

多肉植物——胧月离体叶片再生出不定根和不定芽



植物再生 ——自然界的神秘力量

撰文·供图

刘武 薛霖悦 徐麟

自然界的植物再生现象

动物的器官再生现象广为人知，如壁虎在遇到危险时可以采取断尾来摆脱险境并再生出新的尾部，蝾螈也可以断肢自救并随后再生出新的肢体。同样的，自然界的植物也可以利用再生来应对外界生长环境的变化：多肉植物的离体叶片可以在伤口处生出新芽和新根，并最终形成新植株；白杨的枝条通过扦插可以长出不定根；“落地生根”则可以在叶边缘位置生出一系列迷你版“落地生根”。通常来说，自然界中植物的再生是与环境息息相关的，表现为植物对环境的一种适应。

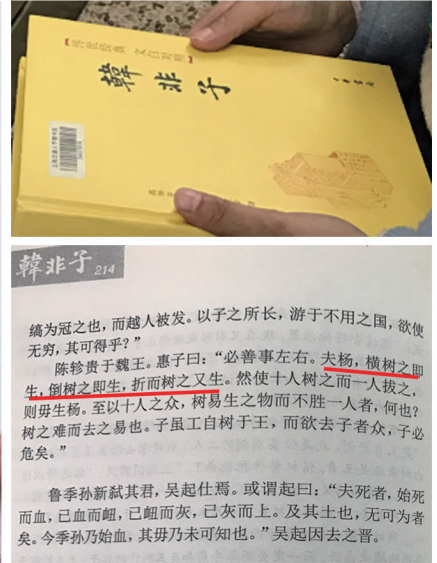
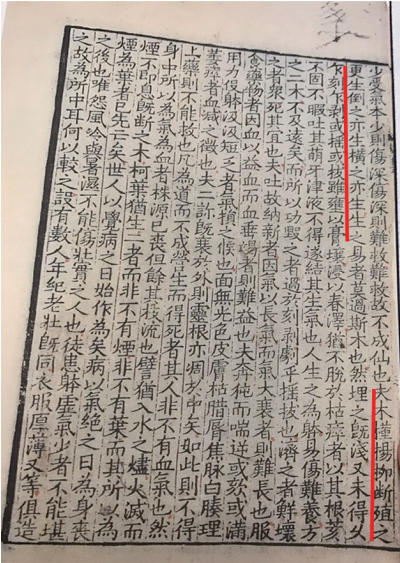
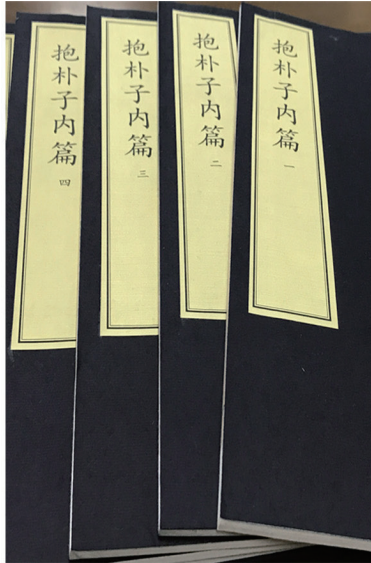
植物再生最早的认识

古人很早就认识到了植物的再生现象，并对之进行了详细记载。东晋葛洪所著的《抱朴子内篇·极言卷》中提到木槿和杨柳可能是木本植物中最具有生命力的，因为“夫木槿杨柳，断殖之



上：水培的白杨枝条再生出不定根

下：落地生根叶片边缘锯齿处可萌发出两枚对生的小芽



韓非子 214

繒为冠之也，而越人被发。以子之所长，游于不用之国，欲使无穷，其可得乎？”

陈轸贵于魏王。惠子曰：“必善事左右。夫杨，横树之即生，倒树之即生，折而树之又生。然使十人树之而一人拔之，则毋生杨。至以十人之众，树易生之物而不胜一人者，何也？树之难而去之易也。子虽工自树于王，而欲去子者众，子必危矣。”

鲁季孙新弑其君，吴起仕焉。或谓起曰：“夫死者，始死而血，已血而蛆，已蛆而灰，已灰而上。及其土也，无可为者矣。今季孙乃始血，其母乃未可知也。”吴起因去之晋。

古人对再生现象的认识（上海交通大学馆藏图书）

更生，倒之亦生，横之亦生，生之易者，莫过斯木也”。意思是，木槿、杨树和柳树，断枝可再生出新的植株。不管是倒下的枝条还是横着的枝条，都可以生出新的植株，没有其他树木的再生比这几种树更容易了。此外，《韩非子·说林上》也提到杨树的枝条具有很强的再生能力：“夫杨，横树之即生，倒树之即生，折而树之又生。”意思是，杨树，横着可以生长，推倒它可以生长，将它折断再来栽它又能生长出新的杨树。这两篇著作都提到了包括木槿、杨树和柳树在内的植物具有很强的再生能力，主干断了也可以发出新芽，甚至将它们倒插或横着埋入土壤中可以完成再生。

植物再生现象在农业上的应用

自从观察到植物具有很强的再生能力后，人们便开始对其进行农业生产中的开发和利用。扦插、压条和组织培养等这些常用的无性繁殖方式都是基于植物强大的再生能力开发出来的。马铃薯可以通过切块的方式进行快速繁殖，造林常用的速生杨树可以通过枝条扦插的方式迅速经济地种植。与依赖于种子繁殖（有性繁殖）的方式不同，利用再生特性进行的繁殖方



樱花扦插苗



左: 组织培养的黄精 右: 扶桑扦插 供图 / 徐晔春 FOTOE

式(无性繁殖)可以显著缩短繁殖周期、节约生产成本,并且能很好地保持亲代的一些优良特性,不会带来有性生殖所产生的性状变异。

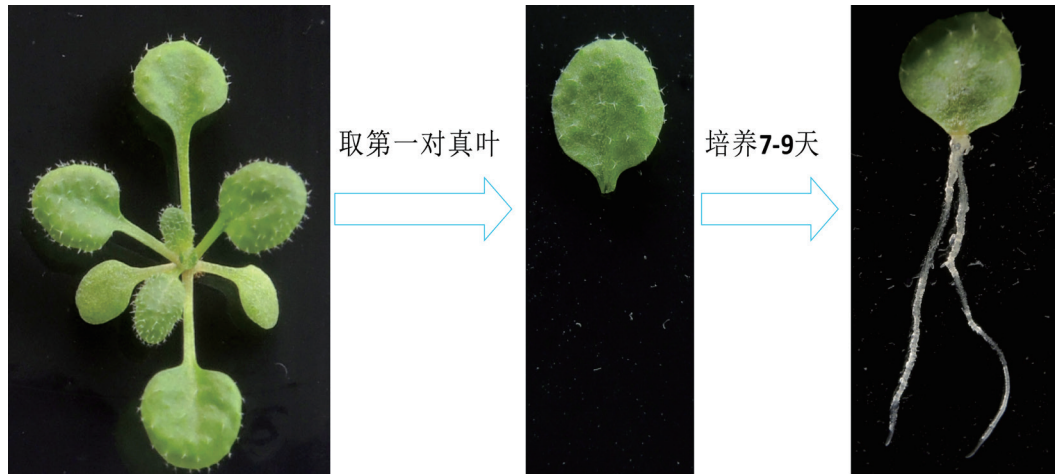
植物再生的本质

植物再生能力其实是植物细胞命运高度可塑性的反映。植物单个体细胞如何再生形成完

整植株,一直是科学界关注的问题,并多次被国际顶尖学术期刊《科学》列为人类亟待解决的前十位科学问题之一。在实验室里研究植物再生,理想化的模式生物是研究成功的基础。在诸多模式生物中,拟南芥是非常重要的,它生长周期短,植株高度也适合实验室种植。科学家们以拟南芥为模式植物,系统研究了植物器官再生的分子机制。这里以植物不定根再生为例介绍该领域的研究进展。通过建立拟南芥离体叶片的“根从头再生体系”,在实验室模拟了自然条件下植物再生的现象。基于这一体系,中国科学院上海植物生理生态研究所的科学家和国际同行一起揭开了植物再生这一神秘力量的面纱:研究发现生长素是参与植物不定根再生的关键激素,它通过调控一系列基因的表达,控制着植物细胞的命运转变,再生出新的器官。对植物再生机制的研究及植物细胞多能性的解析,不仅可以丰富植物干细胞发育机制的基础理论,同时也对农业和园艺领域的应用具有实际价值,并能很好地推动生物技术的革新。



金钱树扦插 供图 / 徐晔春 FOTOE



实验室研究植物再生的体系

环境污染与植物再生

植物再生是指植物体对受损结构自我修复或替代的过程，是植物适应环境的重要能力。在自然环境中，植物的再生过程无时无刻不受到各种外界刺激的作用，这些外界刺激或多或少影响着植物的再生能力。由于植物的固定需要根系深深扎在土壤中，土壤的微环境对于植物根器官的再生至关重要。随着工业和经济的不断发展，大量的工业废弃物通过堆放、填埋等方式进入土壤，导致一些地区的土壤重金属严重超标。金属镉(Cd)是炼锌业的副产品，广泛应用于电镀工业、化工业和电子业等领域，比其他重金属更容易被农作物所吸附。当作物的生长环境受到镉污染后，镉可在作物体内富集，通过食物链进入人体，蓄积于肝、肾中，最终导致镉中毒。研究发现，一定浓度的金属镉会显著影响植物的再生能力，导致植物再生不定根的能力下降。因此，保护环境不单是维护我们人类自己的健康，同时也是对其他生物(植物)生存能力的维护。一个绿树成荫、繁花似锦的地球需要我们拒

绝包括重金属在内的各种污染。植物再生还可作为一个简易高效的方法检测环境污染，研究植物再生的机制具有重要的科学意义和应用价值。

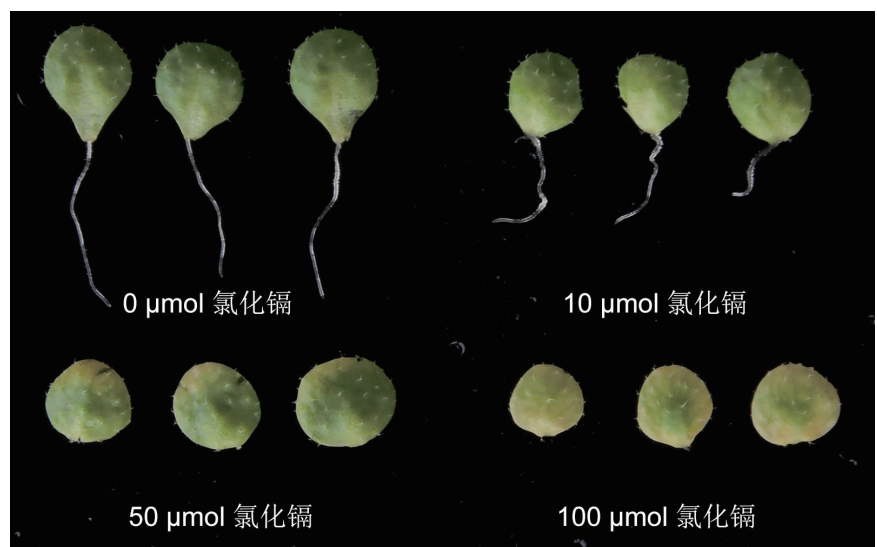
作者简介

刘武，中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所博士后，从事植物再生与干细胞研究。

薛霖悦，上海交通大学附属实验小学学生。

徐麟，中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所研究员，从事植物再生与干细胞研究。

(责编 桑新华)



利用离体叶片再生不定根体系研究金属镉离子对叶片再生不定根的影响。将生长12天的拟南芥第一对真叶剪下，置于含有不同浓度氯化镉溶液(0~100umol)的不定根再生培养基中，10天后观察叶片再生不定根的情况