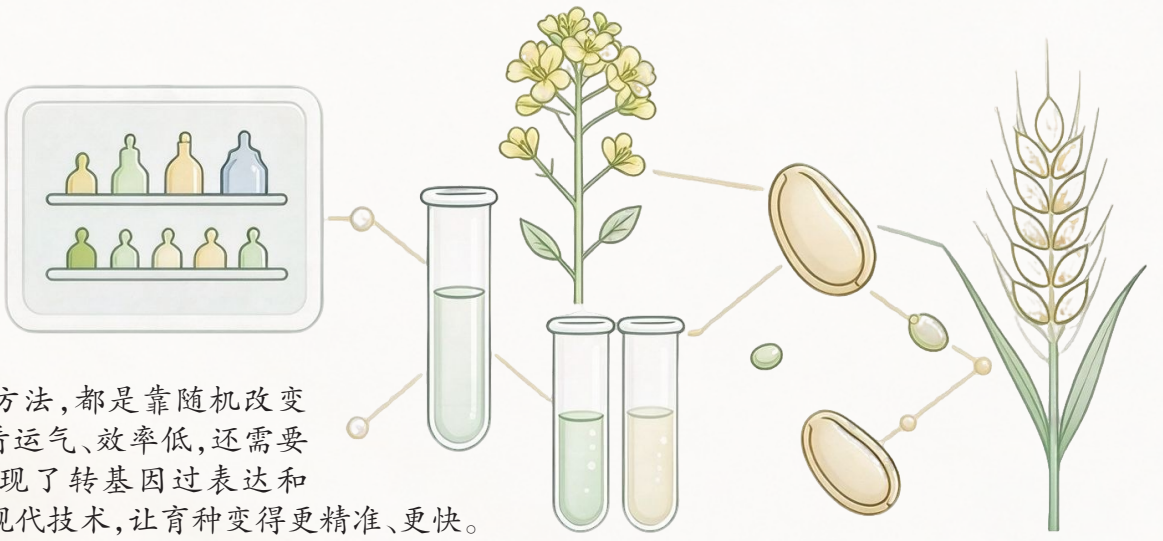
从“碰运气”到“动手术”

——从“中油青1号”看育种技术的绿色转型

冯思语



民以食为天。想让庄稼产量高、少生病、站得稳，说到底得靠育种——也就是改变作物的基因，让它朝着人们希望的方向长。

可基因这东西，改起来谈何容易。以前常用的自然突变、EMS化学诱变等方法，都是靠随机改变基因来育种，不仅要看运气、效率低，还需要很长时间。如今，出现了转基因过表达和CRISPR基因编辑等现代技术，让育种变得更精准、更快。

最新研究显示，在育种实践中，传统方法+现代技术相互配合，既能高产抗病，又更安全，能够为粮食安全提供更强的保障。

老办法：在基因“盲盒”里碰运气

在基因编辑出现之前，育种家手里只有三样“老家伙什”，核心都是随机改作物基因，没办法控制结果。

最“佛系”的是自然突变。作物在生长过程中，基因偶尔会“抄错”一个“字母”。这种变化绝对天然，听着也安全，可概率低得惊人——几十年都不一定能碰上一个有用的变异，远赶不上人口增长对粮食的需求。

最“暴力”的是物理诱变。用射线照射种子，强行打断种子的DNA链。突变确实来得又快又猛，可代价是大量种子不发芽或者长成畸形植株。为了找到一株可用的，往往要种上万株，再一株一株地选，工作量惊人。

如今最常用的是EMS化学诱变。把种子泡进EMS药液里，药液会诱导基因发生小突变，手段比射线温和得多。但它依旧是对整个基因组“无差别开火”：除了想让改变的目标基因外，无关基因也会跟着一起变，而这些“搭车”的突变基因往往是有害的。想把这些“杂质”剔除干净，必须经过多代回交、自交，周期动不动就是五到十年。

老办法就像抽盲盒——你只知道盒子里有东西，却不知道抽出来的是惊喜还是废品。

“外援”与“内修”：两种新技术的分野

如果把一株作物比作一台机器，基因就是那本厚厚的说明书。育种要做的，就是改说明书：哪一页写错了，就改哪一页；哪一段抄重复了，就删哪一段。难点在于，这本说明书由数万个基因组成，而且每个字都长得差不多。

现代育种的两条新路，一条向外借力，一条向内修复。

转基因过表达相当于给作物“请外援”。把一个好基因额外装进作物体内，让它拼命干活，抗病、抗虫、高产等性状一下子就能提上去，效果肉眼可见。但问题也随之而来，引入的是外源基因，插入位置随机，还可能扩散到野生近缘植物中，生态风险难以完全排除，因此监管很严，上市审批慢、门槛高。

CRISPR基因编辑则更像“修内功”。它被称作“基因剪刀”，可以精准定位作物自己原有的基因，只敲除、替换或微调目标位点，不影响其他区域。整个过程一般不引入外源基因，产生的变化更像一次天然突变，却比天然突变准得多。结果是可预测的，筛选也简单，不必大面积种植，两三年就能出成果。

打个比方，转基因是给一辆车换装发动机，动力足，但改装手续复杂；基因编辑是修改原厂设计里的一个缺陷，车还是那辆车，只是用起来更顺手了。

基因编辑在高原的成功实践

如果说找基因还得靠老办法，那在改基因这件事上，CRISPR基因编辑在青藏高原已经得到实践。

中国科学院西北高原生物研究所的团队通过定点编辑大麦的Waxy基因，使得直链淀粉含量直接降到零，可溶性糖含量达到37.3%。这项研究用的材料是大麦，但技术路线对青稞完全适用。更关键的是，他们通过人工转育，已经把这种突变导入青稞品种。Waxy基因突变系的面粉加工的面条烹饪时间缩短，在青稞速食米饭、青稞粽子、青稞冲调粉和青稞麦片等产品加工方面具有广阔的应用空间，将为消费者提供更健康、更便利的食品选择。

油菜是青海省第一大作物。高原育种有个特殊难题：品种常常会出现“水土不服”，即在试验田里表现优秀的，换个海拔、换种光照，优势就打了折扣。

中国农科院油料所王汉中院士团队的解决办法是把实验室搬到田里去。他们把这套体系叫做“Bt+Eb”——生物技术加生态育种。生物技术是加速器，整合分子标记、基因编辑、小孢子培养，育种周期从8到10年压缩到5年左右。生态育种是方向盘，秉持“在哪儿种，就在哪儿育”。

2026年8月31日，这套体系在青海省西宁市湟中区交出了成绩单：春油菜新品种“中油青1号”百亩示范片分段机械实收亩产达到314.65公斤，较当地平均单产增幅超66.3%，一举创下我国高海拔地区春油菜百亩机收单产新纪录。

这不是一次偶然的单点高产，而是一套全新育种体系带来的全域变化。在青海省区域试验中，该品种平均亩产达到308.34公斤，含油量达到46.94%，亩产油量比当地主栽品种提升21.65%，耐寒、早熟优势突出，为高海拔冷凉地区油料增产培育出硬核良种。

现代育种的“组合拳”

其实，没有一种技术是万能的，现代育种打的是一套组合拳。

第一步，用EMS诱变制造海量变异，像勘探队一样在基因组里“找矿”，挖掘未知的好基因；第二步，用人工智能表型分析和GH-GLA这类工具快速筛选，把埋在成千上万份材料里的线索捞出来；第三步，用转基因过表达验证基因功能，确认这个基因到底管什么；第四步，用CRISPR基因编辑精准改良，快速育成能下地的新品种。

这套组合拳里，四种技术各司其职：EMS是撒网的人，网撒得越大，捞到宝贝的机会越多；人工智能是分拣线，把有用的材料从海量样本里挑出来；转基因过表达是检验员，先弄清这个基因到底管什么；CRISPR基因编辑则是最后动刀的大夫，一剪刀下去，把想要的性状稳稳落到品种里。

这场较量真正的意义，不只在实验室里。它也与“绿色”二字紧密相关。抗病品种意味着更少的农药喷洒，从源头上减少农业面源污染；精准编辑减少了“附带损伤”，不必为上万个突变体耗费大量土地、水肥和人工；周期从十年缩短到两三年，省下的不只是时间，还有资源和能耗。就此而言，育种技术的进步本身就是一场农业生产方式的绿色转型。

从靠天吃饭的“抽盲盒”，到心中有数的“动手术”，我们与庄稼的这场漫长对话，正在进入一个更从容的阶段。