

谷子辐射后代性状变异与选择效应的研究

王绍滨

(黑龙江省农科院作物育种研究所)

摘要 采用不同剂量的 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线,照射不同熟期类型的谷子品种,以探讨各类型品种对辐射的敏感性和后代性状变异的选择效应。结果看出,早、中熟类型品种对辐射剂量有较强的承受能力,晚熟类型品种表现次之。经几个数量性状的遗传效应估算结果表明,株高和穗长的遗传力较高,在早代选择最佳。单株粒重的遗传因素较为复杂,在高世代选择的效果为好。

植物辐射敏感性的研究,是辐射生物学的重要课题之一。在研究植物辐射诱变效应中,对种间和品种间的辐射敏感性差异已有大量报导。但是,对于谷子辐射敏感性的研究甚少。在谷子辐射育种工作中,一般多是研究辐射育种的诱变结果,而很少研究与选择效应有关的数量遗传问题。

为了提高谷子辐射育种水平,我们于1986~1988年,以不同熟期类型谷子品种为材料,采用不同剂量的 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线处理风干种子,从发芽率、出苗率和存活率方面研究了谷子不同品种的辐射敏感性,并对辐射后代的几个数量性状的遗传效应进行了估算。对不同类型谷子品种的适宜辐射剂量和后代选择效应进行了探讨。

材料和方法

选用不同熟期类型的谷子品种“哈尔滨11”、“龙谷25”、“哈71-3053”为试验材料,采用 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线,以1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0万伦琴的剂量处理风干种子,以不处理的种子为对照。辐照后进行发芽和

田间试验。 M_1 代按品种和剂量顺序种植,调查发芽率、出苗率和存活率。 M_2 代和 M_3 代按品种和不同剂量顺序排列种植,生育期间调查株高、穗长,并挂牌标记变异株。收获后,考察其单穗粒重和千粒重,对其结果进行统计分析。 M_3 根据育种目标,重点选择综合性状优异的单株或性状稳定的优良品系,进行测产和室内考种,以备加入产量鉴定试验。对于继续分离的单株或品系, M_4 代继续进行鉴定选择。

结果及分析

一、 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线对 M_1 代的影响

三种不同熟期的品种经 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照后,发芽率、出苗率和存活率均有不同程度的降低。发芽率虽有减少,但差异不显著,而辐照对出苗率和存活率的影响较为明显,存活率要比出苗率更低一些。经统计分析可看出不同品种之间由于熟期和剂量的不同,出苗率与存活率的下降幅度也不一样,表现出对辐照剂量的承受能力各有不同(表1)。如“哈尔滨11”(晚)则表现对辐照剂量最敏感,

表 1

不同剂量对出苗率与存活率的影响

项 目	剂量(万伦琴)								
		CK	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
哈尔滨 11(晚)	出苗率%	100	95.4	90.4	87.3	81.1	77.0	74.5	51.3
	存活率%	100	87.5	85.1	72.8	72.8	57.3	56.5	30.8
	差 数	0	7.9	8.9	14.5	8.3	12.7	18.0	20.5
龙谷 25(中)	出苗率%	100	91.8	89.7	92.4	83.2	81.3	74.6	73.3
	存活率%	100	86.2	81.4	76.0	68.4	67.0	56.7	56.2
	差 数	0	5.6	8.3	18.4	14.8	14.3	17.9	17.1
哈 71-3053(早)	出苗率%	100	98.6	94.7	91.7	87.4	79.3	74.9	69.4
	存活率%	100	92.7	87.8	81.0	75.1	69.1	65.6	56.8
	差 数	0	5.9	6.9	10.7	12.3	10.2	9.3	12.6

而“龙谷 25”(中)和“哈 71-3053”(早)表现较为迟钝。

M₁ 代幼苗除大量死亡外,成活的植株由于受辐照损伤而发生了叶片变厚、雄花不育等畸变,出现了数量不等的不育株,不育株率

随着剂量的加大而增加,品种间也存在差别(表 2)。以 3.0 万伦琴的处理剂量为例,“哈尔滨 11”、“龙谷 25”和“哈 71-3053”三个品种的不育株率分别为 39.7%、39.0%和 31.4%。

表 2

不同辐照剂量对不育株率的影响

项 目	剂量(万伦琴)								
		CK	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
哈尔滨 11		100	12.8	19.7	21.2	25.0	39.7	52.9	50.1
龙谷 25		100	8.3	10.0	19.0	26.4	39.1	38.2	48.4
哈 71-3053		100	5.3	9.4	19.8	25.7	31.4	43.6	46.9

二、M₂ 代与 M₃ 代的变异与选择

主要经济性状是谷子育种工作中极为重要的指标。试验中,我们定点调查了受环境影响较小的株高、穗长、单穗粒重和千粒重四个数量性状。从中可看出,在 M₂ 代中各种性状的变异是非常广泛的。据几年来的试验观察, M₂ 代的株型多数与对照相似,变异幅度不大,但在株高、穗长、单穗粒重和千粒重等几个主要性状上出现了多种变异,变异范围及变异系数较大,表现出了变异的多样性,为选择优异单株提供了丰富的材料(表 3)。在 M₃ 代熟期一般不再分离,突变体的性状已趋于稳定,可把优良品系决选出来,以便进行产量

鉴定。从表 3 可以看出,不同世代、不同辐照剂量几个性状变异系数的差异。经 3.0 万伦琴处理的三种不同熟期品种的株高、穗长、单穗粒重和千粒重的变异系数均比 2.0 万伦琴处理的大,并比对照显著增大,说明辐照剂量高表现出的辐射遗传效应也高。但是,变异系数在个别性状上也有很大差别,反映了辐射效应在不同品种的不同性状上表现也不相同。以同一处理不同性状的变异系数比较,各性状变异系数大小排列顺序为:单穗粒重>穗长>株高>千粒重,从而看出三个品种不同性状的变异趋势一致。

为了更好地检验环境和遗传对各性状的

表 3

 M_2 和 M_3 代(2.0 和 3.0 万伦琴)的变异系数和变幅

供试材料	世 代	处 理	株 高(cm)		穗 长(cm)		单穗粒重(g)		千 粒 重(g)	
			CV%	变 幅	CV%	变 幅	CV%	变 幅	CV%	变 幅
哈 尔 滨 11	M_2	CK	3.33	187~197	5.95	28~32	13.25	14.9~22.2	2.73	3.4~3.6
		2.0	5.80	168~196	16.72	22~31	21.98	8.7~18.4	4.08	3.4~3.8
		3.0	10.20	138~202	22.0	15~30	22.28	5.3~17.1	5.25	3.4~4.0
	M_3	CK	3.56	160~175	7.84	30~37	22.27	8.0~14.0	2.69	3.0~3.2
		2.0	6.68	145~182	11.65	23~32	28.58	7.1~16.5	3.21	3.2~3.4
		3.0	11.06	125~186	17.43	17~34	30.65	7.7~14.8	5.29	2.9~3.4
龙 谷 25	M_2	CK	3.3	159~178	5.95	15~20	21.54	8.4~16.9	2.70	3.0~3.2
		2.0	8.74	141~186	12.94	13.5~20	30.70	5.7~14.7	5.51	3.0~3.4
		3.0	6.83	144~180	16.97	11.0~21.5	38.51	4.5~20.1	4.89	2.9~3.2
	M_3	CK	5.05	143~164	15.1	15~24	19.83	9.7~17.5	4.25	2.8~3.0
		2.0	6.06	133~166	16.16	15~25	27.83	8.1~16.3	4.88	2.6~3.0
		3.0	7.00	133~169	21.66	13~25	30.24	4.6~14.3	5.33	2.6~3.0
哈 71 3035	M_2	CK	4.39	140~163	16.06	16.5~27	26.45	8.4~19.4	4.16	2.4~2.6
		2.0	6.76	132~163	20.74	14.5~27	36.57	6.5~20.1	5.64	2.2~2.6
		3.0	6.55	135~164	22.47	16~31	35.92	6.4~21.4	6.45	2.2~2.8
	M_3	CK	5.95	116~137	14.2	18~27	20.54	7.9~13.4	3.09	2.3~2.5
		2.0	6.26	113~141	17.58	16~29	26.05	5.8~12.1	3.92	2.2~2.6
		3.0	7.28	103~139	21.60	14~29	30.73	5.5~14.0	4.69	2.2~2.6

表 4

 M_2 代和 M_3 代几个数量性状的遗传力

供试材料	世 代	处 理	株 高	穗 长	单穗粒重	千 粒 重
			$h^2(\%)$	$h^2(\%)$	$h^2(\%)$	$h^2(\%)$
哈 尔 滨 11	M_2	2.0	64.02	67.05	34.50	50.00
		3.0	88.37	82.90	74.78	72.00
	M_3	2.0	70.20	46.93	27.39	16.00
		3.0	88.51	76.23	36.56	52.73
龙 谷 25	M_2	2.0	86.47	52.19	39.39	37.50
		3.0	80.08	73.51	45.30	33.00
	M_3	2.0	25.87	20.64	19.30	20.53
		3.0	48.58	40.31	38.64	33.98
哈 71—3053	M_2	2.0	56.86	46.87	32.70	15.00
		3.0	53.06	57.59	39.93	34.62
	M_3	2.0	61.91	58.40	31.70	51.00
		3.0	55.05	51.49	42.39	49.50

影响,对主要数量性状还进行了遗传力的估算(表 4)。由表 4 可见,不同品种、不同剂量

以及不同世代各性状的遗传力差异很大,例如:经 2.0 万伦琴处理的“哈尔滨 11”, M_2 代

各性状的遗传力大小排列顺序为:穗长>株高>千粒重>单穗粒重; M_3 代各性状遗传力大小顺序为:株高>穗长>单穗粒重>千粒重。而用同剂量处理的“龙谷 25”, M_2 代各性状遗传力大小顺序为:株高>穗长>单穗粒重>千粒重; M_3 代各性状遗传力的大小顺序为:株高>穗长>单穗粒重>千粒重。从中可看出,由于品种、剂量和世代的不同,遗传力也不同,但趋势较一致,其中遗传力高的是株高、穗长。这两个性状在早代选择效果较好;遗传力较低的单穗粒重和千粒重,在早代选择效果不理想,在选择方法上可采取混合选择方法。实践表明,根据性状遗传力的高低,

可以决定各世代的选择方式,对辐照后代的选择具有重要的意义。

在辐射育种工作中,遗传变异系数较大的突变群体,可以为我们的选择提供多种变异类型,有利于提高育种效果。所以,遗传变异系数的大小可做为依据。为此,我们测定了三个品种在不同世代,经 2.0 和 3.0 万伦琴处理后代的几个数量性状的遗传变异系数(表 5)。

由表 5 可看出,由于辐照材料、剂量以及世代的差异,各性状的遗传变异系数的大小顺序略有不同,但总的趋势是单穗粒重和穗长的变异系数较大,其大小的排列顺序均为:

表 5 M_2 代和 M_3 代几个数量性状的遗传变异系数

供试材料	世 代	处 理	株 高	穗 长	单穗粒重	千 粒 重
			GCV(%)	GCV(%)	GCV(%)	GCV(%)
哈尔滨 11	M_2	2.0	4.64	13.70	12.92	2.76
		3.0	9.59	15.53	29.64	4.68
	M_3	2.0	5.60	7.99	14.79	1.86
		3.0	10.41	12.94	22.20	3.86
龙谷 25	M_2	2.0	8.13	9.36	19.30	3.44
		3.0	5.93	14.54	24.67	3.50
	M_3	2.0	3.08	7.40	15.94	2.56
		3.0	4.78	13.77	14.25	3.15
哈 71-3053	M_2	2.0	5.10	14.18	20.92	2.21
		3.0	4.77	17.10	6.09	3.87
	M_3	2.0	1.64	10.88	14.68	2.98
		3.0	3.64	10.96	20.02	3.51

单穗粒重>穗长>株高>千粒重。为了更好地衡量辐射后代的选择效果,又对几个性状的遗传进度进行了估算(表 6)。以晚熟类型品种“哈尔滨 11”为例,即可看出,经 2.0 万伦琴处理的 M_2 代各性状遗传进度的大小排列顺序为:穗长>单穗粒重>株高>千粒重;3.0 万伦琴处理的 M_2 代各性状遗传进度大

小顺序为单穗粒重>穗长>株高>千粒重。而 M_3 代材料无论哪种剂量,其遗传进度的大小排列顺序均为:单穗粒重>穗长>株高>千粒重。其余 2 个品种的遗传进度顺序在个别性状上略有差异外,总趋势较一致,单穗粒重的遗传进度较大。通过多年的实践表明,选择效果最佳的也是单穗粒重。

表 6

 M_2 代和 M_3 代几个数量性状的遗传进度

供试材料	世 代	处 理	株 高	穗 长	单穗粒重	千 粒 重
			$GS \sqrt{X}$	$GS \sqrt{X}$	$GS \sqrt{X}$	$GS \sqrt{X}$
哈尔滨 11	M_2	2.0	0.99	3.00	2.03	0.52
		3.0	2.41	3.54	5.89	1.06
	M_3	2.0	1.25	1.46	2.10	0.30
		3.0	2.61	2.75	4.78	0.77
龙谷 25	M_2	2.0	2.02	1.80	3.23	0.57
		3.0	1.37	7.06	4.43	0.54
	M_3	2.0	0.42	0.90	2.30	0.65
		3.0	0.88	1.76	0.17	0.47
哈 71-3053	M_2	2.0	1.03	2.60	0.29	0.23
		3.0	0.93	3.47	1.30	0.58
	M_3	2.0	0.11	1.80	2.21	0.56
		3.0	0.49	1.69	3.46	0.72

小结与讨论

一、关于辐照的适宜剂量

M_1 代的存活率是表明辐射效应的重要指标,也是确定谷子辐照适宜剂量的依据。为了提高辐射育种的效果,必须探索出适宜的照射剂量。根据本试验结果和多年的育种实践,我们认为,在谷子辐射育种工作中,应根据具体情况来选择适宜的剂量,在辐射条件相对一致的情况下,晚熟类型的谷子品种宜采用剂量为 2.0~2.5 万伦琴较为合适,中、早熟类型品种以 2.5~3.0 万伦琴为宜(早熟品种可选择近于上限的剂量)。但是,对于绿苗或小粒等性状的品种,可在适宜的剂量范围内选择接近下限的剂量,反之,可选择接近上限的剂量。

二、关于辐射后代的选择

辐射后代中突变体的选择和利用是遗传育种的重要问题之一。遗传变异主要在 M_2 和 M_3 代出现,而且 M_2 代是变异最大、最广泛的世代,遗传变异幅度也较大,隐性纯合变异个体也可表现出来。因此, M_2 代应根据育种目标进行选择,将遗传力高的高秆、大穗等

优异突变体决选出来,以使变异得到充分的表现和加强。对一些变异范围较窄的性状,由于遗传变异系数较低,应放宽选择标准。 M_3 代仍是一个分离世代,有些在 M_2 代未出现的性状,在 M_3 代又分离出来, M_2 代已分离出的性状,在 M_3 代可得到进一步加强。由于辐射育种是在选择综合性状较好的原亲本品种的基础上,针对某一个不良性状的改造,才可较快地选育出更为理想的品种来。所以,突变材料由于变异只发生在一、二个性状上,因而稳定的快。实践表明, M_3 代就可决定突变体的利用价值,而 M_3 代仍在分离的品系则常常是育种不需要的。对 M_3 代各性状优良并表现一致的应决选出来,以便进一步进行选择鉴定或进行初级产量鉴定试验。例如:我们于 1988 年结合本试验在 $^{60}\text{Co}-\gamma 2.5$ 万伦琴处理的“哈 71-3053” M_3 代材料中,就选育出了综合性状优异、产量高的突变系“龙辐 60587”、“龙辐 60563”等四个品系,并于 1990 年参加省内异地鉴定试验和所内产量鉴定试验。经汇总试验结果,其中“龙辐 60587”和“龙辐 60563”两个品系的子实与谷草平均亩产均超过对照品种 15% 以上。1991 年参加了省内区域试验。