

一 所 一 人 一 事

寻找“古人同款”枸杞，她想做件利国利民的事

■本报记者 李晨阳

宁夏回族自治区中卫市中宁县舟塔乡，地处“中国枸杞之乡”核心区域，每到夏天，绵延无际的枸杞田里就挂满了大大小小的红果，热闹闹，煞是好看。

2017 年 7 月，这里来了一群陌生人。这些外来者有点奇怪，他们感兴趣的并不是最大、最饱满、色泽最漂亮的枸杞，反倒点名要找一种果实较小、产量很低的品种——大麻叶。即便在舟塔乡这样的枸杞大本营，最早用于品种选育的大麻叶植株也很可能只剩一棵了。

“陈老师坚持一定要找到最接近野生品系的人工驯化枸杞，这样才能更契合本草古籍所记载的传统功效。”中国科学院生物物理研究所研究员孙传鑫说。

他口中的“陈老师”是中国科学院生物物理研究所研究员陈畅，也是这个研究团队的负责人。她希望用最接近中国古代医药典籍描述的枸杞品种，做一件重要的事。

出发！寻找“古人同款”枸杞

枸杞被称为“长寿果”，宁夏枸杞子（即枸杞的果实）是地道药材，素有“宁夏枸杞甲天下”的美誉。

2015 年，在时任中国科学院西安分院党组书记杨星科的领导下，分院联合宁夏科技厅组织开展了“枸杞生物资源深度挖掘战略研讨会”。双方达成共识，围绕枸杞这一宝贵资源，展开一场“面向经济主战场”的科技攻关。

2016 年，宁夏回族自治区“十三五”重点研发计划重大项目“枸杞功效的重大基础研究及功能产品研发”（以下简称枸杞专项）正式启动。这是自治区和中国科学院共同发起的重大项目，依托单位为中国科学院生物物理研究所，主要参与单位包括中国科学院上海药物研



受访者供图

究所、中国中医科学院广安门医院、上海中医药大学和暨南大学。中国科学院院士王志珍为首席，连同陈凯先、陈润生、苏国辉、全小林、丁侃、叶阳、王峰涛、陈畅等院士专家，将生物化学、分子生物学、细胞生物学、药学、生物信息学、计算生物学等领域的科学力量汇聚在一起，协同攻关。

陈畅由于长期从事与衰老及相关疾病有密切联系的氧化还原生物学和医学研究，被委以重任，负责组织实施这一项目的具体工作。

中国传统医学对枸杞的认识和应用由来已久，我国最早的中药学著作《神农本草经》中就有对枸杞子的论述；而今天，枸杞子也被纳入了国家卫生健康委员会、国家市场监督管理总局发布的按照传统既是食品又是中药材的物质目录。

做科研，研究材料至关重要。陈畅想要找到本草古籍记录中最有代表性的枸杞子品种，从而绘制出最“地道”的枸杞指纹图谱。为此，他们联系时任中国科学院西北高原生物研究所所长、遗传育种学家张怀刚等多位专家，一

路溯源，最终找到了野生枸杞和与野生枸杞较为接近的人工驯化种——大麻叶枸杞。

经过无数代的驯化繁育，最原始的大麻叶枸杞已经难觅其踪了。好在宁夏有一个世代从事枸杞育种的家族，特地保留了一株作为驯化起点象征的大麻叶枸杞植株。在野外取样的几个年轻人，历经山高路远、风吹日晒、蚊虫叮咬，看着并不起眼的大麻叶枸杞，忍不住自我怀疑：“这真的有意义吗？”

直到成分检测结果出来后，大家才长舒一口气：“还真的有意义！”

目前市面上的某些枸杞品种，虽然具有产量高、品相好、口感佳的优势，但一部分有效成分含量有所降低，葡萄糖、果糖等含量相对较高。而较为接近野生品系品种的有效成分含量更高，这对于保障其药用功效具有重要意义。

用科学语言“翻译”《本草纲目》中枸杞子功效

“久服，坚筋骨，轻身不老，耐寒暑”。这是《本草纲目》中关于枸杞子功效的一段描述，陈畅团队的研究也是围绕这句话展开布局的。

关于第一个字——“久”，在一些动物实验中，他们发现，给正常年轻小鼠服用枸杞子提取物 2 个月时还看不出相应功效，但到 4 个月时，效应就开始显现了。

研究一路做下去，他们一次又一次验证了古书中的说法。例如，围绕“坚筋骨”3 个字，研究人员先后发现了枸杞子提取物促进肌肉再生（坚筋）、改善骨流失（坚骨）的分子机理；围绕“不老”二字，他们找到了枸杞子提取物能促进干细胞活化和自我更新的证据。对于“耐寒暑”这个表述，陈畅团队一开始感到有些费解，但在后续研究中，他们惊喜地发现，枸杞子提

取物能促使白色脂肪转化为米色脂肪，从而增加产热功能。那些医书古籍中传承了千百年的字句，就这样逐一在现代科学中复苏，呈现为具体的物质数据、明确的作用靶点和清晰的分子机制。

“这让我感到震撼！”陈畅对《中国科学报》说，“古人没有先进的仪器设备，不知道什么是信号通路、作用机制，却能描述出这样准确、详尽的功效，真是了不起！”

枸杞子的种种功效，无疑有着巨大的应用潜力。但遗憾的是，风靡民间的“保温杯里泡枸杞”等“养生习惯”，其实际效果可能被高估了。陈畅团队的研究发现，按照人们习惯用量的枸杞子泡水，所能溶出的有效成分很有限，难以达到预期的保健效果；即使后续将泡过的枸杞子吃掉，有效成分的摄入量也相对不足。

“我们初步怀疑这是一个使用剂量和生物利用度的问题。因此，我们需要进一步确认枸杞子中对应各种健康需求的不同有效成分，以及发挥作用的最适剂量和最佳服用方法。”陈畅说，“枸杞究竟该怎么吃？这是枸杞利用有待打通的‘最后一公里’，也是老百姓最关心的问题。相关的一系列研究还在路上。”

让中药明明白白走向世界

在各参与单位的共同努力下，枸杞专项在实施期间取得了一系列成果，包括系统分析枸杞大分子成分的专著《枸杞多糖研究》、用于分析枸杞小分子成分的智能平台、可以区分不同产地枸杞质量的枸杞单糖组成图谱、破译枸杞遗传物质的基因组和长链非编码 RNA 大数据等。枸杞专项还首次牵头制定了《中医药－枸杞子》ISO 国际标准，修订了枸杞根皮、苗叶检测标准，探索了宁夏枸杞地道药材特色成分。

第二届生物反应器工程与生物制造学术会议召开

本报讯（见习记者江庆龄）近日，由华东理工大学主办的第二届生物反应器工程与生物制造学术会议在上海召开。本次会议以“生物工程塑造未来产业”为主题，近 300 名专家学者和业界代表参会，共同探讨生物反应器工程与生物制造领域的前沿科技与产业发展。

中国工程院院士、华东师范大学校长钱旭红指出，先进生物制造是引领人类文明发展的新颠覆性产业技术，也是全球竞争的核心焦点，需要跨学科建立新的底层发展逻辑，全力推动其跃升，助力中国在全球生物经济中占据领先地位。

主旨报告环节，中国工程院院士杨胜利回顾了合成生物学的发展历程并展望未来趋势；中国科学院院士马光辉探讨了微球核心材料在生物制药全链条创新中的应用；中国工程院院士金征宇分享了食养智慧驱动下“药食同源”大健康产业升级与发展。

此外，西湖大学教授曾安平、华东理工大学生物反应器工程全国重点实验室主任张立新、华东理工大学鲁华生物技术研究所所长魏东芝等专家分别就合成生物学、生物反应器工程、精细化学品的合成生物制造等议题发表了演讲。

此次会议设置了 4 个分会场，来自 85 所高校、科研机构 and 企业的专家学者分享了最新研究成果。

69.5% 超高亚麻酸含量！他们破解“好油”密码

■本报见习记者 李媛

Omega-3 是人体必需但无法自身合成的脂肪酸，其膳食补充尤为重要。西北农林科技大学农学院教授张猛团队历经近 20 年研究，利用创新性的基因工程技术，成功培育出亚麻荠新种质，其亚麻酸（重要的 Omega-3 脂肪酸）含量高达 69.5%，创下油料作物 Omega-3 含量的新纪录。

该成果不仅显著提升了油料作物的营养价值，还为解决人群 Omega-3 摄入不足问题提供了可持续的植物性解决方案。该成果近日发表于《植物生物技术杂志》。

亚麻酸含量从 50% 提升至 69.5%

亚麻酸作为 Omega-3 脂肪酸的核心成员，在调节血脂、维护心血管健康方面发挥着不可替代的作用。然而，目前市场上销售的食物油的亚麻酸含量普遍不足。如菜籽油仅为 7%-10%，葵花籽油低于 2%，花生油甚至低至 1% 以下。

“油脂的物理状态就像它们的‘性格’——常温下，牛油很坚硬，猪油呈软膏状，植物油保持液态，这主要取决于脂肪酸的饱和程度。作为多不饱和脂肪酸，亚麻酸能增强细胞膜流动性，就像给血管‘减负’，从而降低心血管疾病风险。”张猛说。

此前，科学家通过基因工程已将油料作物的亚麻酸含量提升至 50%，而张猛团队利用创新的基因工程技术，成功将亚麻酸含量

提高至 69.5%。“这一成果打破了该领域的纪录。”张猛表示。

这一成果的产业化潜力巨大。张猛算了一笔账：“我们选育的亚麻荠种质亩产约 100 公斤，按照种子 40% 的含油量和 69.5% 的亚麻酸含量计算，一亩地的产出可满足 2 万人一天的亚麻酸需求。这意味着，未来人们可以更方便、高效地获取这一关键营养元素。”

不升反降？

亚麻酸的生物合成需要 FAD2 和 FAD3 两种关键酶的协同作用，这两种酶负责将单饱和脂肪酸逐步转化为多不饱和脂肪酸。“自 1993 年这两种酶被发现以来，关于 FAD3 的应用研究报道很多，而 FAD2 却鲜有报道，这引起了我的浓厚兴趣。”张猛说，2006 年，他在做科研时发现这一现象，就想攻克 FAD2 这一路徑来提高油料作物的亚麻酸含量。

研究团队选择亚麻荠作为研究对象，是因为这种植物本身就具有较高的亚麻酸含量，野生品种的亚麻酸含量可达 30% 左右。在研究中，团队设计了 3 种实验策略：让 FAD2 和 FAD3 两种酶串联表达；使 FAD2 和 FAD3 仅在种子中特异性表达；阻断超长链脂肪酸（对人体无害）的合成通路。“就像治理水系一样，我们一方面拓宽亚麻酸的‘主渠道’，另一方面堵塞长链脂肪酸的‘支流’。”张猛解释。

然而，几年间，团队在油菜、亚麻、亚麻荠和拟南芥几种植物间反复验证，发现亚麻酸含量不仅没有提高，反而大幅降低。比如，在亚麻中，亚麻酸含量从 40% 多骤降至 10% 左右。“理论推导完全成立，但实验结果截然相反。这也解释了为何 FAD2 的研究报道如此之少，因为这是个真正的科研难题。”张猛向《中国科学报》坦言。

经过多年持续攻关，团队成员、西北农林科技大学已业博士生杜昶终于发现了问题的根源，植物的“基因沉默”防御机制。“就像人体具有免疫系统一样，植物也会保护其关键基因不被改变，这可能是长期进化形成的自我保护机制。正是因为厘清了这种机制，我们才有后续的技术策略和技术升级。”张猛解释。

为打破植物的“基因沉默”防御机制，团队尝试了多种方法：最初通过在基因沉默突变体中表达 FAD2 基因来突破防御，然而，这导致植物抗病性下降；随后尝试在各种组织中恢复基因表达，仅限制其在种子中低表达……这些方法虽然有效提升了亚麻酸含量，却影响了植物的健康性状。

“经过反复试验，我们脑洞性地采用全编码区‘同义突变’策略，在不改变蛋白质功能的前提下，通过基因序列的大幅调整，巧妙规避了植物的防御系统。”论文第一作者、西北农林科技大学博士生李娜介绍，这项关键突破历时 6 年才得以实现，为后续研究奠定了重要基础。

90% 痛苦的科研时间

“痛并快乐着。”谈及这个历时 20 年的科研项目，张猛说，他就像登山者，明知前路艰险，却依然被山顶的风景所召唤。

那段实验数据不升反降的日子，是张猛科研生涯中最煎熬的一段时光，也让他一度陷入自我怀疑：是科学规律本身需要逐步突破，还是研究方向根本就是错的？这项研究是否注定无法成功？

“科研 90% 的时间都是痛苦的，但要有咬定青山不放松的劲头。”张猛说，“当你解决一个难题时，新的挑战已经在前方等待。这种永无止境的探索，正是科研的本质。”

目前，这项突破性研究虽仍在实验室阶段，但其产业化前景令人期待。“亚麻荠作为非主要农作物，审批流程相对较快，预计 1~2 年内就能获得商业化推广许可。”张猛透露，团队正在将该技术拓展至油菜等主要油料作物，有望重塑食用油市场格局。

张猛表示，这项研究的价值不仅体现在技术创新层面，更在于精准回应了现代人对健康饮食的迫切需求。随着 Omega-3 健康功效的普及，高亚麻酸食用油必将引领新的消费潮流。目前，团队已规划好技术升级路线图，未来将向更高亚麻酸含量的目标迈进。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1111/pbi.70260>

发现·进展

发现亚热带鱼塘为温室气体超级排放源

本报讯（记者朱汉斌）香港中文大学教授黎育科团队对香港西北部的亚热带咸淡水鱼塘进行逾两年半的持续监测，发现这些鱼塘是全球温室气体排放量最高的生态系统之一。近日，相关成果发表于《地球的未来》。

红树林、盐沼、海草床等沿海湿地是重要的“蓝碳”生态系统，具有吸收并长期储存大量二氧化碳的能力。然而，过去一个世纪以来，全球已有约 25% 至 50% 的沿海湿地因开发而消失。

香港西北部的亚热带咸淡水鱼塘在 20 世纪初曾是天然红树林，后被改为水产养殖用途。研究人员利用阔度相关技术，在两年半多的时间里连续监测这些鱼塘的二氧化碳、甲烷和水蒸气通量。结果显示，这些咸淡水鱼塘以二氧化碳和甲烷的形式，每年每平方米分别排放 687 克和 102 克碳——约等于 8.6 公斤二氧化碳当量，在全球生态系统尺度的二氧化碳和甲烷通量数据库中，分别位居前 0.1% 和前 0.5%，是全球生态系统中温室气体排放最高的热点之一。

研究人员进一步评估了在 3 种不同红树林保育情境下所产生的净碳排放影响。如保持目前的红树林砍伐率，至本世纪末因红树林转化为水产养殖用途所产生的累计净碳排放将达到 1090 亿吨二氧化碳当量；如至 2050 年全面停止砍伐红树林，届时累计净碳排放将降至 475 亿吨；如于 2030 年全面停止将红树林转为水产养殖用途，届时累计净碳排放可降至 188 亿吨，相当于减少 16.7 万亿美元的经济损失。

研究结果强调立即采取保护行动、阻止红树林砍伐的重要性。研究人员呼吁政策制定者和利益相关者优先保护沿海湿地，并审慎考虑将那些重要生态系统转为水产养殖池塘所带来的长期环境成本。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1029/2024EF005277>

中国科学院合肥物质科学研究院制备出高效三硫化锑太阳能电池

本报讯（记者王敏）中国科学院合肥物质科学研究院研究员王命泰和陈冲团队提出了一种全维度缺陷钝化策略，制备出光电转换效率达 8.21% 的三硫化锑太阳能电池，刷新此类电池目前报道的最高转换效率纪录。近日，相关研究成果发表于《先进能源材料》。

三硫化锑是一种极具潜力的太阳能电池光吸收材料。然而，溶液法制备的三硫化锑薄膜富含多种缺陷态，会影响载流子的传输并导致界面能级失配等问题，进而导致三硫化锑太阳能电池的光电转换效率不高，约为 6% 至 7%。

鉴于此，基于非晶态三硫化锑薄膜中可降解苯乙基碘化铯渗透作用，研究团队提出一种全维度缺陷钝化策略，最终获得了效率高达 8.21% 的三硫化锑体异质结太阳能电池，刷新此类电池目前报道的最高转换效率纪录。

该研究为新型三硫化锑高效太阳能电池的设计和制备提供了新思路。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1002/aenm.202502805>