飞行实验阶段进程缓慢。目前我国飞行最远的卫星“嫦娥二号”自绕月飞行任务完成后,正向深空驶进。不过,若想像“旅行者1号”一样飞出太阳系尚有难度。“这其中对于技术的要求很高,对于经费要求也很高昂,发射一个到土星附近的探测器都要几十亿美元。”他说。

不过对于暗物质的探索,我国已取得了长足进步。2015年底,由中国科学院空间科学战略性先导科技专项中首批立项研制的暗物质粒子探测卫星“悟空”号成功发射升空,在太空中开展高能电子及高能伽马射线探测任务,以寻找暗物质的蛛丝马迹。2017年,科学家利用“悟空”号采集到的数据,获得了世界上迄今最精确的高能电子宇宙线能谱。

“虽然至今也没有探测出暗物质粒子,不过科学家会使用各种手段进行尝试。”苟利军认为,科学家进行研究的动力之一就是好奇,揭开宇宙组成的奥秘是一条永无止境的探索之旅。

改良木薯 养活世界

基因组学结合传统育种获得优质主食作物

“我喜欢这个。”Ismail Rabbi 边说边将手掌放在木薯上,就像父母在夸赞自己心爱的孩子,他羞涩地笑了。“它们看上去没什么了不起的——并不高。”Rabbi 说,“但它克服了我们设置的所有障碍。”

Rabbi 是尼日利亚伊巴丹国际热带农业研究所(IITA)的遗传学家。他和同事正在开展一项改良木薯的研究。木薯根部富含淀粉,为全球8亿多人提供了食物和收入。非洲木薯消耗量最高,但产量却比亚洲和南美洲低。不过,非洲的木薯品种往往更能抵抗枯萎病,比如目前正在亚洲扩散的致死性木薯花叶病。

去年11月,Rabbi 将5个抵抗该疾病的非洲木薯品种运往泰国——全球最大的木薯进口国。他和同事在耗资6200万美元的“下一代木薯育种工程”的资助下培育了这些植物。这项工程由英国政府以及比尔和梅琳达·盖茨基金会于2011年创建。随着气候变暖、人口不断增长,木薯病毒也在扩散。项目科学家正利用基因组数据辨别满足全球需求的木薯品种的有用特征并进行繁育,以对抗饥饿。

当这些非洲植物抵达泰国后,泰国科学家将其与亚洲木薯品种进行杂交,并筛选以获得“后代”,Rabbi 和同事据此寻找用于预测植物对抗花叶病毒以及其他12种性状的遗传标记。这些性状包括叶子颜色以及每个根的可食用淀粉量。

这些遗传标记曾帮助尼日利亚研究人员繁育出8种目前正在该国试验田生长的木薯。科学家和农民将把它们同现有广泛使用的最好木薯品种进行比较。

11月的一个炎热下午,Rabbi 和“下一代木薯育种工程”负责人、IITA 遗传学家 Chiedozie Egesi 在繁育木薯新品种的试验田中漫步。他们讨论如何帮助农民使用新木薯品种的农艺,以及经济策略,比如创造针对这些作物的市场。“我们不能只坐在房间里,然后确保这些木薯表现得完美就可以了。”Egesi 说,“我们正在将其带往出现问题的地方,并且一直研究如何让我们的科学研究派上用场。”

问题根源

木薯是三大洲自给农业农民的主要生计来源,因为它能在贫瘠的土壤中生且耐干旱,此外,其根部可随时收获。不过,木薯的产量地理差异很大,在非洲生长的木薯每公顷平均产出8.8吨可用根,而在美洲和亚洲,每公顷的产量分别为13吨和22吨。

研究人员一直试图通过进口亚洲和南



“下一代木薯育种工程”负责人 Chiedozie Egesi 在尼日利亚的一个木薯田中观察。

图片来源: Amy Maxmen

美洲品种改善非洲农民的处境。不过,这些外来植物难以对抗非洲病原体,因此“表现得很糟糕”。

事实证明,繁育生命力更强的杂交品种具有挑战性。研究人员要花费5年时间繁育,才能获得一个有价值的杂交品种。此后,育种者还必须用约1年的时间种植试验性植物,以及评估根系的质量——这需要收割、浸泡、切块并且晾干,之后为剩余淀粉称重。即便这样,高产量的木薯暴露于恶劣的环境下也可能出问题。

这种低效的繁育过程浪费土地、人力和金钱。同时,尽管木薯是非洲人碳水化合物食物的最大来源之一,但从全球销量和研究经费的角度看,玉米、小麦和水稻远远超过了它。“下一代木薯育种工程”旨在通过利用基因组测序辨别优质杂交品种,加速繁育生命力更强的木薯并且提高产量。项目研究人员还致力于刺激市场投资,他们通过与打算购买并处理由小规模农场主种植的木薯根部的尼日利亚企业家进行对话加以实现。

澳大利亚墨尔本莫纳什大学植物学家 Ros Gleadow 表示,这项努力早就该进行了。“木薯最终获得认可,真是太棒了。”

Gleadow 说。

日益增长的雄心

正在试验田生长的8个木薯品种是 IITA 团队第一轮作物繁育的产品。研究人员分析了2013年发芽的约2500株幼苗的DNA,并且基于同特定性状存在关联的基因序列辨别出有前景的品种。Rabbi 介绍说,2018年10月分析的数据显示,拥有同高含量β-胡萝卜素相关的遗传指纹的幼苗,有83%的几率按预测的水平“排放出”这种营养物质。β-胡萝卜素是维生素A的前体,而后者在很多非洲人的饮食中完全缺失。同时,研究表明,拥有抵抗木薯花叶病的遗传标记的品种在约60%的时候具备抗性。

“基因组选择并非灵丹妙药。”Rabbi 说,“但田间测试花费太高,这种方法至少能帮助你减少费用。”

全球育种者已利用尼日利亚中心的数据测试木薯品种对花叶病的抗性。枯萎病病毒通过粉虱扩散,会抑制木薯根部生长。这些病毒早在非洲肆虐,导致了上世纪20年代和90年代的饥荒。2015年,一种毒株出现在柬埔寨。在木薯导致花叶病的病毒侵害最严重

的泰国、南美洲和太平洋岛国,农民们希望通过传统育种,将来自非洲的抗性位点基因混合进他们的作物中。一株哥伦比亚木薯和一个尼日利亚品种之间的此类杂交受助于“下一代木薯育种工程”研究人员辨别出的标记物,目前正在 IITA 附近的测试田中生长。

2020年,科学家将从目前表现最好的8个品种中选择一些植株,并在尼日利亚种植。他们还正同泰国、老挝、巴西、乌干达和坦桑尼亚的研究者就把木薯品种运送到这些地方进行讨论。同时,该团队正试图寻找办法,帮助农民采用新产品。

“播种”解决方法

2005年,一株木薯品种受到了科学家、援助机构和各媒体的吹捧,该品种是通过比尔和梅琳达·盖茨基金会资助的1200万美元项目培育的。该项目名为“木薯生物营养促进计划”,旨在通过基因改造一个木薯品种,将铁、锌和其他营养物质包括进来。Egesi 知道,极少有非洲农民能负担得起使作物存活所需的开支,包括杀虫剂。“我以前是个害羞的人,但现在在四处发言。”Egesi 说,“我正在确保我们想到了所有事情,而不是技术本身。”

当日利亚农民被问及为何不更多地种植其喜爱的木薯品种时,他们通常的回答是没有足够的作物。木薯通过播种成熟植株的茎秆进行繁殖,而非播种种子,每个剪下的茎秆长出其“父母”的“克隆体”,因此在一块田地种植同一品种耗时很长。同时,长期按照此方法种植,木薯品种质量会下降,因为“克隆体”遗传了来自“父母”的病原体并且产生突变,从而导致“突变融解”。

2016年,IITA 遗传学家 Elohor Mercy Diebiru-Ojo 和同事开发了一种新方法:针对木薯的首个半水培系统。在 Diebiru-Ojo 实验室的荧光灯下,纤细的木薯芽在充满潮湿土壤的透明塑料箱子中生长。每两周,该团队会剪掉分枝的芽,并且将片段移植到另一个箱子中。2个月内,他们利用一株已经在户外种植的木薯产生了100株幼苗。

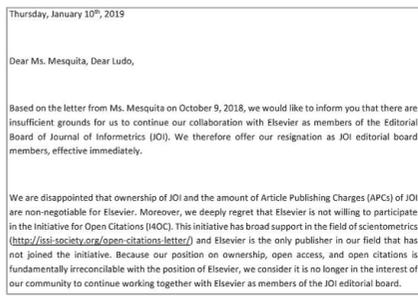
Diebiru-Ojo 说,她知道一些农民表示愿意为这种优质作物掏腰包。她希望,这会促进高质量木薯芽的销售,从而使相同的作物不会被克隆很多代。“当这个项目结束时,我想让该系统继续运行。”

如果新品种无法生根,病毒最终将“如愿以偿”。Egesi 站在木薯田中向外凝视时说,“看到这些木薯没有表现出疾病迹象,我真的非常激动。一旦这些品种通过政府审批,我们会在第一时间将其推广给人们。” (宗华)

科学线人

全球科技政策新闻与解析

爱思唯尔一刊物编委会集体辞职



JOI 编委会提交给爱思唯尔的辞职信。

为抗议其出版商爱思唯尔的开放获取政策,颇具影响力的科学计量学期刊——《信息计量学杂志》(JOI)编委会已经辞职,并且推出一本与之竞争的出版物。

该编委会表示,考虑到这期主题——对科学的评估和传播,他们认为需要处于开放出版实践的前沿,包括制作免费获取用于分析和再次使用的文后参考文献、开放访问,并归科学界所有。

“这项工作有必要开放获取,同时研究交流应当由科学界掌控。”已经辞职的编委会成员、美国印第安纳大学伯明顿分校信息科学家 Cassidy Sugimoto 表示。

编委会还想让爱思唯尔降低该期刊的版面费并参与“开放引用倡议”——旨在开放用于研究的引文数据。爱思唯尔拒绝了这些要求。在去年10月9日回应编委会要求的信件中,爱思唯尔表示,该期刊的所有权是不容协商的,收取的费用也是合理的。

JOI 通常向获取其内容的研究人员和机构收费,但向该杂志提交论文的作者可通过支付1800美元以及相关税费,使他们的文章被免费获取。

JOI 编委会(包括27名成员和2名副主编)在1月10日向爱思唯尔提交了辞职信。

“我们对编委会的辞职决定感到很遗憾。”一位爱思唯尔发言人表示,“自从听说他们担忧,我们便解释了自己的立场并且提出了很多具体的方案以试图弥合分歧。”该发言人证实,爱思唯尔将任命新的编委会成员。

在去年10月9日的信件中,爱思唯尔表示,已经提供了针对可通过斯高帕斯数据库获取的引文记录的基本元数据,但该出版商无法让所有的相关数据都能免费获取,因为它利用引文提取技术让此类数据增值。

1月14日,上述研究人员推出了一本名为《定量科学研究》的免费阅读期刊。该期刊的编委会和JOI的相同,并且以国际科学计量和信息计量学会的名义由麻省理工学院出版社出版。(徐徐)

澳大利亚发生大规模鱼类死亡事件



对达令河藻类生长的干扰部分导致了鱼类种群的迅速减少。 图片来源: Claver Carrol

在澳大利亚达令河,成千上万条原生鱼在蓝绿藻大规模暴发和一些极端天气出现后死亡。据报道,两次大规模死亡事件发生在新南威尔士西部的梅宁迪附近。第一次发生在去年年底,第二次发生在近日。

蓝绿藻在温暖水域迅速蔓延而爆发,这在干旱期间并不少见,但这种藻类不会直接引发鱼类大规模死亡。新南威尔士州初级产业部资深渔业经理 Anthony Townsend 在一份声明中表示,迅速变冷和强降雨可能扰乱了藻类生长并且使水中溶解氧的数量减少,从而导致鱼类死亡。

不过,河流水位低使鱼类死亡事件变得更加复杂。这已经极大影响到当地物种,比如北澳海鲈、圆尾麦氏鲈、澳洲银鲈和更加脆弱的虫纹麦鲈。不幸的是,这一悲惨事件的主要起因是缺少流入北部河流的水,以及受100年来对整个盆地内宝贵水资源的过度分配的影响。“墨累—达令盆地管理局表示。这是一个监管该河流流经盆地的法定机构。

按价值计算,该盆地为澳大利亚约40%的农业产出提供支撑,其中大部分水流向奶牛场、棉花田和稻田。不过,将水资源过度用于农业已经引发了严重的环境问题,包括盐度增加、河流流量减少。目前,该河流系统正受到威胁。

2012年,新南威尔士州和澳大利亚政府通过了一项耗资130亿澳元(合94亿美元)的计划,旨在重新分配3.2万亿升水资源,包括从农民手中回购水资源以及于2024年建设节水设施。

不过,一项2017年对该计划进行的独立评估显示,进展已经停滞并且有失败的风险,部分原因在于澳大利亚政府减少了可被购买并且回归到天然河流中的水量。该国绿党成员 Sarah Hanson-Young 表示,这导致了目前的水流枯竭。他已经敦促政府使更多水流回环境。

澳大利亚反对党党领袖 Bill Shorten 呼吁政府建立应急科学工作组调查鱼类死亡事件。

相关机构则警告称,考虑到最近在澳大利亚东南部可能出现的热浪以及将持续下去的干旱事件,进一步的死亡事件可能在接下来几个月发生。(宗华)