

大豆激光诱变育种发展趋势研究

韩亚萍¹, 曹岩¹, 陈炳才²

(¹东北林业大学理学院, 黑龙江 哈尔滨 150040; ²哈尔滨工程大学计算机科学与技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要:激光诱变作为一种育种方法, 具有操作简单、使用安全等优点, 并且已经应用于大豆育种。综述近年来大豆激光诱变育种的研究成果基础上对其发展趋势进行了研究, 阐述了大豆种子的改良进程, 为大豆育种方法的进一步优化和改进提供参考。

关键词:大豆; 激光诱变; 育种; 品质改良

中图分类号: Q631, S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2008)03-0532-04

Development Trend of Laser Mutation Breeding for Soybean

HAN Ya-ping¹, CAO Yan¹, CHEN Bing-cai²

(¹Department of Physics, College of Science, Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang; ²College of Computer Science and Technology, Harbin Engineering University, Harbin 150001, Heilongjiang, China)

Abstract: As a method of breeding, laser mutation has some advantages such as simple operation, safe using and so on. Laser mutation breeding has been used to soybean in recent years and obtained many achievements. This paper introduces the course of improvement for soybean seeds. On the basis of summarizing recent research progress, the development trend of laser mutation breeding for soybean is prospected, in order to provide reference for the optimization and improvement of breeding methods for soybean.

Key words: Soybean; Laser mutation; Breeding; Quality enhancement

自从激光问世以来,已在农业各个领域得到广泛的开发应用,将其用于农作物育种,便成为现代激光诱变育种新技术^[1-2]。激光和普通光在本质上都是电磁波,它们发光的微观机制都与组成发光物质的原子、分子的能量状态的变化有关。普通光源的发光,主要是自发发射,而激光是在激光器内部对光的发射过程进行控制下产生的受激发射^[3]。激光育种是诱变育种的一个分支。国外从20世纪60年代开始,以美国、前苏联、澳大利亚、加拿大等国起步最早。我国激光育种始于1972年,通过广大育种工作者坚持不懈的努力,已取得了令人瞩目的进展。文章在综述近年来大豆激光诱变育种的研究成果基础上对其发展趋势进行了研究。

1 大豆种子改良的进程

我国大豆每公顷产量仅为1.83 t,比国外大豆主产国家低0.7~0.9 t。我国近几年每年进口大豆

2 500~2 700万 t。显著超过我国大豆总产,我国大豆年总产为1700万 t左右^[4]。因此,提高大豆单产增加大豆总产是大豆产业的主要任务。《中国大豆问题研究》课题组研究指出对大豆种子改良的进程大体可以分为以下几个阶段^[5]:第一阶段,主要通过引种、试验的方法,改变品种。第二阶段,主要采取系统育种方法,改良大豆品种。这个阶段比较重要的品种有跃进5号,其脂肪含量20.2%,蛋白含量41.5%,并且抗病性强,抗逆性好。第三阶段是辐射育种和航天育种,它是通过人工诱变手段,促使种子变异。辐射育种初期是用 χ , γ 射线照射,20世纪70年代用热中子、快中子激光,80年代利用电子束照射。比较重要的辐射品种有铁丰18,它耐肥,抗倒伏,丰产性能好,虫食粒率及斑粒率低,在一般肥力条件下,单产达2 250 kg·hm⁻²,在肥水条件较好条件下,单产达3 000 kg·hm⁻²以上。航天育种是通过卫星搭载种子,在太空条件下促使种子变异。

收稿日期:2008-04-18

基金项目:黑龙江省自然科学基金资助项目(F2006)。

作者简介:韩亚萍(1963-),女,副教授,博士,主要研究方向激光育种及生物技术,纳米材料。E-mail: hanyaping@nefu.edu.cn。

第四阶段是生物技术育种,它主要包括细胞工程育种和基因工程育种。其中高效固氮大豆基因工程根瘤菌 HN32 的构建和应用获得成功,平均增产 12.2%。上述的四个技术发展阶段并不是简单的替代关系,而是相互补充关系。目前采用的育种途径有:杂交育种、辐射育种、系统育种、分子育种、花培育种等^[6]。

2 大豆激光诱变育种的发展及成果

农作物常规育种是在大面积或大量的植株中进行筛选,从中发现优良性状的植株,再逐年培植、逐年筛选。常规育种利用的是自然发生的突变、称为自发突变,要很长时间才能发生。另一种方法是用“诱发突变”方法培育良种。诱发育种也有化学诱变、核辐射诱变、光诱变等多种方法,激光能诱发生物遗传结构改变,甚至发生突变,从而培育出优良的新品种,这种科学方法,称为激光育种,激光育种属于光诱变。

2.1 用于诱变育种的激光种类

激光作用于生物体产生压力、热效应、电磁效应及其综合作用,引起生物大分子的变化,导致遗传变异^[7]。激光诱变育种在国外从 20 世纪 60 年代开始,美、苏、澳、加等国研究较早,我国激光诱变育种始于 70 年代初期。激光诱变育种使用的激光器有多种^[8],波长从远红外 118.8 μm 、10.6 μm 到可见光 694.3 nm、632.8 nm、530 nm、441.6 nm 到紫外 333.7 nm、265 nm 等,几乎所有频率的激光都有效果。据不完全统计^[9],我国用于植物诱变育种的激光种类计有 CO₂ (10.6 μm)、He-Ne (6328 埃)、N₂ (3371 埃)、Ar + (4880 埃)、远红外 (118.8 μm 、432.6 μm)、钕玻璃 (1.06 μm)、红宝石 (6943 埃)、YAG (1.065 μm)、无机液体 (10600 埃)、准分子 (308 nm)、氦-镉 (4416 埃)、二倍频 (5300 埃)、四倍频 (2650 埃)、氩 (5682 埃) 等 14 种激光器。其中最常用的有 CO₂、He-Ne、N₂、钕玻璃、红宝石、Ar +、YAG 等 7 种激光器。它们在辐照处理中所出现的频率分别为 32.9%、19.8%、18.5%、7.4%、7.0%、4.0% 和 2.7%。其次远红外激光和无机液体激光各占 2.5%。其余 5 种激光的总和则仅占 2.6%。实践证明,激光诱变育种是行之有效的育种手段。现激光已成为在农业应用上的主力军,取得了一定的研究成果。

2.2 大豆激光诱变育种发展现状及成果

据统计,我国历年来已用作激光诱变育种的亲本材料共涉及了 40 多种植物^[9]。其中经济作物计有大豆、棉花、油菜、花生、芝麻等。粮食作物计有水稻、小麦、玉米、大麦、高粱、谷子、蚕豆、绿豆等。

其中我国激光诱变育成的大豆新品种^[9]大豆安激 1 号是安徽农学院在 1989 年选用 N₂5000 脉冲处理父本,再用 N₂1.5 万脉冲处理选系 75-5-6-2 得到的,特点是耐肥抗倒,适应田埂生长早熟,高产。大豆 AC10 是安徽农大在 1993 年选用红宝石激光处理育成 75-54 红,杂交后再经红宝石激光处理得到的,特点是早熟、抗逆性强,产量高。张坤生等^[10]运用激光技术处理大豆萌动种子,从变异后代中选育出了高产、稳产、优质、多抗、适应性较强的大豆 810,缩短了育种年限。

孟继武等^[11]采用连续输出功率为 10 mW 的 He-Ne 激光对大豆种脐进行辐照,激光光斑直径为 2 mm,照射时间为 1 min。将辐照了激光的种子按行距 65 cm,株距 12 cm 进行播种。待大豆出苗、生长到结荚期时,选取植株茎粗的为砧木,选取结荚多的为接穗,采用绿枝嫁接法进行嫁接。嫁接后精心管理,秋收精选出籽粒饱满、粒径大的作为种子。在 1999 年进行繁育,于 2000 年进行了大田试验,秋收比对照增产 30%。近年来,我国广大农业科技工作者对大豆、番茄等做了大量试验,以适当波长与强度的激光照射种子,证明可促使作物早熟高产。例如,用激光照射过的大豆种子,荚数和荚粒数均增多,豆粒也比较饱满,使大豆产量提高 25% 左右。

朱以林等^[13]将 AGO 菜用大豆(简称 AGO)采用有性杂交和红宝石激光辐照交替的方法,选育出蛋白质、脂肪含量高的大青豆新品种。该品种具有早熟、适应性广、抗逆性强、耐迟播、产量高、效益好等特性,全生育期 110 d,80 ~ 85 d 采摘青毛豆荚,单产鲜毛豆荚 10 500 kg · hm⁻²、老豆单产 2 317 kg · hm²,经测定,蛋白质含量 48.32%。脂肪含量 21.36%^[12]。由安徽农业大学采用 Ne 激光育成的大豆新品种安激 2 号,高产、适应性范围广、蛋白质和脂肪含量高,同时抗花叶病毒和胞囊线虫病,已推广 6 × 10⁴ hm²。种植面积还在迅速扩大。

3 大豆激光诱变育种发展趋势

从大量研究结果可见,激光辐射是促进大豆增产及诱变育种的一种行之有效的办法。激光对生物的诱变作用大体上经历三个阶段。一是光生物物理阶段,包含遗传物质对激光能量的直接吸收或经过一定的能量转移之后的间接吸收,包含遗传物质吸收激光能量之后自身被激发。二是光化学反应阶段。激光诱变主要是由于激光的光作用,引起生物分子的光解离、光致分解以及生物分子的自由基反应等,导致 DNA 分子或染色体发生畸变。三是生物变化阶段,产生生物遗传性状已发生突变的突变体。

随着经济发展和人们消费观念的转变,对大豆的品质提出了更高的要求^[13],大豆品质育种受到高度重视。虽然依靠杂交突变、化学诱变等传统方法已经选育出若干种品质优异的大豆品种,但常规育种方向随机性大,育种周期长,农艺性状难以综合,特定成分提高幅度有限^[14-15],而应用基因工程技术对大豆种子中的营养成分进行修饰和定向改造,可以大大缩短育种周期和提高效率,甚至可以获得普通大豆不能合成的特殊营养成分,增加大豆种质资源的多样性,这是常规农业育种难以达到的^[16]。现在基因工程技术为优质农作物选育提供了一种简便、快捷和高效的途径,成为大豆品质改良主要的且最有前途的技术手段^[17]。

根据光的波粒二象性及其激光自身的强相干性,决定了激光与生物机体的相互作用将产生一系列的效应,包括光效应、电磁场效应、热效应、压力效应和生物刺激效应等,通常认为连续激光辐照时主要产生热效应,脉冲激光照射则既有热效应,又有压强效应。以往所用的激光诱变育种激光主要以连续激光辐照时产生热效应为主。随着飞秒激光器的问世,必将开辟激光诱变育种新里程。飞秒激光的特点:是一种脉冲激光,持续时间非常短;它能聚焦到比头发的直径还要小的空间区域,使电磁场的强度比原子核对其周围电子的作用力还要高数倍;具有非常高的瞬时功率,采用多级啁啾脉冲放大(CPA)技术获得的最大脉冲峰值功率可达百太瓦(TW,即 10^{12} W)甚至拍瓦(PW,即 10^{15} W)量级。利用飞秒激光具有超短脉冲等特点将改良品种的细胞浸泡在含有适当基因物质的培养液中,用激光在细胞上打一个极细微的小孔,使基因物质流入细胞中,小孔随后自动愈合,生成携带新基因的细胞,则将得到一

种新物种。飞秒激光器的应用完全可实现人们考虑应用聚焦到微米级的激光微束对组织或细胞进行穿刺,从而导入外源 DNA^[18]的梦想。采用激光微束进行外源基因导入的优点是毒性小、无损伤、易定位、时间性强和作用方式多样,具有广泛的开发利用价值^[19]。通过基因工程育种改良的大豆遗传性状,使其具有更高的营养价值和经济价值,已成为当今大豆遗传育种研究的热点。

相信当飞秒激光器与计算机有效结合起来,必将解决种子大批量处理所需解决的激光技术的普及、光束的调控、种子的自动摆放、自动传送及期望采用计算机控制,利用二维或三维动平台控制系统,自动聚焦追踪受体细胞,提高激光微束穿刺的穿刺效率及转化技术的普及应用等一系列问题。

参考文献

- [1] 王鸣. 现代育种学的发展[M]. 北京: 农业出版社, 1978: 44-47. (Wang M. The development of modern breeding subject[M]. Beijing: Agricultural Press, 1978: 44-47.)
- [2] 朱宗奎. 新科技知识概要[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988: 137-141. (Zhu Z K. The outline of new science and technology knowledge [M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 1988: 137-141.)
- [3] 郝丽珍, 侯喜林, 王萍, 等. 激光在农业领域应用研究进展[J]. 激光生物学报, 2002, 11(2): 149-154. (Hao L Z, Hou X L, Wang P, et al. The development about laser applied in agricultural field [J]. Acta Laser Biology Sinica, 2002, 11(2): 149-154.)
- [4] 2005/06 年世界大豆供需平衡表(美国农业部月度预测)[G]. 农业展望, 2006, 2(2): 471-475. (2005/06 World Soybean supply and use (Monthly forecasting by American Agricultural Ministry) [G]. Agricultural Outlook, 2006, 2(2): 471-475.)
- [5] 国务院发展研究中心“中国大豆问题研究”课题组. 对中国大豆生产、消费和市场问题的研究[J]. 经济研究参考, 2000, 19: 27-32. (Research group for “study on soybean’s problems in China” in Development Research Centre of State Department. Study on production, consumption and marketing problems in China [J]. Consulting about Economic Research, 2000, 19: 27-32.)
- [6] 王连铮, 王岚, 赵荣娟, 等. 优质、高产大豆育种的研究[J]. 大豆科学, 2006, 25(3): 205-211. (Wang L Z, Wang L, Zhao R J, et al. Study in soybean breeding of high quality and high yield [J]. Soybean Science, 2006, 25(3): 205-211.)
- [7] 陈义光, 李铭刚, 徐丽华, 等. 新型物理诱变方法及其在微生物诱变育种中的应用进展[J]. 长江大学学报(自科版), 2005, 2(5)/农学卷, 25(2): 46-48. (Chen Y G, Li M G, Xu L H, et al. New approaches of physical mutagenesis and its application in mi-

- croorganism breeding[J]. Journal of Yangtze University(Nat Sci Edit),2005,2(5)/Agriculture Science Vol,25(2):46-48.)
- [8] 邵耀椿,封国林,唐玄之.激光和激光生物学发展的概况[J].激光生物学报,1999,8(2):157-160.(Shao Y C,Feng G L,Tang X Z. Survey of laser and laser biology development [J]. Acta Laser Biology Sinica,1999,8(2):157-160.)
- [9] 万贤国.我国植物激光诱变育种的概况[J].激光生物学报,1996,5(3):865-869.(Wan X G. Survey of plant breeding by laser's induced variation [J]. Acta Laser Biology Sinica,1996,5(3):865-869.)
- [10] 张坤普,刘志生,仝伟.激光大豆810选育初探[J].激光生物学报,1999,8(1):54-55.(Zhang K P,Liu Z S,Tong W. A preliminary study on breeding of soybean 810 induced by laser[J]. Acta Laser Biology Sinica,1999,8(1):54-55.)
- [11] 孟继武,胡亚坤,郑荣儿.激光诱导优质高产大豆育种[J].激光生物学报,2001,10(3):215-217.(Meng J W,Hu Y K,Zheng R E. The breeding of high yield soybean with laser irradiation[J]. Acta Laser Biology Sinica,2001,10(3):215-217.)
- [12] 朱以林,刘学华,赛小峰.激光诱变选育的菜用大青豆选育报告[J].安徽农业科学,1997,25(2):135-139.(Zhu Y L,Liu X H,Sai X F. A green soybean variety AC 10 bred by laser treatment [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences,1997,25(2):135-139.)
- [13] 蔡一荣,李望丰,刘立侠,等.大豆品质改良的基因工程育种概况[J].大豆科学,2006,25(1):62-66.(Cai Y R,Li W F,Liu L X,et al. Genetic engineering on improving soybean quality traits in breeding[J]. Soybean Science,2006,25(1):62-66.)
- [14] Conner T,Paschal E H,Barbero A et al. The challenges and potential for future agronomic traits in soybeans [J]. AgBioForum,2004,7(1&2):47-50.
- [15] 杨桂英,马绍宾,何瀚.大豆的遗传特点、品质改良与育种难点[J].贵州农业科学,2002,30(6):57-60.(Yang G Y, Ma S B, He H. Genetic characters, quality amelioration and difficulties in breeding of soya[J]. Guizhou Agricultural Sciences,2002,30(6):57-60.)
- [16] 刘立侠,柳青,许守民.基因工程在改善植物油营养价值中的应用[J].植物学通报,2005,22(5):623-631.(Liu L X,Liu Q, Xu S M. Gene engineering for improving nutritional value of plant oils [J]. Chinese Bulletin of Botany,2005,22(5):623-631.)
- [17] Cahoon E B. Genetic enhancement of soybean oil for industrial uses: Prospects and challenges [J]. AgBioForum,2003,6(1&2):11-13.
- [18] 付道林,王兰岚.微束激光转基因技术研究进展[J].激光生物学报,1999,8(1):70-74.(Fu D L,Wang L L. The developments about laser microbeam,transgenic techniques[J]. Acta Laser Biology Sinica,1999,8(1):70-74.)
- [19] 李万云,李韬.激光诱变育种技术的研究与开发应用前景[J].新疆农业科学,2006,43(S1):57-60.(Li W Y,Li T. Research and development of laser mutation breeding techniques [J]. Xinjiang Agricultural Sciences,2006,43(S1):57-60.)

TFC 系列土壤化肥速测仪

QSY 凯氏定氮仪

北京强盛分析仪器制造中心是国家投资、团中央创办的高新科技企业(0120663F),中心技术力量雄厚,产品自1993年至今一直被列入农业部推广项目。

仪器每次可同时测试多个样品,几滴药水十几分钟即可快速测定土壤、肥料、植株中氮、磷、钾、有机质、酸碱度、可溶性盐、腐质酸含量,识字即可操作,成本不到一元钱,田间地头随处可用。2004年最新开发的203系列产品,大屏幕液晶中文菜单显示操作流程、测试状态、测试结果,可直接打印测试数据;仪器留有“升级”串行接口,“升级”后可以与计算机连接,并安装《土壤测试及配方施肥系统》软件,在计算机上对几十种农作物进行配方施肥计算,将结果存档、打印、发送电子邮件,实现信息化管理。另有TFC-ZNS型,1B系列土肥测试仪。

凯氏定氮仪采用国际通用凯氏法主要测定土壤植株中氮含量。

该中心设有技术培训部,专家咨询热线,常年免费讲授测土配肥技术,随到随学,有专人负责售后服务。产品终身维修,自售出之日起一年内有质量问题以旧换新。

通讯地址:北京市前门东大街前门外国语学校内
(团中央大楼西侧)

办公地址:北京市前门东大街甲12号

邮编:100051 **网址:**www.qstry.com

电话:(010)67033803 67025912

传真:(010)65114456

