

不同抗寒剂浸种与叶面喷施对早稻秧苗素质及产量的影响

唐志伟¹, 严玲玲², 刘钰琪¹, 杨阳¹, 龙攀^{1*}, 傅志强^{1*}

(1.湖南农业大学农学院, 湖南 长沙 410128; 2.益阳市农业科学研究所, 湖南 益阳 413046)

摘 要:以中早 39 为试验材料, 采用大田小区试验, 研究 5 种抗寒剂(脱落酸、碧护、复硝酚钠、烯效唑、多效唑)浸种与叶面喷施对早稻秧苗素质及产量的影响。结果表明: 相比对照(清水浸种), 脱落酸浸种与叶面喷施、多效唑浸种与叶面喷施、烯效唑浸种与叶面喷施、碧护浸种、复硝酚钠叶面喷施处理的苗高、叶鞘长分别降低了 7.05%~23.94%、1.92%~32.48%, 绿叶数、总根数、白根数分别增加了 1.02%~56.35%、4.59%~18.77%、12.41%~43.65%; 脱落酸浸种、烯效唑叶面喷施处理提高了水稻的实粒数与千粒质量; 脱落酸叶面喷施、碧护叶面喷施处理增加了有效穗数与千粒质量; 各处理的产量较对照的差异均不显著, 其中以脱落酸浸种处理的产量最高, 较对照的提高 27.88%; 烯效唑浸种处理的次之; 脱落酸叶面喷施处理、碧护浸种与叶面喷施处理的产量较对照的提高了 4.82%~11.11%, 可在保障水稻丰产中应用。

关 键 词: 水稻; 抗寒剂; 浸种; 叶面喷施; 秧苗素质; 产量

中图分类号: S511.3⁺1; S482.99 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2019)06-0565-06

Effects of the methods using five cold-resistant agents used in soaking seeds and foliar spraying on the quality of early rice seedlings and yield

TANG Zhiwei¹, YAN Lingling², LIU Yuqi¹, YANG Yang¹, LONG Pan^{1*}, FU Zhiqiang^{1*}

(1.College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 2.Yiyang Institute of Agricultural Science, Yiyang, Hunan 413046, China)

Abstract: Taking Zhongzao 39 as the test material, we investigated the effects of five cold-resistant agents (abscisic acid, Bihu, sodium nitrophenolate, uniconazole, paclobutrazol) used in soaking seeds and foliar application on the seedling quality and yield of early rice seedlings. The results showed that using the soaking and foliar spraying with abscisic acid, paclobutrazol, uniconazole, soaking with Bihu, and foliar spraying with sodium nitrophenolate, the seedling height and the length of leaf sheath decreased by 7.05%-23.94% and 1.92%-32.48%, respectively. The number of green leaves, total roots and white roots increased by 1.02%-56.35%, 4.59%-18.77% and 12.41%-43.65%, respectively. Abscisic acid soaking seeds and uniconazole foliar spray treatment increased the grains number and the 1 000-grain weight. The abscisic acid foliar spray and Bihu spray treatment increased the effective panicle number and the 1 000-grain weight. In comparison with the control, the yield of the treatment with abscisic acid soaking was 27.88% higher than that of the control, followed by the soaking seeds treatment of uniconazole. And, the yield of abscisic acid foliar spray treatment, the Bihu soaking and foliar spraying increased by 4.82%-11.11%. The five cold-resistant agents can be applied in enhancing high yield of rice.

Keywords: rice; cold-resistant agent; seed soaking; foliar spraying; seedling quality; yield

水稻是中国主要的粮食作物之一, 为全国 2/3 以上人口的主粮^[1-3]。倒春寒为南方地区双季早稻 种植期间常遇到的主要自然灾害, 对双季稻生产构成了严重的威胁, 并造成烂种死秧和巨大的经

收稿日期: 2019-02-28

修回日期: 2019-04-08

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFD0300410); 国家自然科学基金项目(31501277); 湖南农业大学自然科学基金项目(15QN13)

作者简介: 唐志伟(1996—), 男, 湖南永州人, 硕士研究生, 主要从事水稻高效高产栽培研究, 1623161491@qq.com; *通信作者, 龙攀, 博士, 讲师, 主要从事作物生理与耕作制度研究, longpan_lp@126.com; *通信作者, 傅志强, 博士, 教授, 主要从事多熟制种植模式优化与碳氮循环研究, zqf_cis@126.com

济损失^[4-8]。为增强作物的抗寒性,生产上常应用植物生长调节剂以提高作物的抗逆能力。前人研究表明,在低温下使用烯效唑、脱落酸和复硝酚钠对早稻进行浸种和叶面喷施处理,能促进秧苗的生长和干物质积累,提高水稻的秧苗素质^[9-11];复硝酚钠浸种能提高发芽率,增加秧苗单株分蘖数、茎基宽和白根数^[12];碧护拌种与叶面喷施能增加单株分蘖数、有效穗数,增强水稻植株的生长势,提高产量^[13];多效唑叶面喷施能提高水稻产量^[14-15]。尽管关于抗寒剂的研究较多,但抗寒剂类型繁杂,使用方法多样,效果不一,真正应用在生产上的抗寒剂较少。南方稻区早稻秧苗越壮实,根系越发达,越有利于减少倒春寒的影响;因此,秧苗素质成为早稻应对倒春寒的重要因素。为筛选出有利于提高早稻抗寒性的物化产品及其施用方式,本试验中,探索不同抗寒剂及施用方式对早稻秧苗素质和产量的影响,以期早稻抗寒生产、保障丰产稳产提供技术支持。

1 试验区基本概况

2018 年,在湖南省浏阳市沿溪镇湖南农业大学试验基地开展试验。基地位于湘中区域,属于亚热带季风性气候;年均降水量 1 457~2 247 mm;年平均气温 16.7~18.2 °C,全年活动积温(≥ 10 °C)为 5 030~5 353 °C;无霜期 235~293 d,年日照时数 1 490~1 850 h;土壤为红黄壤,肥力中等。

2 材料与方法

2.1 材料

早稻供试品种为中早 39。育苗基质购自湖南省湘辉农业技术开发有限公司。供试塑料硬盘规格为 58 cm×22 cm×2.5 cm。

5 种抗寒剂:脱落酸,四川国光农化股份有限公司生产,水剂,有效成分 0.1%;碧护,德国阿格福莱农林环境生物技术股份有限公司生产,可湿性粉剂,有效成分 0.136%;复硝酚钠,四川国光农化股份有限公司生产,水剂,有效成分 1.4%;多效唑,江苏景宏生物科技有限公司生产,可湿性粉剂,有效成分 15%;烯效唑,江苏七洲绿色化工股份有限公司生产,可湿性粉剂,有效成分 5%。

2.2 试验设计

采用双因素随机区组设计。施用方式设浸种和叶面喷施 2 种;多效唑、烯效唑、碧护、复硝酚钠和脱落酸的处理浓度分别为 1 250.00、1 000.00、50.00、166.67、1 000.00 mg/kg。以清水为对照,共 11 个处理,分别为脱落酸浸种(JT)、碧护浸种(JB)、复硝酚钠浸种(JF)、多效唑浸种(JD)、烯效唑浸种(JX)、清水浸种(CK)、脱落酸叶面喷施(PT)、碧护叶面喷施(PB)、复硝酚钠叶面喷施(PF)、多效唑叶面喷施(PD)、烯效唑叶面喷施(PX)。每个处理播种 3 盘秧苗,每盘用种量 100 g。设 3 次重复,共 33 个小区,小区面积 20 m²。

种子经清水选种后,选用饱满度基本一致且无病虫害的种子进行进一步处理。

浸种与育秧处理:3 月 20 日,将种子分别放入 5 种抗寒剂溶液和清水中,室温下浸种 24 h,清水冲洗干净,再用清水浸种 24 h。催芽至种子破胸露白后播种育苗。3 月 22 日,在塑料硬盘内填入 2 cm 的育苗基质,播种后覆盖 0.5 cm 育苗基质。采用半旱式育秧。

叶面喷施处理:4 月 8 日(一叶一心期),将各处理浓度的抗寒剂溶液分别均匀地喷施至叶片。喷施时,采用塑料薄膜隔开,防止药液喷溅,相互影响。

施肥处理:4 月 20 日,人工插秧,株行距 13 cm×23 cm;7 月 17 日收获。大田氮、磷、钾肥施用量分别为 120、60、120 kg/hm²。氮肥分基肥、分蘖肥、穗肥 3 次施用,比例为 5:3:2;磷、钾肥全作基肥。

2.3 测定指标与方法

秧苗素质的考察:于二叶一心期取苗,每处理取 3 盘,每盘秧按“五点取样法”取具代表性的秧苗 50 株,考察秧苗的苗高、茎基宽、叶鞘长、叶龄、绿叶数、总根数和白根数。将秧苗洗净,用吸水纸吸干水分,取 100 株秧苗于 105 °C 杀青 30 min,80 °C 烘至恒重,测定百株干质量。

产量与产量构成的测定:于成熟期收获时连续计数 20 株,计算田间平均有效穗;按平均有效穗数取 5 株进行考种,计算理论产量。小区稻谷全收测产,将稻谷晒至含水量约 14%时测实际产量。

2.4 数据处理

采用 SPSS 20 进行方差分析；采用 Duncan 法进行显著性检验；运用 Excel 2016 绘制图表。

3 结果与分析

3.1 抗寒剂对早稻秧苗地上部分的影响

由表 1 可知，相比对照，碧护叶面喷施处理苗高提高了 2.04%，但差异不显著；其他处理的苗高均显著降低(较对照降低 7.05%~23.94%)，其中复硝酚钠浸种处理的苗高最低，但与多效唑叶面喷施、烯效唑叶面喷施、复硝酚钠叶面喷施处理差异不显著。

相比对照，各处理秧苗叶鞘长均有不同程度的降低，降幅 1.92%~32.48%，烯效唑浸种、碧护叶面喷施处理与对照差异不显著；多效唑叶面喷施处理叶鞘长最短，与其他处理差异显著。

相比对照，脱落酸浸种、碧护浸种、多效唑浸种、烯效唑浸种、多效唑叶面喷施、烯效唑叶面喷施处理的秧苗叶龄均有不同程度的增加，比对照高 2.35%~17.89%，其中多效唑浸种、烯效唑浸种处理与对照差异显著。复硝酚钠浸种、脱落酸叶面喷施、碧护叶面喷施、复硝酚钠叶面喷施处理的秧苗叶龄有不同程度的减少，较对照减少 1.17%~8.50%，其中复硝酚钠浸种、脱落酸叶面喷施、复硝酚钠叶面喷施处理与对照差异不显著。各处理中，烯效唑浸种处理的叶龄显著高于其他处理，碧护叶面喷施处理的叶龄显著低于其他处理。

不同处理的秧苗绿叶数存在差异。相比对照，除复硝酚钠浸种处理的秧苗绿叶数显著减少外，其他处理的秧苗绿叶数均有不同程度的增加，增幅为 1.02%~56.35%。各处理中，碧护浸种处理的绿叶数最多，烯效唑浸种处理的次之；复硝酚钠浸种处理的绿叶数最少，与其他处理差异显著。

表 1 不同抗寒剂处理早稻秧苗地上部分的性状

Table 1 The aboveground traits of different treatment of early rice seedlings of different cold-resistant agent treatments				
处理	苗高/cm	叶鞘长/cm	叶龄	绿叶数
JT	(10.44±2.20)bc	(3.97±0.86)cde	(3.49±0.68)cd	(2.59±0.66)b
JB	(9.93±2.90)cd	(4.25±1.27)bc	(3.55±0.72)bc	(3.08±0.74)a
JF	(8.96±2.45)e	(3.67±1.09)e	(3.26±0.68)ef	(1.71±0.59)e
JD	(10.23±2.37)bcd	(4.09±1.11)cd	(3.71±0.53)b	(2.30±0.68)c
JX	(10.95±2.31)b	(4.59±1.20)a	(4.02±0.54)a	(2.95±0.71)a
CK	(11.78±2.37)a	(4.68±1.28)a	(3.41±0.49)cde	(1.97±0.50)d
PT	(10.59±2.29)bc	(4.07±0.92)cd	(3.33±0.51)de	(2.07±0.45)d
PB	(12.02±2.51)a	(4.58±1.31)ab	(3.12±0.45)f	(2.05±0.59)d
PF	(9.59±2.85)de	(3.88±1.32)de	(3.37±0.68)de	(1.99±0.64)d
PD	(9.05±2.05)e	(3.16±0.80)f	(3.56±0.56)bc	(2.43±0.69)bc
PX	(9.09±2.46)e	(3.94±0.95)cde	(3.56±0.49)bc	(2.45±0.64)bc

同列不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。

3.2 抗寒剂对早稻秧苗根系的影响

从图 1 可以看出，各处理的秧苗总根数有差异。相比对照，除复硝酚钠浸种处理的总根数较对照减少 9.87%外，其他处理的总根数均有所增加，增加幅度为 4.59%~18.77%，其中多效唑浸种、碧护叶面喷施、多效唑叶面喷施分别较对照显著增加 10.75%、10.75%、18.77%。

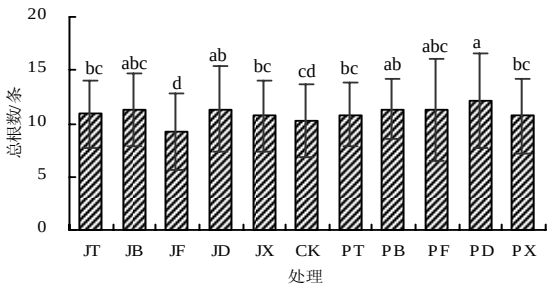


图 1 不同抗寒剂处理早稻秧苗的总根数

Fig.1 Total number of roots of rice seedlings of different cold-resistant agent treatments

由图 2 可知, 相比对照, 各处理的白根数明显增加, 较对照增加 12.41%~43.65%, 其中脱落酸浸种、碧护浸种、烯效唑浸种、脱落酸叶面喷施、碧护叶面喷施、复硝酚钠叶面喷施、多效唑叶面喷施、烯效唑叶面喷施分别较对照显著增加 37.52%、18.55%、25.52%、36.96%、42.82%、43.65%、41.84%、18.69%; 对照的白根数最少, 复硝酚钠浸种、多效唑浸种处理与对照的差异不显著。

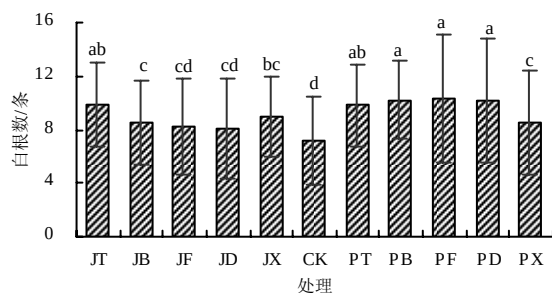


图 2 不同抗寒剂处理早稻秧苗的白根数

Fig.2 The white roots number of rice seedlings of different cold-resistant agent treatments

3.3 5 种抗寒剂对早稻秧苗茎基宽的影响

由图 3 可知, 相比对照, 复硝酚钠浸种、碧护叶面喷施处理的茎基宽显著降低, 分别较对照降低 23.33%、29.53%; 其他各处理均有不同程度的提高, 较对照提高 1.71%~28.97%, 其中, 烯效唑浸种处理的茎基宽最宽, 较其他处理宽 10.21%~45.36%, 但其与脱落酸浸种、烯效唑叶面喷施处理的差异不显著; 各处理中, 碧护叶面喷施处理的茎基宽最窄, 低于其他处理 8.79%~83.01%, 但与复硝酚钠浸种处理的差异不显著。

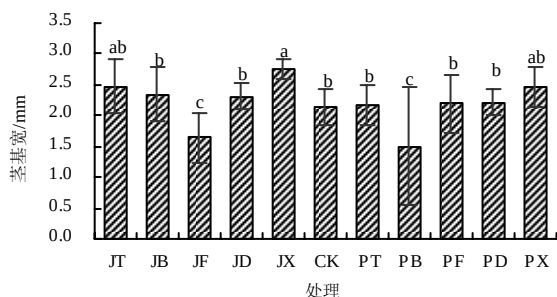


图 3 不同抗寒剂处理早稻秧苗的茎基宽

Fig.3 The stem base width of early rice seedling of different cold-resistant agent treatments

3.4 5 种抗寒剂对早稻秧苗干质量的影响

由图 4 可知, 各处理的百株苗干质量与对照的差异均不显著, 其中, 脱落酸浸种、碧护浸种、烯效唑浸种、烯效唑叶面喷施处理的百株苗干质量均比对照的高, 分别提高 4.36%、16.00%、19.28%、7.28%; 其他处理的百株苗干质量比对照低 5.09%~31.64%。

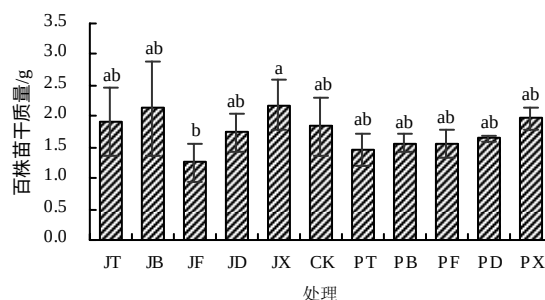


图 4 不同抗寒剂处理早稻秧苗的百株苗干质量

Fig.4 The quality of dried seedlings of early rice seedlings of different cold-resistant agent treatments

3.5 抗寒剂对早稻产量及其构成因素的影响

由表 2 可知, 脱落酸浸种与叶面喷施、烯效唑浸种、碧护浸种与叶面喷施处理的实际产量比对照提高 4.82%~27.88%, 但差异不显著。脱落酸浸种处理主要提高了每穗实粒数(比对照高 30.35%); 相比对照, 脱落酸、碧护叶面喷施处理有效穗数分别增加了 67.80%、49.75%, 但脱落酸叶面喷施处理降低了每穗实粒数。

与对照相比, 多效唑浸种与叶面喷施、烯效唑叶面喷施、复硝酚钠浸种与叶面喷施处理的实际产量降低 0.84%~28.09%, 但与对照差异不显著; 多效唑浸种与叶面喷施处理的每穗实粒数分别降低 28.38%、8.06%, 千粒质量分别降低 0.36%、0.16%, 其中多效唑浸种处理有效穗数较对照增加 25.17%; 烯效唑叶面喷施处理的有效穗数降低 4.83%, 但其每穗实粒数、千粒质量较对照分别提高 4.94%与 2.68%; 复硝酚钠浸种与叶面喷施处理的每穗实粒数分别降低 15.94%、22.86%, 但两者有效穗数、千粒质量较对照分别提高 16.10%、23.47%和 1.92%、4.04%。

表 2 不同抗寒剂处理的早稻产量及构成因素

Table 2 The early rice yield and composition factors of different cold-resistant agent treatments					
处理	单株有效穗数	每穗实粒数	千粒质量/g	实际产量/(t·hm ⁻²)	理论产量/(t·hm ⁻²)
JT	(11.13±0.51)c	(94.95±09.22)a	(25.26±0.44)ab	(6.10±0.40)a	(7.70±0.31)a
JB	(12.10±1.06)c	(70.37±04.03)bcd	(25.71±0.30)ab	(5.30±0.70)abc	(6.33±0.32)bcd
JF	(13.70±0.00)bc	(61.23±08.56)bcd	(25.50±0.40)ab	(3.43±0.45)d	(6.18±0.78)cd
JD	(14.77±2.25)bc	(52.17±09.01)cd	(24.93±0.40)b	(4.50±0.70)bcd	(5.48±0.05)d
JX	(12.33±0.35)c	(74.17±02.82)ab	(25.16±0.39)ab	(5.67±0.32)ab	(6.68±0.52)abc
CK	(11.80±0.17)c	(72.84±02.70)bc	(25.02±0.21)ab	(4.77±0.65)abcd	(6.22±0.09)cd
PT	(19.80±2.85)a	(50.54±11.41)d	(26.36±0.99)a	(5.27±1.05)abc	(7.51±1.00)a
PB	(17.67±4.34)ab	(58.57±14.09)bcd	(25.52±0.90)ab	(5.00±1.10)abc	(7.36±0.42)ab
PF	(14.57±3.83)bc	(56.19±18.15)bcd	(26.03±1.12)ab	(3.83±0.51)cd	(5.84±0.52)cd
PD	(11.33±1.53)c	(66.97±11.46)bcd	(24.98±0.22)b	(4.73±0.15)abcd	(5.41±0.31)d
PX	(11.23±0.68)c	(76.44±11.34)ab	(25.69±0.18)ab	(4.53±1.17)bcd	(6.35±0.61)bcd

同列不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。

4 结论与讨论

抗寒剂通过稳定植物细胞膜结构，保护细胞的系统和通透性不受破坏，从而达到适应恶劣环境的目的。在抵御低温的同时，还能促进根系发达、增强光合作用^[4]。抗寒剂能够矮化秧苗，增加绿叶数、茎基宽和白根数，有利于培育壮秧，提高秧苗的抗逆能力，提高水稻秧苗素质和产量^[9-10,14]。秧苗粗壮、根系发达、干物质增加、根冠比改善、秧苗对寒害逆境的抵抗力增强，是秧苗抗寒性的集中表现^[16]。

本研究中，相比对照，脱落酸浸种与叶面喷施降低了苗高，增加了绿叶数、总根、白根等。碧护浸种和叶面喷施处理均增加了绿叶数、总根数和白根数等；碧护浸种处理降低了苗高，提高了叶龄、茎基宽与苗干质量，但碧护叶面喷施处理增加了苗高，降低了叶龄、茎基宽与苗干质量。多效唑浸种与叶面喷施处理降低了苗高，增加了叶龄、绿叶数、总根数、白根数、茎基宽，但降低了苗干质量。烯效唑浸种和叶面喷施均显著降低了苗高，增加了叶龄、绿叶数、总根数、白根数、茎基宽和苗干质量。复硝酚钠浸种与叶面喷施处理降低了苗高、叶龄和苗干质量。这些结果与前人的研究结果^[17-20]均有相似之处。但前人多以某一种调控剂为研究对象。本研究中，与清水对照相比，除碧护外，其他 4 种抗寒剂均能控制秧苗的徒长，降低苗高；除复硝酚钠外，其他 4 种抗寒剂均能促进根系生长，提高秧苗的总根数和白根数，具有壮苗抗寒效果，有利于提高早稻秧苗的抗寒能力。综合分析，烯效唑的壮秧

效果最好，其后依次是脱落酸、多效唑、碧护、复硝酚钠。

本研究中，各处理的实际产量总体从高到低依次为脱落酸浸种、烯效唑浸种、碧护浸种、脱落酸叶面喷施、碧护叶面喷施、对照、多效唑叶面喷施、烯效唑叶面喷施、多效唑浸种、复硝酚钠叶面喷施、复硝酚钠浸种。相比对照，各处理中，脱落酸浸种处理的产量最高。脱落酸浸种处理虽然减少了有效穗数，但提高了每穗实粒数与千粒质量，有利于促进水稻有机物由“源”向“库”的转运，同时较高的茎基宽也保障了“流”的通畅，为高产打下了基础。烯效唑浸种处理有效穗数、每穗实粒数、千粒质量均有提高；脱落酸喷施处理提高了有效穗数、千粒质量，但减低了每穗实粒数。烯效唑叶面喷施处理减少了有效穗数，从而降低了水稻产量，此结果与周永进等^[21]的研究结果相反，究其原因，可能与本试验烯效唑叶面喷施浓度(1 000 mg/kg)过高有关。多效唑浸种与叶面喷施处理降低了每穗实粒数和千粒质量，导致水稻产量下降，结果与于洪喜等^[22]叶面喷施的研究结论一致。

抗寒剂的施用效果受浓度与施用时期的影响较大^[23-24]，不同处理浓度的抗寒剂在水稻不同生育时期施用对水稻抗寒与增产的效果，还需作进一步的研究。

参考文献：

[1] 吴川, 莫竞瑜, 薛生国, 等. 不同渗氧能力水稻品种对砷的耐性和积累[J]. 生态学报, 2014, 34(4): 807-813.
[2] 张昌泉, 赵冬生, 李钱峰, 等. 稻米品质性状基因的克

- 隆与功能研究进展[J]. 中国农业科学, 2016, 49(22): 4267-4283.
- [3] 姜超强, 沈嘉, 祖朝龙. 水稻对天然富硒土壤硒的吸收及转运[J]. 应用生态学报, 2015, 26(3): 809-816.
- [4] 胡红远, 文卓琼, 熊海蓉, 等. 植物抗寒剂的研究现状及发展趋势[J]. 化学与生物工程, 2015, 32(11): 14-17.
- [5] 吕晓敏, 周广胜. 双季稻主要气象灾害研究进展[J]. 应用气象学报, 2018, 29(4): 385-395.
- [6] 高燕, 瞿廷广, 何伟. 不同植物生长调节剂对水稻生长发育和抗逆性的影响[J]. 农业装备技术, 2017, 43(5): 33-35.
- [7] 聂泽民, 李红, 吴国光, 等. 水稻抗寒种衣剂在直播早稻上的应用效果[J]. 作物研究, 2005, 19(1): 11-12.
- [8] 张海清, 肖国超, 邹应斌, 等. 抗寒种衣剂对水稻秧苗抗寒性的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2005, 31(6): 597-601.
- [9] 张蔚明. 湖南地区水稻抗寒剂的筛选[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2011.
- [10] 萧长亮, 解保胜, 王安东, 等. 氮和烯效唑调控对寒地水稻倒伏和产量的影响[J]. 作物杂志, 2017(6): 96-103.
- [11] 屈成, 杨漫, 吴旺娉, 等. 烯效唑、CPPU、6-BA 和 GA₃ 浸种对机插秧秧苗素质的影响[J]. 湖南农业科学, 2018(6): 14-17, 21.
- [12] 吴建良, 董涛海, 秦建伟. 1.8%复硝酚钠水剂对水稻秧苗素质的影响[J]. 现代农业科技, 2010(21): 55-56.
- [13] 左仁辉, 李培林, 卢克霆, 等. 碧护对水稻植株性状及产量影响研究[J]. 辽宁农业科学, 2018(2): 79-80.
- [14] 赵国安. 多效唑在水稻育秧上的应用效果及喷施技术[J]. 现代农业科技, 2012(7): 189, 191.
- [15] 严文亮, 张志奇, 吴国锋, 等. 不同生长调节剂对水稻上农粳 2 号产量相关性状的影响[J]. 大麦与谷类科学, 2018(4): 16-20.
- [16] 湖南省三抗剂应用研究课题协作组. 三抗剂在水稻上的应用研究 II. 三抗剂对提高水稻秧苗素质与增强抗寒、抗旱的作用[J]. 湖南农业科学, 1995(1): 13-15.
- [17] 张翔, 项超, 刘金师, 等. 脱落酸对水稻种子萌发的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(35): 73-74, 120.
- [18] 万滨, 李伟, 张丽娜. 植物生长调节剂碧护在水稻上的应用效果[J]. 现代化农业, 2018(8): 38-39.
- [19] 苏昭柏, 徐婕, 孙成亮, 等. 多效唑不同浓度浸种对水稻发芽率及秧苗素质的影响[J]. 北方水稻, 2017, 47(1): 29-31, 37.
- [20] 王斌, 吴文革, 周永进, 等. 秧龄和二次化控对机插水稻毯状育苗综合素质及产量的影响[J]. 中国农业科技导报, 2014, 16(4): 133-142.
- [21] 周永进, 吴文革, 许有尊, 等. 烯效唑对不同落谷密度机插水稻秧苗素质及产量的影响[J]. 南京农业大学学报, 2014, 37(5): 19-26.
- [22] 于洪喜, 徐年龙, 陈春英, 等. 不同植物生长调节剂对水稻抗倒性和产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(30): 71-73.
- [23] 闫凯莉, 韩云, 谭廷钢, 等. 15%多效唑可湿性粉剂对水稻生长、产量及品质的影响[J]. 热带农业科学, 2016, 36(2): 73-76.
- [24] 邵庆勤, 周琴, 王笑, 等. 不同小麦品种物质积累转运与抗倒性差异及其对多效唑的响应[J]. 核农学报, 2018, 32(12): 2438-2447.

责任编辑: 毛友纯

英文编辑: 柳 正