

第一作者

我国又一个从0到1的原创性成果 淀粉人工合成记

中青报 中青网见习记者 杨洁
记者 邱晨辉

很少有人意识到,我们从一睁眼开始就离不开淀粉:刷牙、喝牛奶、穿衣服作为粮食最主要的成分,也是重要的工业原料,淀粉几乎涉及到人们生活的方方面面。如此重要的高分子碳水化合物,人类能否找到一种简单经济的获取方式?

早在6年前,中国科学家已产生若干个大胆的科学设想:如果人类不靠种地,是否也可以获得淀粉?如果占空气0.031%的二氧化碳能变成淀粉,人类还用担心全球变暖吗?如果人类不再靠天吃饭,粮食由土地种植转向工厂制造,粮食危机还存在吗?如果这一系列的“如果”变为现实,那么世界将如何被科学改变?

这些颇具科幻色彩的设想,如今在科学家的不懈探索下有望变成现实。前不久,中国科学院天津工业生物技术研究所(以下简称天津工业生物所)研究团队在人工合成淀粉方面取得重大突破性进展,首次在实验室实现了二氧化碳到淀粉的合成。

北京时间9月24日,这一成果论文在国际学术期刊《科学》杂志在线发表。这被认为是从0到1的原创性成果,突破了生化反应进化瓶颈,向设计生命迈进了一大步,为设计组装新功能的生物系统提供了新的科学基础。

人工合成淀粉 典型的从0到1的原创性成果

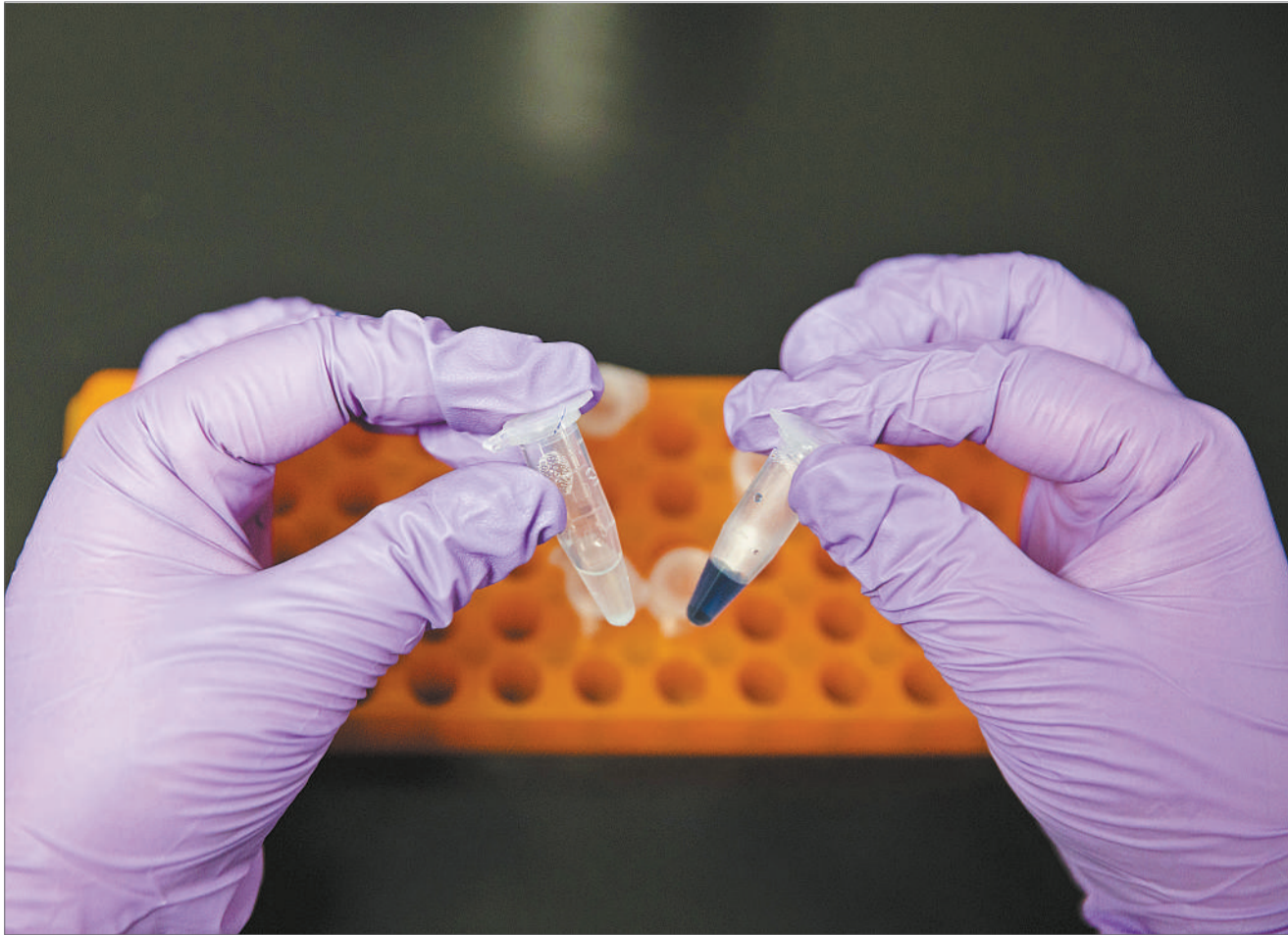
淀粉的重要似乎不言而喻,它是食物中最重要的营养成分,提供全球超过80%的卡路里,同时也是重要的饲料组分和工业原料。如果生产了近20亿吨谷物粮食,其中约12亿~14亿吨是淀粉。

截至目前,持续了1万多年的农业种植,仍是生产淀粉的唯一途径,人类早已习惯了这种既有“造物”方式。

自然造物存在其局限性:上亿年来,植物吸收了二氧化碳,在温度、光照、生长周期等因素的复杂调控下,要经过约60步代谢反应和细胞组件间运输,最终才能通过光合作用实现淀粉的合成与积累。

以玉米等农作物为例,在自然光合作用下,理论能量转化效率为2%左右,太阳能利用效率过低。但这远远满足不了现实的需求:传统的粮食生产要消耗38%的土地、70%的淡水资源和大量的化肥、杀虫剂。而我国作为全球第一人口大国,得用不到10%的耕地、6%的淡水资源,养活全球近20%的人口,粮食安全一直是我国面临的重大挑战。

科学家早已在思考:能否实现粮食生产环节中“淀粉生产范式”的改变?2018年,美国提出了从二氧化碳出发合成葡萄糖(淀粉组分)的百年挑战计划。



在中国科学院天津工业生物技术研究所实验室,科研人员展示人工合成淀粉样品(9月16日摄)。

新华社记者 金立旺/摄

设计人工生物系统,不依赖植物合成淀粉,足以成为影响世界的重大颠覆性技术,农业工业化的科技竞争进入了新赛道。

在此之前,中国科学家就已经开始布局。2015年,天津工业生物所的科学家正式向二氧化碳到人工合成淀粉这一国家重大前瞻性、战略性科技问题发起进攻。

围绕淀粉人工合成的核心任务,该所总体研究部联合10余个研究组形成攻关团队,试着解析二氧化碳电还原等方面的科学密码。

历经6年,中国科学家终于在实验室改写了自然进化里的光合作用过程,将植物淀粉合成的羧化-还原-重排-聚合以及需要组织细胞间转运的复杂流程,简化为还原-转化-聚合反应过程,实现了直链淀粉和支链淀粉的可控合成。

根据目前技术参数推测,在能量供给充足的条件下,理论上1吨发酵罐年产淀粉,可相当于5亩土地的玉米淀粉的年平均产量,为淀粉生产的车间制造替代农业种植提供了一种可能。

这个工作是典型的从0到1的原创性成果。中国工程院院士陈坚认为,该成果不仅对未来的农业生产,特别是粮食生产

具有革命性的影响,而且对全球生物制造产业的发展具有里程碑式的意义。

淀粉蓝 第一次在试管看到后反复确认

这项成果论文的第一作者、天津工业生物所副研究员蔡韬至今清晰地记得一个日子,那是2018年7月24日,也是人工合成淀粉的“诞生日”。那一天,他正在会场参会,手机收到了工作人员发来的照片。照片里有3个试管,其中两个试管里呈现蓝色。

这是什么?蔡韬问。对方回复:这就是我们想要做的人工合成淀粉。

尽管之前已经进行过几百次实验,但蔡韬他们从未见过人工合成下的“淀粉蓝”。

蔡韬立马起身回到实验室,跟工作人员确认每一步、每一个细节的环境,确认是否是假阳性结果。为保证实验结果的准确性,团队立马设计了重复的实验。

等到第二天,淀粉蓝又如期出现在了试管里。

蔡韬激动地说:这次的蓝色得到了真实验证。

为了这一天,他们足足等了数个春秋。6年磨一剑,二氧化碳变淀粉的魔法,在天津工业生物所首次实现,这也是人类第一次实现了人工的光合作用过程生产淀粉,将自然过程直接简化为11步。

在这项“顶天立地”的重大科学突破背后,是一群平均年龄36周岁的优秀青年科学家团队。组建之初,他们的平均年龄还要减去6岁。

2015年起,围绕人工合成淀粉与二氧化碳生物转化利用,中科院天津工业生物所开始了科技攻关。这“冷板凳”一坐就是6年。

蔡韬坦言,中途也曾有过任务进行不下去、想要放弃的时刻。与历经数十年进化的自然途径相比,人工设计的途径在不同催化反应以及酶之间,存在兼容性差等一系列的科学问题。他告诉记者,为了实现从0到1的突破,实验室里的记录表堆起来,接近一个办公桌的高度。

整整6年时间,一个团队为做一件事、一个目标、一个任务,紧紧地聚集在一起,生动诠释了研究所一直倡导的“细胞文



科研团队齐娟科助理、蔡韬副研究员、马廷和研究员、朱蕾研究员、孙红兵科助理(从左至右)在中国科学院天津工业生物技术研究所实验室合影(9月16日摄)。

新华社记者 金立旺/摄

化。整个科研项目实行项目制管理机制,每个成员就如同一个“细胞组件”,各自功能分工明确,有机统一,将细胞应有的功能发挥到极致。

中国科学历史上从不缺有挑战精神的科学家,也从来不缺具有远见卓识的管理者。中科院副院长周琪提到,此次科研突破最大的意义在于,让我们充分地认识到:人,是有可能创造一些以往不存在的,但是更加合理的生物反应,可能会改变生命过程,甚至也可能改变工业进程,同时也让我们再次认识到,有组织的建制化攻关机制和敢为人先、潜心研究、团结协作的科学家精神结合在一起,会迸发出多么强的创造力。

立地 跨越人工途径生物进化的鸿沟

人工合成淀粉的设想已成现实。如今,人们开始追问:科学家为何一定要对光合作用“逆天改命”?

如果说,在此之前农业种植是生产淀粉的唯一途径,人们只能依靠春耕夏耘、秋收冬藏的方式获得粮食淀粉,如果说上亿年传承下来的耕种方式,并没有改变“四海无闲田,农夫犹饿死”的现状,全球仍有超过1亿人处于严重饥饿状态,粮食安全仍是未来重大挑战之一。

那么,天津工业生物所首次实现了淀粉分子的全人工合成的科学成果,将为农业生产带来重大变革。

日本神户大学副校长兼教授、日本理化研究所可持续资源科学中心副主任近藤昭彦感慨,不依赖光合作用,从二氧化碳到淀粉的合成无疑是我们长期追求的梦想。我们可以利用合成的淀粉生产各种各样的材料和食物。

在实验室里,从二氧化碳转化为淀粉的合成速率,是玉米在自然情况下合成与积累淀粉的速率的8.5倍,人工光合作用的能力得到了进一步扩展,使淀粉生产的传统农业种植模式,向工业车间生产模式转变成为可能,为二氧化碳原料合成复杂分子开辟了新的技术路线。蔡韬说。

零距离

中青报 中青网记者 邱晨辉

这是弹道合一地空导弹FK-2000的首度亮相。

中国新一代舰载通用垂直发射系统HT-1E即将首次亮相珠海, C8系列导弹大家族又出“最强单品”。

我们携全城攻防装备七大体系、113项装备展品重磅亮相,以HQ-9BE远程防空导弹武器系统、YJ-18E潜射导弹武器系统等大国重器为代表的50余型先进装备首次亮相,参展规模和首次亮相装备均创历届之最。中国航天科工集团董事会秘书、新闻发言人侯秀峰说。

备受瞩目的第十三届中国国际航空航天博览会即“珠海航展”开幕在即,多款大国重器迎来“首秀”,军迷、航天迷聚集于此“逐箭追星”。

我国全空域防空体系亮相

在中国航天科工展区,我国全空域防空体系的多项“明星产品”亮相,尤其是HQ-9BE首次以安装状态展出,迅速成为展会关注焦点。

防空反导兼容、抗干扰手段多、抗多目标饱和攻击能力强。在实装展区,可以看到HQ-9BE防空导弹矗立在地面上,气势如虹。

中国航天科工二院珠海航展新闻发言人王文刚介绍, HQ-9BE是国际先进的远程防空反导导弹武器系统,用于拦截不同飞行高度的空袭目标,包括常规作战飞机、隐身飞机、武装直升机、巡航导弹、空地导弹等,同时具备对战术弹道式地地导弹的拦截能力。

同样首次展出的FK-2000地空导弹武器系统,系统采用弹炮一体设计,作战效能高,是全天候近程末端防空武器系统。

带来不小“明星效应”的还有HQ-17AE,其拦截高性能目标能力和优异的性能,引起不少军迷的驻足关注。

王文刚说,作为国际先进的近程防空武器系统, HQ-17AE战车单车高度集成,独立作战,战车具备行进间目标搜索、跟踪和导弹发射能力。导弹机动能力优异,多目标能力强,作战高度为10米-10千米,单个战车可同时制导4发导弹拦截4个目标。

他告诉记者,此次展出的中程防空导弹武器系统FM-3000,末端防空导弹武器系统FL-2000C和便携式防空导弹武器系统QW-2、QW-12,以及地空防空指控系统ZK-K20,都达到国际先进水平,获得不少军迷粉丝的青睐。

逐箭追星:多款大国重器迎来首秀



9月25日,在2021珠海航展前夕,中国商飞ARJ21 CBJ公务机型号首次在珠海航展亮相。



9月26日,“蛟龙”AG600首次亮相珠海航展并加航展飞行表演。现场向广大观众展示飞行投水功能,展示飞机强大的火场灭火能力。AG600水陆两栖飞机投入使用后,将在海洋救援、森林火灾救援等领域发挥作用。



9月26日,在珠海举行的第十三届中国航展开幕前夕,“红鹰”飞行表演队在这里进行了首次精彩演练,吸引了媒体和摄影人的目光。“红鹰”飞行表演队成立于2011年8月。曾多次与空军八一飞行表演队同场献技。

击、武器控制等功能,可实现发射YJ-12E超声速导弹、CM-802B亚声速导弹等面对面打击武器,可灵活装载于舰船、火车、汽车等多种平台或直接固定使用。

C8系列导弹大家族又出“最强单品”,也是此次航展一大亮点。唐登俊说,C8系列导弹武器系统家族,已经服务国际武器装备市场30余年,目前已经形成了较为齐全的产品线,具备多平台发射能力。

此次珠海航展展出的CM-802B导弹,是C8家族的新成员。唐登俊说,CM-802B导弹是在C802A导弹基础上研发的多用途导弹。导弹最大有效射程290千米,可倾斜发射或垂直发射,适配于多种平台。

该型号继承了C8系列体积小、重量轻、射程远、突防能力强、命中精度高、战斗力部威力大、使用维护操作简便等优点,可模块化换装多型导引头,大大提升了导弹的

抗干扰能力和打击地面目标的能力。唐登俊说。

他告诉记者,该导弹具有二次回转攻击和飞越障碍物的能力,具有较强的抗干扰和隐蔽发射性能,可实现对敌舰船目标的无死角打击,也可直接打击野战指挥中心、技术兵器阵地等各种地面高价值固定目标,总体技术指标与国际市场上当代反舰导弹相比具有显著竞争优势。

同样首次展出的HT-1E,是我国自主研发且具备完全知识产权的一种可适配于各类舰船的新一代通用发射平台,而且是我国首型对外出口的舰载通用垂直发射系统。

它改变了以往舰载专用发射装置类型多、数量多、空间利用率低的现状,大幅度提高了舰载弹药类型、数量,可实现一舰多能、一舰多用,让舰船打得多、打得快,是构建现代水面作战力量体系的重要装备之一。王文刚说。



9月25日下午,歼20战斗机飞越珠海机场上空,为即将到来的珠海航展预热。



2021珠海航展,万丰DA-62钻石特殊用途飞机亮相。此飞机采用最新的行业配置以及卓越的综合技术先进性,为全球通航测绘制图行业提供了极大的便利,并在全球通航飞机制造业引领特殊用途飞机研发制造的发展方向。

系列商业航天装备首次亮相

发射价格怎么样?未来太空旅游将不是梦?记者探访期间,快舟系列固体运载火箭的亮相引发关注。

航天三江集团国际合作部处处长朱安东说,快舟品牌近年来屡次创造纪录,成为商业发射新名片。其中,快舟一号甲固体运载火箭自2017年1月首次执行商业发射任务以来,已成功完成9次发射履约,将19颗卫星送入预定轨道。

他告诉记者,该火箭是一型主要为微小卫星提供发射服务的通用型火箭,采用国际通用接口,具有飞行可靠性高、入轨精度高、准备周期短、保障需求少、发射成本低等特点。

朱安东透露,快舟家族的“另一位代表”11哥“快舟十一号”固体运载火箭,同样

他告诉记者,可以大胆设想,当二氧化碳制淀粉技术被工业化运用后,未来淀粉的生产将通过类似“啤酒发酵”的模式,有可能在车间实现按需定制生产,变革传统农业种植获取的生产方式。而当二氧化碳制淀粉的生产工业车间,一旦具有经济可行性,将有可能节约90%以上的耕地和淡水资源。

以二氧化碳为原料人工合成淀粉,是利用合成生物学解决当今社会若干重大挑战的惊人案例。瑞典查尔姆斯理工大学教授、美国工程院院士、中国工程院外籍院士廷斯·尼尔森称赞,这次重大突破将会为日后更多相关研究铺平道路,这些研究的整合和应用将有助于解决未来面临的重大挑战。

顶天 有电就有粮

立地 人工合成淀粉将改写上亿年来人类依赖农耕获得淀粉的历史;顶天 二氧化碳制淀粉将缓解地球温室气体气体的负担。

曾经,农田是“碳源”。化肥、农药、农膜等农业物料的生产中会排放大量的二氧化碳,耕田农耕农业机械的运用及农业灌溉将耗化石燃料,源源不断地向大气中排放二氧化碳。

在理论上,如果1个3吨发酵罐与1公顷土地淀粉产量相当,就等同于减少排放500吨碳。如今,我国正在打一场生态“硬仗”,要在2030年前碳排放达到峰值,2060年前实现“碳中和”。

蔡韬提到,如果能利用可再生能源产生的电能,将二氧化碳分子转化为甲醇、甲酸等,不仅可将可再生能源以化学能的形式转化和存储,还能降低大气中二氧化碳的浓度,缓解全球气候变暖、海洋酸化等问题,是一种能同时实现碳循环利用和可再生能源存储的有效途径。

科研团队作了一个大胆的设想:未来,可以进一步优化种植业结构,减少资源高消耗、化学品投入大的农作物种植,由单一农产品供给功能向增加碳汇、保护生态环境的功能转变。

利用可再生资源产生的电能,实现了从温室气体二氧化碳再利用到粮食核心成分淀粉合成的跨越式发展。蔡韬说。

有电就有粮,就这样走进现实。中国科学院院士、中国科学院分子植物学卓越创新中心研究员赵国屏感慨,这一原创性成果,是扩展并提升人工光合作用能力前沿研究领域的重大突破,使淀粉生产的传统农业种植模式向工业车间生产模式转变成为可能。同时,也展现了合成生物学工程科学研究策略的巨大潜能,为针对重大应用目标实现中的瓶颈科技问题开展基础研究的战略导向,提供了成功的范例。

这是一项具有“顶天立地”重大意义的科研成果。赵国屏说。

不过,科研团队同时表示,这项成果尚处于实验室阶段,离实际应用还有相当长的距离。

周琪提醒客观评价这项科学成果,他说,后续还需要尽快实现从0到1的概念突破到1到10和10到100的转换,最终真正成为解决人类发展面临重大问题和需求的有效手段和工具。

采用车载机动发射方式,能够满足卫星商业化、高密度、快速发射的需求。除了太空快递员“火箭哥”,闪亮的“造星”达人也是大家关注的焦点。

近年来,小卫星星座成为商业航天市场的热门领域。2020年5月12日,快舟一号甲运载火箭以一箭双星方式,将行云二号01星和行云二号02星送入预定轨道。

朱安东说,行云工程通过构建由80颗低轨卫星组成的星座系统,星座建成后,在岛屿、沙漠、海洋等偏远地区,未来只要有星的地方就有信号,实现真正的全球万物互联。

据他介绍,行云工程计划分三个阶段完成建设。2020年5月,行云二号01星与02星成功发射入轨,并在国内集装箱监管、地灾监测、气象观测、农情监测、海洋环境等重点行业开展了试点示范应用,2022年前后再发射12颗小卫星,开展试运营和市场应用拓展,后续完成全部80颗卫星发射并完成整个星座组网,广泛开展国内外市场应用推广。

在展会上看到的相控阵用户站,仅有笔记本电脑大小,这是天基宽带互联网系统中与用户直接建立联系的重要一环。

朱安东说,它采用二维全空域极速电扫模式,没有机械部件,维护更方便,同时满足低轨卫星间波束频繁快速切换需求。超薄瓦式模块化相控阵天线设计,实现了小型化带来的便捷和低成本形成的价格优势,适用于航空、航海、汽车、便携等多种场景需求。

在商业航天展区的另一个展台上,摆放着两款被大众熟知的明星产品——交会对接微波雷达和火星相控阵敏感器,它们在我国历次空间交会对接任务和“天问一号”火星探测器着陆任务中发挥了重要作用,被广泛关注。这次以实物形式首次在航展展出。

王文刚说,历经8次航天任务实战检验,交会对接微波雷达已形成通用化、平台化发展,技术成熟度和产品稳定性无可挑剔,满足空间站建设高频、快速对接的任务要求。相控阵敏感器是火星探测器的关键测量部件之一,在2020年12月实施的我国首次火星探测任务中表现优异,成功助力安全着陆。