

低剂量电子辐射对粳稻芽期耐冷性的影响

斯琴图雅¹, 张晓东¹, 王强¹, 纪东清¹, 杨仲秋¹, 张郑伟², 高德玉^{1*}

(1. 黑龙江省科学院技术物理研究所, 黑龙江哈尔滨 150086; 2. 黑龙江大学农业资源与环境学院, 黑龙江哈尔滨 150080)

摘要 [目的] 为探索减轻寒地稻作区低温冷害的方法。[方法] 利用低剂量电子射线播前辐射处理 3 种不同积温的粳稻种子, 在芽期进行 5 ℃/10 d 和 2 ℃/6 d 人工低温胁迫, 以存活率为指标, 评价辐射对粳稻芽期耐冷性的影响。[结果] 适宜剂量的电子辐射能够提高粳稻芽期耐冷性, 在 5 ℃/10 d 胁迫时幼芽存活率最高增加了 17.7%, 2 ℃/6 d 胁迫时幼芽存活率最高增加了 33.4%, 并且辐射处理间的差异为显著。[结论] 不同粳稻品种对电子射线的敏感性不同, 适宜的辐射剂量范围也有所不同。

关键词 水稻; 低剂量辐射; 耐冷性; 电子射线

中图分类号 S511 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)17-07406-02

Effects of Low-dose Electron Radiation for Japonica Rice's Cool-Resistance at Its Bud Stage

SI Qin-tu-ya et al (Technical Physics Institute of Heilongjiang Academy of Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract [Objective] The research aimed to explore the methods of reducing chilling at the cold rice growing area. [Method] Using low-dose electron radiation to deal with three kinds of japonica rice seed at different accumulated temperature before planting, making artificial low temperature (5 ℃/10 d and 2 ℃/6 d) stress at its bud, taking survival rate as an indicator, the effect of the radiation for japonica rice's cool-resistance at its bud stage was evaluated. [Result] Appropriate doses of electron radiation could increase the cool-resistance of japonica rice at its bud stage. The highest survival rate increased by 17.7% at 5 ℃/10d stress, while the highest survival rate increased by 33.4% at 2 ℃/6d stress. The difference between these radiation treatments was significant. [Conclusion] Varieties of japonica rice had different sensibility for electron-ray, and appropriate radiation dose range was different.

Key words Rice; Low dose radiation; Chilling tolerance; Electron beam

黑龙江省是我国重要的粳稻生产基地之一, 也属于寒地稻作区。在水稻芽期至幼苗生长阶段极易发生低温冷害。这些冷害对水稻的高产和稳产构成严重的威胁^[1]。水稻芽期冷害是指从播种到第一完全叶长出期间受到低温侵袭, 导致出芽时间延长或烂秧的一种冷害^[2]。芽期耐冷性是水稻芽期对低温胁迫的一种重要的抵抗能力。芽期耐冷性与苗期、孕穗期和成熟期耐冷性具有一定的相关性^[3], 即早期耐冷性的强弱与水稻生长后期的耐冷性有着一定的相关性。因此, 通过提高水稻芽期耐冷性来提高其他时期耐冷性是比较经济和实用的方法。低剂量辐射对作物生长具有刺激作用。刘大森等^[4]研究表明, 用低剂量 γ 射线辐射小麦种子可提高种子抵御不良环境的能力。宋宇晨等^[5]研究表明, 60~100 Gy 剂量处理红大烟能够较明显地提高烟苗的酶活力、叶绿素含量, 增强烟苗的抗逆性和抗病性。李共福^[6]在研究低剂量电离辐射的刺激效应时发现, 低剂量⁶⁰Co 辐射能够显著提高杂交水稻(南优六号)生长前期的抗寒能力, 但缺少成苗率变化的具体数据, 相关研究也不够深入、系统。笔者用低剂量电子射线辐射处理 3 种不同积温的水稻种子, 在芽期进行 5 ℃/10 d 和 2 ℃/6 d 人工低温胁迫, 以存活率为指标, 评价辐射对粳稻芽期耐冷性的影响, 以确定辐射对提高水稻芽期耐冷性的效果, 为生产实践提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料 供试品种为不同积温的 3 个水稻品种, 分别为绥粳 4 号, 需 ≥ 10 ℃ 活动积温 2 540 ℃; 中龙粳 1 号, 需 ≥ 10 ℃ 活动积温 2 450 ℃ 左右; 龙粳 31 号, 需 ≥ 10 ℃ 活动积温 2 350 ℃ 左右。

1.2 辐射处理 每个辐射处理组选取均匀一致的水稻种子 30 粒(设 3 次重复), 使用 DD1.2 高频高压电子加速器产生的电子射线辐射, 辐射剂量分别为 0、5、10、15、20、25 Gy, 剂量率为 0.125 Gy/s, 能量为 0.9 MeV。

1.3 试验设计 将供试种子置于 8.5 cm 口径、垫滤纸的培养皿内, 用浓度 3% 次氯酸钠溶液消毒 20 min, 然后用自来水冲洗 3 次。在培养皿内加入适量的水, 使种子 1/2 体积淹在水里。盖好盖, 置于 32 ℃ 的恒温箱内催芽。当芽长 5 mm 左右时, 转入 2.5 ℃ 的低温培养箱内, 分别低温处理 6 和 10 d。处理结束后, 将培养皿置于 20 ℃ 以上有阳光的室内环境, 使幼芽恢复生长 10 d, 调查幼芽转绿情况, 计算成活率。

成活率(%) = 成活芽数/出芽总粒数 \times 100

1.4 数据处理 试验数据用 DPSv13.5 统计软件进行方差分析。差异显著性比较采用 LSD 法。绘图采用 Excel2010 软件。

2 结果与分析

2.1 不同剂量辐射对芽期耐冷性的影响

2.1.1 低温 5 ℃/10 d 胁迫。由表 1 可知, 5 ℃ 低温胁迫 10 d, 恢复生长 10 d 后, 3 个品种的存活率随辐射剂量的增加变化趋势较一致, 均为先增加, 达到峰值后又开始下降。但是, 出现峰值的辐射剂量值均不同, 绥粳 4 号、中龙粳 1 号和龙粳 31 号品种存活率最高值的剂量值分别为 5、15 和 20 Gy。这应该是由不同品种对电子射线的敏感性差异引起的。绥

基金项目 黑龙江省科学院青年创新基金项目(CX12C02); 黑龙江省科学院春苗专项课题(CM12C01)。

作者简介 斯琴图雅(1980-), 女, 蒙古族, 内蒙古通辽人, 助理研究员, 从事电子辐射技术与应用研究。* 通讯作者, 研究员, 博士, 硕士生导师, 从事辐射化学方面的研究, E-mail: 13604803625@163.com。

收稿日期 2013-05-26

粳 4 号品种在 5 Gy 辐射剂量处的幼芽存活率比对照增加了 17.6%, 差异在 0.05 水平显著; 但是, 25 Gy 辐射剂量处的幼芽存活率比对照降低了 4.6%, 因此对于绥粳 4 号水稻品种较适宜的辐射剂量应为 5~20 Gy。中龙粳 1 号品种在 15 Gy 辐射剂量处的幼芽存活率比对照增加了 17.7%, 差异在 0.01 水平显著; 在 5~25 Gy 辐射剂量范围内幼芽存活率均比对照高。龙粳 31 号品种在 20 Gy 辐射剂量处的幼芽存活率比对照增加了 10.7%, 差异在 0.01 水平显著; 但是, 5、25 Gy 辐射剂量处的幼芽存活率分别比对照降低了 0.6% 和 2.8%, 因此对于龙粳 31 号水稻品种较适宜的辐射剂量为 10~20 Gy。方差分析结果表明, 品种间的差异在 0.01 水平显著。

表 1 不同剂量辐射对 5 °C/10 d 胁迫幼芽存活率的影响 %

辐照剂量//Gy	绥粳 4 号	中龙粳 1 号	龙粳 31 号
0	66.6 bcAB	82.1 eD	82.0 cBC
5	78.2 aA	84.4 dC	81.5 cBC
10	75.1 abAB	86.0 cC	83.3 bcBC
15	74.0 abAB	96.6 aA	88.0 abAB
20	69.2 bcAB	91.9 bB	90.7 aA
25	63.5 cB	90.9 bB	79.7 cC

注: 同列不同大小写字母表示差异在 0.01、0.05 水平显著。

2.1.2 低温 2 °C/6 d 胁迫。由表 2 可知, 2 °C 低温胁迫 6 d, 恢复生长 10 d 后, 除了存活率普遍降低之外, 3 个品种水稻随辐射剂量变化的趋势与 5 °C 低温胁迫 10 d 的变化趋势基本一致。3 个品种存活率最高处的剂量值也基本没变, 依然分别为 5、15 和 20 Gy, 但适宜的辐射剂量范围有变化。绥粳 4 号和中龙粳 1 号水稻品种的适宜辐射剂量范围为 5~15 Gy, 龙粳 31 号水稻品种的适宜辐射剂量范围为 5~20 Gy。除龙粳 31 号品种之外, 其他 2 个品种的适宜剂量范围都变窄了。但是, 3 个品种水稻 2 °C 低温胁迫 6 d 存活率的增加幅度明显比低温 5 °C/10 d 胁迫的大。绥粳 4 号品种在 5、10 Gy 辐射剂量处的幼芽存活率比对照增加了 31.2%; 中龙粳 1 号品种在 15 Gy 辐射剂量处的幼芽存活率比对照增加了 33.4%; 龙粳 31 号品种在 15、20 Gy 辐射剂量处的幼芽存活率比对照增加了 25.3%。

表 2 不同剂量辐射对 2 °C/6 d 胁迫幼芽存活率的影响 %

辐照剂量//Gy	绥粳 4 号	中龙粳 1 号	龙粳 31 号
0	52.0 bB	56.0 cBC	75.8 cC
5	68.2 aA	56.0 cBC	77.0 cC
10	68.2 aA	65.0 bAB	87.0 bB
15	52.0 bB	74.7 aA	95.0 aA
20	45.0 cC	50.0 cdC	95.0 aA
25	44.4 cC	46.7 dC	64.2 dD

注: 同列不同大小写字母表示差异在 0.01、0.05 水平显著。

2.2 辐射对粳稻芽期耐冷性影响的评价 按目前采用的芽期耐冷性标准, 评价 3 个品种水稻不同辐射处理不同低温胁迫后情况。由表 3 可知, 2 °C/6 d 胁迫对水稻幼芽的伤害比

5 °C/10 d 胁迫的伤害大, 而适宜剂量的辐射能够提高水稻的耐冷性级别。绥粳 4 号水稻品种 5 °C/10d 胁迫时, 5~15 Gy 辐射处理的耐冷性由对照的 5 级提高到 3 级; 中龙粳 1 号水稻品种 2 °C/6 d 胁迫时, 15 Gy 辐射处理的耐冷性由对照的 5 级提高到 3 级; 龙粳 31 号品种的耐冷性差异不大。由此可见, 低剂量辐射提高水稻芽期耐冷性的作用对耐冷性弱品种的效果更加明显, 对耐冷性强品种的效果不明显。

表 3 不同辐射处理的耐冷性级别

辐照剂 量//Gy	绥粳 4 号		中龙粳 1 号		龙粳 31 号	
	2 °C/6 d	5 °C/10 d	2 °C/6 d	5 °C/10 d	2 °C/6 d	5 °C/10 d
0	5	5	5	3	3	3
5	5	3	5	3	3	3
10	5	3	5	3	3	3
15	5	3	3	3	3	3
20	7	5	5	3	3	3
25	7	5	7	3	5	3

注: 芽期耐冷性按 9 级标准评级。1 级: 全部存活; 3 级: 80%~99% 存活; 5 级: 50%~79% 存活; 7 级: 1%~49% 存活; 9 级: 全部死亡。

3 结论与讨论

芽期 5 °C 低温胁迫 10 d 的方法是我国自“七五”以来在水稻种质资源鉴定中一直采用的方法^[7]。但是, 乔永利等^[8]提出, 对于粳稻品种, 在芽期 2 °C 低温胁迫 6 d 的方法能够更严格地区分粳稻品种的耐冷性。因此, 该研究同时采用 2 种方法进行芽期耐冷性的比较鉴定。研究表明, 在 2 种低温胁迫下, 适宜剂量的电子辐射均可提高粳稻的芽期耐冷性, 但 2 °C/6 d 胁迫对幼芽的伤害普遍比 5 °C/10 d 胁迫的伤害大。在 2 种低温处理下, 3 个品种存活率峰值的位置基本没变, 但 2 °C/6 d 时提高耐低温的适宜辐射剂量范围与 5 °C/10 d 相比有所变化, 绥粳 4 号和中龙粳 1 号水稻品种的适宜辐射剂量范围变窄, 龙粳 31 号品种的适宜辐射剂量范围变宽, 具体原因还有待于查证。

参考文献

- [1] 卞景阳. 低温胁迫对黑龙江水稻芽期抗冷性的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2010(9): 109-110.
- [2] 李霞, 程睿. 水稻不同生育期耐冷性鉴定[J]. 江苏农业科学, 2005(2): 23-26.
- [3] 丛万彪. 寒地水稻新品种抗冷性鉴定[J]. 中国农学通报, 2007, 233(7): 232-235.
- [4] 刘大森, 张鹏. 低剂量 γ 射线辐照小麦种子逆境下超弱发光初报[J]. 东北农业大学学报, 2001, 32(2): 105-110.
- [5] 宋宇晨, 强继业, 闫芳芳. ⁶⁰Co- γ 射线辐照对红大烟苗某些生理指标的影响[J]. 种子, 2009, 28(2): 28-31.
- [6] 李共福. 低剂量电离辐射提高杂交水稻(南优六号)秧苗抗寒力的效应[J]. 核技术, 1979(4): 86-88.
- [7] 韩龙植, 曹桂兰, 安永平, 等. 水稻种质资源芽期耐冷性的鉴定与评价[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(4): 346-350.
- [8] 乔永利, 张媛媛, 安永平, 等. 粳稻芽期耐冷性鉴定方法研究[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(3): 290-294.
- [9] ZHU Z H, JIN J Y, YUAN P Y, et al. Starch RVA Profile Properties for Cold Tolerant and Sensitive Cultivars of Japonica Rice at Different Altitudes[J]. Agricultural Science & Technology, 2011, 12(12): 1831-1836.
- [10] 杨树明, 王荔, 曾亚文, 等. 粳稻丽江新团黑谷近等基因系孕穗期耐冷性指标性状的遗传分析[J]. 华北农学报, 2013(1): 7-11.