

文章编号: 1003-8701(2015)02-0042-04

硒和冷锻炼对直播水稻出苗率的影响

孙志玲, 王欢, 周婷, 王丽娟, 赵广鑫, 尹宇龙, 罗盛国*

(东北农业大学资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

摘要: 采用室内培养法, 设置4个品种、3个温度、4个硒浓度, 旱直播和水直播2种播种方式, 共78个处理, 研究亚硒酸钠浸种后再经冷锻炼对提高水稻种子出苗率的影响。研究表明: 0.06 mg·L⁻¹ Se能明显提高水旱直播稻花香2号、鸡西稻1号和龙粳31的出苗率, 0.08 mg·L⁻¹ Se能明显提高水旱直播空育131的出苗率。0.06 mg·L⁻¹ Se处理下, 经2℃冷锻炼的旱直播稻花香2号出苗率均比-2℃冷锻炼的和25℃的增加了25个百分点($P < 0.01$)和12.5个百分点($P < 0.05$), 经-2℃和2℃冷锻炼的旱直播鸡西稻1号出苗率分别比25℃的增加33.3个百分点($P < 0.01$)和25.0个百分点($P < 0.05$)。冷锻炼对水直播稻出苗率没有显著影响。

关键词: 寒地水稻; 硒; 冷锻炼; 出苗率

中图分类号: S511

文献标识码: A

DOI: 10.16423/j.cnki.1003-8701.2015.02.012

Effects of Se and Cold Hardening on Emergence Rate of Direct-Seeded Rice

SUN Zhi-ling, WANG Huan, ZHOU Ting, WANG Li-juan, ZHAO Guang-xin, YIN Yu-long, LUO Sheng-guo*

(College of Resources and Environmental Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: An incubation experiment including four rice varieties, three temperatures, four concentration of Se, two seeding methods, 78 treatments in total was conducted to study the effects of seed-soaking with sodium selenite followed by cold hardening on enhancing emergence rate of direct-seeded rice. Results showed that the wet and dry seeding emergence rates of Daohuaxiang 2, Jixidao 1 and Longjing 31 seeds increased significantly by treated with 0.06 mg·L⁻¹ Se. So did Kongyu 131 seeds treated with 0.08 mg·L⁻¹ Se. The emergence rate of Daohuaxiang 2 seeds treated with 0.06 mg·L⁻¹ Se followed by 2℃ cold hardening was both increased by 25 percent and 12.5 percent ($P < 0.01$) than -2℃ cold hardening and 25℃ on dry seeding. The emergence rate of Jixidao 1 seeds treated with 0.06 mg·L⁻¹ Se followed by -2℃ and 2℃ cold hardening increased by 33.3 percent ($P < 0.01$) and 25.0 percent ($P < 0.05$) than 25℃ on dry seeding, respectively. The effects of cold hardening on wet seeding emergence rate was not significant.

Key words: Rice in cold region; Se; Cold hardening; Emergence rate

黑龙江省2013年水稻种植面积已近400万hm², 其中直播稻占5%~10%。水稻直播具有省工、省钱、增收等优点, 深受广大农民青睐。直播由于没有育苗过程, 生育期短, 为此要严格控制播期, 力争早播。近年来生产上部分田块由于播种过迟, 导致抽穗结实期推迟、籽粒灌浆不足、结实率和千粒重下降, 最终影响产量的提高。陈可伟^[1]的研究结果表明, 南粳44每推迟1d播种, 日均减产2.93 kg/667 m²。而寒地水稻早播经常会遇到冷害和冻

害, 由此引发种子发芽不良、出苗率低、幼苗生长缓慢、穗尖颖花退化、生育期延迟、成熟不良等冷害, 最终导致产量减少, 严重时, 可造成水稻颗粒无收^[2-3]。潘业兴^[4]的研究发现, 如果苗期温度在3℃条件下持续1d, 就会对水稻生长发育带来较大不利影响, 导致产量损失严重。王江^[5]指出, 8℃低温持续5~10d, 粳稻种子出苗率减少3.4%~17.9%。孟庆英^[6]的研究结果表明, 垦稻6号种子经5℃低温处理后, 发芽率比正常的低5%。目前, 水稻冷害已成为国际上普遍关注的问题。

低温对水稻生长具有重要影响, 苗期遇适当低温对水稻生长具有一定促进作用。Kuk^[7]的研究发现, 水稻植株经冷驯化(0~12℃)后, 植株的抗寒性增强。王以柔^[8]的研究结果表明, 水稻品种

收稿日期: 2014-10-24

基金项目: 科技部“十二五”科技支撑项目(2013BAD20B04)

作者简介: 孙志玲(1989-), 女, 在读硕士, 研究方向: 作物养分管理。

通讯作者: 罗盛国, 男, 教授, E-mail: Luoshengguo56@163.com

Lemont、桂朝2号幼苗在昼夜温度为15℃/10℃条件下冷锻炼3 d,幼苗存活率分别比未经锻炼的提高了70.9%和71.1%。

硒是植物体内十分重要的微量元素,但是否为植物所必需目前尚无定论。Rotruckj T, Schwarz K^[9-10]指出,硒能提高植物的抗寒性。有关硒浸种对水稻种子发芽的影响研究较少,有关冷锻炼条件下,硒对直播稻出苗率的影响未见报导。

本试验研究不同浓度亚硒酸钠浸种然后再经冷锻炼对直播稻出苗率的影响,探索增强水稻种子抗低温环境能力的最适硒浓度和冷锻炼温度,为水稻直播提供技术支撑。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试品种:稻花香2号、鸡西稻1号、龙粳31、空育131。供试试剂:亚硒酸钠(化学试剂)。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

用比重1.1 g/mL的盐水选种,再用蒸馏水冲洗种子,放置室内自然晾干。浸种前选晴天晒种1~2 d,每天翻动3~4次。再用不同硒浓度(0、0.04、0.06、0.08 mg·L⁻¹)的1%石灰水溶液(饱和)在15℃温度下浸种7 d。浸种后将种子分别置于2℃、-2℃冷锻炼处理2 d,25℃作为对照温度,28℃催芽后播种,播种方式为早直播和水直播2种,每处理播种8粒,3次重复。移至人工气候箱内培养,模拟寒地4月末、5月初的气温,最低温度5℃,最高温度14℃,每隔2 d温度升高2℃。培养2周后统计出苗数。

1.2.2 栽培介质及处理方法

试验采用长360 mm、宽260 mm、高130 mm塑料盒,每盒装土6.2 kg,土壤取自香坊农场试验站。播种后覆1 cm表层土,运用湿润喷灌法,每日喷水1~2次,早直播保持既不干水又没有水层,以利透气,水直播保持土壤水分饱和而无积水。

1.2.3 测试项目

$$\text{出苗率}(\%) = \frac{\text{出苗数}}{\text{播种粒数}} \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 硒浓度和冷锻炼对早直播稻出苗率的影响

2.1.1 硒浓度和冷锻炼对早直播稻花香2号出苗率的影响

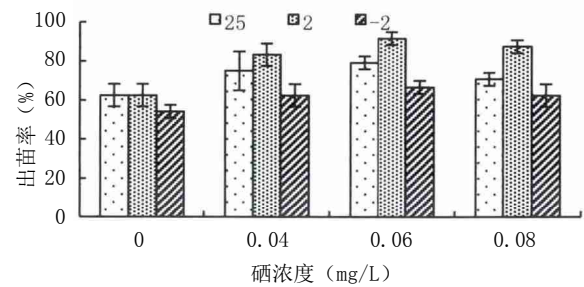


图1 硒浓度和冷锻炼对早直播稻花香2号出苗率的影响

由图1可以看出,随着硒浓度增大,经2℃和-2℃冷锻炼的稻花香2号出苗率都呈先增加后减小趋势,硒浓度在0.06 mg·L⁻¹时,出苗率最高。2℃冷锻炼下,0.06、0.08、0.04 mg·L⁻¹硒处理的出苗率分别比对照增加29.2、25.0和20.8个百分点($P < 0.01$);-2℃冷锻炼下,0.06 mg·L⁻¹硒处理的出苗率比对照增加了12.5个百分点($P < 0.05$)。

加硒处理的稻花香2号在3个温度下,出苗率顺序均为2℃冷锻炼 > 25℃ > -2℃冷锻炼。0.06 mg·L⁻¹硒处理下,2℃冷锻炼种子的出苗率比-2℃冷锻炼的增加了25.0个百分点($P < 0.01$),比25℃的增加了12.5个百分点($P < 0.05$),0.08 mg·L⁻¹硒处理下,2℃冷锻炼种子的出苗率比-2℃冷锻炼的和25℃的分别增加25.0和16.7个百分点($P < 0.05$)。

2.1.2 硒浓度和冷锻炼对早直播鸡西稻1号出苗率的影响

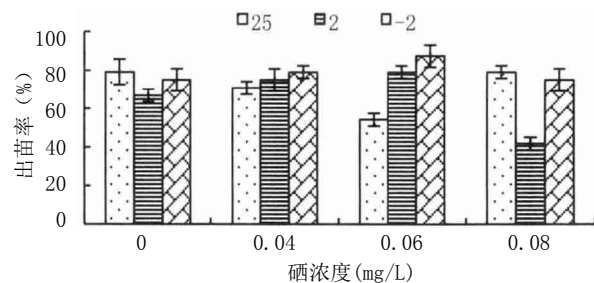


图2 硒浓度和冷锻炼对早直播鸡西稻1号出苗率的影响

由图2可见,随着硒浓度增大,经2℃和-2℃冷锻炼的鸡西稻1号出苗率先增加后减小,0.06 mg·L⁻¹硒处理的出苗率最高。其中2℃冷锻炼下,0.06 mg·L⁻¹硒处理的出苗率比0.08 mg·L⁻¹硒处理的和对照分别增加37.5和12.5个百分点($P < 0.01$),0.04 mg·L⁻¹硒处理的出苗率比0.08 mg·L⁻¹硒处理的增加了33.3个百分点($P < 0.01$),比对照增加了12.5个百分点($P < 0.05$),对照出苗率比

0.08 mg·L⁻¹ 硒处理的增加了 25.0 个百分点 ($P < 0.01$)。-2℃冷锻炼下, 0.06 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率比 0.08 mg·L⁻¹ 硒处理的和对照均增加了 12.5 个百分点 ($P < 0.01$), 比 0.04 mg·L⁻¹ 硒处理的增加了 8.3 个百分点 ($P < 0.05$)。

0.04 mg·L⁻¹ 和 0.06 mg·L⁻¹ 硒处理的鸡西稻 1 号在 3 个温度下, 出苗率顺序均为 -2℃冷锻炼 > 2℃冷锻炼 > 25℃。其中, 0.06 mg·L⁻¹ 硒处理下, 经 -2℃和 2℃冷锻炼种子的出苗率分别比 25℃的增加 33.3 个百分点 ($P < 0.01$) 和 25.0 个百分点 ($P < 0.05$)。

2.1.3 硒浓度和冷锻炼对早直播龙粳 31 出苗率的影响

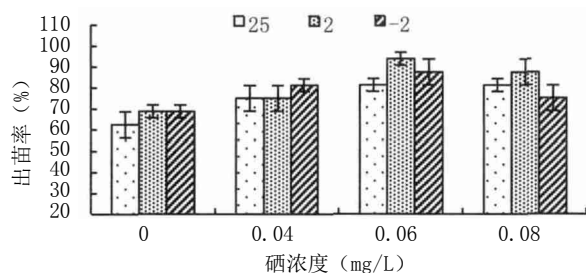


图3 硒浓度和冷锻炼对早直播龙粳 31 出苗率的影响

由图 3 可见, 随着硒浓度增大, 在 25℃下龙粳 31 出苗率先增加后趋于平稳, 0.06、0.08 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率均比对照增加了 18.8 个百分点 ($P < 0.05$)。随着硒浓度增大, 经 2℃和 -2℃冷锻炼的种子出苗率呈先增加后减小趋势, 在硒浓度为 0.06 mg·L⁻¹ 时, 出苗率最高。其中 2℃冷锻炼下, 0.06 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率比 0.04 mg·L⁻¹ 硒处理的和对照分别增加 18.8 和 25.0 个百分点 ($P < 0.05$), 0.08 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率比对照增加了 18.8 个百分点 ($P < 0.05$); -2℃冷锻炼下, 0.06 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率比对照增加了 18.8 个百分点 ($P < 0.05$)。

各个硒浓度处理下, 冷锻炼对早直播龙粳 31 出苗率的影响均未达差异显著水平。

2.1.4 硒浓度和冷锻炼对早直播空育 131 出苗率的影响

由图 4 可见, 随着硒浓度增大, 在 3 个温度下空育 131 出苗率逐渐增加。25℃下, 0.08 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率比对照增加了 10.0 个百分点 ($P < 0.05$); 2℃冷锻炼下, 0.08 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率比对照增加了 21.1 个百分点 ($P < 0.01$), 比 0.04 mg·L⁻¹ 硒处理的增加了 10.7 个百分点 ($P < 0.05$), 0.04 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率比对照增加了

10.4 个百分点 ($P < 0.05$)。-2℃冷锻炼下, 0.08 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率比对照增加了 22.7 个百分点 ($P < 0.05$)。

0.04 mg·L⁻¹ 硒处理下, 2℃冷锻炼的和 25℃的种子出苗率分别比 -2℃冷锻炼的增加 10.4 和 7.8 个百分点 ($P < 0.05$)。

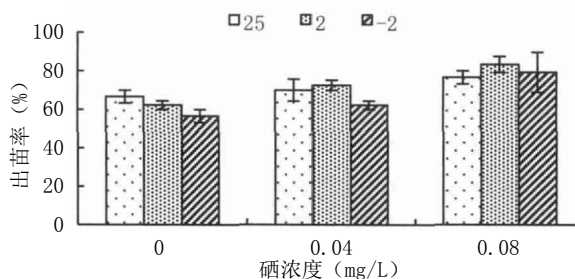


图4 硒浓度和冷锻炼对早直播空育 131 出苗率的影响

2.2 硒浓度和冷锻炼对水直播稻出苗率的影响

2.2.1 硒浓度和冷锻炼对水直播稻花香 2 号出苗率的影响

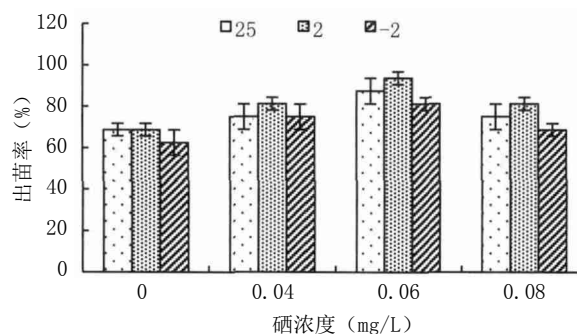


图5 硒浓度和冷锻炼对水直播稻花香 2 号出苗率的影响

由图 5 可见, 随着硒浓度增大, 在 3 个温度下水直播稻花香 2 号出苗率先增加后减小, 硒浓度为 0.06 mg·L⁻¹ 时, 出苗率最高。25℃下, 0.06 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率比对照增加了 18.8 个百分点 ($P < 0.05$); 2℃冷锻炼下, 0.06 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率比 0.04 mg·L⁻¹、0.08 mg·L⁻¹ 硒处理的均增加了 12.5 个百分点, 比对照增加了 25.0 个百分点 ($P < 0.05$), -2℃冷锻炼下, 0.06 mg·L⁻¹ 硒处理的出苗率比对照增加了 18.8 个百分点 ($P < 0.05$)。

各个硒浓度处理下, 冷锻炼对水直播稻花香 2 号出苗率均未达差异显著水平。

2.2.2 硒浓度和冷锻炼对水直播龙粳 31 出苗率的影响

由图 6 可见, 随着硒浓度增大, 在 25℃下龙粳 31 出苗率顺序为 0.04 mg·L⁻¹ = 0.08 mg·L⁻¹ > 0.06

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1} >$ 对照, 0.04 、 $0.08 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硒处理的出苗率均比对照增加了 18.8 个百分点 ($P < 0.05$)。随着硒浓度增大, 经 2°C 和 -2°C 冷锻炼的种子出苗率先增加后减小, $0.06 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硒处理的出苗率最高。其中 2°C 冷锻炼下, $0.06 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硒处理的出苗率比对照增加了 18.8 个百分点 ($P < 0.05$)。 -2°C 冷锻炼下, $0.06 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硒处理的出苗率比 $0.04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硒处理的和对照分别增加 18.8 和 25.0 个百分点 ($P < 0.05$), $0.08 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硒处理的出苗率比对照增加了 18.8 个百分点 ($P < 0.05$)。

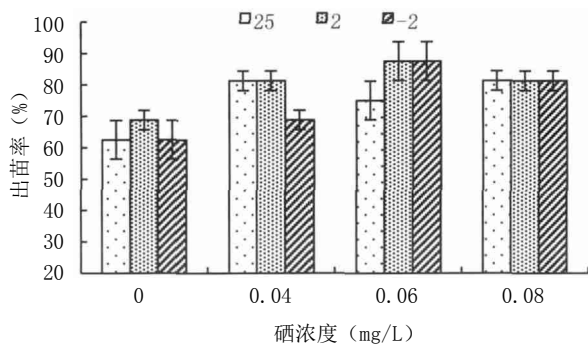


图6 硒浓度和冷锻炼对水直播龙梗 31 出苗率的影响

各个硒浓度处理下, 冷锻炼对水直播龙梗 31 出苗率的影响均未达差异显著水平。

2.2.3 硒浓度和冷锻炼对水直播空育 131 出苗率的影响

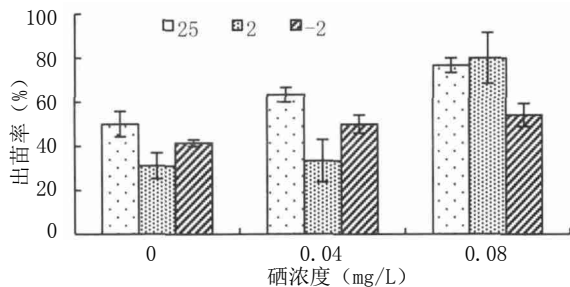


图7 硒浓度和冷锻炼对水直播空育 131 出苗率的影响

由图 7 可以看出, 随着硒浓度增大, 在 3 个温度下空育 131 出苗率呈增加趋势。 25°C 下, $0.08 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硒处理的出苗率比 $0.04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硒处理的和对照分别增加 26.7 和 13.3 个百分点 ($P < 0.01$), $0.04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硒处理的出苗率比对照增加了 13.3 个百分点 ($P < 0.01$); 2°C 冷锻炼下, $0.08 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硒处理的出苗率比 $0.04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和对照分别增加 46.7 和 48.9 个百分点 ($P < 0.01$); -2°C 冷锻炼下, $0.08 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 硒处理的出苗率比对照增加了 12.7 个百分点 ($P < 0.05$)。

各个硒浓度处理下, 冷锻炼对水直播空育 131 出苗率的影响均未达差异显著水平。

3 结论与讨论

有关冷锻炼和硒对水稻生长发育的影响已有很多报导。邵继荣^[11]的研究结果表明, 水稻幼苗在 $15^\circ\text{C}/10^\circ\text{C}$ (昼/夜), 光照 $4000 \text{ lx}/12 \text{ h}$ 人工气候箱中冷锻炼 2 d, 可以提高水稻幼苗抗寒性。李美如^[12]的研究结果表明, 水稻幼苗在 14°C , 光照 $6000 \text{ lx}/24 \text{ h}$ 人工气候箱中冷锻炼 3 d, 可以提高水稻幼苗抗冷性。吴露露^[13]的研究结果表明, $0.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 硒对水稻种子萌发具有促进作用, 赵巍^[14]的研究结果表明, $1.00 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{SeO}_3$ ($0.08 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Se}$) 处理抑制了大岛和予梗 7 号两个水稻品种芽的生长。因此, 本试验设置更低的硒浓度 (0 、 0.04 、 0.06 、 $0.08 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), 研究硒对直播稻出苗率的影响。

直播稻生育期短, 生产上要力争早播。由于早播可能使水稻芽期遇到冷害和冻害, 所以, 本试验在浸种后催芽前对水稻种子进行冷锻炼。北方 4 月末的气温不稳定, 例如, 2011 年庆安 4 月末的最低气温可达 3°C 左右, 有时最低可达 -1°C 左右, 为此, 本试验设置 2°C 和 -2°C 2 个冷锻炼温度。本试验用的是智能人工气候植物箱培养, 此气候箱可设置 24 个时段, 每个时段可设置温度、相对湿度和光照, 这样就更接近农业生产状况, 为试验提供准确数据。

本试验结果表明, 硒浸种对提高水旱直播稻的出苗率有明显促进作用, 随着硒浓度增大, 促进作用减弱。 $0.06 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Se}$ 浸种效果最好, 而 $0.08 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Se}$ 浸种只对提高水旱直播空育 131 的出苗率有明显促进作用, 却明显抑制了旱直播鸡西稻 1 号的出苗率, 可能是不同品种水稻种子对亚硒酸钠的敏感程度不同。总之, 低浓度硒浸种对提高水稻抗寒能力有一定促进作用, 高浓度硒有抑制作用, 这与邵志慧和罗海波的研究结果一致^[15-16], 在实际应用中, 应根据品种特性确定适宜的硒浓度。

2°C 冷锻炼能明显提高旱直播稻花香 2 号、鸡西稻 1 号和空育 131 的出苗率, -2°C 冷锻炼能明显提高旱直播鸡西稻 1 号的出苗率, 这可能是鸡西稻 1 号种子受遗传因素影响, 抗寒性较强。冷锻炼对水直播稻出苗率的影响均未达差异显著水平, 原因有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 陈可伟, 陈俊义, 解平. 播期对直播稻的影响[J]. 上海农业科技, 2010(4): 30-31.
- [2] 吴妙焱, 林登豪. 关于野生稻耐冷性鉴定问题的探讨[A]. 野生稻资源研究论文选编[C]. 北京: 中国(下转第 56 页)

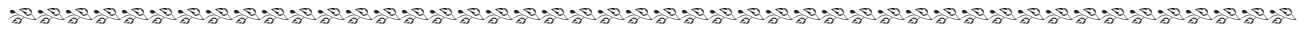
量与玉米最佳经济产量磷肥用量和最高产量磷肥用量均存在极显著的负相关。因此利用该回归方程可以计算出适宜的磷肥用量,可在简化工作量的同时提高精确度,对试验区域内磷肥推荐具有重要作用。

参考文献:

- [1] 张立花,张 辉,黄玉芳,等.施磷对玉米吸磷量、产量和土壤磷含量的影响及其相关性[J].中国生态农业学报,2013,21(7):801-809.
- [2] 边秀芝,盖嘉慧,郭金瑞,等.玉米施磷肥的生物效应[J].玉米科学,2008,16(5):120-122.
- [3] 邢月华,汪 仁,包红静,等.不同磷肥用量对玉米产量效益及养分吸收的影响[J].安徽农业科学,2011,39(32):19834-19835,19923.
- [4] 王荣辉,王朝辉,李生秀,等.施磷量对旱地小麦氮磷钾和干物质积累及产量的影响[J].干旱地区农业研究,2011,29

(1):115-121.

- [5] 温林钦,赵牧秋,牛明芬,等.施磷对不同质地土壤 Olsen-P 和 CaCl₂-P 动态变化的影响[J].生态学杂志,2009,28(5):872-878.
- [6] 丁 艳,韩 卓,王泽港,等.缺磷对玉米根系形态的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2011,32(3):52-54.
- [7] 李绍长,胡昌浩,龚 江,等.供磷水平对不同磷效率玉米氮、钾素吸收和分配的影响[J].植物营养与肥料学报,2004,103(3):237-240.
- [8] 张可炜,李坤朋,刘治刚,等.磷水平对不同基因型玉米苗期磷吸收利用的影响[J].植物营养与肥料学报,2007,13(5):795-801.
- [9] 袁 硕,李春俭,彭正萍,等.磷对不同玉米品种生长、体内磷循环和分配的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(2):310-316.



(上接第 45 页)科学技术出版社,1990:57-62.

- [3] Andaya V C, Tai T H. Finemapping of the acts 12 locus, amajor QTL for seedling cold tolerance in rice[J]. Theor Appl Genet, 2006(113): 467-475.
- [4] 潘业兴,刘玉兰,范文忠.水稻苗期低温处理对水稻生长性状及产量的影响研究[J].稻作技术,2008(5):44-45.
- [5] 王 江.低温冷害对黑龙江省水稻栽培的影响及预防措施[J].现代农业科技,2012(9):92.
- [6] 孟庆英.人工气候箱模拟低温对水稻抗冷性的研究[J].黑龙江农业科学,2012(2):30-31.
- [7] Kuk Y I, Shin J S, Burgos N R. Antioxidative enzymes offer protection from chilling damage in rice plants[J]. Crop Science, 2003, 43(6): 2109-2117.
- [8] 王以柔,曾韶西,刘鸿先.冷锻炼对水稻和黄瓜幼苗 SOD、GR 活性及 GSH、AsA 含量的影响[J].植物学报,1995,37(10):779-780.
- [9] Rotruckj T, Popeal, Ganther H E, et al. Selenium: Biochemical role as a component of glutathione peroxidase[J]. Science, 1973(179): 588-590.

- [10] Schwarz K, Foltz C M. Selenium as an integral part of factor against dietary necrotic liver degeneration [J]. J Am Chem Soc, 1957, 70(32): 92-93.
- [11] 邵继荣,刘永胜,周仕春,等.冷锻炼对提高水稻幼苗抗寒性及其细胞器膜结构稳定性的影响[J].作物学报,1999,25(5):570-572.
- [12] 李美如,刘鸿先,王以柔,等.冷锻炼和 ABA 诱导水稻幼苗提高抗冷性期间膜保护系统的变化[J].热带亚热带植物学报,1994,2(1):44-50.
- [13] 吴露露,杨安富,耿建梅.硒对不同类型杂交水稻品种发芽特性的影响[J].热带作物学报,2010(5):711-718.
- [14] 赵 巍.硒促进水稻种子萌发的生理机制初探[D].郑州:河南科技大学,2011.
- [15] 邵志慧,林匡飞,徐小清,等.硒对小麦和水稻种子萌发的生态毒理效应的比较研究[J].生态学杂志,2005,24(12):1440-1443.
- [16] 罗海波.有益元素对水稻种子萌发的生理效应[J].2000(3):24-25.