

宁夏农林科学院研究人员行程6.5万公里,跨越5省区科研探索

破解“花青素之王”基因密码

本报记者 马越

今年10月下旬,宁夏农林科学院枸杞科学研究所赵建华研究员课题组在国际知名学术期刊《园艺研究》发表了题为《高质量的黑果枸杞基因组助推花青素生物合成的遗传解析》的论文,首次绘制出黑果枸杞高质量基因组图谱,破解黑果枸杞全基因组遗传密码。研究人员注释出38993个基因并从黑果枸杞中成功找出控制花青素合成的5个关键基因。这标志着被誉为“花青素之王”的黑果枸杞遗传基因密码被破解。

“此次破解黑果枸杞基因组遗传密码,填补了国际空白,又一次使宁夏牢牢占领了枸杞研究的制高点。”国家枸杞工程技术研究中心枸杞团队首席专家曹有龙如是评价。



↑ 收集枸杞。

→ 用花药培养出枸杞植株。

6.5万公里的艰辛历程

秉持科研初心,完成对黑果枸杞花青素生物合成调控机制的认识,寻找其抗性基因并快速融入宁夏枸杞育种,为枸杞产业的高质量发展提供基础支撑——曹有龙和同事就此开始了一场艰苦的科研探索之旅。

时间的指针回到3年前。2021年6月,曹有龙和同事成功破解宁夏枸杞全基因组遗传密码。仅仅两个月后,在宁夏首批“揭榜挂帅”项目支持下,曹有龙项目组即与四川大学、北京林业大学、西北农林科技大学、上海师范大学等高校院所紧密合作,从黑果资源收集、测序材料培育、功效物质鉴定、合成通路解析、优异种质创制等5方面展开联合攻关。

“展开此次攻关,黑果资源收集是首先需要占有的基础材料。其间,在多年收集黑果资源的基础上,项目团队成员20余人先后实地走访了宁夏、内蒙古、甘肃、青海、新疆5个省区的28个县(市、区)、102个乡镇,途经沙漠、戈壁、高原等多种地貌形态,行程长达6.5万公里,相当于绕地球赤道超过一圈半。”赵建华介绍,科研途中常常要克服高原反应,经受沼泽区的蚊虫滋扰、沙漠区的酷热难耐。有时为了获取一份资源,项目组一路不辞辛劳收集到野生黑果枸杞资源,为培育黑果枸杞单倍体植株提供了丰富的材料。

但收集到测序材料后,考验体力、耐力的单倍体培育工作才刚刚开始。

“在实验室,七八个科研人员小心翼翼用镊子从未开放、发育正常且有活力的花蕾中取出花药,接种到盛有培养基的瓶中,每瓶接种6个花药,每人每天最多做30瓶。由于黑果枸杞的花药比较矮小纤弱,操作过程中非常容易受伤而夭折,很多时候培育单倍体植株会出现全军覆没。”赵建华说。

功夫不负有心人。2023年,项目组终于在360份野生黑果资源的2.7万朵花蕾中,成功培育出3株单倍体黑果枸杞,测序材料杂合度从6.31%降低到0.18%,大大降低了测序和组装成本。经过若干加干干,单倍体材料基因组组装仅用3个月时间完成,比高杂合黑果枸杞组装整整缩短5个月。

与此同时,为加快黑果枸杞花青素代谢物开发利用,项目组联合海南大学,系统开展360份野生黑果枸杞代谢物的鉴定,建成目前代谢物种类与数量最多的黑果枸杞代谢物数据库,鉴定并发现黑果枸杞中一些特有功能性代谢物,为黑果枸杞资源深度开发利用提供物质基础;项目组在繁如星辰的基因序列中注释出38993个黑果枸杞基因,通过多组学比较分析,分析了黑果枸杞中基因收缩、扩张、结构变异与花青素合成及耐盐性密切相关,并成功挖掘出5个控制花青素合成的关键基因。

未来开发应用前景广阔

“通过此次黑果枸杞全基因组遗传密码破解,我们不仅全面解析了枸杞花青素生物合成通路,并发现花青素合成关键基因,这一发现打通了高通量花青素从分离提取到精深加工、高附加值产品开发的路径,实现了宁夏枸杞产业链的延伸和扩充,并挖掘了新的经济增长点,为今后花青素物质产业化开发、高品质枸杞功能性大健康产品开发提供了广阔前景。”赵建华说。

赵建华表示,研究中还挖掘鉴定出一批控制枸杞针刺发育、色素代谢、耐盐耐旱关键基因。这些研究成果陆续落地将使培育无刺、耐储藏,适合机采的理想树型看到希望,为高花色苷含量、抗逆性等枸杞新品种提供技术支

撑,进而促进黑果枸杞资源深度开发利用,为枸杞精深加工产业发展提供了新思路和方法。

在枸杞多种功效物质研究方面,赵建华说:“我们团队在未来的科研道路上,牢牢把握枸杞良种育种引领行业风向标,同时,将瞄准上游野生黑果资源收集保护入手,系统挖掘控制枸杞其他重要功效物质的基因密码,进而实现中游优良品种培育服务产业需求,最后满足下游大健康产品开发的原料供应。”

赵建华表示,发现黑果枸杞中存在大量基因收缩、扩张和结构变异与耐盐性密切相关,这一研究对加快枸杞分子设计育种,进行盐碱地改良、挖掘其在生态保护中的潜力具有重要意义。

破解黑果枸杞基因密码为哪般

黑果枸杞又称黑枸杞,是茄科枸杞属家族的一种多年生灌木,具有很强的耐干旱和耐盐碱性,适应性及生命力极强,是重要的药用植物资源,常生于盐碱地、盐化沙地、河湖沿岸、干河床或路旁,广泛分布于我国陕西北部、宁夏、甘肃、青海、新疆和西藏一带;中亚、高加索和欧洲亦有生长。

据藏医经典《晶珠本草》记载,黑枸杞为细长灌木,分枝多,树皮灰色,果实紫红色。在成熟的过程中,黑枸杞果实的颜色逐渐由绿色变为紫红色,果肉也开始着色,这是因为黑枸杞拥有高含量的花青素,其果实素有“花青素之王”的美誉,花青素含量是蓝莓的10倍,被广泛应用于治疗心脏病、降低胆固醇、增强免疫力、抗衰老及保护视力等医疗领域。

“可此前,尚未有黑果枸杞物种的高质量染色体级别基因组可供利用,导致对花青素生物合成调控机制的认识有限,造成黑果枸杞资源开发利用滞后。”国家枸杞工程技术研

究中心枸杞研发团队主要负责人赵建华说,完成对花青素生物合成调控机制的认识,是科研团队开展黑果枸杞全基因组遗传密码破解的初衷之一。

赵建华介绍,目前我国人工种植枸杞的90%良种都源于宁夏的科研团队及龙头企业培育。“当前,在国家18亿亩耕地红线限定下,枸杞种植必然面临着‘上山下滩’,这就要求枸杞研发团队要最大化挖掘枸杞抗逆潜力,才能从根本上解决当前枸杞产业高质量发展的‘卡脖子’技术。”赵建华分析,野生枸杞资源收集保护是维护我国枸杞种源安全所在,利用优异资源培育枸杞良种是夯实枸杞种源、振兴枸杞种业的关键,把长期以来人工栽培宁夏枸杞中丢失的抗性性状从黑果枸杞遗传密码中找回来,就能培育出突破性品种。黑果枸杞全基因组遗传密码破解的另一目的是,寻找多抗性基因并快速融入宁夏枸杞育种。



培育出丰产型黑果优品。(本组照片均由受访者提供)

珍惜粮食

珍惜粮食 拒绝浪费
文明就餐 从我做起