

激光育种

Abstract: Laser breeding in Anhui began in 1975. Based on mutation mechanism and study of the problems involved, we have succeeded in breeding such new varieties as rice, cotton, peach and silk worm.

激光育种是激光在生物学研究中一个重要的应用领域。安徽激光育种已有十年。研究证明,激光作为诱变的一种手段,在适合的条件下,能够提供新的选育品种;在诱变机理的研究方面,也已取得一些进展。

经激光辐照处理的水稻、小麦、玉米、棉花、大豆、油菜、果树、茶叶、蚕桑等等 15 种 44 个品种,凡有突变体而坚持进行选育的,都已有成果报道。

一、激光育种研究成果几例

水稻:以“南优 2 号”为材料,用激光辐照育成了适应范围广、生产力与杂交稻相近而优势不减的新品种“南花 11 号”。该品种一般亩产 350~450 kg,高产田达 500~650 kg,比原亲本的增产幅度高 5~15%,目前已在南方 14 省引种试种,推广面积达 50 万亩以上,被称为“不要制种的杂交稻”。

棉花:在三年预试的基础上,用激光辐照棉种,当年选株,经七年培育而成“皖棉 1 号”(激棉 7821)新品种。其特性主要表现为成熟好,纤维整齐,纤维品质优良,特别是纤维强度高,达到 4g 以上。综合指标基本上达到了国家棉花攻关优质育种目标。纺织纤维检验部门已将“皖棉 1 号”列入全国“较优棉新苗头”品种之一,可用作国家急需的中支纱原棉。

桃:采用引种日本的“砂子早生”,桃品种经过激光辐照,并从中选育成两个新品种“沙激一号”和“沙激二号”。“砂子早生”为日本早熟的优良水蜜桃品种,但其最大弱点是花药为白色无花粉的雄性不育,单一栽植,花而不实。而“沙激一号”和“沙激二号”不仅品质优于“砂子早生”,而且有可育的花粉,经人工杂交试验,其座果率平均达 78.9%。现已有第 4 代开花结实的无性繁殖树,遗传性状基本稳定。

家蚕:通过鉴定的有“安科二号”(原种)和“肥激”两个新品种。这是分别用激光照射家蚕“安 1”卵和“东肥”蛹,经 10 代系统选育而成的两个新品种,它们的主要经济指标都显著地超过了对照种。如多丝量品种“肥激×华五”已在生产上发挥作用,用它与现行生产用品种“华合×东肥”相比,产茧量高 16%,

产值高 22.2%,茧层率高 6.9%。上茧均价高 5.3%。

其他在大豆、小麦等激光育种方面也有不同程度的进展,获得一些有希望的品系^[1,2]。如采用激光诱变育成的田埂大豆新品种,已参加本省沿江江南地区田埂豆生产试验。

二、激光诱变的试验探索

激光育种的基础,是激光能否诱发遗传物质产生可遗传的变异。因此激光诱变效应的重点是探讨它的遗传效应。所谓遗传效应,就是指诱发遗传物质产生可遗传的变异(突变)。

在早期的试验中,对钹玻璃激光(波长 1.06μm)诱变家蚕新品种“肥激”L₇代细胞学观察,发现后丝腺细胞增加 20%左右,染色体畸变率提高近 2 倍^[3]。经统计分析,说明二者在遗传上的差异是显著的。

还有一个比较具有说服力的试验^[4],用钹玻璃激光照射黑缟蚕的卵,产生白斑斑点嵌合的遗传变异,并在当代非遗传变异的缺肢后代中,出现了白斑和斑点嵌合的遗传变异。试验对黑缟白斑蚕细胞染色体进行观察,发现染色体碎片和细胞微核。说明钹玻璃激光照射家蚕可以引起染色体断裂,从而诱发遗传变异。

不仅如此,试验还比较了钹玻璃激光和 CO₂激光照射黑缟蚕蛹与白蚕交配获得的子代突变体可以重复试验,突变类型同日本田岛弥太郎采用 ⁶⁰Co 诱发的一些突变外征完全一样^[5]。

在激光诱发家蚕基因突变的遗传分析方面,有一个试验^[6]是值得重视的,即从所获得的黑缟白斑蚕中,又进一步分离出一种新型眼斑斑纹——点状眼斑蚕。为了探讨点眼斑基因所在染色体及其位置,进行了连锁遗传分析,从而确定了眼斑基因(Ses)同普斑基因(t^p)、黄血基因(Y)、素斑基因(P)、黑缟基因(P*)存在连锁关系。Ses 同 t^p、P、P* 是互等位基因。由此可见,激光能够诱发家蚕的基因突变。

此外,对激光蚕“肥激”L₈代丝蛋白电泳表明,其谱与“东肥”有明显差异,说明决定丝蛋白的

DNA 系统发生了变异, 肥激是不同于东肥的新品种^[6]。

同样, 结合形态解剖和化学成分分析 根据有关同工酶的测定, 已证明水蜜桃“沙激一号”和“沙激二号”是不同于原亲本“砂子早生”的两个新品种。它们不仅同工酶谱带不同, 而且经过对过氧化物酶的分析, 以雄蕊差异较为显著, 而花瓣及雌蕊则基本一致。另外, 从 14 种氨基酸含量的变异来看, 其中以天门冬氨酸的含量显著超过了亲本。

三、关于几个问题的讨论

激光育种和生物作用有许多问题需要探讨, 现就工作中经常涉及的几个问题做一些初步讨论。

1. 激光诱变在育种上的特点

激光作为一种新的诱变因素, 尽管在一些研究报告中, 对其遗传效应具有不同结论, 但据激光与一些理化因子遗传效应的比较研究^[7], 说明不同激光器随处理剂量和处理方法不同, 有的能引起遗传变异的效应, 有的却没有。而诱变效应的大小似以能否为 DNA 分子选择吸收及能否引起 DNA 分子产生有效的变化有关。但必须考虑到激光器辐照的波长、能量和功率以及受照射生物体的光学性质。

激光诱变能否当代出现可遗传的变异? 在激光育种的早期研究中, 有用氩离子、二氧化碳和氮分子等三种激光器照射水稻品种的种子, 发现在当代出现的变异中, 大都属于损伤效应, 但其中有的可以遗传, 如熟期和粒型^[8]。然而, 也有用这三种激光器照射大麦种子, 结果在其当代和相继世代均未发现叶绿素突变^[9]。而象大麦这样二倍体植物, 各种诱变剂首先在 M_2 代幼苗中, 以叶绿素突变显示其诱变的作用。

值得重视的是结合株选获得的激光诱变性状出现的频率, 有的几率比较大, 如对水稻、棉花、油菜、大豆等等的株型、熟期、产量和品质特性等性状的变化, 几乎具有普遍性。如[10, 11]试验证明, 氩离子激光照射水稻引起的有利性状的变异, 如早熟、矮秆和大粒等与 ^{60}Co γ 射线相似; 甚至激光诱变效率并不比 γ 射线低。二者复合处理, 激光可以减轻 γ 射线的损伤, 提高了诱变率。如上述试验^[11]已一再证明 γ 射线与氩离子激光的复合处理, 对水稻的发芽率、成秧率、苗鲜重的损伤比单独的 γ 射线处理要轻些, 表现出了一定的修复效应。

2. 激光照射量和剂量问题

安徽激光育种一开始就强调了“活(成活)、变(突变)、选(选育)”三者的关系。

根据钹玻璃激光诱变家蚕的实验结果^[12], 单次

脉冲高剂量辐照引起的突变, 在累加能量相同的多次脉冲辐照情况下不发生。因为在这两种辐射方式下, 虽然辐照能量密度相同, 但辐照功率密度不同, 后者远低于前者。为了保证激光诱变效率, 在满足必须的激光辐照功率密度的同时, 还必须有足够的能量密度。

我们知道, 激光育种选用的照射量(X)和受照射材料的吸收剂量或剂量(D)是不同的概念, 因为 $D=fX$, 式中 f 是换算系数。为了提高激光诱变在育种上的重复试验结果, 减少机遇性, 激光照射量的定标和剂量测定是实验取得可靠数据的必要前提。

3. 激光照射波长选择的问题

根据生物体一些主要的生化物质, 如氨基酸、蛋白质、核苷酸、核酸等吸收波长, 特别是相应于核酸中碱基结构的化学键, 如 P—O 键、C—C 键、C—O 键、C—N 键和 C=N 键等键能的光子, 确认紫外激光的诱变效率要高。因此选用接近碱基共振波长的激光器, 如紫外波段、兆瓦每平方厘米级、毫微秒以下的短脉冲激光, 可能会得到较大几率的基因突变。

然而, 已知激光育种目前应用最多的激光器, 波长大部分是从红外到可见光波段, 脉宽一般是毫秒或亚毫秒量级, 单脉冲的总能量不超过千焦耳。除氮分子激光波长在近紫外以外, 其他与核酸分子结构的共振波长相差很大。红外诱变和红外激光诱变的生物效应, 可能既有相同之处, 也有不同之处, 这是一项很有意义的研究课题。

激光辐照生物体的纯热作用, 是以热效应为主而引起的变异。因为温升诱变早已为细胞遗传学的实验所证实。曾经有过报道^[13], 用红宝石激光照射一种果蝇 (*Drosophila melanogaster*) 的雄性幼虫, 在 F_1 和 F_2 代出现的突变能够持续好多代。可是红外激光诱变效应复杂性并非热效应所能概括的。例如, 基于生物体内相干电振动的激励而产生的电磁辐射, 远红外激光毫米波的生物效应就是一种非热效应。

安徽十年来的研究工作也表明, 不同激光对不同作物品种诱变效应有不同结果。红激光 (632.8 nm) 能够提高染色质结构的机能状态, 恢复有丝分裂活性^[14, 15]。可以认为, 激光辐照后的细胞处于一种易于突变的状态, 在人工培育过程中具有很高的突变效率, 易于筛选优良品种。

众所周知, 诱发染色体畸变所造成的损伤, 正是通过细胞活性显示的。在激光育种中, 一定波长下的激光照射量, 是诱变效果好坏的关键。如能充分利用激光能量高度集中的这个基本特点, 是可以提

高激光诱变效果的。

4. 激光育种的方法问题

激光育种目前大都是直接筛选所需要的突变以育成新品种,但突变育种可能只有不到1%的突变体优于原来的品种。所以根据育种的预期目的,对大田作物诱变植株 M_2 代的筛选要从成千上万、甚至几万、几十万株中进行筛选。实践证明,受多基因控制的许多农艺性状,如株型、熟期、育性等等的诱变效果虽然比较容易,但是基因突变的多效性往往干扰了这些变好了的农艺性状,以至不能用于育种。

因此,把突变和杂交以及组织培养结合起来是行之有效的育种方法之一。安徽激光育种工作早在1976年就注意到了这个问题。如在水稻激光育种上,由于应用了这种方法筛选突变体,它不仅提高了诱变率,为筛选提供了大量材料,缩短了育种周期;而且筛选出了具有杂交稻类型的纯合二倍体,生产力相当于杂交稻而优于常规稻的新品种,为水稻“杂优纯合”理论提供了生产性实例。试验为了考虑杂优纯合的优势是否逐年递减,还对该品种进行了6个世代种子的种植比较试验,结果并没有发现随着世代推移而优势下降的现象,证明它在遗传上是稳定的^[6]。这一成果已经引起国内外的重视^[17,18]。

参 考 文 献

[1] 刘学华;《应用激光联刊》,1985,5, No. 2, 43。

- [2] 孙直夫;《安徽农学院学报》,1980, No. 2, 28。
[3] 李振刚,吴健;《中国科技大学学报》,1981, 11, No. 1,1。
[4] 徐厚镛;《安徽农学院学报》,1981, No. 1, 61。
[5] 徐厚镛;《应用激光联刊》,1985, 5, No. 2, 18。
[6] 徐厚镛,胡祥龙;《安徽农学院学报》,1983, No. 1, 63。
[7] 李宝健等;《遗传学报》,1979, 6, No. 1, 51。
[8] 中山大学;激光(激光农业应用)第十集,科学技术文献出版社重庆分社,1977, p. 1~10。
[9] 毛炎麟等;《遗传与育种》,1978, No. 4, 19。
[10] 万贤国,庞伯良;《应用激光联刊》,1983, 3, No. 4, 31。
[11] 万贤国,庞伯良;《应用激光联刊》,1985, 5, No. 2, 26。
[12] 王宝成等;《应用激光联刊》,1982, 2, No. 6,16。
[13] 刘普和译;激光在医学和生物学中的应用,科学出版社,1975, p. 96。
[14] Zubkova S. M. et al.; *Vop. Med. Khim*, 1978, 24, No. 3, 326。
[15] Konsfantiyev A. V. et al.; *Radiobriologiya*, 1979, 19, No. 4, 598。
[16] 吴晓煜;《安徽农业科学》,1982, No. 2,24。
[17] 范平,张维强;《种子》,1984, No. 4; 70。
[18] 新关宏夫;《国外农学-水稻》,1985, No. 4, 1。

(安徽农学院激光育种研究室 陈震古
1985年8月16日收稿)

“国际仪器仪表展览会”即将在北京举办

随着我国工业现代化的发展,电子测试、分析及检查等技术已渗入各种生产建设的领域,各类工矿企业都已广泛采用电子技术进行生产过程中的各种物理、化学测量和控制,使生产力大大提高,生产的质量也显著地提升至国际使用标准。

为配合我国测试技术的需求,香港雅式展览服务有限公司特于1987年6月30日至7月5日在北京国际展览中心举办“国际仪器仪表展览会”,介绍各国的先进仪表产品及测试技术。

展览会上,将有来自美国、日本、英国、西德、瑞士、意大利、匈牙利及香港等十多个国家与地区的百

多个厂商设置展览摊位,展品包括电工、电子仪器仪表、核子仪器、光学仪器、光学量具、显微镜、物理光学仪器、测绘仪器、物理化学仪器、材料试验机、地质矿山仪器、热工仪表及实验室仪器等各类现代化仪器仪表。

为增进中外同行的相互了解和科技交流,展览会期间还安排多次技术交流会,每项目均经各有关部门严格选定,以给听众带来更多的实际效果和收益。

(吉禾)