

CN88 00789

CNIC-00135

A37-IAAE-0011

中国核科技报告

我国大豆诱变育种概况



中国核情报中心
China Nuclear Information Centre

CNIC-00135

A37-IAAE-0011

我国大豆诱变育种概况

战明奎 赵经荣

(山东省农业科学院作物研究所, 济南)

中国核情报中心

北京·1988.1

摘 要

本文总结了我国大豆诱变育种与遗传研究的成就与进展,列举了迄今已有成并推广的22个大豆品种,诱变适宜的照射量或剂量范围,分析了大豆 M_1 、 M_2 、 M_3 代诱变产生的类型与频率和出现的性状变异,以及辐射诱变遗传研究的结果,综述了大豆辐射诱变育种程序和各种辐射源的诱变效果,并对选择辐照处理材料、诱变与杂交结合、抗病品种与优质品种的诱变选育等问题进行了讨论。

关键词 诱变 育种 遗传 大豆 γ 辐照

**INTRODUCTION OF MUTATION
BREEDING AND GENETIC RESEARCH
OF SOYBEAN IN CHINA**

Zhan Mingkui Zhao Jingrong

**(Crops Research Institute, Shandong Academy of
Agricultural Sciences, Jinan)**

ABSTRACT

This paper summarized the achievements and developments in mutation breeding and genetic research of soybean. The optimal irradiation dosage was determined for 22 varieties of soybean which have been released and popularized so far. Analyses of mutants, mutant characters and mutation frequency in the generations of M_1 , M_2 and M_3 of soybean were carried out and a procedure of mutation breeding was described. Discussion of the effect of different radiant agents, the selection of progeny induced by radiation and the breeding method by combining mutation with hybridization and resistant varieties with good quality ones have been conducted.

中国大豆诱变育种始于50年代末,以黑龙江、辽宁省起步最早,研究比较深入,育种成就最大。近30年来,我国大豆诱变育种已具有一定的规模,有了很大的发展,取得了显著的成就。

本文系1986年12月接待联合国ZAEA组织代表Hark先生的文稿,承蒙本院原子能农业应用研究所所长朱斗北高级农艺师及副所长王增贵农艺师审阅并提出宝贵意见,特此致谢!

一、大豆诱变育种的成就

我国大豆诱变育种取得了显著的成就,已育成并推广了一批优良品种。据不完全统计,至1986年12月育成大豆品种22个,其中直接利用突变体育成19个,间接利用突变体育成3个,诱变育成的大豆品种的数量为世界各国辐射诱变育成的大豆品种的78.57% (28个^{*})。这说明我国在大豆诱变育种上已达到世界先进水平。近年来,大豆诱变育种发展迅速,不仅育成品种数量增多,而且突变品种的应用价值提高。辽宁省铁岭地区农科所选育的大豆品种铁丰18号,是用 $3.1\text{C/kg } ^{60}\text{Co-}\gamma$ 射线[照射剂量率为 $0.019\text{C}/(\text{kg}\cdot\text{min})$],照射 $45-15\times 5621-1-6-2-4\text{ F}_1$ 代种子选育而成。最大年份种植面积为526万亩(1亩=666.7 m^2),占辽宁省大豆播种面积的68.9%,该品种高产、稳产、抗病(抗病毒病、细菌性斑点病),适应性强,各地出现了大面积0.2t的高产典型,并创造出亩产0.25t的高产纪录。1976~1982年辽宁省每年种植面积在320万亩以上,截止1986年统计,累计种植面积达4500多万亩,并在河北省、四川省、宁夏自治区试种成功,省外累计面积89.4万亩,该品种比原生产上应用品种增产23.84%,增产468805t,省内收益2.6279亿元。此项成果获国家发明一等奖,是到目前为止大豆品种育成中唯一获得国家发明一等奖的。黑龙江省农科院大豆研究所用辐射诱变的早熟突变体“哈63-2294×小金黄1号”选育的“黑农26号”大豆新品种,是黑龙江省中南部地区种植面积最大的品种,占同熟期类型品种的64.8%,并在吉林、河北、新疆、山西等省(区)大面积种植。1975~1986年累计推广面积2930余万亩,增产大豆 $274\times 10^3\text{t}$ 以上,增收1.8亿元。“黑农26号”具有较多的优良性状,早熟、高产、稳产,增产潜力较大,在较好的栽培条件下亩产可达0.25t以上,变异系数比对照低1.97%。“黑农26号”花期长,能调节不良气候对落花落荚的影响,耐肥抗强,前期耐低温,在 $6\sim 7^\circ\text{C}$ 低温下发芽率达86%,比标准品种高42~64%,抗逆性强,较耐胞囊线虫病,根瘤发育早,固氮率高,百粒重18g,脂肪和蛋白质总含量达62.63%,比“刺山朴”高6.46%。“黑农26号”蛋白质中含有较多养分丰富的H1S球蛋白,获国家发明二等奖。“辽豆3号”是由 $^{60}\text{Co-}\gamma$ 射线120Gy辐照“45-15×5621”(铁丰18号) F_1 种子后选育的优良突变体“6405”×阿姆素(美国品种)选育而成。“辽豆3号”株型好,呈塔形,通风透光好,荚分布均匀,百粒重 $18\sim 20\text{g}$,抗病毒病、霜霉病、细菌性斑点病,喜肥、耐肥,抗倒伏,具有很大的增产潜力。曾在辽宁省义县白庙乡的0.06亩地上获得0.4054t的高产纪录。另有一些亩产超过 $0.3\sim 0.35\text{t}$ 的地块(均经当地农业行政部门核实),“辽豆

* A. Mielke(1985)报道,世界诱变育成大豆品种17个,其中中国11个,据本文作者1986年调查,中国诱变育成大豆品种22个,比原来统计数增加11个,暂以世界诱变育成大豆品种28个计。

3号”的增产潜力与国外报道的大豆高产纪录相近,如美国依萨克斯品种1984年获亩产0.417t,日本秋吉品种1982年获亩产0.346t。“辽豆3号”推广应用三年中最大年推广面积70万亩,累计推广面积131万亩。河北、陕西等省已开始引种。“六五”期间,全国组成了“大豆诱变育种协作组”,加快了大豆诱变育种的进程。据不完全统计,已筛选出具有某一种特殊性状的突变体28个,如辽宁的“辽80-8085”、“1380-8143”其蛋白质含量为47.1%和45.18%,分别比原品种(43.62%、39.81%)增加3.43%与5.37%;抗霜霉病的“辽-79-7461”;抗灰斑病的“哈辐79-601”;脂肪含量高的“哈光1657”、“哈光1647”;黑龙江省农科院大豆所有成的哈79-440高光效突变体,光合效率比“黑农26号”高26%,光呼吸较“十胜常叶”低16.2%,耐盐碱比当地推广种增产10%左右的“龙辐73-8955”等。辐射诱变选育的“铁丰18号”、“黑农26号”应用价值很高,“辽豆3号”有很大的增产潜力,为辐射诱变育种展示出广阔的前景(表1)。

二、大豆诱变育种技术及遗传变异的研究

(一) 我国大豆诱变育种应用的诱变源

我国大豆诱变育种应用的诱变源主要应用X射线、 ^{60}Co - γ 射线及中子、 β 射线(^{32}P)、EMS(甲基磺酸乙酯)、激光器(二氧化碳、氢离子、氮分子、氦氖等激光器)、电子、微波及其复合处理等。

(二) 各种诱变源的适宜照射量或剂量范围

对于各种诱变源的适宜照射量或剂量范围,不同的研究者的结论不尽一致。翁秀英、王彬如等认为大豆诱变的剂量不宜太高,保持50~70%成活率就能产生有益突变,X射线以80Gy或100Gy较好, ^{60}Co - γ 射线80至120Gy较好。热中子 $5 \times 10^{11}\text{n}/\text{cm}^2$ 为适宜。研究认为,辐射处理地方品种的照射量宜大些,杂种后代照射量宜小些,杂交后高世代材料较低世代材料要高些。

王义章、袁洪伟(1980)研究指出:大豆适宜的照射量以成株率达60~70%的照射量为宜,他们给出了各种诱变因素的适宜诱变剂量(见表2)。吉林农业大学生物物理研究室根据大豆 M_1 代成活率和不孕率,认为各种类型电离辐射诱发大豆突变的适宜吸收剂量为:

^{60}Co - γ 射线: (150~180)J/Gy

快中子: $5 \times 10^{11} \sim 7 \times 10^{11}\text{n}/\text{cm}^2$

电子: 10^{11} 左右 ($f=100\text{Hz}$ $L=6\mu\text{A}$ 靶8cm)

$^{32}\text{P}\beta$ 射线: $(3.7 \sim 5.6) \times 10^6\text{Bq}/\text{粒种子}$ 。

吴殿武、李国全(1983)根据 M_1 代的成株率和不孕率认为,各种类型辐射诱变的适宜吸收剂量为:

^{60}Co - γ 射线: (130~180)J/Gy

快中子: $5 \times 10^{11} \sim 7 \times 10^{11}\text{n}/\text{cm}^2$

热中子: $2 \times 10^{11} \sim 4 \times 10^{11}\text{n}/\text{cm}^2$

电子: 10^{11} 左右

$^{32}\text{P}\beta$ 射线: $(3.7 \sim 5.6) \times 10^6\text{Bq}/\text{粒种子}$

表1 我國選育成的大豆品種推廣時期、面積及推廣情況

品種(系)名稱	最大推廣面積(万亩)	累計推廣面積(万亩)	推廣(或批准)年份、地點、主要研究人員及單位	誘變種子照射量(基本品種或變異體交叉 ⁰⁰)	主要改良特性(蛋白質與脂肪含量, 熟期及其它农艺性状)	获奖等級(包括待批)
黑农4号	40	285	1967年, 黑龙江省农科院大豆研究所 姜、王修如等	X射线2.58C/kg(调金仓)	早熟(比原品种早10天), 耐旱、丰产、稳产, 脂肪含23.04%。	
黑农5号	40	335	同上	Y射线2.58C/kg(系水4号)	亩产0.1508t(增产14.6%), 脂肪22.4%(增加0.49), 适应性广	
黑农6号	10	60	同上	X射线3.258C/kg(调金仓)	亩产0.1383t(增产11.8%)脂肪23.25(增加1%)早熟(10天)	
黑农7号	15	873	同上	同上	增产12%, 早熟3天, 抗倒伏, 较耐旱, 品质优良	
黑农8号	20	340	同上	同上	早熟10天, 耐湿、抗逆, 脂肪23.4%(增加1.4%)	
黑农16号	250	1437	1970, 黑龙江省农科院大豆研究所 姜、王修如等	Y射线2.58C/kg(五顶株×唐山朴)F ₂	增产18.2%, 丰产, 适应性产品品质良, 抗倒伏	1978年获国家重大科技成果奖
黑农26号	500	2930	1975年, 黑龙江省农科院大豆所。 彭如、王廷沛、胡秀英等	哈63-2294×小孟W14	株型好, 耐低温, 早熟, 品质好, 适应性广, 115球蛋白多, 蛋白质40.83%, 脂肪21.8%	1984年获国家科委双奖二等奖
丰收11号	20	180	1971年, 黑龙江省克山农科所赵亚、赫世海等人	Y射线3.6C/kg(克56-4258)	早熟15~20天, 较克霜1号早熟一周, 早熟高产	

续表 1

品种(系)名称	最大推广面积(万亩)	累计推广面积(万亩)	推广(或批准)年份、地点、主要研究人员及单位	诱变种子照射量(剂本品种或交杂体杂交 ^{**})	主要改良特性(蛋白质与脂肪含量、熟期及其它农艺性状)	获奖等级(包括待批)
辽豆8号		50	1985年, 黑龙江省牡丹江师范学院刘一等	γ 射线3.1C/kg(丰收10号 \times 吉3)F ₂	早熟, 植株高大, 抗倒伏, 高产, 品质好	
铁丰18号	526	4500	1974年, 辽宁省铁岭地区农科所	γ 射线3.1C/kg(45-15 \times 5621)F ₁	叶病轻, 耐肥, 抗倒伏, 产量高, 品质好, 适应性广	获国家科委发明一等奖
辽豆1号	省内部分地区夏播		1983年, 辽宁省农科院原子能所	γ 射线4.6C/kg	生育期90多天, 适合辽宁省部分地区夏播	
辽豆3号	70	131	1983年, 辽宁省农科院原子能所王义波袁洪伟等	钴60 ⁴⁵ \times 阿纳索	株型呈塔形, 产量高, 脂肪20.63%, 蛋白质42.2%	1986年获省科学技术进步一等奖
诱变30号	220	460	1981年, 中国科学院遗传所、林建兴、张性坦、赵存、隋惠侠	X射线2.58C/kg(58-161 \times 绿豆1号)F ₂	抗病抗倒, 适应性广, 品质优良, 蛋白41-44%, 脂肪20-22%	1986年获中国科学院科学技术进步一等奖
黑农28号	25	1984—1986年为38万亩	1984年, 黑龙江省农科院大豆所, 翁秀英、王彬如、陈治等	热中子 $5 \times 10^{11}n/cm^2$ (黑农16 \times 十月生长叶)F ₂	高产, 耐肥, 秆强, 病轻, 塔状株型	
铁丰19号	50	120	辽宁省农科院原子能所杨伯玉、单增奎、崔香、孙佩清、张仁双	γ 射线3.1C/kg(铁丰3号 \times 5621)F ₁	高大繁茂, 主茎发达, 主茎20节以上, 3.4粒荚多, 蛋白39.80%, 脂肪20.6%	1978年获辽宁省科学大会重大成果奖

品种(系)名称	最大推广面积(万亩)	累计推广面积(万亩)	推广(或批准)年份、地点、主要研究人员及单位	种质种子限制因素(亲本品种或突变体杂交 ⁰⁰)	主要栽培特性(蛋白质与脂肪含量、熟期及其它农艺性状)	获奖等级(包括待批)
辽781-219	1986年推广1500亩	0.15	黑龙江省牡丹江市农科所, 魏明学, 张友权	Y群4.1C/kg(缺磷型)叶柄×兴拉克63)F ₃	抗灰皮病, 高蛋白, 早熟突壳系, 蛋白质43.7%, 1985—1986两年区试, 被黑麦28号(18个点)增产7.35%, 1987年预计进入生产示范	
辽7810-13	1.5	3.5	1983年德县科委, 德县良种场潘庆江	Y群6.4C/kg+快中子5×10 ¹³ n cm ² (非收集)	比CK早熟6天, 抗抗大豆孢囊病, 比CK增产20%以上	1983年获黑龙江省人民政府科研二等奖
锦麦31号	12	15	1984年中国科学院遗传研究所林德兴, 张登超, 赵春, 和惠英	X群62.58C/kg(50-161×株重1号)F ₃	优质抗病, 抗倒, 适应性强, 作毛豆及发豆芽风味好, 蛋白质含量42-43%, 脂肪含量21%	
京麦1号(海麦7803-1)	0.1	0.1	1988年吉林省农科所周子建所 梁凤台, 仝新民	中子1.1×10 ¹³ n cm ² ×紫壳CO ₂ 3'杂交6514	较早熟7天, 较耐旱、耐涝, 由分枝型麦为主类型, 丰产、稳产, 适应性强	1986年获中国农科院二等奖
辽7216(86年参加区试)	36年甘肅省参加区试) 6万斤内蒙赤啤300亩	0.63			阔 上	
辽81-9009			1985年, 黑龙江省农科院牡丹江农科所 苏明学 张友权	Y群4.1C/kg(缺6817)	每片复叶有4-9片小叶组成, “多小叶”性状及稳定遗传的耐性性状, 蛋白质高3.79%	1984年获黑龙江农科院技术改进三等奖
辽81号	5	30	1981年, 辽宁省阜新地区及建平、黑山、北镇县推广, 彰武县农科所, 李国华, 吴东	Y群4.1C/kg(缺18号)	叶色深绿, 结荚集中蛋白37%, 脂肪21.6%, 早熟3-5天, 较耐干旱。	获辽宁省科研成果三等奖

••• 表中数据皆为实数

表2 诱发大豆的各种因素的适宜剂量范围

诱变剂类型	被处理器官的状态	适宜的剂量范围
γ 射线	风干种子, 含水量10~20%	3.9~5.2C/kg
γ 射线	萌动种子, 预处理24小时*	1~1.5C/kg
γ 射线	萌动种子, 预处理48小时	0.8~1C/kg
γ 射线	花粉	0.8~1.3C/kg
中子	风干种子, 含水量10~20%	$3\sim7\times 10^{11}\text{n/cm}^2$
^{32}P (内吸)	经预处理的种子	$7.4\sim 11.7\times 10^6\text{Bq}$
EMS	经预处理的种子	0.2~0.4%
dES	经预处理的种子	0.2~0.4%
NG	经预处理的种子	0.010~0.02%

* 预处理指种子先用水浸泡, 使其吸水, 开始生命活动

(三) 大豆诱变的典型与频率

1. M_1 代出现的畸变典型

李集临、徐乔玲(1975)研究指出: 照射量为3.1C/kg以下者, 幼苗发育多数正常, 少数上胚轴不能伸长, 停止在两个子叶阶段。花期、结荚期、成熟期均比对照株延迟。至3.1C/kg者, 种子的发芽率随照射量的增高而降低, 出苗率延迟, 子叶变厚, 脆硬易折, 长期不脱落, 上胚轴发育受阻, 初叶变小或畸形, 多数植株不能发育, 少数植株在第1、2片真叶展开后逐渐恢复正常, 成熟期比对照株晚10天。照射量超过5.16C/kg时, 绝大多数上胚轴停止发育, 不能形成真叶, 侧根形成受阻, 逐渐死亡, 照射量越高, 成活率越低。但也有相反的结果: 傅来卿、田建民等(1983)研究指出: 在1.3~7.2C/kg范围内, 辐射对出苗率无影响, 植株形态变异与死苗都发生在出苗之后, 随着照射量的增加, 变异率增大, 死苗亦重。赵经荣、战明奎(1986)研究吸收剂量在164万~234万Gy诱变效果后得出了傅来卿等相似的结果。

多数研究者认为: 无论适宜照射量(剂量)或高照射量(剂量), 均可诱发根、茎、叶的畸变, 产生嵌合和不孕现象, 出现叶面皱缩、畸形、白化、黄化或具条纹斑点, 茎扁化, 机械组织不发达, 出现2~3个主茎株, 荚皮厚、荚粒硬实, 一粒荚居多。许耀奎、姜潮观察到根尖细胞中出现较多的染色体畸变, 如染色体桥、染色体断片、落后染色体、染色体粘连, 随着剂量增高染色体畸变率逐渐加大, 根尖染色体畸形率与 M_1 代结实率呈显著的负相关关系, 而与不孕株率、半不孕株率、孕性嵌合体株率呈显著正相关关系。李集临、徐秀玲观察到茎扁化及多主茎现象, 这在个别处理中多达32.1%。花粉母细胞减数分裂的中、后期出现落后染色体、染色体粘连、染色体桥以及不均等分裂, 在四分体期出现一、二、三、五分体, 四分体中有大小不同的多余小核, 有的四分体核与花粉大小不一, 着色深浅不同等, 多数研究者观察到 M_1 代有少数植株矮小, 株型发生变异, M_1 代大多倾向晚熟, 一粒荚多。李集临、徐秀玲研究后指出: M_1 代的不孕现象与花粉母细胞减数分裂的异常有关。

2. M_2 代诱变的典型与频率

多数研究者认为诱发突变 M_2 代是分离最大的世代, 但也有不同的结果。王义谦、袁洪伟

(1982) 研究指出 M_2 代、 M_3 代均有较大变异, M_3 代的变异幅度大于 M_2 代的变异幅度。多数研究者在 M_2 代观察到株高、分枝数、生育期、结荚习性、花色、茸毛色、茸毛有无、秆强、长花序、叶色、叶形、多小叶、百粒重、粒色、脐色等形态性状的变化。化验分析后出现高蛋白、高脂肪、高光合效率的突变。刘忠堂(1981)研究指出: M_2 代早熟15天以上的突变频率为0.28%, 早熟的 M_2 代且产量超过对照品种的约占23.9%。要选择一优良的早熟突变品种, 需一个较大的群体, 一般不少于2000株。王义谅、袁洪伟(1982)研究后指出: M_2 代质量性状以单株计算, 除个别性状外, 一般突变率不超过1.0%。紫花对白花、阔叶对狭叶, M_2 代均能出现隐性、显性、双隐性突变, 突变率一般不超过1.0%。无茸毛是重要的抗食虫性状, M_2 代出现无茸毛的显性突变。对于 M_2 代, 显性突变和隐性突变均能发生, 突变率1~2%。脐色 M_2 代易发生突变, 出现无脐、蓝脐等多种变异, 突变率2.8%。稳定的品种(系)诱变的 M_2 代, 生育期平均值比原品种长, 倾向晚熟, 晚熟突变率较高(13.0%), 早熟突变株少。株高与主茎节数 M_2 代的最大变异范围为79.6~120.0%与78~135.7%, 变异的频率较高, 分别为21.1~66.7%和0~16.7%。李集临、徐香玲研究指出: M_2 代果枝短、长花序的突变率为0.08%, 每株荚数平均为对照的品种273.2%。王义谅、袁洪伟研究指出: M_2 代突变群体的单株粒重变异较大, 数值变异范围为54~205.9%, 正向与负向突变频率为12.5~33.3%。单株粒数增加47.7%。百粒重突变率较高, 突变向着增加与减少两个方向发生, 变异幅度为12.1~19.8克。其他也有类似的报道。秆强变异频率在0~57.0%之间, 品种间有差异, 多数品种秆强突变率有随着照射量加大下降的趋势。多小叶突变的类型与频率与品种有关, 突变频率在0~3%之间, M_2 代出现4、5、6、7片小叶, 有的从第一片复叶始就是多小叶, 有的从第三片复叶始出现多小叶, 但均在顶部第二小叶又恢复正常(三出复叶)。王义谅、袁洪伟等报道了 M_2 代出现多小叶的频率为58~93%。郭明学报道多小叶突变在 M_3 代发现至 M_4 代出现稳定, 有2个株系多小叶频率已达到100%和95.51%。4、5、6、7片小叶出现的频率为15.11%、20.87%、29.15%、18.93%, 且叶面积系数增大, 光合强度高。通过遗传分析认为多小叶为隐性性状, 受单基因控制。傅来麟报道, M_2 代选出6株多小叶与2株双复叶(两个三出复叶对生), M_3 代测产双复叶, 多小叶品系比对照品种铁丰18号分别增产12.56%与14.81%。遗传学分析认为, 双复叶是由一对显性基因控制。双复叶与多小叶突变系对大豆辐射机理研究具有一定意义, 可作为遗传研究的指示性状, 对遗传理论研究具有一定价值。赵经荣、郭明学(1986)报道, M_2 代蛋白质含量的变异幅度在0.23~2.6%间, 脂肪变异幅度在0.07~0.59%与-0.29~-0.09%间。在169~234Gy范围内, 蛋白质含量变异幅度有随吸收剂量增加而加大的趋势, 脂肪有随吸收剂量加大而减少的趋势, 二种品种间有差异, M_2 代蛋白质与脂肪含量呈显著的负相关($r=0.48$), 但齐黄23号蛋白质与脂肪含量都增加($r=0.02$), 打破了蛋白质与脂肪含量的负相关关系。这表明辐射诱变是提高蛋白质与脂肪含量卓有成效的方法。王义谅、袁洪伟(1982)认为快中子和EMS处理后代的蛋白质含量遗传变异系数都超过对照品种, 快中子处理的 M_2 代为对照品种的1.8倍, EMS处理的 M_2 代为对照品种的2.3倍。认为 M_2 代蛋白质含量选择EMS效果好于快中子处理后代。EMS处理的 M_2 代后差异显著的高蛋白突变系占35.3%, 差异极显著的高蛋白突变系占17.6%。快中子的高蛋白诱变率为2.7%。中子处理的 M_2 代脂肪含量变化幅度为19.6~23.5%, 比原品种最高提高0.6%, 最低比原品种低2.5%, 中子诱发高脂肪突变的频率, M_2 代为5.3%, 但达到差异显著标准的株系少, EMS诱发高脂肪突变的频率, M_2 代

为4.2%，与高蛋白突变频率相比，高脂肪的突变频率比较低，但EMS诱发脂肪突变的频率大于中子诱变的频率。翁秀英等也认为辐射诱变是提高大豆蛋白质与脂肪的含量的有效方法，诱变高蛋白的效果好于高脂肪。

3. 杂种后代诱变的类型与频率 (M_2F_2)

杂种后代诱变能增加原杂种群体性状的变异。杂种二代 (F_2) 是基因重组后数量性状分离最大的一个世代。王义谅、袁洪伟 (1983) 研究指出： M_2F_2 代比 F_2 代晚熟， M_2F_2 代晚熟株率为31.03%，早熟株率为6.90%， M_2F_2 代的株高与主茎节数比 F_2 代有明显的变异。 M_2F_2 代平均株高比 F_2 代群体低，矮株突变率为11.48%与8.2%。对于 M_2F_2 代单株荚数、单株粒数、百粒重、单株粒重变幅均超过 F_2 代群体。 M_2F_2 代群体突变效果的顺序是：单株粒重 > 百粒重 > 单株荚数 > 单株粒数 > 一粒荚数，正向超亲率分别为32.79%、30.0%、14.75%、9.84%、4.92%。

4. M_3 代及以后各世代性状的诱变

(1) 生育期的变异

翁秀英、王彬如 (1980) 报道，诱变最早成熟的突变体能比原品种早熟32天，晚熟的比原品种晚熟5~10天或更多。选出了比原品种早熟10天的“黑农4号”、“黑农6号”，比原品种早熟25天的“哈70~1691”和比原品种早熟32天的极早熟品种“哈75-6222”。王义谅、袁洪伟报道， M_3 代早熟突变率为44.8%，晚熟的突变率为20.4%。刘忠堂报道，已利用诱变选出较原品种早熟10~25天的新品系，由此育成早熟10天的“合辐75-403”、“合辐75-509”、“合辐75-511”，较原品种早熟25天的极早熟新品系“合辐75-367”。

(2) 蛋白质与脂肪含量的变异

辐射诱变是提高蛋白质、脂肪含量的有效方法。多数研究者得到了相似的结果。赵经荣、战明奎 (1986) 报道，蛋白质与脂肪含量均向增加与减少两个方向变异，其变异幅度分别为0.05~2.15%、-0.89~-1.47%与0.05~0.61%、-0.16~-1.26%之间，蛋白质含量增加的幅度与频率均高于脂肪含量。翁秀英等报道蛋白质与脂肪含量提高的最大幅度为3.8~5%与0.4%，已选出脂肪含量为23.25%与23.4%的品种，成为70年代生产上推广品种中脂肪含量最高的品种。其中突变体“哈光1657”脂肪含量高达24.07%，比原品种提高2.71%。他们认为成熟期偏早的突变体脂肪含量提高的较多，成熟期与新品种相仿的突变体脂肪含量变化范围小些，需要早期进行定向选择。王义谅、袁洪伟报道EMS处理后代高蛋白突变系 M_3 代占33.3%，其中 M_2 代、 M_3 代蛋白质含量都显著高于对照品种的占15.7%；快中子高蛋白诱变率为6.0%，没有出现连续两个世代都显著超过对照品种的高蛋白突变系。 M_3 代脂肪变异的范围在-0.3~1.5%，脂肪含量降低的变异频率高。

(3) 诱变能提高抗倒伏性

翁秀英等报道，诱变能提高抗倒伏性。辐射后代倒伏程度2级的占56%，3级的占35.3%，4级的占8.7%；原品种3级的占51.4%，4级的占48.6%，可提高抗倒性1~2级。王义谅等报道，诱变后选出茎秆特别强硬的突变，其他研究者也得到了类似的结果。

(4) 籽粒产量变异

翁秀英报道，诱变能创造出高产变异。从处理地方品种“满金仓”中选出2个品种，增产10~25%。从“东农4号”的处理中，选出2个品种，比原品种增产8.91~12.8%。处理 F_2 代单株，选出比标准品种“黑农26号”增产15.4%的品种。认为 M_2 代与 M_3 代、 M_4 代的产量有

相关趋势。 M_2 代单株产量较高的后代，绝大多数在 M_3 、 M_4 代表现出丰产性能来。赵经荣、战明奎报道，籽粒产量向增加与减少两个方向变异，其幅度在6.25~54.17%与-0.001~-38.64%。其他研究者也得到了相似的结论。

(5) 抗病性与抗逆性的变异

林建兴等报道，大豆花叶病毒病(SMV)抗性受显性单基因控制，抗病株出现的频率为75%，X、Y射线辐照后代中出现少数特别优良的单株，并选出抗病品种“诱变4、16、30、31、32号”及抗病晚熟品系“75-1”、“科系4号”。翁秀英等报道已选出高抗病品种8个。王义谅等研究指出：抗霜霉病突变属于显性突变，突变系79-7461发病程度为0级，比原品种提高抗性2级。

孢囊线虫病近几年在大豆产区蔓延很快，危及大豆主产区的生产。秦庆廷报道：用6.5 C/kg⁶⁰Co-γ射线照射“丰收黄”风干种子，然后再经快中子 $5 \times 10^{19} \text{ n/cm}^2$ 复合处理，已选育出二个(7610-11与7610-13)高抗大豆孢囊线虫病(丰收黄为耐病品种)、有限结荚习性的(丰收黄为无限结荚习性)、抗倒(丰收黄易倒伏)的大豆新品系，其花色由“丰收黄”的紫色已变为白花，产量比原品种增产2.1~17.0%，原品种“丰收黄”单株孢囊数为15.7个，突变系分别为2.7与3.9个，与原品种的差异极为显著。其中7610-13已参加1984~1986年山东省区域试验，并于1986年在山东省农科院作物所病圃中产量居第一位，亩产0.135t，比CK(跃进5号)增产40.5%，表现出其抗孢囊线虫的特性。

抗逆性是影响大豆稳产性的主要因素。黑龙江省农业科学院原子能所报道：1970年用⁶⁰Co-γ射线照射“丰山1号”大豆品种的风干种子，选育出“龙辐73-8955”，比原品种早熟3~5天，秆强、荚密、耐轻盐碱，一般亩产0.125t，1973年在盐碱土壤上亩产0.140t，已被当地东召县确定为后备品种。王彬如等报道：用辐射选育的早熟突变体进行有性杂交，选育出耐旱、耐低温(在6~7°C低温下发芽)、高产优质的“黑农26号”。

光温反应敏感，是大豆适应区域狭窄的主要原因，诱变对改变大豆光温反应敏感特性上是有作用的。黑龙江省农科院合江农科所报道(1983)：他们组织了山东省农科院作物所、辽宁省农科院物理所、吉林省农科院生物物理室、黑龙江省农科院原子能所、黑龙江省农科院合江农科所五个单位进行大豆诱变突变体光温反应联合鉴定，在不同光温条件下分析了大豆的生育日数、株高、单株荚数、单株粒数等的变化后指出：“合辐75-367”，在不同光温条件下，各性状表现比较稳定，受高温短日照的影响较小，反应不敏感。其次是“龙辐81-9903”和“龙辐81-9666”，而“辐1262”较对照品种“黑河3号”表现敏感些。

(四) 我国大豆辐射诱变的遗传研究

胡国华报道，通过辐射有性杂交 F_2 代，各性状遗传变异扩大。遗传变异系数(GCV%)在20~30%间的有分枝与单株粒数，GCV在10~20%的有单株粒重与单株荚数，在0~10%间有株高、主茎节数、百粒重、每荚粒数。不同剂量对不同性状在不同杂交组合上有很大差异。株高与每荚粒数广义遗传力(h^2 %)都在80%以上，其余诸性状都表现较低的遗传力，但辐射群体均高于CK。胡国华(1983)对辐射与杂交相结合的遗传效果进行了研究。指出辐射各群体的遗传力大小顺序为：经2.1C/kg照射的群体株高(65.7%)>百粒重(57.0%)>单株粒重(53.3%)>单株荚数(52.8%)>单株粒数(50.7%)>主茎节数(21.1%)>出苗至开花日数(5.4%)>生育日数(0)；经2.58C/kg照射的群体：株高(69.6%)>生育日数(49.2%)>主茎节数(47.3%)>单株粒数(47.1%)>单株荚数(41.5%)>

单株粒重 (37.7%) > 百粒重 (11.0%) > 出苗至开花日数 (6.6%) ; 未经照射的群体: 株高 (59.6) > 百粒重 (44.0%) > 单株粒数 (143.9) > 单株粒重 (43.2%) > 主茎节数 (38.4%) > 单株荚数 (25.8%) > 生育日数与出苗至开花日数 (0)。同时, 估测了不同性状的遗传进度 ΔG (见表3) 与相对遗传进度 $\Delta G'$ 。他们认为诱变处理的遗传变异扩大, 遗传进度提高, 选择的可靠性加强。在5%选择强度下的遗传进度: 经照射的群体比CK株高可增加或减少3.26 cm, 主茎节数可增加0.49节, 单株荚数可增加6.68个, 成熟期可提早6天, 单株粒数可增加4.78粒, 出苗至开花日数提早1.45天, 百粒重能增加0.92g, 单株粒重能增加1.28g。何志鸿、王金陵 (1983) 报道了大豆不同孕性辐射后代的遗传变异, 分析比较了来自两种孕性的群体两个世代、九个农艺性状的遗传变异系数、遗传方差、遗传力和遗传进度 (见表4)。他们认为 M_1 代孕性较差的植株所衍生的群体, 上述遗传参数均大于 M_1 代孕性正常植株所衍生的群体, 即前者具有较大的选择潜力。 M_1 代孕性较差的植株, 在辐射育种中具有较高的价值。翁秀英等得出了不同的结果, 认为 M_1 代孕性正常株的育种价值大于孕性差的植株。他们辐射诱变选育的8个大豆品种, 多数是从 M_1 代孕性正常株选育, 这是由于研究者是分别从遗传与育种两个角度研究所致。 M_1 代孕性正常株可能育成优良品种的频率大, M_1 代孕性差的植株, 其遗传差异大。刘忠堂报道了 M_2 代早熟性的遗传力, 认为早熟2天以上的遗传力为34.87%, 早熟5天以上的遗传力为63.26%。刘义凉、袁洪伟报道了利用中子和EMS处理后代孕性正常株与半不孕株的群体, 估计了百粒重、蛋白质与脂肪含量的遗传参数。中子处理孕性正常株百粒重的遗传力: $M_1 \sim M_2$ 7.1%, $M_2 \sim M_3$ 17.4%; 半不孕株其 $M_1 \sim M_2$ 为25.3%; $M_2 \sim M_3$ 为0。EMS处理孕性正常株百粒重遗传力 $M_1 \sim M_2$ 为0, $M_2 \sim M_3$ 为24.1%, 遗传力较低, 后代的选择效果较差。中子处理后代蛋白质含量的GCV, M_2 代、 M_3 代分别为3.14%与2.83%, 遗传力为75.9%与92.5%, 世代间遗传力为0。认为中子处理 M_2 、 M_3 代世代间遗传力很低, 根据 M_2 代种子中蛋白质含量进行选择效果较差。EMS处理 M_2 代 M_3 代遗传力分别为84.5%和88.9%, 世代间的遗传力为38.6%, 即早期世代进行蛋白质含量分析, 并据此进行选择是有效的。中子诱变脂肪含量 M_2 代遗传力为72.5%, M_3 代为53.9%, 中子处理 M_2 代选择的效果较差, 遗传进度也较低。EMS处理 M_2 代遗传力为94.8%, M_3 代为88.1%, 世代间遗传力为53.7%, EMS处理后代含油量遗传力较高, 若亲代的选择指数为5%时, 则预期子代含油量的遗传进度为6.8~8.7%。

表3 各群体遗传进度的估计

照射量	株高		主茎节数		单株荚数		生育日数		单株粒数		出苗~开花日数		百粒重		单株粒重	
	ΔG	$\Delta G'$	ΔG	$\Delta G'$	ΔG	$\Delta G'$	ΔG	$\Delta G'$	ΔG	$\Delta G'$	ΔG	$\Delta G'$	ΔG	$\Delta G'$	ΔG	$\Delta G'$
2.06C/kg	11.62	13.1	0.72	4.7	10.05	41.97			25.45	40.30	1.06	2.6	3.02	15.2	4.80	41.10
2.58C/kg	13.09	15.2	1.97	13.0	7.74	31.9	6.08	5.6	22.83	41.30	1.45	3.5	0.40	2.02	2.93	29.6
CK	9.73	10.9	1.48	9.8	4.27	16.1			20.67	31.3			2.10	10.9	3.52	31.3

表4 不同孕性植株后代的遗传变异

	生育期	株高	分枝	节数	每株荚数	每株粒数	单株产量	百粒重	粒重比
M₂									
平均数 \bar{x}	132.61	70.57	2.47	16.68	63.06	122.75	22.56	18.60	1.01
	135.22	72.37	2.56	16.75	63.80	117.05	22.92	20.55	0.95
遗传变异系数 GVC	3.60	3.82	37.88	6.56	24.58	26.12	24.27	18.61	11.99
	4.32 ⁺	12.51 ⁺⁺	42.03	10.88 ⁺⁺	30.93 ⁺	30.39 ⁽⁺⁺⁾	27.87 ⁽⁺⁺⁾	19.10	16.26 ⁺⁺
遗传方差 σ_g^2	39.41	45.59	0.30	1.26	252.54	1026.01	24.48	13.75	0.014
	42.52	61.03	1.35	4.02	384.23	1014.02	31.16	14.86	0.023
遗传力 h_B^2	77.68	42.77	42.24	43.17	50.37	44.35	36.12	75.71	34.62
	85.06	51.74	50.67	61.50	60.82	49.99	40.14	81.41	44.81
预期遗传进度 ΔG	9.85	9.06	1.21	1.50	23.01	45.77	6.54	6.25	0.15
	12.51	11.34	1.61	3.18	31.33	61.01	8.35	7.06	0.21
相对遗传进度 $\Delta G'$	8.06	11.66	50.65	8.93	35.90	35.95	29.70	34.04	15.21
	10.07	19.17	61.65	18.65	50.00	47.61	36.10	35.67	23.32
M₃									
平均数 \bar{x}	135.96	83.95	2.62	17.49	62.74	126.43	25.52	20.06	0.96
	135.17	85.27	2.50	17.69	65.44	125.62	25.76	20.56	0.97
遗传变异系数 GVC	2.32	6.21	27.49	3.63	19.78	19.74	18.04	7.64	10.47
	2.25	10.18 ⁺⁺	26.00	3.61	23.47 ⁺⁺	20.46 ⁺⁺	20.32 ⁺⁺	9.83	13.62 ⁺⁺
遗传方差 σ_g^2	9.99	61.31	0.45	1.13	158.77	266.85	22.42	2.34	0.011
	9.29	77.90	0.30	1.22	314.63	699.37	28.12	3.26	0.018
遗传力 h_B^2	58.90	35.48	20.78	11.86	29.06	25.36	21.70	56.57	26.01
	57.13	47.87	15.60	33.89	36.09	26.32	25.95	69.23	36.76
预期遗传进度 ΔG	5.00	9.40	0.63	0.58	13.79	25.91	4.14	2.37	0.11
	4.74	12.42	0.50	0.59	21.61	27.98	5.51	3.46	0.16
相对遗传进度 $\Delta G'$	3.67	9.43	31.61	3.55	22.03	20.58	17.55	11.86	11.77
	3.51	14.38	22.74	3.07	30.66	22.10	21.43	16.88	17.09

- 每一栏上行数字为MF群体，下行数字为MS群体。
- 差异显著性标记：10%——(+)，5%——+，1%——++。
- M₂σ_g²栏表示MS/MF差异显著情况(用5%和1%表示)。

三、大豆辐射育种选择与育种程序的研究

(一) 正确选择辐射诱变的材料

辐射育种与有性杂交育种一样，育种材料的选择十分重要。翁秀英等在总结了选育“黑

农4、5、6、7、8、9、16、26号”等8个品种的经验后指出：选择处理材料要根据育种目标确定，如果根据生产需要，只改变优良品种的1或2个不良性状时，以选择具有综合性状好、当地或外地的优良品种为辐射处理的材料效果较好。如果为了选育一个综合性状好的优良品种，以杂交低世代材料为辐射材料，效果较好。其他研究者也得出了相似的研究结论。

王义谅、袁洪伟（1980）报道：对于改变成熟期和产量则利用各种诱变因素都易达到，一般从高产晚熟的品种经辐射处理后，选育出高产中熟品系或用综合性状好的早熟、产量高的材料，选育出中熟品种容易成功。从辐射早熟品系后代中，选育出早熟高产和辐射处理中熟品种选育出中熟高产的突变系往往不易成功。翁秀英等亦有类似的报道。

（二）辐射诱变育种程序的研究

翁秀英、王彬如（1980）研究指出： M_1 代的选择以每种照射量按类型选拔单株，如果 M_1 代群体有500~1000株，可选总株数的5%，若 M_1 代只有100多株，可选收30%，并在剩余的单株上每株摘美1~2个混合脱粒。他们认为后代产生有益突变的材料，大多出自 M_1 代表现正常株（60%），“黑农5号”、“黑农16号”是从 M_1 代正常株选育出来的，认为 M_1 代要多收一些表现正常株和半不孕株，其他类型少收一些。赵经荣、战明奎（1986年）认为： M_1 代孕性正常株在提高蛋白质与脂肪含量及籽粒产量方面都具有重要的作用。翁秀英、王彬如（1980）认为 M_2 代开始用系谱法种植，每个单株种1行，这样易于发现变异类型，选择方便。 M_2 代是分离的关键时代，要注意选择，尤其要注意发生微小突变的材料，对没有分离的材料可大量淘汰。 M_3 代继续选单株，除对成熟期、株高、丰产性选择外，要注意抗倒性，抗病性及品质优良的单株，应以选择优良的系统为重点，在优良系统内选拔优良单株，一般选5~10株， M_4 代对稳定的品系可以决选，同时分析蛋白质与脂肪含量，尚在分离的品系，继续选单株。 M_5 代对决选的品系进行产量鉴定和异地鉴定。以后各代与常规育种相同，他们认为辐射育种可缩短育种年限2~3年。

王义谅、袁洪伟（1980）报道了用51.6C/kg ^{60}Co - γ 射线处理8个品系，2个品种共计10份材料，品种(系)处理各为400粒种子， M_1 代分成三部分，分别用系谱法、混合法、多荚法进行选择， M_1 代以后则根据同一个育种目标进行选择，统计历年入选株系数作为比较。从表5结果表明，从选择效果来看系谱法优于多荚法，多荚法优于混合法。

表5 大豆辐射育种不同选择方法的选择效果

选择方法	M_1 代株数	M_2 代入选		M_3 代入选		M_4 代入选		升入鉴定 品系数
		株数	入选率(%)	株数	入选率(%)	株数	入选率(%)	
系谱选择	1345	46	3.42	27	2.01	6	0.45	1
多荚法	353	3	0.85	5	1.41	2	0.57	0
混合选择	933	28	3.00	9	0.95	0	0	0

林建兴、张性坦等（1982）报道：在综合了改良系谱法(或称一粒传延法)、传统系谱法和混合选择法的优点基础上制定了改良系谱——混合选择法。系谱选择圃只种植少数特别优良的单株，每个世代只入选极少数优株，表现一般的单株返回混合选择圃。混合选择圃种植没有中选但又舍不得丢掉的杂种后代。根据群体大小决定在混合圃中每株选留多少粒种子，优株多收几个豆荚，较差的植株只收一至数粒种子，这样做的优点是能节省劳力、土地。

又尽量保持优良的基因型，他们已选出“诱变30号”、“诱变4号”、“诱变16号”、“诱变31号”、“诱变32号”、“科系4号”和“诱变10号”等7个品种。

翁秀英、王彬如等(1980)报道，认为大豆辐射育种与杂交育种相结合是提高大豆新品种选育的有效方法。

四、各种诱变源的诱变效果的研究

1970年以前，我国育成的大豆品种绝大多数是应用X射线诱变育成的，1970年以后，我国大豆品种主要应用 ^{60}Co - γ 射线育成的。关于各种诱变源的诱变效果，已有一些研究。王义诚、袁洪伟(1980)对 ^{60}Co - γ 射线、中子、 β 射线 ^{32}P (内吸)、EMS、JES、NG₂的诱变效果进行了研究，认为 ^{60}Co - γ 射线、中子诱变大豆的 M_1 、 M_2 代百粒重、成熟期的变化趋势是一致的。EMS处理大豆植株的早熟突变比 ^{60}Co - γ 射线、中子更有效。在比较了 ^{60}Co - γ 射线中子、EMS对诱变大豆百粒重的效果后认为，EMS诱发大豆的大粒突变效果差， ^{60}Co - γ 射线与中子效果好一些；在比较了快中子和EMS诱变蛋白质与脂肪含量的效果后指出：中子诱发高蛋白突变效果差，EMS是诱发大豆高蛋白突变的较好的诱变剂，高蛋白突变频率在33.33%左右；中子和EMS诱发大豆高油脂的突变频率比诱发高蛋白突变低，但EMS效果好于中子，对于 M_2 代中子和EMS诱发高脂肪突变率分别为2.7%与33.3%。吉林省农科院生物物理室，从1974年进行激光诱变的研究。经过几年努力，已选育出一批优良品系，部分已参加区试。据报道(1983)，激光诱变有明显的生物效应，但生物效应较 ^{60}Co - γ 射线轻微， M_1 代后期结实基本正常，能选育出早熟、丰产、优质的大豆新品种。 ^{60}Co - γ 射线与激光复合处理，激光有恢复、减轻 ^{60}Co - γ 射线辐射损伤的作用。认为这几种诱变因素均有诱变效果(包括 ^{60}Co - γ 射线、中子发生器产生的快中子与原子反应堆产生的热中子、电子和 ^{32}P β 射线)。

吴殿恺(1979)研究指出，微波诱变效果较好。微波可单独或与各种射线(X、 ^{60}Co - γ 、快中子)进行复合处理，微波能减缓其他射线的严重辐射损伤。吴殿武、李国全(1983)认为 ^{60}Co - γ 射线、电子、 ^{32}P β 射线、快中子、热中子，各种诱变源均有一定的生物效应。

五、其他方面的研究

大豆种子辐射贮藏后的效应，我国亦有部分的研究。吕秀珍、刘忠堂等(1983)以大豆 M_1 代的株高和成株率为指标，研究了种子辐射后贮藏的当代效应。认为贮藏具有使当代辐射生物效应增强的趋势，这种趋势随着贮藏日数的增加而增强，表现生长受抑制，成株率降低，这种现象的出现是在贮藏71天的起点上，认为种子辐射后在一个半月至二个月播种对辐射当代效应无影响。南开大学张自利(1978)的研究指出，大豆染色体的畸变率随贮藏时间的延长而增加，贮藏290天的比贮藏26天的染色体畸变率增加一倍。黑龙江省农科院原子能所(1983)得出了相反的结论，在研究了贮藏1、2、3、4周后，认为随着贮藏时间的延长， M_1 代株高和半不孕株率下降，致死株率和不孕株率上升，贮存效应加剧了 M_1 代的辐射损伤，辐射后1~2周内差异不显著，3周以上较显著，作者认为贮存时间不够长，仅能说明贮存1、2、3、4周内的效应。

张维、于维学等(1981)1978~1980年，经过三年、四个单位、八个点次的试验结果表

明,⁶⁰Co-γ射线刺激大豆生长,增加光合作用面积,促进干物质积累,提高单位面积产量。“黑龙26号”大豆经0.52与0.77C/kg的⁶⁰Co-γ射线照射后比对照品种单产提高3.57~17.20%。“黑农16号”大豆经0.52与0.77C/kg照射后比对照品种单产提高6.93%~12.27%。1980年,大面积对比试验,0.52C/kg照射两地共25.63亩,平均增产3.33%。认为播前应用⁶⁰Co-γ射线照射大豆干种子,能够促进增产,适宜的照射量为0.52C/kg左右。这方面的研究比较少。

顾炎伟、马飞等(1985)用⁶⁰Co-γ射线以190、240、290Gy三种剂量照射大豆,以M₁代植株的高度和结实率作为辐射损伤的指标。认为在190~290Gy范围内,随着剂量的提高其M₂代矮秆突变率也相应提高,并以290Gy的一组更为显著,190Gy组的矮秆突变率为100,三种剂量矮秆突变率的比为100:126:293。高秆突变与矮秆突变相反,即随着剂量增加而急剧地降低突变频率。多荚植株和多粒植株出现的频率与上述两种性状不同,以240Gy为最高,而290Gy时M₂代中多荚或多粒植株出现的频率显著降低。在此三种剂量范围内,M₁代群体的平均株高有随着剂量增高而降低的趋势,其中以290Gy组最为显著。M₁代各单株的株高分级与190Gy及240Gy辐射的两组M₂代矮秆突变率无明显的差异,株高分级与突变频率相关不显著($r=0.5757$; $r=-0.6535$)。表示矮秆突变频率的变化和M₁代株高的取值无关,在此范围内的矮秆突变出现是随机的,290Gy一组,M₁代株高与M₂代矮秆突变频率成负相关关系。在该实验的条件下,M₁代株高降低1cm时,矮秆突变率期望可增加0.083%。在使用较低剂量时,虽然矮秆突变频率较低,但对突变体的经济性状突变有利,较高剂量会严重影响M₂代的经济性状。如以大豆新品种选育为目标,诱发矮秆突变以较低的剂量为宜。选择较高的剂量(290Gy),对提高矮秆突变频率可能有利,但高剂量对M₂代的经济性状有明显的不良影响。在较低剂量下,M₂代多粒株出现的频率与M₁代株高呈正相关关系,M₂代具有较多粒数的单株常常出现在M₁代株高中等的家系内,在此剂量范围内,M₂代矮秆突变频率与M₁代株高无一定的关系,因而在进行M₁代选择时,从群体中株高的中数(取最矮与最高株各一株,取其平均值)开始,向高端和矮端选择单株,这种方法可得到经济性状较好的矮秆突变株,但矮秆突变系频率可能偏低。

六、讨 论

(一) 正确选择处理材料是辐射育种成败的关键

选择诱变材料要根据育种目标而定,如果只改变综合性状比较好的品种系的一个或两个不良性状,而其他性状仍保持或稍有改变,以选择当地或外地引进综合性状好的品种且必须适应当地生态条件或有性杂交中高代优良品系(只有一二个缺点)进行诱变处理,容易选育出符合育种目标的优良品种。1970年以前选育的优良品种,全部是诱变综合性状好,仅有一二个不良性状的品种选育而出。如果要选育一个综合性状良好的优良品种,可选择杂交育种的低世代材料进行诱变处理,效果更好。因为杂交世代材料正处在分离阶段,诱变后变化幅度大,基因重组的机率变大,选择机会大。牡蛎6号,丰收10号,铁丰18号等品种均是从诱变杂交低世代材料育成。

(二) 大豆辐射育种与杂交育种相结合是提高大豆新品种选育的有效方法

诱变育种的最大缺点是诱变的不定向性。有性杂交育种可根据育种目标,性状的遗传规律,有目的的配制杂交组合。一般地说,变异的方向基本趋势可以预测,诱变育种与有性杂交育种结合起来,集中了有性杂交育种的定向性与辐射诱变育种的变异幅度宽、后代稳定快

的优点，可以提高育种效果，是大豆育种的发展方向。诱变可以打破性状连锁，与杂交育种相结合，能产生品种间有性杂交难以收到的效果，诱变育种与有性杂交育种相结合的方式大致有三种：

1. 配制杂交组合，诱变杂交低世代材料，拓宽后代变异幅度。这有希望成为最有效的育种方法。如辽宁省铁岭地区农科所选育的著名大豆品种“铁丰18号”，系配制杂交组合，用 ^{60}Co - γ 射线诱变 F_1 杂交种籽选育而成（目前大豆品种中唯一获国家发明一等奖的品种）；黑龙江省牡丹江师范学院选育的“牡师6号”系配制杂交组合， ^{60}Co - γ 射线诱变 F_2 代选育而成。“黑农16号”系诱变 F_2 代杂交种籽选育而成。

2. 诱发突变，在突变后代中选育优良的大突变体，利用该优良的大突变体进行有性杂交，配制组合，在后代中选育优良品种。黑龙江省农科院大豆所利用诱变选育的优良大突变体与“小金黄1号”杂交，选育出优良大豆新品种“黑农26号”（获国家发明二等奖）。辽宁省农科院农业物理所选育的“辽豆3号”，系用诱变选育的优良大突变体与阿姆索杂交选育而成。“辽豆3号”株型好，呈塔形，有0.35~0.4t的生产潜力，是一个很有希望的新品种。利用诱变大突变体杂交也是一个重要的育种方法。

3. 诱变杂交后代中优良的高代品系。也是育种的有效方法之一。黑龙江省克山农科所诱变杂交的稳定品系克交56-4258，选育出“丰收11号”大豆品种，适应北部高寒山区的需要。最好选用杂后（ F_2 、 F_3 ）优良品系或综合性状好，只有一两个缺点的品系效果会更好。

（三）抗病品种的选育

大豆病害抗性大多属单基因或少数几个基因控制，利用诱变选育抗病品种或抗病突变体，可以创造出若干种自然界里比较缺乏或还没有的抗源，用于杂交育种。用诱变直接诱发大豆抗病品种已有成功的报道。辽宁省农科院农业物理所已选育出比原品种抗霜霉病抗性提高2级、抗性达零级的高抗霜霉病的突变系。山东省潍坊市潍县良种场秦庆廷已选育出抗孢囊线虫病的品系，已参加了三年省区试，1986年在济南市病圃表现高产，产量为参试品种的第一位。诱发选育大豆抗病品种，看来前景比较乐观。

（四）大豆优质品种的诱变育种

利用诱变育种是提高大豆蛋白质、脂肪含量，改良大豆氨基酸组成，降低亚麻酸含量的有效手段，现已有成含蛋白质47%、含油24%的突变系，育成黑龙江省推广品种中含油量最高的大豆品种“黑农8号”（23.4%）和蛋白质与脂肪含量高、含有较多的质量较好的HIS球蛋白的“黑农26号”，诱发突变是提高大豆蛋白质与脂肪含量卓有成效的途径之一。

确定大豆品质育种目标是诱变大豆品质育种成败的关键，蛋白质与脂肪含量呈负相关关系。诱变可以打破蛋白质与脂肪含量的负相关关系已有报道，但诱变的机率还是比较低的，如果根据育种目标，采用以下三个途径，充分运用先进分析手段，大豆的营养品质诱变育种会更加卓有成效。

1. 如果以食用豆腐为育种目标，则以提高蛋白质含量与产量为目标即可。

2. 如果以食用豆油为主，则以高脂肪含量为主要育种目标为宜。

3. 如果粮油兼用为主，则要兼顾高蛋白、高脂肪含量与产量为育种目标。这可以通过在保持蛋白质与脂肪含量的同时，重点提高产量，提高亩蛋白与脂肪产量，大豆增产的潜力比蛋白质含量增加的潜力大得多。从世界普查结果看，大豆栽培种[Glycine Max(L)]蛋白质含量为37~52%，野生种[Glycine Soja]最高达55%，要选育蛋白质含量达55%是困难的。

产量全世界平均为0.1107t/亩(1984),目前世界上的一些高产纪录为0.417t/亩(美国,1984)、0.4054t/亩(中国辽宁农科院,1985)、0.3813t/亩(日本水产大豆奖,1981)、0.3235t/亩(美国密西西比州425亩平均,1970)、0.2523t/亩(中国吉林农科院,1974),以提高籽粒产量来提高亩蛋白质与脂肪产量潜力比较大,前景比较乐观;同时提高蛋白质与脂肪含量及产量,也是粮油兼用地区大豆的重要育种目标,三者同时得到提高是今后的努力方向。以亩蛋白质与脂肪产量为衡量尺度,在中产或高产的突变后代中选拔高蛋白及高产的株系,将会使大豆亩蛋白质与脂肪产量达到一个新水平。

参 考 文 献

- [1] A. Mücke, 原子能农业应用(植物突变育种专辑), 第1页, 1985年。
- [2] 王瑞清, 原子能农业应用(植物突变育种专辑)第7页, 1985年。
- [3] A. Mücke, 原子能农业应用(植物突变育种专辑)第15页, 1985年。
- [4] 王又谔等, 原子能农业应用(植物突变育种专辑), 第23页, 1985年。
- [5] 王彬如等, 原子能农业应用(植物辐射育种专辑)第97页, 1985年。
- [6] 傅秉卿, 原子能农业应用(植物突变育种专辑), 第130页, 1985年。
- [7] 郭明学, 原子能农业应用(植物突变育种专辑)第14页, 1985年。
- [8] 吕秀珍等, 遗传学报, 第1卷, 第2期, 第157页, 1974年。
- [9] 李景临、徐香玲, 遗传学报, 第2卷, 第3期, 第220页, 1975年。
- [10] 刘忠堂, 原子能农业应用, 第2期, 第5页, 1981年。
- [11] 王秀英、王彬如, 原子能农业应用, 第1页, 1980年。
- [12] 王文谔、袁洪伟, 大豆科学, 第1卷, 第2期, 第157页, 1982年。
- [13] 胡国学, 原子能农业应用, 第1期, 第19页, 1983年。
- [14] 何志丹、王金殿, 原子能农业应用, 第1期, 第8页, 1983年。
- [15] 胡国学, 大豆科学, 第4卷, 第4期, 第371页, 1985年。
- [16] 王瑞清, 原子能农业应用, 第1期, 第1页, 1985年。
- [17] 高 彬, 原子能农业应用, 第4期, 第55页, 1982年。
- [18] 王瑞清, 原子能农业应用(3), 第53页, 1981年。
- [19] 王瑞清, 原子能农业应用, 第1页, 1984年。
- [20] 许耀奎、袁洪, 原子能农业应用(植物突变育种专辑), 第267页, 1985年。
- [21] 顾光峰、马飞等, 原子能农业应用, 第4期, 第14页, 1985年。
- [22] 韩建兴、张性刚等, 大豆科学, 第3卷, 第3期, 1984年。
- [23] 赵振荣、葛明奎, 大豆科学, 第5卷, 第1期, 第1页, 1985年。
- [24] 吕秀珍、刘忠堂等, 原子能农业应用, 第4期, 第15页, 1983年。
- [25] 张 举、于继学等, 原子能农业应用, 第3期, 第7页, 1981年。
- [26] 赫世寿, 丰收11号育成报告及讨论, 全国大豆辐射育种讨论会, 1983年。
- [27] 辽宁省铁岭地区农科所, 铁丰18号大豆品种选育报告, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1982年。
- [28] 王文谔、袁洪伟等, $^{60}\text{Co}-\gamma$ 辐射大豆种子诱发大豆突变的遗传研究, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1982年。
- [29] 刘俊三, 辐射诱发突变是大豆育种的有利途径, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [30] 吴履烈, 微粒辐射对农作物遗传的影响, 全国大豆辐射育种讨论会, 1979年。
- [31] 吴履烈, 微粒辐射对植物生长发育的影响, 全国大豆辐射育种讨论会, 1979年。
- [32] 傅秉卿, 大豆辐射育种选育报告, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1982年。
- [33] 吉林省农科院微生物所, 大豆辐射育种及其方法的研究, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [34] 黑龙江省农科院合江农科所, 大豆辐射突变系对无氮反应鉴定试验的总结, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。

- [35] 黑龙江省农林科学院原子能所, 大豆诱变育种及“龙辐73-0955”突变系的选育, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [36] 秦庆芝, 大豆冠霉根虫病的防治与辐射育种, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [37] 李庆乃, 大豆辐射育种后代选育方法的初步探讨, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [38] 吉林农业大学生物物理研究室, 大豆辐射育种工作总结, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [39] 江苏省农林院植物所等, Co^{60} 处理大豆试验结果, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [40] 吕秀珍、刘忠堂等, 大豆辐射突变体主要经济性状遗传动态的研究, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [41] 严国忠, γ 射线诱变大豆花粉母细胞减数分裂染色体畸变的观察, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [42] 王文谅、董洪伟等, 大豆性用突变与突变育种, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [43] 吉林省农林院生物物理研究室, 大豆辐射诱变育种, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1982年。
- [44] 王文谅、董洪伟, 大豆辐射诱变育种程序的研究, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1980年。
- [45] 吴福武、李福全, 大豆辐射效应及其遗传规律, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [46] 傅秉卿、田建民等, 大豆辐射育种当代(M_1)变异的研究, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [47] 黑龙江省农林科学院原子能所, 大豆风干种子辐照后贮存效应的初步研究, 全国大豆辐射育种学术讨论会, 1983年。
- [48] 戴明奎、赵松荣, 夏大豆营养品质诱变效应的研究, 内部资料, 1986年。
- [49] 戴明奎、赵松荣, 大豆多小叶突变系的研究, 内部资料, 1986年。
- [50] 郝娜, 大豆高蛋白育种, 南京农业大学84作物遗传育种研究生学位论文, 内部资料, 1986年。
- [51] 张仁双, 中国大豆辐射育种研究的进展, 大豆辐射遗传育种专题总结报告, 内部资料, 1986年。

CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT



P.O.Box 2103

Beijing, China

China Nuclear Information Centre