

G 攻关·基础研究

# 水+二氧化碳+电=淀粉

## 我科学家在国际上首次实现二氧化碳到淀粉的人工合成

本报北京9月24日凌晨电(记者齐芳)淀粉是人类最基本和最重要的食物,也是重要的工业原料。传统淀粉的生产主要靠玉米等农作物通过光合作用,将二氧化碳等无机物合成成为淀粉,需要漫长的生长周期,对土地、水、肥料、日照等资源都有要求,能量的转化率也不高。那么,有没有一种方法能够人工合成淀粉,让人类摆脱对资源的过度依赖?这是国际学术界竞争激烈的焦点科学问题。

中国科学院天津工业生物技术研究所(以下简称“工业生物所”)和中国科学院大连化学物理研究所(以下简称“大化所”)的科学家们合作探索出一条“无中生有”的技术路线,在国际上首次实现了二氧化碳到淀粉分子的全合成。相关工作9月24日发表于国际学术期刊《科学》上。

多位中外专家评论认为,不依赖植物光合作用,设计人工生物系统固定二氧化碳合成淀粉,将是影响世界的重大

颠覆性技术。这更让人们看到一种可能——农业可以由种植模式向工业车间生产模式转变,人类向设计自然、超越自然目标的实现迈进了一大步,为创建新功能的生物系统提供了新的科学基础。

文章的通讯作者、工业生物所所长马延和研究员介绍,工业生物所的科研人员从头设计了11步反应的非自然二氧化碳固定与人工合成淀粉新途径。简单地说,这个过程只需要水、二氧化碳和电——分解水产生的氢气作为还原力,将二氧化碳加氢转化为甲醇分子,把可再生能源存储在液体燃料中;然后以甲醇为碳骨架和能源载体,进一步通过酶催化的反应,合成生物大分子葡萄糖,最后进行聚合产生淀粉。

马延和说:“我们采用了一种类似‘搭积木’的方式,联合大化所利用化学催化剂将高浓度二氧化碳在高压电作用下还原成碳一化合物,然后通过设计构建碳一聚合新酶,依据化学聚糖反应原理将碳一化合物聚合成碳三化合

物,最后通过合成途径优化,将碳三化合物又聚合成碳六化合物,再进一步合成直链和支链淀粉。”按照目前技术参数,在能量供给充足的条件下,理论上1立方米大小的生物反应器年产量相当于5亩土地玉米种植的淀粉产量(按我国玉米淀粉平均亩产量计算);合成速率是玉米淀粉合成速率的8.5倍。

中国科学院副院长、中科院院士周琪说:“这一成果尚处于实验室阶段,离实际应用还有相当长的距离,后续要尽快实现从‘1到10’的突破和‘10到100’的突破,最终真正解决人类发展面临的重大问题。”马延和介绍,科研人员正在针对工业化的问题进行攻关,比如解决酶的稳定性、活力、成本等问题,探索多条技术路线等,“预计未来5到10年能够建立起工业化示范装置”。

图为中国科学院天津工业生物技术研究所副研究员蔡韬在实验室展示人工合成淀粉样品。

中国科学院科技摄影联盟供图



和介绍,工业生物所围绕课题组建立了团队,分解目标进行针对性攻关,“这是一种项目制、工程化的管理方式。”马延和说,“同时,我们建立了总体研究部,负责组织、集成研究单元和支撑平台,最终形成了完整的成果。”

另一个经验是不同研究单位、不同学科的协作攻关。马延和介绍,围绕淀粉人工合成,“我们联合所内外十余个教研组进行联合攻关,例如中科院大连化物所李灿院士团队、中科院上海高等研究院魏伟研究团队和天津大学康鹏团队在关键酶的制备、二氧化碳电/氢还原等方面,进行了深入交流和合作,为最终突破奠定了关键基础”。

不同的学科特点不同,科学研究的目标千差万别,科研组织形式本来就不应是刻板的、一成不变的。从这个角度而言,应该赋予研究所等科研项目的直接组织者更大的权限,灵活、创新地使用各种与科研特点相适应的科研组织方式。

二氧化碳到淀粉的从头合成,不仅是一次基础研究与技术路线的突破,更是一次科研体制与机制创新成果的检验,可以作为一个样本进行认真总结,为未来研究提供更多启示。

(本报北京9月24日凌晨电)

## 从0到1的突破如何产生

### ——“二氧化碳到淀粉的人工合成”的启示

本报记者 齐芳

中国科学院天津工业生物技术研究所(以下简称“工业生物所”)副研究员蔡韬是二氧化碳合成淀粉成果的主要完成人,他对第一次实验成功的场景记忆犹新。

“淀粉遇碘会变成蓝色,我们用这个方法检验实验是否成功。那天,实验室告诉我出现蓝色了,我马上飞奔过去。”但他却并没有大功告成的喜悦,而是心里充满了忐忑与怀疑。“是真的吗?会不会有什么错误?我们已经失败过几百次了。”当看到那淡淡的蓝色,蔡韬稳了稳心神,说:“咱们再来一次,验证一下吧!”

在国际上首次实现了从二氧化碳到淀粉的从头全合成,使淀粉生产的单一传统农业种植模式,向工业车间生产模式转变成为可能——这无疑是一项从0到1的突破。工业生物所所长马延和研究员坦言,在这一科研项目

持续的6年中,“我们经过太多次失败,实话实说,也曾经想过要放弃”。那么,是什么让科研人员坚持下来呢?

#### 科研成败如何评判

这是怎样的6年?马延和介绍,自2015年起,该所就在中国科学院重点部署项目和天津市财政专项的支持下,立项开展二氧化碳合成淀粉的研究。“能够坚持下来,是因为我们的科研人员有韧劲,有甘坐冷板凳的精神,更是因为院里给了我们相对宽松的创新环境,不以最终结果论成败,这样我们才有底气做下来。”

对基础研究而言,什么是成功,什么是失败?其实这个答案已经非常明确——基础研究是探索性研究,特别是对于从0到1的科研,结果与预期不同是常态,只要丰富了人类知识的内涵,哪怕得出的是“此路不通”的结论,也是一种成功。

其实,在二氧化碳合成淀粉项目的实施过程中,科研人员一直有论文产出——虽然这些突破与最终突破有量级的差别,但在中国科学院院士康乐、中国工程院院士岳国君等看来,这些突破对其他科研项目也有很好的帮助和启发。

但在科研实践中,由于种种原因的掣肘,这样的判断并不容易执行。中国科学院在这方面进行了一些体制机制探索,为科学家们提供了更为宽松的环境,让科技工作者能够静下心来,不为外物侵扰。

比如在科研评价上,不以最终结果论成败,而是更关注同行评议的结论。中国科学院副院长、中国科学院院士周琪介绍,中国科学院正在持续聚焦国际前沿领域和关键科学问题,认真梳理得出的是“此路不通”的结论,也是一种成功。

马延和说,“我们采用了一种类似‘搭积木’的方式,联合大化所利用化学催化剂将高浓度二氧化碳在高压电作用下还原成碳一化合物,然后通过设计构建碳一聚合新酶,依据化学聚糖反应原理将碳一化合物聚合成碳三化合

#### 什么是最适合的科研组织模式

这项科研与一般的基础研究还有不一样的地方,二氧化碳合成淀粉,这在理论上是可行的。马延和说:“但是我们对生命、对自然的认识还是很局限的,玉米等农作物通过自然光合作用合成以及复杂代谢与生理调控,我们还没有完全解开这个谜题。完全模拟自然是不现实的,也不经济——自然光合作用只能利用低能量密度的太阳能,理论能量转化效率只有2%。在这项研究中,我们要突破的不是二氧化碳能不能合成淀粉,而是怎么合成淀粉,是要探索一条新的技术路线。”

因此,工业生物所采取与这种研究相适应的创新的基础科研组织模式——项目制。马延

(上接1版)

潍坊市创造性地开展阅读活动,创立图书品牌,营造良好氛围,全民阅读成为市民文化生活的重要内容。

#### 文旅融合释放新动能

“周堂地道战是淮海战役陇海路破袭战的重要组成部分,当时咱们的地方武装160余人浴血奋战,牵制国民党军队6500余人……”在济宁市鱼台县周堂村,游客们正在地道遗址,仔细聆听讲解。连日来,鱼台县一批组织生活体验基地,成了旅游热门景点,仅6月就接纳县内外游客20余批次,参观人数达到3000余人次。

“红色文化是加强党员教育的重要载体,我们将在保护的基础上开发利用,深化内涵,丰富形式,打造更具特色、更有特点的红色文化阵地。”鱼台县委组织部有关负责人说,在此基础上,大力发展红色旅游,切实把红色资源转化为经济优势。

山东注重用好文旅融合发展平台,加强文物价值挖掘和传播利用,让文物真正“活”起来。全省各地依托丰富的革命文物资源,建成红色旅游景区近百个,打造了一批不同类型的经典旅游景区,满足游客的不同需求。

威海市依托甲午战争博物馆与刘公岛优美的自然资源,打造5A级旅游景区,成为国内知名的红色旅游及休闲度假胜地;枣庄市将台儿庄大战纪念馆与台儿庄古城整合打造,推进红色文化与生态旅游、运河文化深度融合,也已成为知名的5A级旅游景区。

作为革命老区、沂蒙精神的主要发源地,临沂市实施“革命文物+旅游”,优化整合红色旅游线路,目前已培育打造了80个沂蒙红色堡垒村。临沂市委书记王安德说:“今后我们将以弘扬沂蒙精神为主线,整合孟良崮战役纪念馆、红嫂家乡等资源,打造沂蒙精神纪念馆旅游区,让红色基因赓续传承。”

山东省常委、宣传部长白玉刚说,紧紧围绕“走在前列、全面开创”目标定位,以融合发展、高质量发展为主线,山东将继续聚焦百姓的现实需求,提供更丰富优质的文化旅游产品。

#### 精品创作生产持续繁荣

文艺作品通过自身的过硬质量打动人、感染人,进而引领时代风尚,鼓舞人民前进。歌剧《沂蒙山》是一个成功的案例。自2018年12月搬上舞台以来,《沂蒙山》已累计完成各类演出150余场,现场观众约27万人次,网络观看量超4000万人次,创下了近年来国内歌剧舞台演出场次之最。

近年来,山东从舞台艺术创作、电影电视剧、文学等方面,加强组织统筹,全力推进重点作品创作生产。山东省文化和旅游厅党组书记、厅长王磊介绍,为推动精品创作生产持续繁荣,2016年至2020年,山东省省级财政累计统筹安排资金2.67亿元,实施影视精品推进计划,鼓励文艺精品创作,取得了丰硕成果:实施舞台艺术“4+1”工程和重点选题评选资助办法,持续培养签约作家、签约评论家,对文艺创作进行“全链条”扶持引导,一大批新作品、新人才不断涌现,除歌剧《沂蒙山》外,山东还推出了吕剧《大河开浪》、京剧《奇袭白虎团》、舞剧《乳娘》等一批覆盖不同题材的优秀文艺作品,深受群众欢迎和喜爱;美术创作进入新高度,举办“第十三届全国美术作品展”中国画展和艺术设计展,全面完成“大哉孔子·中国画创作工程”,系统展示当代艺术成就,推动美术、书法事业蓬勃发展;影视精品持续涌现,《马向阳下乡记》《北平无战事》获第28届中国电视金鹰奖优秀电视剧奖,《琅琊榜》获第19届华鼎奖中国百强电视剧第一名和第十二届中美电影节“金天使奖”年度最佳中国电视剧奖,纪录片《抗战中的红色之鹰》获第24届中国电视文艺星光奖,鲁剧品牌影响力不断扩大。



9月22日,“运河印象——粉画作品邀请展”在江苏苏州美术馆开幕。本次展览展出大运河沿线城市40余位知名艺术家的60幅粉画作品,记录了大运河的文化特质、人文内涵和精神品格。此次展览将持续至10月17日。图为观众在“运河印象——粉画作品邀请展”上参观。

王建康摄/光明图片

## 百岁杨振宁

本报记者 杨 飒

据新华社消息,受中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平委托,教育部负责同志9月22日到清华大学看望中国科学院院士、著名物理学家杨振宁,代表习近平赠送花篮,转达习近平对他百岁生日的祝福,祝愿他健康长寿。

9月22日下午,由清华大学、中国物理学会、香港中文大学联合主办的杨振宁先生学术思想研讨会——贺杨先生百岁华诞在清华大学举行。杨振宁亲临现场,与大家共同庆祝他的农历100岁生日。

1922年9月22日,杨振宁出生于安徽合肥。因父亲杨武之被聘为清华大学数学系教授,1929年,杨振宁便随父母北上,搬进清华园。

1933年到1937年,杨振宁在北平崇德中学学了四年书,第一次接触到二十世纪的物理学,是在图书馆看到 Jeans的《神秘的宇宙》中译本。书中,Jeans把1905年的狭义相对论、1915年的广义相对论和1925年的量子力学用通俗的语言描述,杨振宁由此对物理产生了浓厚的兴趣。12岁时,他立志要拿诺贝尔奖。

16岁,高二的杨振宁以同等学力考取了西南联合大学。

22岁,杨振宁被清华大学录取为第六届留美公费生,赴美留学。

1954年,杨振宁和米尔斯合作发表了非阿贝尔规范场论,也称作“杨-米尔斯场理论”。此后,规范场的研究进入了一个崭新阶段。“杨-米尔斯规范场”论成为20世纪物理学最为重要的成就之一。

1957年,杨振宁和李政道完成实验报告论文,提出弱相互作用中宇称不守恒原理,与李政道一起获得诺贝尔物理学奖。从此,宇称不守恒正式被物理学界承认。这一年,杨振宁35岁。

中国科学院院士、南开大学教授葛墨林曾评价道:杨先生对物理的贡献可以用伟大来形容。他提出的杨振宁-米尔斯场理论,开辟了物理研究新境界,奠定了20世纪50年代后高能物理的理论基础,引发了包括特霍夫特、温伯格、维尔切克等在内的三项诺贝尔物理学奖的工作;他奠基的,后来被称为杨振宁-巴克斯特方程的工作,涉及了非线性可积物理模型的严格解,引起了数学物理研究的广大新领域,引发了德林菲尔、德茨菲尔兹的工作;他与李政道先生合作的宇称不守恒获诺贝尔物理学奖。

1997年,75岁的杨振宁在清华大学创办高等研究中心(即现在的高等研究院),担任清华大学高等研究中心名誉主任,在这里开始了“他这辈子最后一件值得做的事情”。2003年,杨振宁和夫人正式回到清华园定居,成为清华大学全职教授。

杨振宁曾说,自己的一生画了一个“圆”,起点是在清华的科学馆,当时他只有7岁,父亲杨武之是清华数学系的教授;他在人生的终点又回到清华科学馆,画了一个“圆”。或许因此,他将清华园内的住所命名为“归根屋”。

## 战争电影巨制《长津湖》首映

本报记者 张景华 本报通讯员 马 静

9月20日,在中国共产党历史展览馆中影国际影城,战争电影巨制、第11届北京国际电影节开幕式《长津湖》举行全球首映与主创见面会。该片将于9月30日正式上映。

今年恰逢中国共产党成立一百周年,中国人民志愿军抗美援朝出国作战七十一周年。作为庆祝建党百年的重要作品,重大革命历史题材影片《长津湖》以气势恢宏的画面,全景式、史诗般地呈现了长津湖战役。

见面会上,总监制黄建新动情地说:“沉浸在这个作品里已经五个年头了,最初觉得是重大的挑战,随着时间推移,只感到自己跟这个题材已融为一体,沉浸其中。”他透露,最近有朋友看完《长津湖》后,第二天激动地打电话给他,说一晚没睡着,《长津湖》展开了一个世界,在这个世界中看到了久违的中国人意志、激情、坚韧不拔。

导演陈凯歌表示:“《长津湖》这部电影就是要告诉我们,战争从何而来,我们为何会胜利,只有强大的精神力量,才能面对这样的敌人并且战胜他们。”导演徐克称:“在创作过程中最打动我的,就是毛主席说的那句‘打得一拳开,免得百拳来’,这句话对我的触动非常大,我当时就决定,我的任务就是要把这句话的真实感拍出来让大家看到。”导演林超贤则坦言,自己在拍摄期间一直被各种情感震撼着;“在影片的拍摄过程中,一直对志愿军战士们怀着深深的敬意,希望大家看到这部电影的时候,可以记得当年那些为了我们牺牲的

战士们。”

总制片人于冬表示:“全体主创人员在伟大抗美援朝精神的鼓舞下,克服重重困难,经过五年的剧本打磨,两年的细致筹备,超大规模的服装道具、军事装备的准备,超百公里的战役战术设计,动用了超过7万人群众演员的参演,以及近百家公司特效制作公司的技术支持,终于将这部13万字的剧本,精雕细琢成一部足以载入中国电影史册的鸿篇巨作。《长津湖》的坐标性意义不仅在于将中国电影的工业化规格推向一个新的高度,更在于我们能够从容面对相当于好莱坞A级制作的大制作、大投资,这是中国电影人的勇气,更是对中国电影市场的巨大信心。”

电影放映前,饰演七连连长伍千里的吴京率一众主演来到观众面前,像电影中的七连战士一样,分别报出自己扮演的角色的编号。吴京表示:“电影里有一句台词,‘我们把该打的仗都打了,我们的后代就不用再打了。’这是先烈们的真实心声。希望通过我们的努力,用电影的方式永远铭记他们,铭记这段历史,也希望观众看完电影更加珍惜当下的幸福生活。”

176分钟的观影过程中,全场观众全身心地投入到剧情当中,随着故事的推进,情感愈发浓厚,格局渐渐打开,战争戏接连不断,观众的心也跟着上下起伏。当影片结束的那一刻,场内爆发出雷鸣般的掌声,直到片尾曲播完还有观众留在原地,久久无法走出剧情。