

芽用豆类作物诱变效应研究进展

刘红开, 康玉凡

(中国农业大学 农学与生物技术学院, 北京 100193)

摘 要:现代工厂化芽菜产业快速发展,需要芽菜专用豆类作物优良品种作支撑。我国芽用豆类作物品种少,传统芽豆品种在产量或农艺性状方面存在一定缺陷,芽用豆类作物品种选育工作急需加强。诱变育种是快速选育芽用豆类作物品种的有效方法之一。文章阐述了物理诱变(γ 射线、离子束射线、高能混合粒子场等)、化学诱变(EMS、NaN₃、NQO 等)和空间诱变对大豆、绿豆、豌豆、蚕豆、豇豆、小豆等芽用豆类作物的农艺性状、生长发育、生理生化特性、细胞及遗传物质的诱变效应,探讨了诱变新技术方法、诱变技术基础理论以及诱变后代高效筛选技术在芽用豆类作物品种选育上的应用前景,以期对芽用豆类作物品种选育提供理论和技术参考。

关键词:芽用豆类作物;品种;诱变效应;性状特性;进展与展望

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2010)06-1077-04

Advances on Mutagenic Effects of Legumes for Bean Sprouts

LIU Hong-kai, KANG Yu-fan

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: Special legume crops varieties were needed for the rapid development of bean sprouts modern industry. However, the traditional legume crop varieties have some defects in the yield and agronomic traits and the studies of breeding new legume crop varieties should be strengthened. Mutation breeding is an effective method in selecting and breeding legume crop varieties. This paper stated the mutagenic effects on agronomic traits, the characteristics of growth, physiological, physiological-biochemical, cells and genetic materials that induced by physical mutagen (γ -radiation, ion beam, mixed high energy particle field and so on), chemical mutagen (EMS, NaN₃, NQO and so on) and space mutation in legume crops such as soybean, mungbean, pea, broad bean, cowpea, adzuki bean and so on. Moreover, this study also discussed the prospects of the new technology of mutagenesis, the basic theory of mutation technique and effective screening techniques mutagenesis offspring of sprout legumes crop in order to provide theoretical references for the breeding in sprout legume varieties.

Key words: Sprout legume crops; Varieties; Mutagenic effects; Traits and characteristics; Advances and prospects

工厂化、规模化、机械化和自动化芽菜生产方式正逐步取代传统芽菜生产方式,在我国北京、上海、南京等大中城市快速发展^[1-2],但适用于培育大豆芽、绿豆芽、蚕豆芽、豌豆苗、小豆苗等芽菜专用豆类作物的优良品种却鲜有报道^[3-4]。芽菜用豆类作物品种选育已成为制约我国现代芽菜产业发展的重要因素之一。诱变育种具有缩短育种年限,提高突变频率和创造新的基因型等特点,有助于加快芽用豆类作物品种的选育。该文对芽用豆类作物的诱变效应进行了阐述,以期对芽用豆类作物诱变育种提供理论支持。

1 芽用豆类作物农艺性状的诱变效应

芽用豆类作物农艺性状的诱变效应主要表现

在株高、茎粗、荚长、荚宽、单株荚数、单株粒数、百粒重、单株产量等性状上。这些农艺性状是影响作物产量的主要因素,而高产是作物育种的重要目标之一。目前为止,在提高芽用豆类作物产量方面已经取得了不少成绩,如 Sarkar 等^[5]获得了绿豆高产品系, Samiullah Khan 等^[6]获得了多分支绿豆, Prashant Joshi 等^[7]获得了豆荚和豆粒比较大的蚕豆, Gdrard Duc^[8]获得了具有强结瘤能力根系的蚕豆。

虽然不同的芽用豆类作物受同一种诱变剂处理或同种芽用豆类作物受不同的诱变剂处理得到的农艺性状上的诱变效应可能不同,但大体趋势一致,即在一定诱变范围内,随着诱变程度的增加,农艺性状呈递增或递减趋势,且变异系数逐渐增

收稿日期:2010-05-29

基金项目:现代产业技术体系建设专项资金资助项目(nycyt-18)。

第一作者简介:刘红开(1985-),男,在读硕士,研究方向为种子科学与工程。E-mail: eqalhk@163.com。

通讯作者:康玉凡,女,教授,博士。E-mail: yfkang@cau.edu.cn

大^[9-11]。在育种实践过程中,要考虑到某种作物的突变率和存活率来选择合适的诱变剂剂量和处理时间。

2 芽用豆类作物生长发育的诱变效应

2.1 芽用豆类作物发芽率、成苗率的诱变效应

种子发芽率与种子田间成苗率密切相关,是衡量种子质量的关键性指标。诱变会使作物的遗传物质发生变化,致使种子不能正常发芽或发芽后不能生长发育成正常的植株,因此诱变后代的发芽率和出苗率比未处理植株会有不同程度的降低,其降低程度因诱变剂类型、剂量和处理时间的不同而有所不同^[12-14],一般情况下,物理诱变比化学诱变的降低程度要小些。然而也有研究表明,诱变后代的发芽率和出苗率未见变化或影响不大^[15]。这表明诱变剂对作物诱变部位的损伤程度较轻。为此,在选择诱变剂种类时,既要考虑到突变率,也要考虑选择对作物损伤程度较轻的诱变剂。

2.2 芽用豆类作物育性的诱变效应

诱变导致植物不育的类型有很多,如全不育类型、半不育类型、育性嵌合体类型等^[16-17],往往在一定的组织中表现出来。其中,产生的突变体雄性不育系可以配制杂交种,降低杂交种子的生产成本,扩大杂种优势的利用范围。

2.3 芽用豆类作物生育期的诱变效应

豆类作物生育期通常为数量性状,由多基因控制。生育期突变由于突变频率较高是较易获得的最重要的突变类型。在诱变后代中,虽然可以找到一些早熟突变株^[18],但对绝大多数后代有延迟生育期的作用,且随着诱变剂浓度的增加而延长,变异度也逐渐增大^[11,19-21]。

3 芽用豆类作物生理生化特性的诱变效应

3.1 芽用豆类作物体内叶绿素含量及光合作用的诱变效应

豆类作物叶片中叶绿素含量与光合作用密切相关,是反映叶片生理状态的重要指标。诱变会使豆类作物叶片中叶绿素含量产生显著影响^[16]。诱变后代中往往出现诸多黄化^[15]、叶绿素缺失^[14]、白化、紫铜色、红棕色、淡绿色、杂色、蜡色^[22]等突变株。

3.2 芽用豆类作物体内同工酶及酶活性的诱变效应

同工酶是植物遗传基因表达形成的产物。同工酶的变化在一定程度上能较好地反映个体间的

遗传差异,如 Randhir 等^[23]诱导出高抗氧化活性的蚕豆新品系,于秀普等^[24]研究指出大豆诱变后代酶带数目、酶活性存在着很大差异。胡志辉等^[25]发现豇豆 M₂ 代有不同程度的谱带变化。因此,利用同工酶的变化可以很好的鉴别并选择突变植株。

3.3 芽用豆类作物品质的诱变效应

随着生活方式逐渐由数量消费型向质量消费型转变,人们对作物品质的要求越来越高。诱变对芽用豆类籽粒中蛋白质含量、脂肪含量、油脂酸组成等性状有改变作用,郭玉虹等^[26]获得了高蛋白的大豆新品系,Manjaya 等^[27]得到了缺失亚基的种子贮藏蛋白的突变植株,Addai 等^[28]利用 γ 射线处理大豆种子,得到了贮藏性较好的新品系。因此,诱变可拓宽芽用豆类作物品质,使豆类满足生产芽菜的特殊需要且生产出的芽菜更加营养健康。

3.4 芽用豆类作物抗性的诱变效应

获得抗性较好的品种始终是作物育种的重要目标之一。虽然抗性突变是诱发难度较大的突变类型,突变频率也很低,但还是能获得一些优良的抗性突变^[19]。吕秀珍^[29]获得了一批抗灰斑病品种和抗灰斑病的大豆突变系。Tsyganov 等^[30]获得了对锈有抵抗力的大豆。Wongpiyasatid 等^[31]获得了抗尾孢菌叶斑病和白粉病绿豆突变系。

4 芽用豆类作物细胞及遗传物质的诱变效应

4.1 芽用豆类作物在细胞水平上的诱变效应

细胞是组成有机体的形态和功能的基本单位,有机体的生理功能和一切生命现象都是以细胞为基础表达的。诱变往往通过促进或抑制豆类作物的细胞分裂而产生异常细胞^[32],且异常频率随剂量的增大而提高^[17,33],从而影响豆类作物的生理功能和一切生命现象,通过人为选择可以得到所需要的芽用豆类。

4.2 芽用豆类作物遗传物质的诱变效应

各诱变剂对豆类作物遗传物质的诱变效应包括诱变对染色体和基因的影响。诱变会使染色体发生变异,如产生染色体桥、断片或超倍体、亚倍体等^[34-36],且染色体畸变率随着处理浓度的增加而升高^[37-38],使基因功能发生改变,从而影响芽用豆类作物生理活动^[39]。

5 芽用豆类作物诱变效应研究展望

5.1 芽用豆类作物诱发突变新技术研究

在继承和发展传统诱变新技术的同时,重点研

究和利用高能重离子、同步辐射等诱发芽用豆类作物诱变的现代诱变遗传操作新技术;开展分子生物技术等其它新技术与诱变技术相结合的研究,以大幅度提高基因突变频率和高效调控基因变异方向。

5.2 芽用豆类作物诱变技术基础理论研究

利用基因组学、蛋白组学和代谢组学的理论和方法,研究各种理化诱变因素诱发作物基因突变与损伤修复的分子机理;开展与芽用特性有关基因的分子定位、基因表达谱分析、克隆与功能分析,为芽用豆类作物分子突变育种提供理论基础。

5.3 芽用豆类作物诱变后代高效筛选技术的研究

研究芽用豆类作物诱变后代群体的定向筛选技术,在做好形态学标记、细胞学标记和遗传标记有效结合的同时,开展利用 TILLING(定向诱导基因组局部突变)等高通量突变基因的筛选技术;建立一套利用小样品鉴定诱变后代芽用特性的筛选技术体系,以为豆类作物芽用品种的选育提供技术支持。

尽管我国具有丰富的芽用豆类资源,但是由于我国长期对芽用豆类的研究不够重视,我国芽用豆类产业的发展已经受到严重的制约。近年来,人们越来越意识到,芽菜的营养特点能够满足人们营养健康的需求。因此,芽菜产业在市场需求的前提下必会得到一定的发展。豆类作物的研究,包括诱变育种的研究,也会得到加强。同时,发展芽菜产业也是响应国家大力发展现代农业科学技术和健康科学技术的号召,国家对芽菜产业的支持力度也逐渐增强。在政府和市场的双重作用下,我国的芽菜产业必会取得较大的发展。

参考文献

- [1] 康玉凡,陶礼明,毛振宾,等.工厂化豆芽成为现代加工食品新宠[J].长江蔬菜,2008(14):73-76. (Kang Y F, Tao L M, Mao Z B, et al. Bean sprouts becoming the 'new favorite' of modern processed food in the scale factory[J]. Journal of Changjiang Vegetable, 2008(14): 73-76.)
- [2] 徐伟忠,陈银华,曹鹏飞.芽苗菜智能化生产模式的研究[J].农产品加工·学刊,2006(5):8-13. (Xu W Z, Chen Y H, Cao P F. Review on the production pattern of intelligentized bean sprout production[J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2006(5): 8-13.)
- [3] 花登峰,赵团结,张黎萍.小粒专用大豆品种遗传改良研究进展[J].杂粮作物,2005,25(5):311-313. (Hua D F, Zhao T J, Zhan L P. Review on genetic improvement of small soybean varieties in special use [J]. Rain Fed Crops, 2005, 25 (5): 311-313.)
- [4] 罗珊,康玉凡,濮绍京,等.黑河地区55份大豆品种资源农艺性状和营养成分的聚类分析[J].大豆科学,2009,28(3):421-425. (Luo S, Kang Y F, Pu S J, et al. Cluster analysis of agronomic characters and nutrition composition of 55 soybean accessions from heihe area[J]. Soybean Science, 2009, 28(3): 421-425.)
- [5] Sarkar K K, Maji A, Roy S S. Performance of some elite mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] mutant families in M7 generation [J]. Journal of Crop and Weed, 2009, 5(1): 178-181.
- [6] Khan S, Wani M R, Parveen K. An induced bushy mutant in mungbean[J]. Mutation Breeding Newsletter and Reviews, 2005, 1: 10.
- [7] Joshi P, Verma R C. Radiation-induced pod and seed mutants in faba bean (*Vicia faba* L.) [J]. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 2004, 64(2): 155-156.
- [8] Duc G. Mutagenesis of faba bean (*Vicia faba* L.) and the identification of five different genes controlling no nodulation, ineffective nodulation or supernodulation [J]. Euphytica, 1995, 83: 147-152.
- [9] 彭琳,季良.氮离子束注入和钴⁶⁰伽玛辐射对大豆生物学效应研究初报[J].安徽农业科学,2009,37(14):6399-6402. (Peng L, Ji L. Preliminary study on biological effect of soybean by nitrogen ion beam implantation and ⁶⁰Co-γ radiation[J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2009, 37(14): 6399-6402.)
- [10] 郑伟,郭泰.航天搭载大豆 SP₂ 农艺性状诱变效应初报[J].核农学报,2008,22(5):563-565. (Zheng W, Guo T. Mutagenic effects of space flight on SP₂ agronomic traits of soybean [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2008, 22 (5): 563-565.)
- [11] 华劲松,夏明忠,戴红燕.⁶⁰Co-γ射线辐照剂量对蚕豆诱变效应的研究[J].四川农业大学学报,2005,23(4):407-410. (Hua J S, Xia M Z, Dai H Y. Research induced mutation effect of ⁶⁰Co-γ rays irradiation dose on broad bean's [J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 2005, 23(4): 407-410.)
- [12] 韩秀云,张增明,刘锐.4NQO对蚕豆诱变效应的研究[J].生物技术,1996,6(5):14-16. (Han X Y, Zhang Z M, Liu R. Research induced mutation effect of 4NQO on broad bean's [J]. Biotechnology, 1996, 6(5): 14-16.)
- [13] 韩玉琴,卢翠华,李希臣,等.辐照外源DNA直接导入大豆诱变效果的研究[J].大豆科学,2001,20(4):254-256. (Han Y Q, Lu C H, Li X C, et al. Studies on the mutation effects induced by direct introduction of irradiated foreign and into soybean [J]. Soybean Science, 2001, 20(4): 254-256.)
- [14] 张超美.叠氮化钠对豌豆诱变效应的初步研究[J].湖北农学院学报,1993,16(4):276-280. (Zhang C M. Preliminary research induced mutation effect of sodium azide on pea's [J]. Journal of Hubei Agriculture College, 1993, 16(4): 276-280.)
- [15] 郭建秋.质子束诱变大豆的能量和剂量效应[J].核农学报,2009,23(1):49-53. (Guo J Q. Energy and dose effects of proton irradiation on soybean mutagenesis [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2009, 23(1): 49-53.)
- [16] 原亚萍,许耀奎.平阳霉素对大豆诱变效应的研究[J].作物学报,1993,19(1):7-17. (Yuan Y P, Xu Y K. Studies on mutagenic effects of pingyangmeisu in soybean [J]. Crop Science,

- 1993,19(1):7-17.)
- [17] 金文林, 吕志军, 金弘, 等. 小豆辐射诱变效应的研究 III ^{60}Co - γ 射线不同剂量处理小豆种子的细胞遗传学效应[J]. 北京农学院学报, 1996, 1(1): 28-35. (Jin W L, Lu Z J, Jin H, et al. Study on radiation-induced mutation of adzuki bean III. cytogenic effects on the seeds of adzuki bean irradiated various dose of ^{60}Co - γ rays[J]. Journal of Beijing Agricultural College, 1996, 1(1): 28-35.)
- [18] 王义谅, 袁洪伟. 人工诱变与大豆性状的遗传[J]. 大豆科学, 1982, 1(2): 157-167. (Wang Y L, Yuan H W. Artificial mutation and the inheritance of soybean characters[J]. Soybean Science, 1982, 1(2): 157-167.)
- [19] 王连铮, 裴颜龙, 赵荣娟, 等. 大豆辐射育种的某些研究[J]. 中国油料作物学报, 2001, 23(2): 1-5. (Wang L Z, Pei Y L, Zhao R J, et al. Some research on soybean mutation breeding [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2001, 23(2): 1-5.)
- [20] 何莉, 华劲松, 徐永蕾. ^{60}Co - γ 射线对蚕豆 M1 诱变效应的研究[J]. 西昌学院学报·自然科学版, 2007, 21(2): 24-27. (He L, Hua J S, Xu Y L. Study on the mutagenic effects of ^{60}Co - γ ray to faba bean M1[J]. Journal of Xichang College·Natural Science Edition, 2007, 21(2): 24-27.)
- [21] 陈学珍, 李华, 金文林, 等. 菜豆、豇豆辐射诱变效应的研究— ^{60}Co - γ 射线处理对菜豆生长发育的影响[J]. 北京农业科学, 2000, 18(4): 8-11. (Chen X Z, Li H, Jin W L, et al. Study on radiation-induced mutation of common bean and cowpea—Effects of ^{60}Co - γ ray to the growth of common bean[J]. Beijing Agricultural Sciences, 2000, 18(4): 8-11.)
- [22] Sangsiri C, Sorajjapinun W, Srinivesc P. Gamma Radiation Induced Mutations in Mungbean[J]. Science Asia, 2005, 31: 251-255.
- [23] Randhir R, Shetty K. Microwave-induced stimulation of l-DOPA, phenolics and antioxidant activity in fava bean (*Vicia faba*) for Parkinson's diet [J]. Process Biochemistry, 2004, 39: 1775-1784.
- [24] 于秀普, 杜连恩, 魏玉昌, 等. 大豆化学诱变突变体的胚芽过氧化物酶同工酶等电聚焦电泳分析[J]. 大豆科学, 1994, 13(4): 371-375. (Yu X P, Du L E, Wei Y C, et al. Isoelectric focusing electrophoretic analysis of peroxidase isozyme from embryo of mutants by chemical mutagen inducing in soybean[J]. Soybean Science, 1994, 13(4): 371-375.)
- [25] 胡志辉, 陈禅友, 冒刚, 等. 矮生豇豆 M2 畸变株的同工酶鉴定[J]. 种子, 2001(4): 13-16. (Hu Z H, Chen C Y, Mao G, et al. Appraisal on the isozyme of aberrant in the M2 dwarf type asparagus bean[J]. Seed, 2001(4): 13-16.)
- [26] 郭玉虹, 王培英, 许德春, 等. 诱变改良大豆蛋白质含量的研究[J]. 大豆通报, 2005(6): 11-13. (Guo Y H, Wang P Y, Xu D C, et al. Study on protein content mutation of soybean[J]. Soybean Bulletin, 2005(6): 11-13.)
- [27] Manjaya J G, Suseelan K N, Gopalakrishna T, et al. Radiation induced variability of seed storage proteins in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] [J]. Food Chemistry, 2007, 100: 1324 - 1327.
- [28] Addai I K, Safo-Kantanka O. Effect of ^{60}Co Gamma Irradiation on Storability of Soybean Seed[J]. Asian Journal of Plant Sciences, 2006, 5(2): 221-225.
- [29] 吕秀珍, 刘忠堂, 郭泰, 等. 辐射诱变大豆抗灰斑病新种质研究初报[J]. 中国油料, 1996, 18(2): 18-19. (Lu X Z, Liu Z T, Guo T, et al. Preliminary research on a radiation-induced germplasm of resisting gray leaf spot in soybean [J]. Chinese Oil, 1996, 18(2): 18-19.)
- [30] Tsyganov V E, Blimov A A, Borisov A Y, et al. A chemically induced new pea (*Pisum sativum*) mutant SGECDt with increased tolerance to, and accumulation of, cadmium[J]. Annals of Botany, 2007, 99: 227-237.
- [31] Wongpiyasatid A, Chotechuen S, Hormchan P, et al. Mutant mungbean lines from radiation and chemical induction[J]. Kaset-sart-Journal (Natural Sciences) (Thailand). Witthayasan Kaset-sart (Sakha Witthayasat), 1998, 32(2): 203-212.
- [32] 曹德菊, 黄祥明, 张浩. 汞对蚕豆根尖细胞的诱变效应[J]. 安徽农业科学, 2003, 31(3): 383, 397. (Cao D J, Huang X M, Zhang H. Effect of mercury acetate on roottip cell of horse bean [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2003, 31(3): 383, 397.)
- [33] 杜兰芳, 顾志良, 钟华, 等. 等离子体浸没 N^+ 注入对豌豆胚芽细胞的诱变效应[J]. 遗传, 2000, 22(6): 398-400. (Du L F, Gu Z L, Zhong H, et al. Mutation effect of plasma immersion N^+ ion implantation on plumule cells of M_1 in pea seeds[J]. Hereditas, 2000, 22(6): 398-400.)
- [34] 李蕊, 冯海涛. 硝基苯诱发大豆根尖细胞遗传畸变研究[J]. 大豆科学, 2008, 27(3): 539-542. (Li R, Feng H T. Genetic aberration on root tip cells of soybean (*Glycine max*) induced by Ni-trobenzene[J]. Soybean Science, 2008, 27(3): 539-542.)
- [35] Men A E, Laniya T S, Searle I R, et al. Fast neutron mutagenesis of soybean (*Glycine soja* L.) produces a supernodulating mutant containing a large deletion in linkage group H[J]. Genome Letters, 2002, 3: 147-155.
- [36] 王凤宝, 付金, 董立峰. 秋水仙素与 DMSO 诱导豌豆同源四倍体[J]. 核农学报, 2009, 23(2): 203-208. (Wang F B, Fu J, Dong L F. Inducing autotetraploid pea with colchicine and DMSO [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2009, 23(2): 203-208.)
- [37] 谈慕真, 吴琼, 顾文祥. γ 射线对豌豆诱变效应的研究[J]. 上海农学院学报, 1990, 8(3): 229-232. (Tan M Z, Wu Q, Gu W X. The effect of gamma ray treatment on pea [J]. Journal of Shanghai Agriculture College, 1990, 8(3): 229-232.)
- [38] 张胜. 两种诱变剂对蚕豆根尖细胞遗传毒理学研究[J]. 商丘职业技术学院学报, 2005, 4(5): 59-60. (Zhang S. Study on two kinds of guide to change to a sharp cell of broad bean hereditry toxicology[J]. Journal of Shangqiu Vocational and Technical College, 2005, 4(5): 59-60.)
- [39] Kumar S. Recessive monogenic mutation in grain pea (*Pisum sativum*) that causes pyridoxine requirement for growth and seed production [J]. Journal of Biosciences, 1988, 13(4): 415-418.