

# 抗盐小麦突变体的诱变筛选 及其抗盐性的比较

郭房庆 李 群 顾瑞琦

(中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032)

X射线辐照前用修复抑制剂咖啡因(1mg/ml)预处理或辐照后热处理(43℃, 20min)诱变冬小麦萌发种子,X射线剂量8.6Gy,剂量率2.15Gy/min。在不同浓度的NaCl溶液中进行抗盐突变体的筛选。3个原始品种的诱变处理对比实验表明,相对于单纯的X射线处理,X射线分别与咖啡因以及热复合处理,能够显著提高小麦萌发种子在1.9%NaCl溶液中生长15天的苗存活率。将在1.9%NaCl溶液中生长15天存活的小植株移栽到人工气候室中加代繁殖,收获种子进行新一轮筛选,直到第5代,此时选出的小麦种子在1.9%NaCl水平上生长15天苗存活率达80%~90%。抗盐小麦品系在1.9%和2.0%NaCl水平上,萌发率和苗成活率显著高于中等抗盐的鲁麦10号品种。2.0%NaCl胁迫下,抗盐小麦代谢受阻程度显著低于鲁麦10号。在含盐量0.6%的氯化物型盐土上的品比试验表明,两个品系小区产量分别比鲁麦10号增产121.2%和101.5%。在含盐量0.3%盐土上,3个品系小区产量分别比5144品种增产92.8%、67.0%和56.1%。

关键词:抗盐 小麦 X射线 修复抑制剂 热处理

## 前 言

由于植物细胞具有较强的辐射损伤修复能力,大部分DNA的辐射损伤均能在短时间内被修复。由此造成辐射诱变育种中存在着突变频率不够高和突变谱不够广的问题。国内利用辐射和化学诱变剂提高诱变效率的工作已有不少报道<sup>[1-3]</sup>。以前工作表明,利用修复抑制剂以及热处理与辐射复合处理,能显著增加小麦萌发种子的染色体损伤<sup>[4,5]</sup>,本试验将上述原理应用到小麦抗盐突变体的诱变工作中,并结合盐浓度梯度的筛选方法进行筛选,大量混淘汰不需要的个体,可大幅度减少田间工作量。这种定向筛选的方法对筛选抗逆品种特别有效。经过连续几代的筛选,选出十多个品系,其中部分品系在盐胁迫下,种子萌发率、成活率以及代射强度均优于一般抗盐品种,不同含盐量土壤的品比试验也表明,部分品系具有较强的抗盐性。

## 材 料 与 方 法

**种子处理** 小麦种子经2%漂白粉表面消毒20min,自来水冲洗干净,浸种4h,种子在

此文于1995年3月1日收到。

25 下萌发 24h。将露白种子 100 粒整齐排列于培养皿中,以进行各种处理。

**诱变处理** 1. 咖啡因预处理:用 1mg/ml 的咖啡因浸泡露白的小麦种子 3h,然后进行辐照处理。2. 辐射处理:X 射线由国产 F34- 型深部 X 射线治疗机产生,200kV,15mA,滤板 0.25mmCu + 1mmAl,总剂量 8.60Gy,剂量率 2.15Gy/min。3. 辐照后热处理:将辐照小麦种子置于 43℃ 的恒温湿箱内 20min,相对湿度为 80%。

**筛选盐溶液的配制**:按《植物生理学实验手册》的方法配制 Hoagland 营养液,稀释 10 倍备用。按百分比浓度加 NaCl,配制成不同浓度的盐溶液。

**萌发种子的培养和抗盐筛选**:将经过处理的小麦萌发种子 500 粒整齐排列于尼龙网框上,然后置于各种不同浓度的 NaCl 盐溶液上进行培养筛选,15 天后,观察小麦成苗状况。将成活苗转移到土盆里,置于 4℃ 光照冰箱内 28 天。后移至人工气候室内进行加代繁殖。

**田间试验** 1992 年于山东禹城,试验小区面积为  $2 \times 5\text{m}^2$ ,每小区 9 行,行长 5m,行距约 22cm。每行播种 300 粒种子。每个品系为 3 个小区,小区位置随机分布。1993 年河北沧州农校试验,小区面积为  $2 \times 6\text{m}^2$ ,行距、行长、每行播种量同禹城点,种量多的品系为 3 个小区,种量少的品系为 1 个小区,小区位置随机分布。收获期调查,每个小区随机取 10 株测量和考种,数据进行 t 检验。

**幼芽中 ATP 含量的测定** 萌发种子水培 24h 后,用不同浓度的 NaCl 溶液胁迫 3 天,对照用清水培养。剪取 1cm 长的幼芽,称取 2g 剪碎,放入试管中,加入 5ml 蒸馏水,置于沸水浴中加热 10min,离心去沉淀,上清液在室温下自然降温备用。测定时,吸取 0.2ml 提取液注入 0.5cm 光径比色杯中,加入 FG300 型分光光度计反应暗室中,然后再加入 0.8ml 荧光素酶系溶液,测量并记录发光强度高,从标准曲线上查得相应的 ATP 浓度。每个品系 3 个重复,数据进行 t 检验。

## 结 果 与 分 析

### (一) 盐胁迫对萌发种子成苗及根系生成的影响

成活苗是指在盐溶液中培养 15 天时能生存的小植株。24 个原始小麦品系的抗盐筛选结果表明,在 1.4% 和 1.8% NaCl 浓度范围内,各个品种的成苗率差异比较大,在 1.8% NaCl 浓度下生长 15 天,苗存活率在 60% 以上的有以下几个品种或品系:科城 5 号,宝丰 7228,科冬 58,晋麦 5 号,丰抗 8 号,丰抗 15 号,科城 1 号,科遗 26 号,科遗 16 号,科红 1 号,科城 2 号,科遗 29,碱麦 84-212,422M-1;苗存活率在 30% ~ 60% 的有:单生 814,单生 811,85 大鉴 3/株 60,6055/4617-5,单生 892-4/N52630, Kh chia,科遗 16/宝丰 7228/京花 1 号;苗存活率在 30% 以下的有:478M-1,鲁麦 8 号/单生 14,盐浓度提高到 1.9% ~ 2.0%,成苗率急剧下降 5% ~ 30%,2.1% 以上的盐浓度,大多数品种的成苗率在 1% 以下。在 1.9% 以上高盐水平上,大部分小苗只生长胚芽鞘,而胚芽能突出胚芽鞘的小苗,具有较强的抗盐性,15 天后绝大多数能存活下来。

盐溶液条件下,根的生长受到显著抑制。随着盐浓度的提高,根长越来越短,根的数量也逐渐减少。随生长时间的延长,根的颜色变成褐色,而对照组根呈白色。筛选过程中观察到一个值得注意的现象,在同等盐浓度的条件下,能成苗的小植株与未能成苗的植株,根系之间未见有显著差别(包括根长,根数),但在培养 7 天左右时,能抗盐的成苗小植株在褐色根系中有白色的新根生成,而不能抗盐的小植株逐渐枯萎,根系中没有新根生成,这表明,新根生成能力

的差别是造成小植株抗盐性状差异的重要原因。

## (二) 诱变处理条件的比较

选用丰抗 15 号,科城 5 号,科遗 26 号进行诱变处理条件的对比实验。图 1 示 3 种诱变处理方式中每 500 粒种子在 1.9 %NaCl 溶液中生长 15 天的苗存活数。每个处理重复 3 次,数据进行 t 检验。结果表明,辐照前咖啡因预处理和辐照后即刻热处理的苗存活数显著高于 X 射线处理和对照组( $P < 0.01$ )。这种效应以科遗 26 表现尤为显著。对于单纯的 X 射线处理,3 个品种苗存活数高于对照组,但差异不显著( $P > 0.05$ )。以前的工作已经证明,咖啡因和热处理能够显著增加辐射引起的染色体损伤,这是复合处理能诱发较多突变体的基础。由于当代的抗盐突变体为嵌合突变,突变体的遗传稳定性需要经过连续数代的抗盐筛选来加以验证。

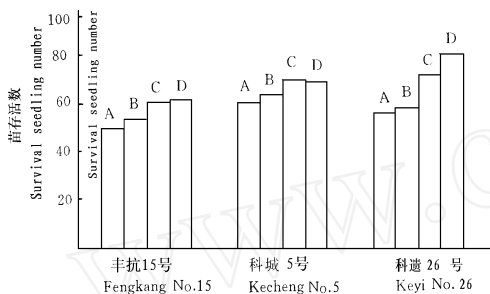


图 1 3 种诱变处理后每 500 粒萌发种子在 1.9 % NaCl 溶液中生长 15 天时的苗成活数

Fig. 1 The survival seedling numbers from 500 germinated seeds cultured in 1.9 % NaCl solution for 15days with three-treatments

A:Control B:X-ray C:Caffeine + X-ray  
D:X-ray + heat treatment (43 °C, 20min)

## (三) 加代繁殖后连续筛选

将在 1.9 %以上盐浓度水平生长 15 天能正常成苗的抗盐小植株移栽到土盆里进行春化,然后在人工气候室加代繁殖,将收获的种子进行新一轮 1.9 %以上盐浓度的筛选。不同株系的  $M_1$  种子的成苗率波动较大,范围在 50 % ~ 80 %,  $M_2$ 、 $M_3$  种子成苗率稳定在 80 %左右,  $M_4$ 、 $M_5$  种子成苗率稳定在 80 % ~ 90 %。

## (四) 抗盐小麦与鲁麦 10 号苗期抗盐性比较

鲁麦 10 号是山东省大面积种植的小麦品种,抗盐性属中等水平。试验选用鲁麦 10 号为对照品种,目的是为田间试验作准备。

1. 种子萌发率:表 1 列出了抗盐小麦品种(系)植申 2 号、3 号、5 号、7 号与鲁麦 10 号在不同浓度 NaCl 溶液胁迫下 72 小时的种子萌发数。实验中每个处理 100 粒种子,3 个重复。由表 1 可见,1.8 %以下盐浓度对种子萌发没有明显的抑制效应,抗盐小麦和鲁麦 10 号之间没有明显差异,且萌发率均在 96 %以上,盐浓度提高到 1.9 %和 2.0 %,抗盐小麦和鲁麦 10 号萌发率均有下降,但鲁麦 10 号萌发率下降比较显著,萌发率明显低于抗盐小麦品系( $P < 0.01$ )。

2. 苗存活率和株高:表 2 表明,1.8 %NaCl 水平,抗盐小麦植申 2 号、3 号、5 号、7 号的成苗率和鲁麦 10 号没有显著差异,至 1.9 %的高盐水平,4 个抗盐品系的成苗率分别为 90 %、97 %、81 %和 92 %,而鲁麦 10 号仅为 32 %。盐浓度进一步升高到 2.0 %,抗盐小麦成苗率虽有下降,但仍显著高于鲁麦 10 号。以上结果表明,在 1.4 % ~ 1.8 %中等程度的盐浓度水平下,筛选的抗盐小麦品系成苗率与鲁麦 10 号差异不显著,在 1.9 %和 2.0 %的高盐水平下,抗盐小麦显示了优良的抗性。图 2 的株高变化表明,随盐浓度的升高,植株生长受到显著抑制,在 1.8 %以下水平,抗盐小麦和鲁麦 10 号差异不显著。在 2.0 %水平上,抗盐品系的株高显著高于鲁麦 10 号,这从另一方面说明,抗盐品系在高盐条件下亦具有较强的抗盐性。

表 1 抗盐小麦品系与鲁麦 10 号种子在盐胁迫下培养 72 小时的萌发率  
Table 1 Germination rates of saline-tolerant and Lumai  
No. 10 wheat seeds under salt stress for 72h( %)

| 材料<br>Materials         | 盐浓度<br>Salt concentration (NaCl %) |      |      |      |      |         |       |
|-------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|---------|-------|
|                         | 0                                  | 1.2  | 1.4  | 1.6  | 1.8  | 1.9     | 2.0   |
| 植申 2 号<br>Zhishen No. 2 | 100                                | 99   | 97.3 | 96   | 97   | 94      | 90.3  |
| 植申 3 号<br>Zhishen No. 3 | 100                                | 100  | 98   | 98.3 | 98   | 92.3    | 89    |
| 植申 5 号<br>Zhishen No. 5 | 100                                | 100  | 97   | 96   | 99   | 90.7    | 90    |
| 植申 7 号<br>Zhishen No. 7 | 100                                | 98.3 | 99   | 98   | 97.3 | 92.3    | 91.7  |
| 鲁麦 10 号<br>Lumai No. 10 | 100                                | 99   | 97   | 96.7 | 98   | 83.7 ** | 78 ** |

\* \* Compared with saline tolerant strains :P < 0. 01

表 2 抗盐小麦品系与鲁麦 10 号在盐胁迫下生长 15 天苗存活率  
Table 2 Survival tate of saline-tolerant and Lumai No. 10  
wheat seedlings under salt stress for 15d( %)

| 材料<br>Materials         | 盐浓度<br>Salt concentration (NaCl %) |     |      |      |      |       |         |
|-------------------------|------------------------------------|-----|------|------|------|-------|---------|
|                         | 0                                  | 1.2 | 1.4  | 1.6  | 1.8  | 1.9   | 2.0     |
| 植申 2 号<br>Zhishen No. 2 | 100                                | 98  | 97.3 | 96   | 97.7 | 90    | 59.3    |
| 植申 3 号<br>Zhishen No. 3 | 100                                | 97  | 98   | 95.3 | 96   | 93.7  | 41      |
| 植申 5 号<br>Zhishen No. 5 | 100                                | 100 | 100  | 98.3 | 97   | 81    | 39.7    |
| 植申 7 号<br>Zhishen No. 7 | 100                                | 99  | 96   | 95.3 | 94   | 92    | 52      |
| 鲁麦 10 号<br>Lumai No. 10 | 100                                | 100 | 96   | 97   | 89.3 | 32 ** | 12.7 ** |

\* \* Compared with saline tolerant strains :P < 0. 01

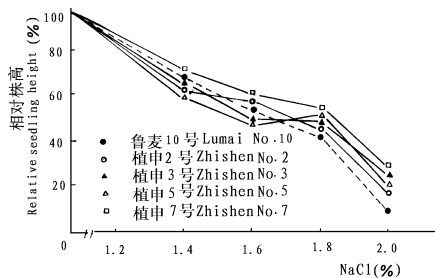


图 2 抗盐小麦和鲁麦 10 号萌发种子在不同 NaCl 盐浓度下生长 15 天的株高

Fig.2 Seedling height of selected saline-tolerant wheat strains (Zhishen No. 2 ,3 ,5 , 7) and Lumai No. 10 wheat grown in NaCl solution for 15days

对照培养液中不加 NaCl ,其株高为 100 %  
Control culture was NaCl free solution ,of which the seedling heights are regarded as 100 %

3. 幼苗 ATP 含量 :ATP 作为植物细胞内一种可以直接被利用的能量 ,它的水平高低可反映出机体总的代谢强度。从图 3 可看出 ,在 1.0 %NaCl 的胁迫下 ,抗盐品系和鲁麦 10 号的代

谢活动都明显受阻,其中以植申 2 号反应最强烈,对盐胁迫较为敏感,但该品系在高盐胁迫下,ATP 含量基本保持在低盐胁迫的水平。这说明该品系具有较强的代谢调控能力,ATP 的产生和利用的代谢活动比较平衡。这对高盐胁迫下保持机体正常生长具有重要意义。在 1.5 % NaCl 的胁迫下,鲁麦 10 号和植申 5 号 ATP 水平显著下降,这可能是氧化磷酸化和光合磷酸化活动严重受阻,造成代谢活动失调所致。2.0 % NaCl 高盐胁迫下,除植申 2 号以外,其余抗盐小麦品系和鲁麦 10 号 ATP 含量均升高,其中鲁麦 10 号含量明显高于抗盐小麦各品系。表明鲁麦 10 号在高盐胁迫下,代谢受阻最为严重,同时也说明,抗盐品系的抗盐性只有在较高盐胁迫时才能充分显示出来。

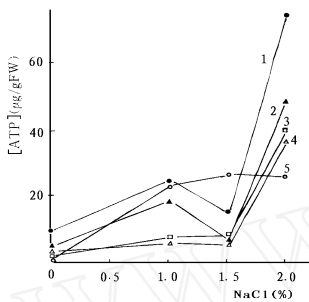


图 3 抗盐小麦和鲁麦 10 号在不同浓度 NaCl 溶液胁迫下幼苗中 ATP 的含量

Fig. 3 ATP concentration in the saline-tolerant wheat strain and Lumai No. 10 wheat seedlings under the stress of NaCl solution

1. 鲁麦 10 号 Lumai No. 10 2. 植申 3 号 Zhishen No. 3 3. 植申 7 号 Zhishen No. 7 4. 植申 5 号 Zhishen No. 5 5. 植申 2 号 Zhishen No. 2

### (五) 抗盐小麦与鲁麦 10 号田间抗盐性比较

诱变处理后,经过 5 代 1.9 % NaCl 浓度水平的连续筛选,至 1991 年 10 月得到 12 个抗盐性比较稳定的突变系,它们分别是:植申 2 号(来源于科城 5 号),植申 3 号(单生 814),植申 4 号(科遗 26),植申 5 号(丰抗 15 号),植申 6 号(科遗 16),植申 7 号(科红 1 号),植申 9 号(442M 1),植申 10 号(碱麦 84-212),植申 11 号(科冬 58),植申 12 号(丰抗 8 号),植申 13 号(鲁麦 8 号),植申 14 号(鲁麦 8 号)。

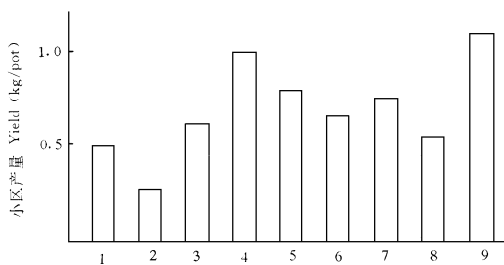


图 4 抗盐小麦品系和鲁麦 10 号在含盐量为 0.6 % 的高盐土壤中的小区产量(小区面积为 10m<sup>2</sup>)

Fig. 4 Productions of saline-tolerant wheat strains and Lumai No. 10 wheat in a highly saline soil (salt concentration 0.6 %) in a mini-plot of 10m<sup>2</sup>)

1. 鲁麦 10 号 Lumai No. 10 4. 植申 2 号 Zhishen No. 2 7. 植申 5 号 Zhishen No. 5  
2. 植申 0861 Zhishen 0861 5. 植申 3 号 Zhishen No. 3 8. 植申 6 号 Zhishen No. 6  
3. 植申 186 Zhishen 186 6. 植申 4 号 Zhishen No. 4 9. 植申 7 号 Zhishen No. 7

1992 年 10 月初,将筛选出的 8 个 M<sub>6</sub> 的抗盐品系种植于中国科学院禹城综合试验站的高盐土壤中,该土壤含盐量为 0.6 %,氯化物型盐土,未经任何改良。选择如此瘠薄土壤的目的是为了最大限度地检验筛选出的抗盐材料的稳定性和可靠性。按每小区的播种量计算,每公顷播种量不到 75kg,而现在一般每公顷播种量在 225kg 左右。图 4 为 8 个抗盐品系和鲁麦 10 号小区产量的示意图,由图 4 可见,除植申 0861 和植申 6 号外,其余抗盐品系产量均高于鲁麦 10 号,尤以植申 2 号和植申 7 号表现显著,产量分别比对照高 101.5 % 和 121.2 %。

由于在 1992 年禹城站品比试验中取得了比较好的结果,为了进一步检验抗盐品系在不同盐碱地区的适应性,1993 年 10 月初,在河北省沧州市农业学校设置了另外一个品比试验点,该点土壤也属氯化物型盐土,土壤含盐量为 0.3%。在该点进行品比试验的抗盐品系共有 12 个,为 M<sub>7</sub> 种子,对照品种为沧州地区大面积种植的 5144。从表 3 可看出,植申 2 号、6 号、9 号、10 号和 11 号显示较高的增产率,其中植申 10 号、9 号、2 号分别达到 92.8%、67.0%、56.1%,但植申 5 号、4 号、3 号的产量比较低,而且在禹城站表现出较强抗盐性的植申 7 号,产量和 5144 基本持平。其原因主要是 12 月中旬遇到少有的低温天气,出现大面积小麦冻死的灾难性气候,抗盐品系中,植申 4 号、5 号死苗率分别为 71.6%和 74.5%,植申 7 号为 28.9%,植申 2 号、9 号、10 号、11 号和对照品种 5144 死苗率均在 10%左右,通过这次灾难性气候,表明抗盐小麦中,部分品系不仅具有较强的抗盐性,同时也具有较强的抗冻性。

表 3 抗盐小麦品系和对照品种 5144 收获期调查结果

Table 3 Comparison of saline-tolerant strains and control 5144 at harvest stage

| 品 名<br>Strains            | 株高<br>Plant height<br>(cm) | 穗长<br>Ear length<br>(cm) | 粒数/穗<br>Grain<br>number/ ear | 千粒重<br>Weight of<br>thousand<br>grains(g) | 小区产量<br>Plot<br>production<br>(g) | 增产率<br>Production<br>enhancement<br>rate( %) |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| 植申 2 号<br>Zhishen No. 2   | 69.7                       | 8.8                      | 31.1                         | 45.3                                      | 3010                              | 56.1   |
| 植申 3 号<br>Zhishen No. 3   | 56.0                       | 7.1                      | 31.8                         | 44.5                                      | 1578                              | - 18.2                                       |
| 植申 4 号<br>Zhishen No. 4   | 49.9                       | 6.2                      | 40.3                         | 36.2                                      | 1107                              | - 42.6                                       |
| 植申 5 号<br>Zhishen No. 5   | 53.7                       | 6.2                      | 46.0                         | 31.0                                      | 763 *                             | - 61.8                                       |
| 植申 6 号<br>Zhishen No. 6   | 58.8                       | 7.7                      | 32.9                         | 43.9                                      | 2520 *                            | 30.7   |
| 植申 7 号<br>Zhishen No. 7   | 62.0                       | 6.7                      | 29.0                         | 47.9                                      | 2004                              | 3.9  |
| 植申 8 号<br>Zhishen No. 8   | 76.2                       | 8.8                      | 32.2                         | 43.6                                      | 3277                              | 67.0   |
| 植申 10 号<br>Zhishen No. 10 | 68.4                       | 6.9                      | 25.5                         | 47.5                                      | 3717                              | 92.8   |
| 植申 11 号<br>Zhishen No. 11 | 64.5                       | 9.1                      | 32.9                         | 44.1                                      | 2745                              | 42.4   |
| 植申 12 号<br>Zhishen No. 12 | 65.1                       | 5.6                      | 23.5                         | 42.7                                      | 2075 *                            | 7.6  |
| 植申 13 号<br>Zhishen No. 13 | 76.5                       | 8.8                      | 36.5                         | 46  | 2050 *                            | 6.3  |
| 植申 14 号<br>Zhishen No. 14 | 69.7                       | 9.3                      | 34                           | 41.1                                      | 1900 *                            | - 1.5  |
| 5144                      | 52.3                       | 6.8                      | 35.1                         | 42.5                                      | 1928                              |  |

\* 表示该品种为一个小区产量,其余为 3 个小区产量平均值,小区面积:12m<sup>2</sup>。

\* The production value of one miniplot ,the others are the average value of three miniplots(the area of one miniplot :12m<sup>2</sup>)

## 讨 论

1. 应用修复抑制剂和热处理进行辐射诱变的可行性:利用修复抑制剂提高辐射诱变率,日本学者在这方面曾提出过设想,但未见实验结果的报告<sup>[6]</sup>。从辐射育种的角度,希望得到比较多的有意义的突变,由于植物细胞本身具有很强的修复能力,大部分损伤得以修复。较大剂量的辐射虽然能大幅度增加染色体的损伤,但植物体往往在较大剂量下难以完成整个生活周期。应用修复抑制剂和热处理的目的就是要使那些植物体能修复的小突变保持下来,从而有可能增加突变的频率和类型。

2. 苗期抗盐突变体筛选的可靠性:由于突变没有方向性,所以需要大量筛选工作来解决。本试验利用不同浓度的 NaCl 溶液对处理过的萌发种子进行突变体的筛选,并用 1.9 % 的盐溶液中生长 15 天的苗成活率为指标来判定抗盐性。筛选工作大量是在诱变处理的当代进行的,这样虽有可能把一些当代并未显示出抗盐性状的突变体淘汰掉,但从实际的工作效率来看,却能大幅度减少后续筛选的工作量,并大大提高以后筛选的成功率。本试验通过苗期的大量淘汰筛选,把工作量降到较低限度。抗盐小麦与鲁麦 10 号苗期及田间抗盐性的比较试验表明,通过以上方法筛选出的抗盐品系,在高盐土壤上也显示出较强的抗盐性,苗期盐浓度梯度的筛选方法是可靠的,筛选出的抗盐性状具有较强的遗传稳定性。1992 年秋在禹城站共播种 8 个抗盐品系,夏收调查小区产量,只有 1 个品系低于对照,其余品系均高于对照。产量明显增加的抗盐品系占整个试验品系的 75 %。上述结果表明,本试验的抗盐筛选方法具有比较高的效率。

3. 突变嵌合体抗盐性提高的可能性:诱变处理当代产生的突变体为嵌合突变,嵌合突变体表现出抗盐性的提高,可能源于组织结构和代谢活动的改变。以辐射敏感性而言,诱变处理的萌发种子的胚芽和胚根分生组织的生长点细胞最为敏感,细胞产生突变的几率也比较大。生长点细胞的突变就有可以造成随后发育而成的茎和根的组织结构和代谢活动的变化,成为抗盐性改变的生理生化基础。这种当代抗盐性的改变是否具有稳定的遗传性,需要对其后代进行连续的高盐浓度(1.9 %NaCl)筛选来检验。实验中连续筛选至  $M_5$ ,其中把抗盐性不稳定的植株逐步淘汰,这样就有效地保证了抗盐突变株的遗传稳定性。

4. 高盐胁迫下抗盐小植株的生长特性:本试验中,在 1.9 %NaCl 盐胁迫下生长 15 天能存活的小植株胚芽,均能突破胚芽鞘,而不能存活的胚芽不能突出胚芽鞘,并且逐渐干枯和死亡。根系的生长状况也表明,在生长 7 天时,根系中有新根生成的小植株,绝大多数胚芽能突破胚芽鞘,并能存活。以上根系和胚芽的生长状况表明,在高盐胁迫下,植株胚芽和根生长点的分生能力可能是造成抗盐性差异的重要因素。

致谢:实验中部分原始小麦品种由中国科学院遗传研究所胡启德教授提供,特此致谢。

## 参 考 文 献

- 1 李社荣等. 射线与  $\text{NaN}_3$  复合处理小麦的诱变效应. 核农学报,1989,增刊:155~164
- 2 成雄鹰. 叠氮化钠及其与 射线复合处理对水稻的生理及诱变效应. 原子能农业应用,1987,(1):7~13
- 3 陆兆新. 射线、EMS 和  $\text{NaN}_3$  及其复合处理对水稻的诱变效应. 江苏农业学报,1986,2(2):38~40
- 4 顾瑞琦等. 咖啡因对分次照射的小麦和大麦的影响. 辐射研究与辐射工艺学报,1990,8(3):159~162
- 5 郭房庆等. 小麦萌发种子辐射损伤的热敏化效应. 辐射研究与辐射工艺学报,1994,12(3):140~145
- 6 Yamaguchi H. Proc. VI Intern Cong Rad Rcs,1979,575~581

## MUTATION,SELECTION AND COMPARISON OF SEVERAL SALINE-TOLERANT WHEAT STRAINS

Guo Fangqing Li Qun Gu Ruiqi

(Shanghai Institute of Plant Physiology, Academia Sinica, Shanghai 200032)

### ABSTRACT

Germinating wheat seeds soaked in caffeine(1mg/ml) for 3h before irradiation or treated with heat(43℃,20min) after irradiation were cultured in NaCl solution of different concentrations from 1.4% to 2.0% for 15d in order to select the saline-tolerant mutants. The results of three mutation treatments showed that compared with single X-ray treatment the survival numbers of wheat seedlings in 1.9% NaCl solution for 15d with combined treatments of X-ray and caffeine or following heat treatment significantly increased. Survival wheat seedlings grown in 1.9% NaCl solution for 15d were planted in phytotron to accelerate propagation. The seeds were selected continually in 1.9% and 2.0% NaCl solution to  $M_5$ . The survival rates of  $M_5$  seeds were up to 80%~90% when cultured in 1.9% NaCl solution. The survival and germination rates of the selected strains were significantly higher than those of Lumai No. 10. Under the stress of 2.0% NaCl, ATP concentration in saline-tolerant seedling was significantly lower than that in Lumai No. 10 seedling, indicating that metabolic activities in saline-tolerant strains were higher than that in Lumai No. 10 seedlings. The yields of two selected strains were twice as that of Lumai No. 10 when planted in 0.6% saline soil.

**Key word:** Saline-tolerant, wheat, X-ray, repair inhibitor, heat treatment