

“大米，是中国餐桌上离不开的常客。而在科学家手里，近些年它有了新“用途”。

“5公斤稻米可提取相当于1升血浆的白蛋白量，这个技术我们仍在不断突破。”近日，在湖北武汉东湖新技术开发区光谷生物城里，71岁的武汉大学教授杨代常手持样品向记者介绍。

历经团队20年艰苦攻关，“稻米造血”这一曾被视作天方夜谭的设想，终于在近年落地成全球首条植物源人血清白蛋白规模化生产线。

一批批由稻米提炼出的重组人血清白蛋白注射液，从武汉发往各大医院，成为救治患者的“主角”。

# 一粒稻米，如何变身『黄金救命药』？

## 水稻如何变『血库』

人血清白蛋白被称为“黄金救命药”，在肝硬化腹水、烧伤、休克等危重症治疗中不可或缺。长期以来，它只能从人血浆中提取，产量有限。

走进武汉东湖新技术开发区禾元生物有限公司，10层高的综合大楼里，身穿白大褂的研究人员身影忙碌，一株株绿色的稻苗被放在聚光灯下观察、挑选；另一侧的生产车间内，一排排体型巨大的生产设备整齐排列，一罐罐淡黄色液体在无菌环境里，正通过全自动生产线完成灌装、检测与封装。

人和水稻天差地别，水稻如何造出“人血”？

“并非真的让稻米产生血液，而是通过基因工程方法，把水稻种子作为蛋白的‘生产车间’，来代替人的肝脏合成蛋白质。”禾元生物研发项目高级总监董亮亮介绍，水稻胚乳细胞具有完整的真核细胞蛋白质加工体系，重组蛋白质的翻译、折叠和修饰都与哺乳细胞十分相近。

自20世纪80年代以来，国际上试图采用多种技术生产重组人白蛋白，但始终未能突破。2005年5月，受到著名水稻生物学家朱英国院士邀请，杨代常从美国归国，出任武汉大学生命科学院遗传学系教授，和4名博士生组成了最早期的科研团队，并创办了禾元生物有限公司，开始“稻米造血”漫长的破局之路。

一步步试错，一步步解决。团队将生产人血清白蛋白的基因进行了重新编码，经过修改的人血清白蛋白基因能够“骗过”水稻，注入水稻后，不仅不会受到排斥，还会通过光合作用生产出大量人血清白蛋白。

“成了！”2011年的一天，团队成员看着最新出炉的数据，激动不已——每千克糙米提取出了2.75克人白蛋白。同年，相关科研成果发表在《美国科学院院报》，在学界引起轰动。

但实际投产仍需解决纯度与规模化难题。杨代常又带领团队苦干3年，迭代了37套方案，将纯度从99.9%提高到99.9999%，实现每千克糙米提取出10克人白蛋白，达到全球最高水平。

## 2

## 『稻米造血』有何前景

据了解，人血清白蛋白的主要来源是献浆，但我国现有献浆人群数量远不能满足实际需要。我国每年需求量约为1500—1800吨，其中超过60%依赖进口。

杨代常向记者介绍，与传统血浆提取法相比，“稻米造血”具有显著优势。植物源药用蛋白从根源上杜绝了各种人体病毒污染，并且水稻种植不受时间和空间限制，生产过程更加安全可控。

“现有技术已经实现每公斤稻米最高可提取30克白蛋白，意味着同样的水稻，可生产更多的白蛋白。”杨代常给记者算了一笔账：一亩稻田可产1.5公斤以上药用蛋白，5公斤稻米提取量相当于1升血浆。

2025年7月，杨代常团队生产的植物源重组人血清白蛋白注射液（商品名：奥福民）获国家药监局批准上市，成为全球首个“稻米造血”一类创新药，适用于肝硬化低白蛋白血症。

“奥福民上市后，打破了我国在人血白蛋白领域对进口产品和传统血浆提取的依赖，现已实现稳定、规模化生产，对于应对重大公共卫生事件、保障国家战略药品储备和用药安全具有不可替代的价值。”杨代常说。



12月12日，禾元生物研发项目高级总监董亮亮在实验室观察稻苗状态。图据新华每日电讯

## 3

## 规模化生产后将带来哪些变化

创新药研发不仅周期长，迈向规模化生产的“临门一脚”，还需投入大量资金。

“科研以外的时间，我都在‘找钱’。”杨代常说，创办禾元生物以来的20年间，投资人进进出出，公司最难时账上只剩几百万元，撑不到一个月。各级政府的支持，解了公司不少燃眉之急。

自2010年起，禾元生物陆续获得国家 and 地方各级科研项目的重点支持，包括国家863计划、国家卫健委“重大新药创制”国家科技重大专项、湖北省科技攻关项目等。政府真金白银的资金支持，无疑给投资人吃了“定心丸”。

“第一笔2000万元风险投资是政府帮忙牵线，中试车间是政府为企业量身定制……近年来各级政府给予禾元生物的资金支持达到数千万元。”武汉东湖新技术开发区管委会生物城有关负责人说，创新药研发周期长、投入大，只有加强对优秀创新项目产业化支持，才能打造更加有利于创新的发展环境，让优秀人才倾心研究、专心攻关。

“水稻胚乳生物反应器平台一旦建成，大规模生产只需扩大种植面积。产品规模化生产后，生产成本将逐步降低，人白蛋白产品价格也会下调，有望解决我国长期依赖进口的局面。”杨代常说。

目前，禾元生物已建成年产100万支注射液的智能工厂，正在建设1200万支产能生产线。预计投产后，可将生产成本降至传统血浆提取方式的30%—50%。

杨代常说，团队下一步还将继续攻关蛋白表达效率，同时拓展儿童腹泻治疗蛋白、心脑血管疾病药物等“水稻系”产品线。“让更多人用得上、用得起救命药”——这始终是他做科研的终极目标。

据新华社