

大豆种子辐射后早期世代的选择*

何志鸿

(黑龙江省农业科学院大豆研究所)

王金陵

(东北农学院)

摘 要

用 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线16千伦照射三个品种大豆风干种子。分析比较了 M_1-M_3 世代间的相关, M_2 与 M_3 代的方差比及遗传变异系数比值, 以及 M_3 代方差的组成和 M_2 代选择效果。据此研究探讨了大豆辐射后代的选择时期和方法。(1) M_2 代具有较高的选择潜力和可靠性, 是选择的关键世代。(2) 建议在辐射育种的选择中, M_1 不选择, 每株收30粒; M_2 、 M_3 在选择生育期、株高、百粒重的基础上, 每株摘收1—2荚; M_4 以后按系谱法进行选择处理。

前 言

大豆种子经辐射处理后, 产生了可遗传的变异。虽然对这种变异规律已有许多研究, 但对辐射后代的选择问题, 则研究得不多。本文旨在通过对于大豆种子经辐射处理后的遗传变异的研究, 进一步探讨辐射群体早期世代的选择时机与选择方法程序, 为大豆辐射育种提供理论依据。

材 料 和 方 法

本试验于1979—1981年在东北农学院试验农场进行。

1979年黑龙江省技术物理所协助, 以16千伦琴的 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线照射大豆丰收10号、东农74—403和黑农26号风干种子各1,000粒。以未处理的同一品种为对照, 1979年 M_1 , 秋天从中随机收取孕性正常及孕性较差和对照植株各10株, 1980年种成 M_2 株行, 秋天自中间5个株行中各随机选取5株, 至81年种成 M_3 株行, 每一品种共15个家系75个株行。田间种植按系统分组法排列, 一级因子为品种, 二级因子为家系, 三级因子为株行。 M_2 无重复, M_3 重复3次。每株行考种4株。

81年还从考种株中, 按5%选择率, 对丰收10号向早熟及晚熟、大粒及小粒两个方向选择, 对东农74—403向高产方向进行选择, 每个选择方向共10个株行, 田间排

本文于1983年12月16日收到。

列、种植方法同主试验,重复二次。

分别计算 M_2 、 M_3 代的方差、遗传变异系数、早期世代间的相关及选择效果。

试 验 结 果

1. 早期世代主要农艺性状变异的差异

本试验结果表明,大豆种子经 $60\text{Co}-\gamma$ 射线处理后, M_1 代主要表现为不遗传的辐射损伤, M_2 代以后产生了可遗传的变异,所研究的九个农艺性状照射群体的方差都显著地高于对照群体的方差,但以 M_2 代最为明显,至 M_3 代虽然有显著的差异,但数值已有所降低。

表 1 比较了 M_2 与 M_3 代的遗传方差。可以看出,多数品种百粒重、生育期、分枝、节数、每株荚数、粒茎比等性状 M_2 代的遗传方差显著地高于 M_3 代; 黑农 26 除株高外,所测定性状的遗传方差 M_2 代都显著地高于 M_3 代; 东农 74—403 MF (孕性正常) 群体株高、分枝和主茎节数三个性状的遗传方差在 M_2 代显著地高于对照群体的方差, M_3 代此三性状的遗传方差已经为零。上述事实说明 M_2 代较 M_3 代具有更广泛的遗传变异,因而为选择提供了更为广泛的基础。

表 1. M_2 与 M_3 代大豆主要农艺性状遗传方差的比较 (F 值检验)

Table 1. Comparison of Genotypic Variance of Main Agronomic Characters between M_2 and M_3

品种 Variety	M_1 孕性 Fertility of M_1	生育期 Growing Date	株高 Plant H _{igh}	分枝 No. of Branch	主茎节数 Nodes of Main Stem	粒/株 Seeds/Plant	荚/株 Pods/Plant	产量/株 Yield/Plant	百粒重 Weight/100 Seeds	粒茎比 Ratio between Seeds and Stem
丰收 10 Fengshou 10	MF	2.94**	0.89	0.65	0.43	0.92	0.88	0.53	13.93**	1.00
	MS	4.58**	0.82	4.83**	(**)	1.04	9.86**	1.04	4.33**	0.43
东农 74—403 Dongnong 74—403	MF	—	(*)	(**)	(**)	1.16	1.30	0.85	2.49**	1.67**
	MS	—	1.58*	4.93**	3.00**	0.92	0.55	0.55	1.73**	2.55**
黑农 26 Heinong 26	MF	—	0.61	0.80	7.11**	3.56**	3.16**	3.31**	2.31**	1.13
	MS	—	0.33	1.43*	4.22**	1.98**	1.60**	1.91**	5.50**	1.56*

注: $v_1=99$, $v_2=99$, $F_{0.05}=1.39$, $F_{0.01}=1.59$.

(**) M_3 代遗传方差为零, M_2 代遗传方差显著高于对照。MF 孕性正常, MS 孕性较差。

Notes: Means that genotypic variance is zero in

(**) M_3 , and the genotypic variance is significant difference than CK in M_2 .

MF means normal fertility. MS means poor fertility.

表 2 的结果表明, 辐射后代所产生的变异中, M_2 代各性状的遗传变异占表型变异的比, 较 M_3 代高。 M_2 代平均占 73.74%, M_3 代占 54.77%。即 M_2 代的变异中以遗传变异为主, M_3 代则较多地受环境的影响。因此, 据表现型进行选择的效果, M_2 代高于 M_3 代, 大豆育种早期世代的选择, 又往往是据表现型进行选择的, 所以 M_2 代具有更

大的选择可靠性。

表 2. 遗传变异系数占表现型变异系数的比例 (%)
Table 2. Ratio between Genotypic and Phenotypic Coefficient of Variability

材料来源 Source of Material	世代 Genera- tion	生育期 Growing Date	株高 Plant High	分枝 No. of Branch	主茎节数 Nodes of Main Stem	荚/株 Pods/ Plant	粒/株 Seeds/ Plant	产量/株 Yield/ Plant	百粒重 Weight/ Plant	粒茎比 Ratio between Seed and Stem
MF	M ₂	85.75	59.76	64.55	64.57	69.85	67.09	64.46	88.12	58.23
	M ₃	76.57	49.25	42.48	27.75	53.84	50.10	45.81	75.27	49.04
MS	M ₂	91.91	73.63	71.07	79.24	77.71	72.11	73.28	92.36	67.83
	M ₃	75.50	68.81	39.35	28.47	59.74	51.04	50.60	83.31	60.00

MF 系由 M₁ 孕性正常植株衍生的群体。
MS 系由 M₁ 孕性较差的植株衍生的群体。
MF means a population derived from a M₁ plant with normal fertility.
MS means a population derived from a M₁ plant with poor fertility.

2. 主要农艺性状早期世代的方差组成

本试验中 M₁ 随机选择的单株衍生成 M₂ 代株行，再衍生成 M₃ 代家系，M₂ 代株行中随机选择的单株衍生成 M₃ 代株行。表 3 对丰收 10 号 MF 群体的方差分析表明，在 M₃ 代家系间的方差最高，株行间的方差次之，株行内的方差最低，但家系间方差与株行间方差的差异除生育期外不显著。即 M₃ 代家系间的变异幅度最大，株行间亦有相当广泛的变异，但株行内的变异虽有，却比较小。（表 3）

3. 主要农艺性状早期世代间的相关

表 4 的相关分析表明，M₁—M₂ 代之间除东农 74—403 的株高之外，无显著的相关。M₁ 的形态变异主要是由于辐射的生理损伤所致，这种生理损伤并不遗传，所以 M₁—M₂ 代之间无明显相关。

生育期、株高以及百粒重的主茎节数等性状 M₂—M₃ 世代之间相关显著，这表明诱变变异在 M₂ 代已经开始表现出来，一些性状 M₂—M₃ 世代间相关显著，M₂ 代的表现可以在一定程度上代表 M₃ 代的表现，所以，对这些性状于 M₂ 代进行选择是可靠的。

4. 主要农艺性状早期世代的选择效果

表 5 为在 M₂ 代对几个农艺性状进行选择，在 M₃ 代所表现的实际效果。在 M₂ 代对熟期向早熟方向选择，M₂ 代较对照早熟 2 天的植株，在 M₃ 代株行平均较对照早熟 3 天，最早熟的植株可比对照早熟 12 天。在 M₂ 代对百粒重向大粒方向选择，M₂ 较对照高 10.4 克的植株，M₃ 株行平均较对照的百粒重高 2.6 克，可获得 12.4% 的选择增益，实际选择效果为 M₂ 代选择增益的 25%。在 M₂ 代对单株产量向高产方向选择，

表 3. 系统分组方差分析 (丰收 10 号MF)
Table 3. Variance Analysis for Nested Design

变异来源 Source of Variance	DF	SS	MS	F _A	F _{0.05}	F _{0.01}	F _B	F _{0.05}	F _{0.01}
生 育 期 Growing Date									
家系间 Among Families	4	151.2200	377.8050	42.78**	2.40	3.35	6.10**	2.87	4.43
株行间 Among Lines	20	1237.8000	61.8900	7.01**	1.61	1.97			
株行内 Within Lines	275	2418.5000	8.8309						
总变异 Total	299	5177.5200							
株 高 Plant High									
家系间 Among Families	4	1739.1867	434.7918	6.37**	2.40	3.35	1.46	2.87	4.43
株行间 Among Lines	20	594.5000	297.2500	4.36**	1.61	1.97			
株行内 Within Lines	275	18756.5000	68.2055						
总变异 Total	299	26420.6667							
百 粒 重 Weight /100 Seeds									
家系间 Among Families	4	39.6759	19.8380	5.77**	2.40	3.35	1.17	2.87	4.43
株行间 Among Lines	20	203.8523	16.9877	4.94**	1.61	1.97			
株行内 Within Lines	275	773.5517	3.4380						
总变异 Total	299	1017.0799							
单 株 产 量 Yield/Plant									
家系间 Among Families	4	1333.5459	333.3865	2.79**	2.40	3.35	<1	2.87	4.43
株行间 Among Lines	20	10037.6592	501.8647	4.20**	1.61	1.97			
株行内 Within Lines	275	32870.7867	119.5301						
总变异 Total	299	44241.6259							

注: F_A 为家系间方差, 株行间方差与株行内方差比较。
F_B 为家系间方差与株行间方差比较。
Notes: F_A is the comparason of variances among families, among lines and within lines.
F_B is the comparison of variances among families and among lines.

M₂ 入选株较对照高产 48.1 克，M₃ 代株行平均仅比对照高 0.4 克，实际效果仅及选择增益的 1.7%。即在 M₂ 代对遗传力高的生育期、百粒重等性状进行选择有效，而对遗传力低的单株产量等性状选择无效。

表 4. 大豆辐射群体主要农艺性状早期世代间的相关
Table 4. Correlation between Generations of the Irradiated Populations for Several Agronomic Characters

品 种 Variety	世代 Generation	生育期 Growing Date	株高 Plant High	分枝 No. of Branch	主茎节数 Nodes of Main Stem	荚/株 Pods/Plant	粒/株 Seeds/Plant	产量/株 Yield/Plant	百粒重 Weight/100 Seeds	粒茎比 Ratio between Seeds and Stem
丰收10号 Fengshou 10	M ₁ —M ₂	—	0.03	-0.19	0.31	-0.28	-0.15	-0.33	0.30	—
	M ₂ —M ₃	0.50*	0.54**	0.41*	0.28	0.12	-0.01	0.00	0.64**	0.20
东农74—403 Dongong 74—403	M ₁ —M ₂	—	0.69**	0.19	0.38	0.13	0.42	0.17	0.43	—
	M ₂ —M ₃	—	0.54**	0.04	0.40*	0.06	-0.10	-0.11	0.30	0.63**
黑农26 Heinong 26	M ₂ —M ₃	—	0.60**	0.13	0.42*	0.22	0.10	-0.04	0.54**	0.15

M₁—M₂: $v=18$, $r_{0.05}=0.44$, $r_{0.01}=0.56$
M₂—M₃: $v=48$, $r_{0.05}=0.40$, $r_{0.01}=0.56$

表 5. 几个主要农艺性状在 M₂ 代的选择效果
Table 5. Effect of Selection on Several Main Agronomic Characters in M₂

性 状 Character	品 种 Variety	M ₂ 遗传力 H ² in M ₂	选择方向 Direction Selected	M ₂ 选择增益 Gain through Selection	M ₃ 实际增益 Actual Gain in M ₃
生 育 期 Growing Date	丰收10号 Fengshou 10	84.44	早 熟 Early Maturity	2.1	3.0
百 粒 重 Weight/100 Seeds	丰收10号 Fengshou 10	81.96	大 粒 Big Seed	10.4	2.6
单株产量 Yield/Plant	东农 74—403 Dongnong74—403	24.10	高 产 High Yield	48.1	0.4

讨 论

1. 关于辐射后代选择的关键时期

本试验结果指出，M₁ 代各农艺性状的表现，与 M₂ 代无明显相关。这是由于 M₁ 受不能遗传的辐射损伤影响很大，致使性状表现不正常，而且，在 M₁ 代突变基因多处于杂合状态，至 M₂ 代必然开始分离，所以，在 M₁ 代对农艺性状进行选择无效。

M₂ 及 M₃ 代出现了广泛的变异，有些性状并且具有相当高的遗传力和一定的预期选择进度，显然，在早期世代进行选择是可行的。

就供试的材料看，M₃ 代遗传变异系数占表型变异系数的比值较 M₂ 代小得多，说

明 M_3 代已不象 M_2 代那样产生大量的变异类型, 遗传因素所造成的变异比 M_2 代小得多, 虽然 M_2 代尚处于杂合状态的微效多基因, 在 M_3 代必然发生分离, 但对于性状分离的影响, 显然不如 M_2 那样强烈, 所以 M_3 代的突变谱不会比 M_2 代有较大的突破。可见从选择潜力来看, M_2 代比 M_3 代高得多。

生育期、株高、百粒重等一些性状 M_2 与 M_3 相关高度显著, M_2 代的表现型可在一定程度上代表以后世代的表现, 因而具有较高的选择可靠性。这些性状为重要生态性状, 早期世代对之进行选择, 便于形成适宜的生态类型, 然后再于此基础上, 于晚期世代针对产量性状进行选择, 可提高大豆辐射育种的工作效率。

在 M_2 代针对遗传力高的生育期和百粒重等主要生态性状进行选择, 在 M_3 代收到了预期选择效果, 事实也说明了在 M_2 代进行选择不仅是可行的, 而且是有效的。所以可以认为 M_2 代是大豆辐射育种选择的一个关键世代。

2. 关于大豆辐射后代的选择方法程序

主要农艺性状于 M_1 — M_2 代之间世代相关不显著, 在 M_1 代针对主要农艺性状进行选择无效, 所以, 在 M_1 代不必进行选择, 尽量多地收回结实植株。鉴于 M_3 代株高, 产量等一些性状, 家系间方差与株行间方差差异不显著, 方差主要来自于发生了基因突变的植株的后代, 所以, M_1 代即要适当多收一些植株, 每一株也要适当多收一些种子, 以保证 M_2 有更广泛的变异谱。本试验的事实表明, 孕性较差的植株所衍生的后代变异幅度大, 所以, M_1 以孕性较差的植株为收获重点, 适当选收孕性正常的植株, 但不必收获每一株全部种子, 一般情况下, 每株收30粒左右(孕性较差植株一株的种子量, 孕性正常株种子量的 $1/3$ — $1/2$)。

鉴于 M_3 代株行间的方差远大于株行内的方差, 而且, 人们对于自交作物杂交后代遗传变异规律的研究中指出了, 在自交延代过程中, 裔系间变量逐代加大, 而裔系内的变量则逐代缩小, 所以, 在 M_2 以后的世代中应保持尽量多的株行、家系, 适当保持株行内的株数, 以最大限度地保持变异, 使辐射后代有较大的选择潜力。因此, 可在 M_2 代首先针对生育期、株高、百粒重等性状进行选择, 然后每株摘留1—2荚, 按处理混合脱粒种下, 直至 M_4 代大量选择单株, M_5 代种为株行, 以后按系谱法的晚期世代处理。

如果利用南繁加代技术, 则第一年秋天处理种子, 南繁条播 M_1 , 按处理混收, 第二年春天回本地春播 M_2 , 秋天选择生育期、株高、百粒重, 入选株每株摘收1—2荚, 按处理混合脱粒, 当年秋天南繁 M_3 , 成熟时不选择, 每株收1—2荚, 第三年春天在本地播种 M_4 , 选收单株, 以后世代均在本地种植, 选择处理方法与系谱法的晚期世代相同。

参 考 文 献

- [1] 王金陵：1982，大豆，黑龙江科技出版社。
- [2] 王金陵：1982，大豆杂交后代处理方法程序的探讨，大豆科学，1：1—18。
- [3] 何志鸿，王金陵：1982，辐射条件下大豆主要农艺性状遗传变异的研究，东北农学院学报，2：82—82。
- [4] 黄彬：1981，二十年来我国辐射育种基本经验，原子能农业应用，1：1—3。
- [5] FAO/IAEA：1977，Manual on mutation breeding (Second edition)，IAEA，Vienna。
- [6] Gaul H.：1964，Mutation in plant breeding，Radiation Botany，4：155—235。
- [7] Johnson H. W. et al.：1955，Estimates of genetic and environmental variability in soybeans，Agronomy Journal，47：314—318。
- [8] Koo F. K. S.：1972 Mutation breeding in soybean，Induced Mutation and Plant Improvement (Proc. Meeting Buenos Aires, 1970)，IAEA，vienna，235—291。
- [9] Robinson H. F. et al.：1949，Estimate of heritability and the degree of dominance in corn，Agronomy Journal，41：353—359。

SELECTING GENERATION AND METHODS FOR EARLY-GENERATION
IRRADIATED POPULATION OF SOYBEAN

He Zhihong

*(Soybean Research Institute of Heilongjiang Province
Academy of Agricultural Sciences)*

Wang Jinling

(Northeast Agricultural College)

Abstract

Dry seeds of three soybean varieties were irradiated by ^{60}Co - γ ray with dosage of 16 KR. Varieties irradiated were Fengshou 10, Dongnong 74—403 and Heinong 26, non-irradiated seeds of corresponding varieties were used as controls. The following genetic parameters of nine agronomic characters were estimated, correlation coefficients between M_1 and M_2 , M_2 and M_3 , composition of variance in M_3 , selecting effect in M_2 . The selection generation and methods of irradiated population of soybean were studied. (1) M_2 is the crucial generation for selection, because irradiated population varied more extensively and this had greater potentiality for selection. (2) The following methods and procedures in mutation breeding are recommended: 30 seeds are harvested from every plant in M_1 and plant selection is not necessary; 1—2 mature pods are collected from M_2 and M_3 selected according to growing date, plant height and 100 — seed weight. Pedigree selection method is applied after M_4 . Methods and procedures used for winter nursery to advance generation are also recommended.