
杜鹃花要“下山”，更要“变香”

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/15494.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

杜鹃花要“下山”，更要“变香”。



杜鹃花属马银花亚属的马银花。王秀云供图

花中此物似西施，芙蓉芍药皆嫫母，白居易这首诗中描述的正是美艳不可方物的杜鹃花。作为我国十大传统名花之一，杜鹃花极具观赏价值，在国内外更是享有无鹃不成园的美誉，园林应用广泛，受到世界多国的青睐。

然而，我国虽为杜鹃花野生资源大国，但对其研究起步较晚。近年来，国内园艺科研工作者开始不断探索，力争在杜鹃花的世界舞台上闯出一片天地。

近日，浙江大学园林研究所与中国科学院昆明植物研究所等单位合作，对杜鹃花属马银花亚属的马银花开展基因组测序，获得了高质量基因组，并且揭示了杜鹃花低海拔适应性以及花香相关的合成通路基因，对于高山植物驯化和花香育种具有重要的指导意义。相关成果发表于《植物生物技术杂志》。

高质量基因组成为重要参考

杜鹃花又称映山红、满山红、山石榴，是杜鹃花科杜鹃花属植物的总称，种类繁多，是木本植物大属。全世界杜鹃花逾1000种，分布于欧洲、亚洲和北美洲，尤以亚洲最多，有850种。

原产于中国的就有500多种，尤其集中于云南、西藏和四川三省区的横断山脉一带，是世界杜鹃花的发祥地和分布中心。该论文第一作者、浙江大学园林研究所副研究员王秀云在接受《中国科学报》采访时介绍。

曾经鲜有人问津的杜鹃花，在18世纪被西方来的植物猎人引种到了世界各地，杜鹃花开始进入西方园林并逐渐占据重要地位。尤其在英国，从街头小院、门廊到大小庄园，都有杜鹃花的身影，用整整一季的绚烂点缀了艳丽多彩的春天。

杜鹃花被誉为花中西施，近年来，在城乡园林绿化、环境美化和盆栽观赏等方面应用广泛，促进了国内杜鹃花产业的发展。但仍长期存在着应用品种单一的问题，国内杜鹃花育种总体尚处于起步阶段。

因此，充分地利用我国丰富的野生资源，摸清其遗传背景就显得十分重要。

我们以杜鹃花属马银花亚属的代表种马银花作为测序材料，这是一种非常具有代表性的植物，对于开展杜鹃花的适应性研究意义重大。该论文通讯作者、浙江大学园林研究所教授夏宜平告诉《中国科学报》。



马银花夏宜平供图

虽然测序技术已经飞速进步，但马银花基因组组装仍有一定的困难。因为马银花杂合率预估约1.55%，属于高杂合基因组，我们对组装的参数进行了很长时间的摸索，在基因组注释上下了大功夫。该论文共同通讯作者、中国科学院昆明植物研究所研究员章成君在接受《中国科学报》采访时表示。

最终，克服重重困难，他们测序组装获得马银花高质量基因组549Mb，contig N50为1.2Mb，染色体挂载率为99.05%，注释到41264个基因，基因组注释完整度达96%。

这次获得的基因组质量非常高，是杜鹃花目中高质量基因组之一。夏宜平表示，为国内外同类研究提供重要参考。

找到下山难的原因

杜鹃花属大致可分为高海拔杜鹃和低海拔杜鹃两大类，高海拔杜鹃种类占了85%左右，而老百姓平日里比较常见的是低海拔杜鹃。

高海拔杜鹃开花很美，本应有更大的发展空间，却面临着‘下山’难的困境，尽管已有前人开展相关研究，但目前还没有把高海拔杜鹃移栽到低海拔地区的大规模成功案例。夏宜平说，比如马缨杜鹃就完全无法应用到城市里，哪怕海拔2000米的昆明也栽种不了。

在城市绿化应用中，杜鹃花是一种重要的装饰资源，为丰富城市绿地系统生态多样性起着重要作用。夏宜平指出，杜鹃花耐热能力较差，随着全球变暖，在城市种植过不了炎热夏季，难以适应低海拔气候环境，严重制约了杜鹃花园林应用的多样性。

不仅如此，在夏宜平看来，杜鹃耐寒问题也要解决，很多低海拔杜鹃也去不了北方，比如春鹃、毛鹃等就无法在华北地区存活，而这些都是城市绿化中非常好的资源。

打破界限成了当务之急。为了探索适应性的分子机制，他们最先选择了最典型的两个代表：麂角杜鹃和马银花。后因麂角杜鹃变异度太高，而马银花性状相对稳定，最终团队确定马银花为研究对象。

马银花亚属属于低海拔杜鹃花类群，但是却在表型上与高海拔杜鹃有许多相似之处，比如拥有与高海拔类群相似的叶片革质、常绿等特性，是非常好的研究材料。王秀云说。

通过与已测序的高海拔马缨杜鹃和圆叶杜鹃开展基因组比较分析，他们发现马银花扩张的基因家族显著富集到生物胁迫和非生物胁迫等多个逆境响应通路，其中转录因子NAC基因家族扩张可能对于马银花低海拔适应性起到重要作用。

夏宜平补充道，而马缨杜鹃和圆叶杜鹃等高海拔杜鹃因为没有这样一个进化过程，所以不能适应低海拔的逆境。

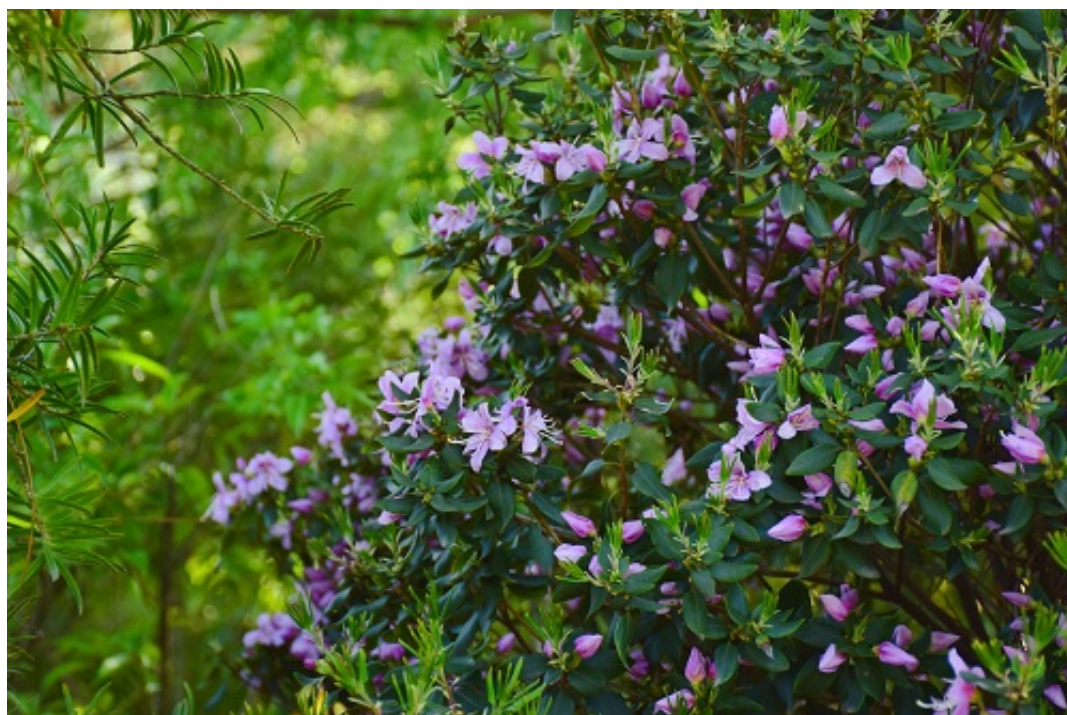
另外，进一步分析表明串联复制是马银花逆境响应基因扩张的主要方式。

这些发现对于高海拔杜鹃‘下山’驯化有指导意义，对杜鹃花城市应用价值很大，也为其他的木本植物研究提供重要参考。夏宜平说。

香与不香的秘密

杜鹃花以千姿百态、花色斑斓、种类繁多等优点备受人们喜爱。不过，目前栽培的杜鹃几乎都没有花香，造成了这一重要观赏性状的缺失。

而马银花亚属多数种类具有花香，是研究杜鹃花香演化的良好材料。章成君表示，通过对马银花香气的成分进行详细分析表明，萜类物质是其重要的花香成分。



马银花 王秀云供图

萜类物质是由萜类合酶（TPS）催化合成的，我们发现马银花TPS基因家族显著扩张，比其他杜鹃都要多，尤其是b类TPS具有较高的表达丰度。王秀云介绍，他们测了两个高表达的TPS,发现它们的合成物质与马银花花香的两个最主要合成物质非常一致，表明这两个基因是合成花香的关键基因。

这项成果还有一个亮点，团队研究发现，TPS-b并不是传统认为的单萜合酶，根据其定位不同，可以合成单萜或倍半萜。体外TPS-b酶活分析显示，TPS-b既能以GPP为底物催化合成单萜，又能以FPP为底物合成倍半萜；但是体内酶活测定显示，定位于质体的TPS-b主要合成单萜，定位于细胞质的TPS-b主要合成倍半萜。

而且，我们通过对不同杜鹃花的进化分析发现，相对于其他杜鹃花而言，马银花分化时间更早，但遗传变异少，呈现出保守的进化形式。王秀云表示，这也证实了他们之前从形态学上得出的观点。

杜鹃花TPS-b同源基因的进化分析研究证明，杜鹃花香并不是马银花在与其它杜鹃分化后获得的，而是其他杜鹃花在进化过程中，可能由于TPS基因丢失或碎片化从而失去了花香。

掌握了杜鹃产生花香的分子机制，我们就可以培育出有花香性状的杜鹃，将来不仅是‘春色满园关不住’，花香也关不住，香气四溢的杜鹃会更符合中国人的审美意趣。夏宜平表示。

在章成君看来，他们此次组装的基因组基本达到了国际上的金标准。有了这个高质量基因组，为我们未来品种的鉴定、分子标记辅助选种育种奠定坚实基础，也可以更好地保护植物新品种的知识产权。

接下来，团队将开展定向育种研究，找到关键的‘耐热’‘耐寒’调控基因，直接通过基因编辑的手段，培育出更具广泛适应性的杜鹃花，为杜鹃花在城市园林绿化中开辟更加广阔的发展前景。夏宜平说。（来源：中国科学报张晴丹）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1111/pbi.13680>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转

载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：夏宜平等 来源：《植物生物技术杂志》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发