

智利的藜麦田 供图/视觉中国



## 藜麦优生优育的那些事儿

撰文·供图

徐凤侠

和其他粮食作物相似，藜麦从成为土著人的粮食后，也经历了漫长的种质改良。据出土于秘鲁中部高地阿亚库乔的考古资料显示，藜麦的种植差不多可以追溯到大约7000年前，在安第斯山区藜麦很可能是当地最早的农作物之一。智利的印第安人墓穴中出土的藜麦种子化石可以追溯到公元前3000年前。阿根廷南部的卡塔马卡地区鉴定出了公元前760年至公元前560年期间的藜麦种子。

经历了几千年的自然选择和人工选择，安第斯山区的农民不仅选育出了能够满足当地人食物需求的藜麦品种，而且选育出了适应各种小气候类型的品种，从适应最干旱到最潮湿、从最冷到最热的气候类型，以及从最低到最高海拔的各种生态类型。以玻利维亚主种植区为主的育种者育出了5种生态类型：山谷类型(Valley)、

高地类型(Altiplano)、盐地类型(Salar)、海岸类型(Coastal)、高温湿润的亚热带类型(Yungas)。山谷类型目前主要在哥伦比亚、厄瓜多尔、秘鲁等地种植，适应海拔200~3800米的地区。植株高度达到2~3米，有分枝，成熟期大于210天，低皂苷含量，抗灰霉病。高地类型目前主要在秘鲁和玻利维亚等地种植，适应海拔3800~4000米的地区，耐旱、耐寒、耐冰雹。植株高度在1~1.8米，生育期120~210天，无分枝，皂苷含量高。盐地类型主要在玻利维亚、智利北部、阿根廷等地种植，适应于海拔高于4000米的地区，降雨量少于300毫米。土壤酸碱度适应范围pH>8.0，农艺特征类似于高地类型。这类藜麦的籽粒大多数为黑色且富含皂苷，也有少数是无皂苷的甜味藜麦，颜色如珍珠一般洁白。海岸类型主要在智利中部和南部等

藜麦花开

地种植，无分枝，花期长，种子小而呈黄色半透明，高皂苷，抗病性好。高温湿润的亚热带类型主要在玻利维亚的亚热带密林区等地种植，植株浓绿，成熟时变成深橙色，种子小而呈橙色。

在整个安第斯山区，藜麦的种质资源搜集达到2500份，分别保存在秘鲁的普诺、库斯科、阿亚库乔、万卡约、卡哈马卡和玻利维亚的巴塔哥尼亚试验站以及厄瓜多尔的圣卡塔琳娜试验站。藜麦的种质包括已经被驯化的栽培种（subsp. *quinoa*）和自由生长的野生种（subsp. *millealum* 或者 *melanospermum*）。野生种和栽培种之间的杂交很容易。驯化的藜属物种和野生种相比起来发生了以下几个变化：花序构型更紧凑；丧失了天然的种子散落机制；种子成熟度一致；种子休眠程度降低。目前栽培藜麦变异最高的在玻利维亚和秘鲁之间的的喀喀湖（Titicaca）附近，这里也是最早驯化藜麦的地区。

藜麦的育种目标主要是针对成熟期、产量、色彩、花序类型、皂苷和甜菜色素含量以及叶片上的草酸钙晶体颗粒等性状进行符合人类需求的选育。显然，早熟、粒大、抗倒伏、色彩丰富、低皂苷都是人类眼中好藜麦应该具备的品质。

藜麦育种的目标首先是稳定的产量，也就是



从基因型角度就具有高产性状。在2012年之前，玻利维亚当地藜麦品种的产量只有570~642千克/公顷，秘鲁的藜麦产量为958~1 163千克/公顷，厄瓜多尔的藜麦产量为630~848千克/公顷，而联合国粮农组织筛选出的一些品种种植在意大利和希腊，产量分别可以达到2280千克/公顷和3960千克/公顷。那么，您知道藜麦的哪些农艺性状与产量有关系吗？育种学家发现产量与茎



左：不育籽粒的藜麦 右：球状穗型藜麦

左：晚熟无分枝的亚热带生态类型 右：选育的早熟不分枝品种



秆粗度、叶绿素的含量、叶片胡萝卜素的含量和产量呈正相关，而与籽粒的大小并不直接相关，这个观点的确比较新颖。

农民喜欢早熟的藜麦品种。大家知道，农业的事儿在很大程度上归属为上天的事儿，收成往往难以预料。特别是全球气候异常化的加速，导致气候预报变得越来越不够精准。一场风暴、一场冰雹、一场霜冻、一阵暴雨，可能当年的收成就归零了。那么，短的生育期就增加了丰收的机会。因此，生育期小于150天的品种，显然高产的概率更大。事实上安第斯山区的藜麦普遍晚熟，很多品种生育期大于150天。而在低海拔地区的藜麦，比如我国的亚热带地区，藜麦的生育期可以缩短到90天左右。位于福建省厦门市的福建省亚热带植物研究所，近年选育出了多个生育期小于120天的藜麦品种。

藜麦的病虫害问题，一般不是藜麦栽培过程中的大问题，藜麦自身就有比较有效的防御机制。藜麦种子表面的皂苷比较苦涩，可以抵御虫害。至于病害，在大多数的藜麦品种中一般也不易发生，个别发生的以真菌病害为主，特别是多雨的季节可能发生霜霉病。

对于地球上气候偏干旱和多盐渍土壤的地区来说，抗盐和抗旱品种的选育是最佳选择。事实上，绝大多数藜麦品种的抗盐和抗旱性都是值得一提的性状，这也是联合国粮农组织认为藜麦是未来世界粮食首选的原因之一。

植株形态也是藜麦品种选育的目标之一。农民喜欢直立少分枝，而且穗长的品种。这样的特征，一是便于除草、施肥之类的机械化操作，二来也是丰产的特征之一。因为分枝少，成熟就比较一致，而侧枝的成熟要晚于主茎半个多月之久。

还有一些藜麦育种的灵感来自消费者，比如藜麦的蛋白质含量问题。相比其他的粮食作物，藜麦的蛋白含量具有显著的优势，更重要的是其氨基酸组成非常完美地吻合人体的需求。而在生产上往往会出现产量和蛋白质含量的负相关问题，那么选育丰产和高蛋白的品种显然是较高层次的藜麦育种目标。此外，消费者对种子的色彩也有很多个性化的需求。目前市场上最受欢迎的是白色或者奶油色的藜麦品种，比如产于玻利维亚的皇家藜麦（Quinoa Real），主要在位于玻利维亚南部乌尤尼盐沼的奥鲁罗和波托西地区种植，这里独特的小气候类型和土壤的生化特性为这种藜麦的生长提供了合适的条件。还有黑色种皮的藜麦品种，受欢迎的原因是其富含类胡萝卜素。对于藜麦的一些天然个性，消费者也有不买账的，比如藜麦种皮上的皂苷，由于味道苦涩，清洗费事，深受消费者嫌弃。

随着藜麦走出安第斯山区，其种植范围在不断扩大。2017年2月，藜麦的全基因组信息在《自然》杂志发表，依托藜麦的基因组信息，未来有望对藜麦品质优良的特殊基因加以利

左：藜麦的变异新种 右：黑色籽粒的藜麦



用。比如针对藜麦中的高蛋白低谷蛋白合成，高不饱和脂肪酸合成，从叶、茎、穗到籽粒的高色素合成等特征，寻找其中特异的启动子或者转录因子可为其他农作物品质改良提供好的基因工具。

#### 作者简介

徐凤侠，博士，福建省亚热带植物研究所福建省亚热带植物生理与生化重点实验室，研究员，主要从事三角梅和藜麦次生代谢和育种的研究。

（责编 桑新华）



小小藜麦“育种家”