

厄瓜多尔藜麦种植园 供图 / dep (汇图网)



个性 ——尊贵而不娇贵

撰文·供图
黄青云

藜麦来源于安第斯山脉地区，从北部的委内瑞拉延伸到南部的阿根廷、智利，包括哥伦比亚、厄瓜多尔、秘鲁和玻利维亚。那里的特点是气候恶劣：降水少，干旱、霜冻和冷害频繁发生，并伴随土壤营养缺乏，以及高海拔造成的极端的太阳辐射。恶劣的生长条件造就了藜麦不娇贵的个性。藜麦对土壤和气候条件的适应性非常广泛：从北纬2度到南纬40度、从海拔4000米到海平面、从年降水量2000毫米到50毫米的区域几乎都可以种植。藜麦生长可适应的温度范围也很广泛，从-4℃到-38℃；可适应的土壤酸碱度范围为pH6.0~8.5；可适

应的盐度范围达到40ms/cm。可以说，从寒冷和干旱地区到潮湿的热带地区，从玻利维亚的盐田到智利沿海地区的盐碱地上，藜麦都能随遇而安。

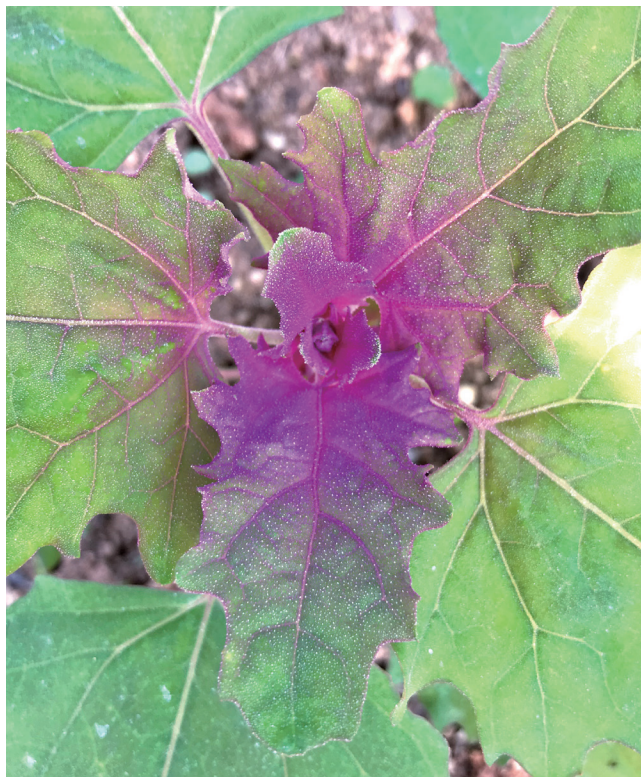
西班牙殖民南美洲后，藜麦的主要粮食地位被土豆和大麦等作物所取代。之后，随着安第斯山脉地区绿色革命的相继失败和干旱对作物危害的加剧，藜麦等本土作物再次被广泛种植，这是因为藜麦即使在恶劣环境条件下也不会大量减产。藜麦对不良气候条件的持久适应能力，使它成为在各种不良非生物因素限制条件下进行粮食作物生产的一个最好选择。藜

麦为什么能在如此不利的生活条件下存活呢？它们采取了什么措施来应对种种非生物因素的胁迫呢？

先来炫炫藜麦的抗旱能力吧。藜麦具有深而分支多的根系，可以通过叶片脱落减少叶面积，以及小而厚的细胞壁，这些特性均可抑制水分流失。此外，抗旱藜麦品种中的生理学特征显示了这些品种的叶片具有低渗透势、低鲜重/干重比和低弹性，以及在低水势条件下维持细胞有效膨压的能力，这就造就了藜麦独特的抗旱机制：逃旱、耐旱和避旱。逃旱可能会出现生长周期延长以应答早期营养生长阶段的干旱，或出现早熟以应答生长后期的干旱胁迫，因此，成熟期的改变是作物生长初期或末期具有抵抗干旱风险能力的一个重要反应。藜麦耐旱主要通过组织弹性和低渗透势来实现，还通过与抗旱相关的一些生理生态特征避免负面影响。这些因素包括深密根系，由脱落叶片而致的叶面积减少，含草酸钙而具有自吸水和减少蒸腾功能的囊泡，在严重失水时仍具有细



选育出的耐旱品种



左：叶表面的盐囊细胞积累了大量的甜菜色素和草酸钙晶体 右：藜麦叶表面的盐囊

胞膨胀力的小而厚的壁细胞,以及动态气孔行为等。仔细观察藜麦的叶片你会发现,藜麦叶子、穗的表面在其整个生长期都会一直产生盐囊细胞,也叫泡状腺,其内积累大量的甜菜色素和草酸钙晶体。这种积累草酸钙晶体的泡状腺形成藜麦的耐旱机制。它们耐旱的可能机制包括:由于草酸钙的吸湿性,腺体创造一个仿造的湿润界面,这个界面接近叶表面的保卫细胞,从而在干旱条件下保持高的光合效率(高气孔导度);降低叶面与湿润界面之间的电位差,能使界面保持较低的蒸腾损失;腺体使叶片表面呈现白色,大大增加了光线反射率,在非胁迫和在海拔地区直接照射条件下减少了作物的蒸腾量。

藜麦对盐碱也有很强的耐受性。研究发



上: 福建省亚热带植物研究所种植的藜麦 下: 紫穗早熟品种

现,一些品种在发芽期显示了非凡的抗盐性,比如有一种高原生态型藜麦Kancolla,在盐浓度为57ms/cm时仍有75%的发芽率,有些品种能够应付的盐度甚至与海水一样。毫不奇怪,藜麦能够生长在玻利维亚的盐田,也能生长在智利沿海地区的盐碱地上,在几千年漫长的演化进程中它已经从盐碱地上脱颖而出。

藜麦对盐分的耐受是如何实现的呢?藜麦子叶期对土壤盐渍就具备了很强的适应力,可能是由于离子吸收、渗透积累及渗透调节的代谢控制。藜麦细胞组织积累的盐离子通过叶片水势的调节作用,使之能够在盐胁迫条件下维持细胞膨压并限制水分蒸发。此外,它也能在盐胁迫条件下保持对 K^+/Na^+ 和 Ca^{2+}/Na^+ 的选择性吸收。藜麦种子在高盐环境下是如何萌发的呢?重要的耐性机制是以种皮的完整性为基础的,并作为保护屏障,确保从种子内部排除Na和Cl离子,而保持较高的 K^+/Na^+ 比值,以避免离子毒性。显然,藜麦是通过排除和积累盐的机制来实现其耐盐性的。

事实上,藜麦广泛的适应性还体现在其耐寒性上。很早人们就发现,藜麦甚至在 $2^{\circ}C$ 时都能100%发芽,在接近 $-3^{\circ}C$ 时植株的生长都不会受到严重影响。藜麦组织中存在的可溶性糖,如果聚糖、蔗糖及脱水蛋白等,可能是其抗冻性的标志成分,这使得藜麦具备了承受细胞壁冰晶形成所导致的细胞脱水和机械损伤,且不会受到不可逆性损伤的能力。

综上,藜麦不仅是研究盐生植物和植物抗逆性的细胞、生理、生物分子和形态机制的模式植物,还是选择最合适材料和培育适应不同环境和地理条件的新品种的宝贵资源。

作者简介

黄青云,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,助理研究员,从事藜麦的生物学研究。

(责编 桑新华)