

作者: 马爱平 来源: 科技日报 发布时间: 2023/8/14 13:26:20 选择字号: 大 中 小

## 菊科植物为何是进化最为成功的植物?

科技日报记者 马爱平

菊科植物丰富的物种多样性和超强的环境适应性,常被视为在进化上最为成功的植物,但是其背后的分子遗传机制尚不明确。

近日,北京市农林科学院杨效曾团队和北京大学李磊团队在权威期刊《自然·通讯》上发表题为“Comparative genomics reveals a unique nitrogen-carbon balance system in Asteraceae”(“比较基因组学揭示了菊科特有的氮碳平衡系统”)的研究成果。研究揭示了菊科特有的氮碳平衡系统,这种特有的系统,或是菊科植物具有丰富的物种多样性和极强的环境适应性的背后原因,抑或是菊科植物成为进化上最为成功的植物的背后原因。

菊科植物是否存在独特的分子遗传机制尚不清楚

菊科(Asteraceae)是真双子叶植物中最大的一个科(一说是兰科),具有丰富的物种多样性和极强的环境适应性(图1)。

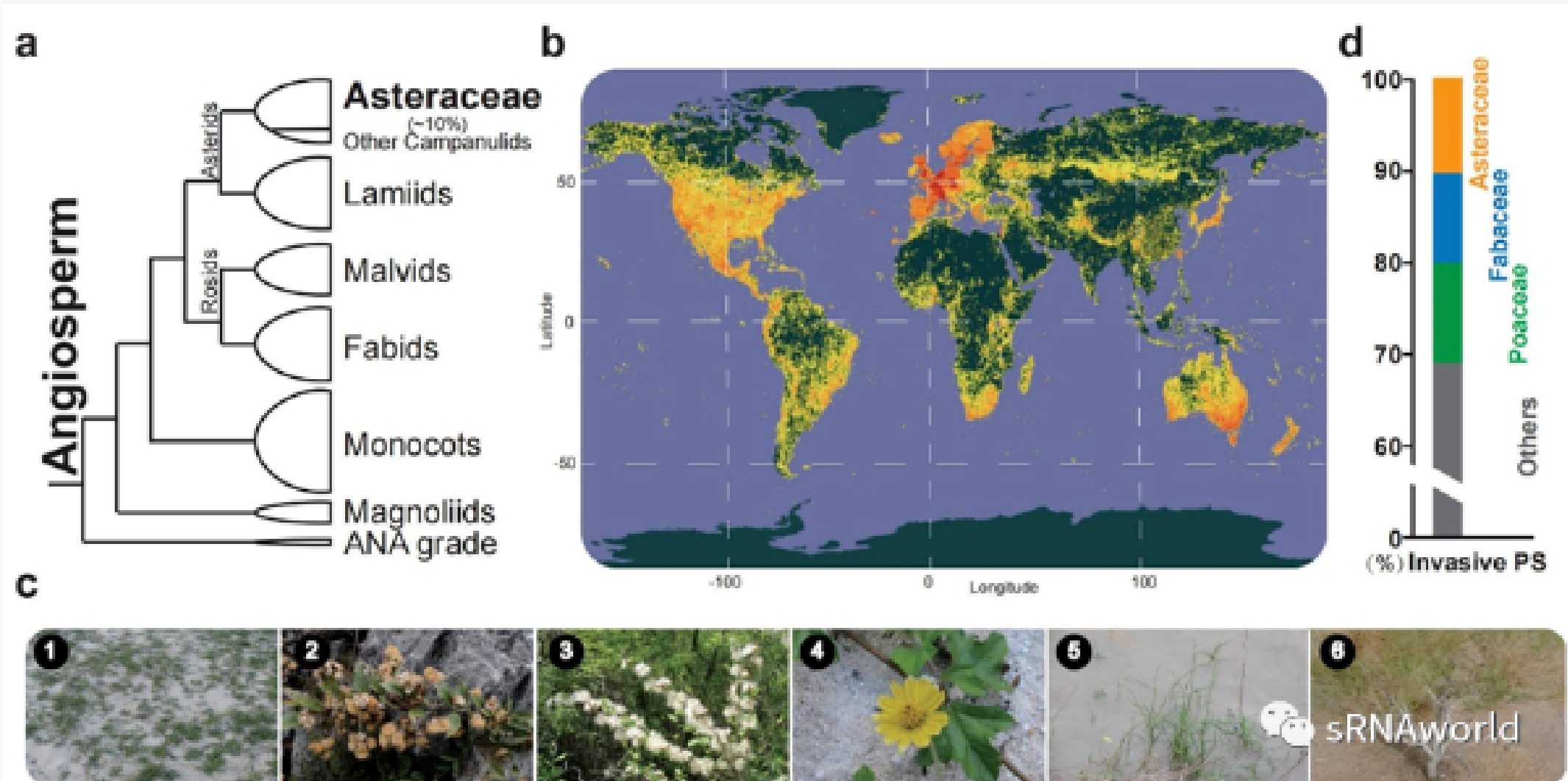


图1、菊科植物具有丰富物种多样性和良好环境适应性(a、占据被子植物总数~10%; b、全球范围内广泛分布; c、极端环境下菊科植物代表; d、全球范围内入侵植物占据三甲)。

论文通讯作者、北京市农林科学院研究员杨效曾表示,现在已知菊科植物至少有13个亚科、超过1700个属和3000种植物,其物种数量占整个开花植物总数的约10%。菊科植物广泛分布在全世界,具有极强的适应性,能够生存于除极地极寒地区以外的任何栖息地,包括沙漠、沼泽、冻土等极端环境中。另外一个能够说明菊科植物具有超强环境适应性的是在全球入侵植物名录中,菊科植物种类最多。如在我国所有入侵有害植物中,菊科种类最多,占比约18%。

研究者普遍认为,菊科植物进化出了独特的、千变万化的头状花序,能够更好地吸引授粉者,增加授粉几率。同时,很多物种的瘦果果皮部分进化出了独特的结构,能够利用风和粘在动物的皮毛上进行远距离传播,例如以蒲公英为代表物种的冠毛和苍耳种子上的倒刺。菊科植物以菊糖(果聚糖的一种)作为代替淀粉,成为能量的主要存储形式,由于菊糖的良好水溶性,从生理上增加了渗透压调节能力,也被认为是重要的原因。

但是,菊科植物丰富的物种多样性和良好的环境适应性背后是否存在独特的分子遗传机制,目前的研究并不清楚。

### 组装高质量草海桐基因组和莴苣(莖用生菜)基因组

研究团队组装了高质量的草海桐基因组和莴苣(莖用生菜)基因组。为了更好地了解和研究菊科植物,研究团队从菊科植物最近的外群草海桐科出发。

“草海桐科与菊科相比,仅有400多个物种,栖息地仅在太平洋和印度洋热带沿岸。本研究选取了草海桐科的代表物种草海桐,通过一系列前沿的组装策略完成了草海桐高质量基因组组装,为菊科研究提供了重要的外群参照。”杨效曾介绍。

为了更好了解菊科植物,团队通过三代测序技术、光学图谱,以及Hi-C技术完成了目前最高质量的莴苣参考基因组。

论文第一作者、北京市农林科学院生物所博士申飞介绍,比较基因组学揭示了菊科植物起源时间和古多倍化事件的影响。通过对29个具有代表性陆生植物的比较,作者在全基因组层面首次确定了菊科植物起源时间为白垩纪晚期,约8千万年之前。

“利用草海桐基因组为参照,我们确定了菊科植物共有的古多倍化事件WGT-1发生时间与草海桐科/菊科分化时间接近,草海桐科只发生了更为古老的WGT-Y事件,并没有发生WGT-1事件。通过对古多倍化以后保留区域(TRR)的分析发现这些区域受到了高强度的选择,具有更高的基因密度,很多跟细胞壁合成、脂质合成、细胞膜、开花相关基因得到了富集,表明菊科植物共有的古多倍化事件对菊科植物的成功具有重要意义。”申飞说。

研究发现,菊科植物通过古多倍化和关键代谢基因的串联复制逐步升级了碳氮平衡系统,从而增强了氮吸收和脂肪酸生物合成。通过基因组层面比较结合1000份陆生植物转录组数据,团队发现菊科植物中调控碳氮平衡的关键基因PII发生了丢失。PII是一种位于叶绿体的氮传感器,可激活N-乙酰基-L-谷氨酸激酶(MAG)以促进固氮。PII还与乙酰辅酶A羧化酶的生物素羧基载体蛋白亚基形成复合物,以抑制乙酰辅酶A羧化酶活性。此外,PII可能参与氮吸收的负调节并防止陆地植物过量吸收亚硝酸盐。

团队进一步以莴苣为模式植物,进行了转基因回补等一系列试验,研究发现,转入PII基因的莴苣株系的碳、氮平衡系统被打破,说明了PII基因的丢失对菊科植物碳、氮平衡的进化起到了重要作用。根据比较基因组的一系列证据,团队发现能够在低氮条件下同化氮的基因和脂肪酸合成多个基因家族基因得到了扩增。这些基因的扩增,对PII基因丢失条件下的碳-氮代谢模型进行了重构(图2)。

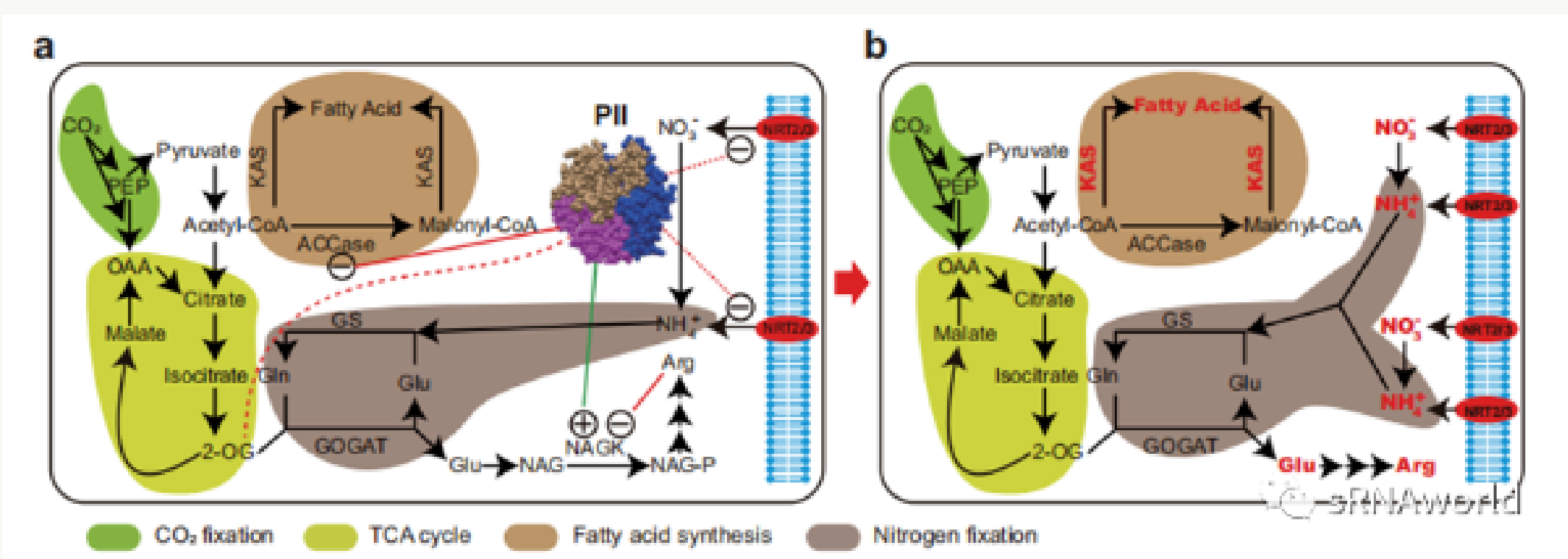


图2、植物碳氮平衡系统(a、普通植物中碳氮平衡系统; b、菊科植物碳氮平衡系统)。

### 菊科植物的特异机制或为超级适应性的原因

“菊科植物在碳氮平衡方面特异的机制有可能是菊科植物丰富多样性和超级适应性的原因。碳元素和氮元素是植物生长发育所必需的两个元素。对植物而言,对碳元素的吸收主要依靠光合作用固定空气中的二氧化碳,宏观上来讲,限制性因素为环境中的光照和植物体内的酶。对于氮元素的吸收,植物则主要依靠根从土壤中的吸收和同化。因此,对于占领大量生态位的植物类群来讲,强大的氮元素吸收和利用能力是必然的,如豆科植物进化出了与根瘤菌协同固氮的机制(豆科植物在全球入侵植物中占比也很大)。”杨效曾表示。

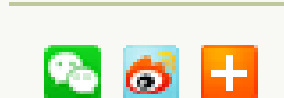
菊科植物占开花植物的1/10,为被子植物第一大科,强有力的氮同化能力和独特的碳氮平衡系统为其占据广泛的生态位提供了重要的代谢基础。

杨效曾表示,这项发现意味着该菊科植物在碳氮平衡方面特异的机制,有可能是菊科植物丰富多样性和超级适应性的原因。基于对这种独特的N-C平衡系统的详细了解,可以设计通过重建N-C系统的策略来改善作物,特别是应对全球气候挑战。

北京市农林科学院生物技术研究所博士申飞为论文第一作者,生物所博士后秦亚娟和博士生王瑞为该文共同第一作者。北京市农林科学院研究员杨效曾、魏建华,以及北京大学农学院教授李磊为论文通讯作者。中国科学院北京植物园研究员焦远年、高天刚,中国农业大学副教授何俊娜、北京大学研究员周岳参与了该研究。

(受访者供图)

特别声明: 本文转载仅仅是出于传播信息的需要,并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性;如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用,须保留本网站注明的“来源”,并自负版权等法律责任;作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜,请与我们接洽。



打印 发E-mail给:  50

相关新闻	相关论文
1 地球生命出现前甲烷或已很普遍	
2 科学家首次演示“量子数字支付”	
3 我国首次实现开放式架构双场量子密钥分发	
4 地球是否存在最内层地核出现新认知	
5 利用柔性机构的可重构天线问世	
6 “变色龙”软体机器人问世	
7 重磅! 新研究发现新冠病毒破坏肺部的原因	
8 师彦平在《天然产物报告》发表菊科植物综述报告	



- #### 一周新闻排行
- 1 研究显示逆境会永久改变大脑
  - 2 2023年国家自然科学基金评审结果公布
  - 3 26岁升任独立PI! 最新论文领跑诺奖实验室
  - 4 华中科技大学新获批青11人、优青15人
  - 5 中国石油大学(北京)教授帅健康逝世,终年60岁
  - 6 103项,北京市杰出青年科学基金等项目公示
  - 7 《自然》文章是“学术价值最低”的一次发表?
  - 8 正在“加速”的本博费该“刹车”吗
  - 9 “消灭癌细胞”的“国之重器”
  - 10 国家自然科学基金揭榜,多所高校透露立项结果

- #### 编辑推荐博文
- 科学网7月十佳博文榜单公布!
  - MXene材料在锂/钠/钾离子电池领域的应用
  - 从壳斗科、闭壳类等说开去
  - 青年科技人才,如何深度参与决策咨询?
  - 美国加州一名音响工程师的哲思(197)
  - 怎样让机器产生价值性认知?
- [更多>>](#)