

辐射技术用于作物和植物育种 使收益成倍增加

BEANT S. AHLLOOWALIA

世界粮食生产基于种植依靠科学进步开发的各种各样的水果、蔬菜和作物。植物育种人员已经育出许多适于在世界不同地区各种类型土壤和气候条件下生长的品种。

通常,育种是通过有性杂交完成的。这个过程涉及一个亲本株给另一个亲本株授粉获得杂种。这些杂种的后代经种植,从中选出那些综合了亲本株优良特性的子株。

但还有另一种不需要和另一品种杂交就能改变一个植物品种遗传特性的育种方法。这种育种方法,能使一个品种保持其原有全部属性不变,但在一两种变异特性方面得到改良。这种方法基于辐射诱发的基因变异,称为“诱发突变”。

过去 30 年中,已育出 1800 多个植物突变品种,其中许多是由辐射诱发的。与辐射相结合的植物组织和细

胞培养(亦称离体培养),是强有力的诱发突变的技术,对无性繁殖作物的改良尤其如此。这些作物包括:木薯、大蒜、马铃薯、甘薯、山药、甘蔗;菊花、康乃馨、玫瑰、郁金香、黄水仙等观赏植物;和苹果、香蕉、大蕉、柑橘属果实、枣椰、葡萄、木瓜、西番莲和猕猴桃等水果。这些植物中有一些不结籽(如香蕉),或者种子后代繁殖出的植株没有所需特性的适当组合。这些技术对于长寿命森林树种结果和结籽前的品种改良也很有用。

本文简要评述植物育种技术的进展,以便向更多国家传播技术。

加速育种过程

采用组织和细胞培养技术取代用种子或插枝繁殖植物时,将植物小片或小块放在特定的培养基中,在受控环境和无菌状态下进行培

养,可以得到许多微小植株。植物组织的离体培养通常称作“试管”培养,但培养容器不一定是玻璃试管。它们可以是更加便宜的多用途容器,例如婴儿食物罐、果酱罐和盛咖啡或酸奶用的一次性塑料杯。

单独使用的或与诱发突变技术和分子技术结合使用的植物组织培养技术,可用于加速常规的植物育种过程,并在无病害条件下使籽苗迅速成倍地增加。

植物细胞和组织培养方法对辐射和化学品诱发突变有助益作用。不过,在引起遗传变异方面辐射比化学品更可取,因为用它容易处理大量的植株,并可避免化学品的处理和处置问题。通常是对某一特定地区种植的适应性很强的知名植物品种进行

Ahloowalia 先生是联合国粮农组织/国际原子能机构粮食与农业核技术联合处职员。

诱发突变。这些品种中挑选出的无病植株被离体培养，并用 γ 射线或X射线辐照。这些经辐照的植株、组织或细胞，经多次离体培养，从中育出完全长成的植株。然后，把它们种在土壤里以挑选理想的品种。

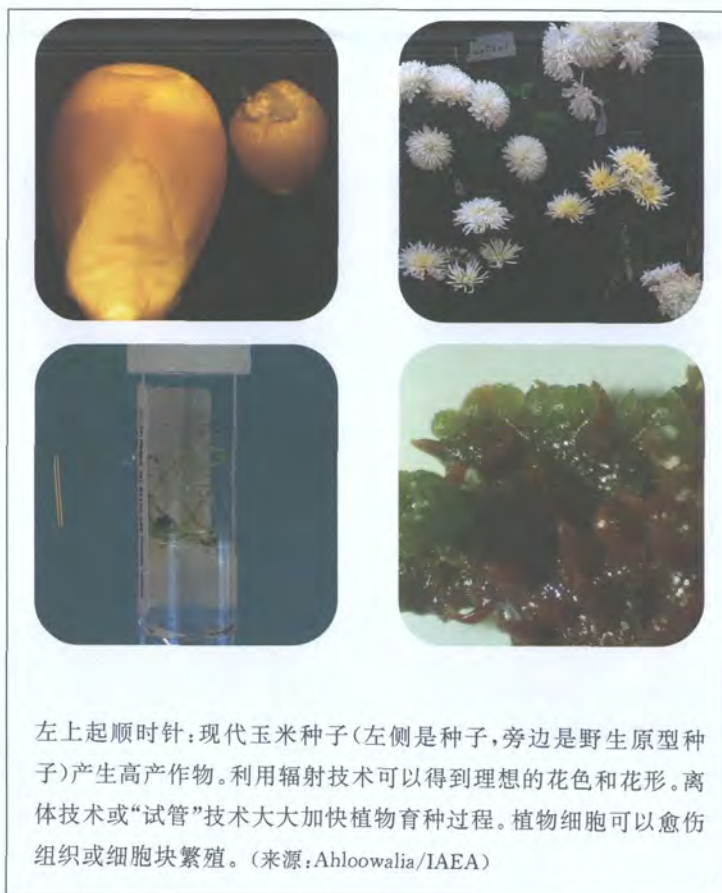
过去的20年中，已经研究开发出几种离体培养技术，其中包括：

■ **微体繁殖。**从带顶芽的茎上或从树叶上取下3—5毫米大小的小片进行培养。这些小片增生出许多芽和嫩苗，再转到另外的培养基中培植出成株。这种方法是生产诸如香蕉、草莓、马铃薯等许许多多种植物和许多观赏植物克隆体（一模一样的复制品）的最广泛采用的方法。

■ **胚挽救。**取出种子里自然发育期内难以存活的植物小胚，并将其培养为成株。这种方法广泛用于繁殖许多种子里没有足以支持胚芽长成成株的养分的兰科植物。

■ **植株再生。**许多植株也能够由培养细胞（组织的建筑材料）来生产。这些细胞先被培养成块（愈伤组织）或作为细胞悬浮培养物加以培养。经改变培养基，这些细胞就可以长成为成株。

在某些情况下，也可能从原生质体（去掉细胞壁的裸植物细胞）再生出植株。不



左上起顺时针：现代玉米种子（左侧是种子，旁边是野生原型种子）产生高产作物。利用辐射技术可以得到理想的花色和花形。离体技术或“试管”技术大大加快植物育种过程。植物细胞可以愈伤组织或细胞块繁殖。（来源：Ahloowalia/IAEA）

同植物品种（如马铃薯和番茄）的原生质体可以融合成有性杂交难以形成的体细胞杂种。这些杂种然后被辐照，以除去那些不想要的亲代的遗传信息。

通过高剂量照射使细胞核或原生质体失活产生杂种（一种细胞的细胞质与另一种细胞的细胞核融合形成的体细胞杂种）的育种法也已用于产生新的或奇特的基因组合，例如把萝卜的抗寒性传给油菜籽。

■ **花药和小孢子培养。**到目前为止，这种方法已成

为与辐射诱发突变法联合使用改良种子繁殖作物的最重要的离体培养法。与有两套遗传信息的体细胞不一样，花药中形成的花粉粒只有一套遗传模板（一套染色体），并且是单倍体。

对由花药或胚珠培养的单倍体细胞和组织进行辐照，得到立即出现突变基因的植株。这是因为单倍体中没有第二套隐性突变遗传模板。筛选出的单倍体植株以后能产生其染色体数与正常双倍体植株相同的双单倍体植株。

生产单倍体突变体,继而生产带有突变基因的双单倍体,是大麦、水稻、油菜籽、玉米和小麦等种子繁殖作物品种改良的快捷方法。因此,掌握利用发展中国家当地的谷物和豆类作物品种生产单倍体的经济而高效的方法,对于应用以突变为基础的育种法是至关重要的。

■ **体细胞胚。**还有一种体外方法,可以在不经植物有性杂交的情况下产生胚。这类胚称为体细胞胚,可用愈伤组织和细胞悬浮培养物生产,有时可直接在树叶表面生产。体细胞可以例行地在胡萝卜、菜花、柑橘属、枣椰、番茄、甘薯等许多植物中生产。在许多情况下,体细胞可由若干单细胞或少数几个细胞产生。对这类细胞进行辐照,可以得到产生稳固突变体的植株。这样就无需反复进行组织培养,从非突变细胞中分离出突变细胞。

多重应用

用常规育种法改良许多树种(包括许多重要的果树,如枣椰、苹果、李子、樱桃、柑橘和柑橘属和繁殖这些树种)是长久而缓慢的过程。诱发突变技术与微体繁殖技术联合使用,可以产生株矮、生长快的品种。这种方法对进行薪柴和纸浆生产的短轮伐

林业更为重要。

植物和细胞组织培养技术,能在很小空间内使大量细胞和小型植株发生突变。这样,便可以在一个培养皿或一个长颈瓶中培养出千千万万个细胞,对这些细胞进行辐照,并在特定培养基中多次培养,以得到再生植株。

选择理想的基因型,是任何植物育种计划的重要方面。掌握快而高效的选择方法,对于筛选大量的植物是至关重要的。越来越多的证据证明,由于具有某些特点,离体培养的细胞、体细胞胚和小型植株能够被用来选择具有抗病、耐盐、耐热、耐寒和抗冻特征的品种。离体培养法选出的植株,随后可作田间性能试验。这样,体外诱发突变和体外繁殖法就可以与常规选择法结合使用,以加速无性繁殖植物的繁殖过程。离体培养对于保留当地的那些经突变诱发改良过的、适应性强的克隆体也是重要的。对于结籽率极低的杂种的胚,这也是一种有用的技术,其次是辐照技术和微体繁殖技术。总之,离体培养技术的应用能够拓宽遗传变异性,并通过重组亲本株染色体片段,促进远缘亲本株杂种内的遗传物质交换。

组织培养物通常是自身诱变的;从细胞和组织培养物产生的植株有时不像供体

植株。这样的组织培养物诱发的变异称作体细胞克隆变异,亦可以作为拓宽基因库的另外途径与突变诱发法一起使用。

选出的突变体可以通过微体繁殖法,在无病害条件下大量迅速繁殖。微体繁殖技术是如此先进以致于目前北美、欧洲分别有 200 多家和 100 多家商业公司在通过组织培养技术生产不可胜计的植株。离体培养的植株也可在辐照后运往没有自己的辐照设施的国家。

植物组织培养技术发展速度非常快。虽然欧洲和北美许多国家正在利用这种技术以商业规模繁殖高质量种植材料,但在亚洲和非洲仅有很少几个国家能做到。

在许多发展中国家,该技术根本不存在或仅处于起步阶段。由于人力是植物微体繁殖的主要成本构成,发展中国家能够有利可图地利用这些技术;同时,还可以通过建立低成本和高技术为基础的植物和作物繁殖业,创造更多的就业机会。在一些非洲国家,仅存的几个与突变技术有关的植物组织培养实验室,都是在 IAEA 帮助下建立的。这些实验室可进一步扩大并用来进行微体繁殖和无病害植物生产培训,和增强这些国家在这些方面的能力。 □