

南京二球悬铃木大道景观 供图 / 沈海滨



## 分子育种 ——悬铃木未来的绝育手术刀

撰文 沈卓民 张佳琪

由于此前的悬铃木除毛措施效果不甚理想，研究人员每年只能“望毛兴叹”。而分子育种的出现，使处在困境中的研究人员看到了灿烂的曙光。

分子育种，即根据育种目标，通过在DNA分子水平上的操作，对植物基因组进行改良。随着生命科学的发展，分子育种技术越来越成熟，研究人员也开始研究通过分子育种手段对悬铃木进行“绝育”。

那么，分子育种如何实施呢？悬铃木的开花结果离不开一系列成花调控基因，通过系统

分析悬铃木花发育相关基因及其启动子的功能与表达特性，明确其开花诱导及花器官发育的分子调节机制；通过基因工程调控悬铃木关键开花基因的表达，获得晚花少果、无果的悬铃木转化植株；另外，通过特异启动子与毒性基因 *barnase* 串联转入悬铃木，特异破坏花组织的形成和发育，最终获得不育植株。类似的策略也可以应用于悬铃木叶片表皮毛的性状改良。

华中农业大学包满珠教授课题组在国内外率先开展了悬铃木离体微繁和再生体系构建的工作，针对不同基因型、外植体的取材部位、植

物生长调节剂和培养条件等因素对悬铃木下胚轴和叶片再生植株的影响进行了系统的研究，最终建立了高效的叶片再生体系。在此基础上，初步建立了根瘤农杆菌介导的悬铃木遗传转化体系，并随后对其进行了相应的优化；针对悬铃木的成花诱导以及花发育和表皮毛发育调控等性状，克隆相关基因34类98个，并进行了系统的生物学研究，为悬铃木的分子育种提供了技术平台和基因资源。

介绍了分子育种的神奇功效后，想必读者们已经迫不及待地盼望着无球悬铃木的出世了。那么，无球悬铃木的出世，会给如今的行道树体系造成什么样的影响呢？会产生怎样的效益呢？下面，让我们敞开思维，共同畅想未来的悬铃木吧！

### 无球悬铃木对行道树体系的影响

二球悬铃木本身就是“行道树之王”，无球悬铃木更是“如虎添翼”，成了改良版“行道树之王”。因此，其出现无疑会对未来的行道树体系造成不小的冲击。那么，这种冲击的影响力有多大呢？我们一起来分析一下。

有人会问：现有的悬铃木全部会被嫁接上无球悬铃木的枝条吗？或者全被砍掉，再种上无球悬铃木吗？答案是否定的。首先，这些悬铃木通常是城市的景观标志、生态名片和历史记忆，把它们砍掉完全是得不偿失。此外，现有的悬铃木虽然会飘絮，但是嫁接上无球悬铃木的枝条会丧失其美丽的树冠，并在很长一段时间内失去遮阴功能。因此，即便是高接换冠，也只有在飞絮对居民影响严重且悬铃木树龄较小的地区实施，逐步开展。至于未被嫁接的悬铃木，其果毛飞絮的处理依旧会以修剪控果、物理冲刷、药剂防控为主，相信届时这些技术会愈发成熟。

此外，也有人问：新建道路的行道树选择会以无球悬铃木为主吗？毫无疑问，无球悬铃木一定是行道树选择的重点考虑对象，但是其他树种的重要性也不可忽略。无论是此前常用的樟树、复羽叶栎树、银杏、水杉、无患子、女贞、桂

花等，还是最新流行的娜塔栎、沼生栎、北美枫香等，其观赏性、功能性都独具特色，甚至不逊于悬铃木。此外，虽然单一的悬铃木道路宏伟壮观，但其病虫害的发生风险也相应增加，且易使人们视觉疲劳。因此，无球悬铃木虽功能强大，但其他行道树也是不可或缺的。无论在生态、功能还是景观方面，它们与悬铃木各司其职，相互协调，共同建设出一条条美丽的道路。

### 无球悬铃木的巨大效益

无球悬铃木的诞生，一定能给人们带来巨大的效益，下面从三个方面来介绍其效益。

第一，人们无须受到果毛飘絮之苦。以无球悬铃木作为行道树的道路，每年春季再也不会下“毛毛雨”，人们可以将果毛、花粉带来的一切烦恼抛之脑后，对果毛、花粉过敏的人更是如此。总之，人们可以在往年的“飞絮季”放心出行，无球悬铃木也一定会得到人们的喜爱。

第二，无球悬铃木会节省许多养护成本。对于普通的悬铃木而言，修剪控果、物理冲刷、药剂防控、果毛清扫，每一项都会耗费许多成本。然而，无球悬铃木无须进行这些措施，因此会节约不少养护成本。此外，这些养护措施都会在一定程度上影响交通，且可能带来一些副作用，而



悬铃木的雌花序 供图 / 刘冰

无球悬铃木则不存在这种情况。

第三,目前悬铃木遍及我国长江流域及黄河流域各大城市,如果对其进行无球悬铃木新品系的高接换头和进一步推广应用,接穗和种苗的需求量极大,可以形成一个巨大的产业,具有十分可观的经济效益。同时,无球悬铃木的应用,对美化城市环境、提高城市环境质量、增进居民身体健康、促进两型社会(资源节约型和环境友好型)建设等都将具有十分重要的意义,由此带来的社会效益和环境效益也将是巨大的。

### 科研之路任重而道远

通过分子育种培育不育悬铃木,说起来容易,但做起来难,其难点主要存在于以下几个方面。

二球悬铃木具有较长的童期。一株二球悬铃木需要经过5~8年的营养生长后才能开花结果,因此,悬铃木的育性鉴定周期漫长,对科研

人员的意志消磨很大。这批幼苗花几年,那批幼苗花几年,下一批幼苗又花几年……一批批筛选下去,一晃几十年就过去了。因此,无球悬铃木的育种必定是一场持久战。科研人员必须拥有坚定的恒心,付出足够的耐心,才能盼来无球悬铃木到来的那一天。用包满珠教授的话说,做科研就是需要有“死磕”到底的决心和贵在坚守的初心。

木本植物的基因组普遍较复杂,拥有庞大的成花调控网络,二球悬铃木也不例外。目前,人们对于植物成花调控分子机理方面的认知主要是来源于拟南芥、水稻、金鱼草等草本模式植物的研究,而木本植物开花调控的分子机理研究还不是很深入,主要集中在杨树等物种上,像悬铃木这样在生物进化上较为原始的雌雄同株异花树种,其成花调控的基因网络研究更为薄弱。

分子育种经验不足。分子育种虽然功能强大,但是目前仅在作物、蔬菜、果树和杨树等植物中得到应用,园林植物方面的应用才刚刚起步。现有的悬铃木的遗传转化体系存在转化效率低、遗传不稳定等问题,还需要进一步完善。

由此可见,无球悬铃木的育种之路一定充满曲折艰辛,遍布困难险阻。虽然科研之路任重而道远,但是科研人员坚信,不育的二球悬铃木将会在不久后的将来问世。对此,我们也满怀希望。

### 结束语

写到这里,笔者百感交集。且不提无球悬铃木,笔者此时只想对二球悬铃木说:你很棒,你为这个世界增添了许多美丽,做出了巨大的贡献。你的功劳,我们人类将永远铭记。你,不愧是行道树之王;你,就是行道树中的传奇!

最后,笔者献诗一首,给传奇的“世界行道树之王”——

飞毛落果春之罪,冠大荫浓夏意消。

黄金上树秋满地,玉干秀枝冬阳照。

(责编 桑新华)



二球悬铃木的叶子与果球 供图 / 沈海滨

二球悬铃木黄叶景观 供图 / 宋鼎



校园里的二球悬铃木大道 供图 / 徐永福