

辐射与杂交结合对春小麦 诱变效果的研究

王广金 孙光祖 陈义纯 张月学
唐凤兰 阎文义 张东铁 李忠杰

(黑龙江省农业科学院)

摘要 本文对两种辐射与杂交结合方式所产生的诱变效果进行了研究,试验结果表明:不论照射亲本后杂交还是照射杂种当代,其后代大多数性状的变异系数、突变率大于只杂交不照射的后代,尤以辐射杂种当代的效果最佳,但不同辐射方式所产生变异的大小与组合的遗传背景有关。

诱变育种已成为农作物新品种选育的重要途径。诱变与杂交结合,既可使优良基因重组,又能创造新的基因,扩大变异范围。我国通过诱变育种在 23 种农作物中培育出了 282 个品种^[1],在辐射育成的 37 个小麦品种中,通过辐射与杂交结合育成的占 32.4%。可见,辐射与杂交结合在诱变育种中占有重要地位,辐射与杂交结合的方式很多。辐照春小麦杂种当代的诱变效果已有报道,^[2,3,4]但辐射与杂交相结合的不同方式对后代诱变效果的影响尚缺乏深入的研究。本文拟以辐射双亲后杂交、辐射杂种(F_0)当代和只杂交不辐射来探讨不同方式后代的变异效果,为辐射与杂交结合的育种方法提供参考。

材料和方法

配制组合克 83—287×87K216、83—12238×85 育 3980,每个组合设三个处理:Ⅰ只杂交不照射,第一、二代分别用 F_1 、 F_2 表示。Ⅱ、照射杂交当代(F_0)种子,第一、二代分别用 F_1M_1 、 F_2M_2 表示。Ⅲ、辐照两个亲本的干

种子,用 M_1 材料进行杂交,杂交时取不同单株的花粉混合后授粉,第一、二代分别用 F_1M_2 、 F_2M_3 表示。辐射剂量为 1.5KRad,辐照源是 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线,剂量率为 145Rad/min。1988、1989 年辐照双亲的干种子及杂交当代种子后种于田间,配制各类组合,收获时以组合、处理为单位,分别混合脱粒。1990 年田间同时种植各处理的一代、二代材料,二代材料设三次重复,垄长 3 米,垄上双条,条距 15 厘米,株距 5 厘米,四垄为一个小区。以单株为单位,逐株挂牌调查抽穗期,收获时每区在中间两垄随机取 30 株进行考种。

突变率的计算方法采用周松茂介绍的公式^[5]: $\bar{X}\{U(N+1)F/N\}^{1/2}$,式中 \bar{X} :总样本平均值;U:总体标准差;N:总样本数;F:显著水平 α (本文采用的显著水准为 0.05),取 $n_1=1, n_2=N-1$ 时的 F 值。

结果和讨论

一、辐照双亲后杂交对结实率的影响

1988~1989 两年对辐照双亲后杂交与

未辐照双亲杂交的结实率进行比较,其结果见表1。照射亲本后杂交其结实率为38.8~53.2%,未照射的双亲杂交其结实率为45.5~77.1%。综合不同年份、不同组合的情况来

看,照射双亲后杂交其结实率要比未照射双亲的杂交结实率降低13.6%。可能是辐射处理后使 M_1 植株雌雄配子的生活力下降,导致结实率降低。

表1 杂交结实率及照射双亲后的杂交结实率

| 组 合 | 处 理 | 年 份 | 总小花数 | 结实小花数 | 结实率(%) |
|--------------------------|-------|------|------|-------|--------|
| 克83-287 × 87K216 | 不照射亲本 | 1988 | 180 | 109 | 60.6 |
| | | 1989 | 56 | 42 | 75.0 |
| | 照射双亲 | 1988 | 144 | 70 | 48.6 |
| | | 1989 | 108 | 47 | 43.5 |
| 87-12238 × 85育3980 | 不照射亲本 | 1988 | 178 | 81 | 45.5 |
| | | 1989 | 48 | 37 | 77.1 |
| | 照射双亲 | 1988 | 170 | 66 | 38.8 |
| | | 1989 | 62 | 33 | 53.2 |
| Σ | 不照射亲本 | | 462 | 269 | 58.2 |
| | 照射双亲 | | 484 | 216 | 44.6 |

二、各处理一代的出苗率及变异系数

出苗率的结果见表2,在两个组合中,不同处理的出苗率具有相同的趋势,即: $F_1 >$

$F_1M_2 > F_1M_1$ 。辐照 F_0 种子,其当代(F_1M_1)的出苗率比 F_1 降低21.9%,而 F_1M_2 只比 F_1 降低6.1%,表明辐射所造成的生理损伤在处理

表2 不同处理的出苗率

| 组 合 | 处 理 | 播种粒数 | 出 苗 数 | 出苗率(%) |
|--------------------------|----------|------|-------|--------|
| 克83-287 × 87K216 | F_1 | 71 | 65 | 91.5 |
| | F_1M_1 | 80 | 55 | 68.8 |
| | F_1M_2 | 117 | 95 | 81.2 |
| 87-12238 × 85育3980 | F_1 | 59 | 56 | 94.9 |
| | F_1M_1 | 59 | 44 | 74.6 |
| | F_1M_2 | 99 | 93 | 93.9 |
| Σ | F_1 | 130 | 121 | 93.1 |
| | F_1M_1 | 139 | 99 | 71.2 |
| | F_1M_2 | 216 | 188 | 87.0 |

注:出苗率为两年平均值。

当代表现最明显。

各处理杂种一代的株高、穗长等8个性状的变异系数见表3。在组合87-12238×85育3980中, F_1M_1 的株高、抽穗期和分蘖数的变异系数比 F_1 、 F_1M_2 高, F_1M_2 的穗长、主穗小穗数和主穗粒数的变异系数比 F_1 、 F_1M_1 高。 F_1M_1 与 F_1M_2 相比, F_1M_1 有5个性状的变

异系数高于 F_1M_2 。在83-287×87K216组合中, F_1M_1 的抽穗期和分蘖数的变异系数位居三个处理之首, F_1M_2 的株高、穗长和主穗小穗数的变异系数比 F_1 、 F_1M_1 高。 F_1M_1 与 F_1M_2 相比, F_1M_1 只有3个性状的变异系数高于 F_1M_2 。综合两个组合来看, F_1M_1 、 F_1M_2 各有3个性状的变异系数最高,而 F_1 只有单株粒数

表 3

各处理杂种一代的变异系数

| 组 项 合 目 | 处 理 | 株 数 | 变 异 系 数 (%) | | | | | | | |
|--------------------------|----------|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 株 高 | 穗 长 | 抽穗期 | 分蘖数 | 主穗小穗数 | 主穗粒数 | 单株粒数 | 单株粒重 |
| 87-12238 × 85育3980 | F_1 | 20 | 8.08 | 11.59 | 9.92 | 51.80 | 7.22 | 10.40 | 62.71 | 61.06 |
| | F_1M_1 | 17 | 12.78 | 11.69 | 11.18 | 63.32 | 6.70 | 7.17 | 44.76 | 40.56 |
| | F_1M_2 | 35 | 6.71 | 13.41 | 10.47 | 45.20 | 13.52 | 17.32 | 32.91 | 32.99 |
| 克83-287 × 87K216 | F_1 | 21 | 8.45 | 6.56 | 9.78 | 28.22 | 6.80 | 12.54 | 53.37 | 43.18 |
| | F_1M_1 | 19 | 7.04 | 10.29 | 17.60 | 37.91 | 7.17 | 10.38 | 30.22 | 34.32 |
| | F_1M_2 | 48 | 10.00 | 11.77 | 12.00 | 28.06 | 7.26 | 10.92 | 39.42 | 26.32 |
| Σ | F_1 | 41 | 8.27 | 9.08 | 9.85 | 40.01 | 7.01 | 11.47 | 58.04 | 52.12 |
| | F_1M_1 | 36 | 9.91 | 10.99 | 14.39 | 50.61 | 6.94 | 8.78 | 37.49 | 37.44 |
| | F_1M_2 | 83 | 8.35 | 12.59 | 11.24 | 36.63 | 10.39 | 14.12 | 36.17 | 29.66 |

和单株粒重的变异系数最高。

三、各处理杂种二代的变异系数和突变率

各处理杂种二代 8 个性状的变异系数及突变率的结果见表 4。在组合 87-12238×85育 3980 中, F_2M_2 除抽穗期的变异系数和突变率略低于 F_2M_3 外, 其余七个性状的变异系数及突变率均高于 F_2M_3 、 F_2 。并且 F_2M_2 株高的负向突变率(低于下限临界值的株数占调查株数的百分比), 穗长的正负向突变率以及分蘖数、主穗小穗数、主穗粒数、单株粒数和单株粒重的正向突变率(高于上限临界值的单株数占调查株数的百分比)均在三种处理之首。抽穗期的变异系数和突变率的变化趋势是 $F_2M_3 > F_2M_2 > F_2$ 。 F_2M_3 与 F_2 相比, F_2M_3 的株高、穗长、抽穗期和分蘖数的变异系数高于 F_2 , 其余四个性状的变异系数低于 F_2 , F_2M_3 的抽穗期和主穗小穗数的突变率高于 F_2 , 其余 6 个性状二者相同。

在组合克 83-287×87K216 中, 主穗粒数变异系数的变化趋势是 $F_2M_3 < F_2M_2 < F_2$, 分蘖数变异系数的变化趋势是 $F_2 < F_2M_3 < F_2M_2$, 其余六个性状均是 $F_2M_3 > F_2M_2 > F_2$ 。单株粒数突变率的大小顺序是 $F_2M_3 > F_2M_2 = F_2$, 其余六个性状均是 F_2 最低。 F_2M_2 与 F_2M_3 相比, 株高、单株粒重的突变率二者相同,

F_2M_2 的穗长、主穗小穗数和主穗粒数的突变率大于 F_2M_3 , 而其余三个性状则是 F_2M_2 的突变率小于 F_2M_3 。 F_2M_3 的株高、抽穗期和主穗小穗数的负向突变率及单株粒数的正向突变率大于 F_2M_2 , 株高、穗长、主穗小穗数和主穗粒数的正向突变率大小顺序则是 $F_2M_2 > F_2M_3$ 。

综合两个组合的结果来看, F_2M_2 除主穗粒数的变异系数低于 F_2 外, 其余七个性状的变异系数及八个性状的突变率均高于 F_2 ; F_2M_3 除主穗粒数和单株粒重的变异系数低于 F_2 , 单株粒重的突变率等于 F_2 外, 其余六个性状的变异系数及七个性状的突变率均高于 F_2 。 F_2M_2 与 F_2M_3 相比, 除株高和抽穗期的变异系数外, 其余七个性状的变异系数均是 F_2M_2 大于 F_2M_3 , 除抽穗期和单株粒数的突变率是 $F_2M_2 = F_2M_3$ 外, 其余六个性状的突变率均是 F_2M_2 大于 F_2M_3 。

总之, 第二代变异系数大小、突变率高低的大致趋势是 $F_2M_2 > F_2M_3 > F_2$ 。表明无论是照射亲本后杂交, 还是照射杂交当代种子, 第二代的变异范围、突变率的高低均比 F_2 大, 尤以照射杂交当代种子的效果最佳。但不同组合的结果并非一致, 在 87-12238×85育 3980 的组合中, F_2M_2 变异系数大、突变率高

表 4

各处理杂种二代八个性状的变异系数及突变率

| 组 合 | 处理 | 株数 | 株 高 | | | 穗 长 | | | 抽 穗 期 | | | 分 蘖 期 | | |
|--------------------------|-------------------------------|----|-----------------|------|------|-----------------|------|------|-----------------|------|------|-----------------|------|------|
| | | | 变异 系数 (%) | 突变率% | | 变异 系数 (%) | 突变率% | | 变异 系数 (%) | 突变率% | | 变异 系数 (%) | 突变率% | |
| | | | | - | + | | - | + | | - | + | | - | + |
| 87-12238 × 85育3980 | F ₂ | 90 | 7.52 | 1.1 | 0 | 9.28 | 0 | 1.1 | 12.15 | 0 | 0 | 38.29 | 0 | 1.1 |
| | F ₂ M ₂ | 90 | 11.83 | 2.2 | 0 | 13.91 | 2.2 | 2.2 | 15.64 | 1.1 | 1.1 | 60.23 | 0 | 3.3 |
| | F ₂ M ₃ | 90 | 11.38 | 1.1 | 0 | 9.61 | 1.1 | 0 | 15.68 | 2.2 | 2.2 | 46.30 | 0 | 1.1 |
| 克83-287 × 87K216 | F ₂ | 90 | 8.50 | 0 | 0 | 9.54 | 0 | 0 | 17.08 | 0 | 1.1 | 43.81 | 0 | 1.1 |
| | F ₂ M ₂ | 90 | 9.08 | 1.1 | 1.1 | 10.48 | 1.1 | 2.2 | 24.22 | 1.1 | 1.1 | 49.02 | 0 | 1.1 |
| | F ₂ M ₃ | 90 | 10.14 | 2.2 | 0 | 12.78 | 1.1 | 1.1 | 25.04 | 2.2 | 1.1 | 45.86 | 0 | 2.2 |
| Σ | F ₂ | | 8.01 | 0.55 | 0 | 9.41 | 0 | 0.55 | 14.62 | 0 | 0.55 | 41.05 | 0 | 1.1 |
| | F ₂ M ₂ | | 10.46 | 1.65 | 0.55 | 12.20 | 1.65 | 2.2 | 19.93 | 1.1 | 1.1 | 54.63 | 0 | 2.2 |
| | F ₂ M ₃ | | 10.76 | 1.65 | 0 | 11.23 | 1.1 | 0.55 | 20.36 | 2.2 | 1.65 | 46.08 | 0 | 1.65 |

| 组 合 | 处理 | 株数 | 主穗小穗数 | | | 主穗粒数 | | | 单株粒数 | | | 单株粒重 | | |
|--------------------------|-------------------------------|----|-----------------|------|------|-----------------|------|------|-----------------|------|------|-----------------|------|------|
| | | | 变异 系数 (%) | 突变率% | | 变异 系数 (%) | 突变率% | | 变异 系数 (%) | 突变率% | | 变异 系数 (%) | 突变率% | |
| | | | | - | + | | - | + | | - | + | | - | + |
| 87-12238 × 85育3980 | F ₂ | 90 | 8.17 | 1.1 | 1.1 | 19.11 | 0 | 0 | 33.45 | 0 | 0 | 33.82 | 0 | 0 |
| | F ₂ M ₂ | 90 | 11.51 | 1.1 | 3.3 | 20.39 | 0 | 1.1 | 52.59 | 0 | 1.1 | 54.38 | 0 | 1.1 |
| | F ₂ M ₃ | 90 | 7.80 | 2.2 | 1.1 | 15.60 | 0 | 0 | 28.04 | 0 | 0 | 27.33 | 0 | 0 |
| 克83-287 × 87K216 | F ₂ | 90 | 9.05 | 0 | 0 | 22.42 | 0 | 0 | 21.61 | 0 | 0 | 38.89 | 0 | 0 |
| | F ₂ M ₂ | 90 | 11.95 | 1.1 | 2.2 | 18.38 | 0 | 2.2 | 37.84 | 0 | 0 | 39.98 | 0 | 0 |
| | F ₂ M ₃ | 90 | 11.56 | 2.2 | 0 | 17.30 | 0 | 1.1 | 40.32 | 0 | 1.1 | 40.43 | 0 | 0 |
| Σ | F ₂ | | 8.61 | 0.55 | 0.55 | 20.77 | 0 | 0 | 27.53 | 0 | 0 | 36.36 | 0 | 0 |
| | F ₂ M ₂ | | 11.73 | 1.1 | 2.75 | 19.39 | 0 | 1.65 | 45.23 | 0 | 0.55 | 47.12 | 0 | 0.55 |
| | F ₂ M ₃ | | 11.68 | 2.2 | 0.55 | 16.45 | 0 | 0.55 | 34.18 | 0 | 0.55 | 33.88 | 0 | 0 |

的性状比 F₂M₃ 多,而在克 83-287×87K126 组合中, F₂M₃ 的变异系数大、突变率高的性状比 F₂M₂ 多,表明不同辐射方式所产生变异的大小与组合的遗传背景有关。两个组合抽穗期变异系数、突变率的变化趋势是一致的,均为 F₂M₃>F₂M₂>F₂,若以生育期为育种目标时,采用这两种辐照方式较为适宜,辐照亲本后杂交的效果更佳。主穗粒数、单株粒数和单株粒重的突变率较小,这可能是这些产量性状一般都是由微效多基因控制的,辐射诱发少数几个微效基因的突变,往往不能导致某性状的显著变化。

参 考 文 献

- [1] 王琳青:突变育种对作物品种改良的贡献,核农学报,1990. 11(6)
- [2] 孙光祖等:应用辐射与杂交相结合的方法选育春小麦新品种的体会,原子能农业应用,1981. 4
- [3] 孙光祖等:γ射线照射春小麦杂交当代种子诱发效果的探讨,原子能农业应用,1985. 4
- [4] 吴振录:γ射线辐照春小麦杂种扩大变异范围的研究初报,原子能农业应用,1983. 3
- [5] 周松茂:诱变育种中突变频率的计算,原子能农业应用,1984. 4