

化控剂在杂交大豆制种中的应用

赵丽梅¹, 彭宝¹, 孙寰¹, 修长兴², 张伟¹, 张春宝¹, 张伟龙¹, 张连发¹

(1. 吉林省农业科学院 大豆研究中心, 吉林 长春 130033; 2. 吉林市农业科学院 大豆研究所, 吉林 吉林 132101)

摘要:以大豆核不育系 ms₆和细胞质雄性不育系 JLCMS9 为材料,研究了9种化控试剂单品及其复合使用对杂交大豆制种产量的影响。结果表明:爱多收可显著提高大豆不育系结荚率和结实率,分别比对照提高28.3%和21.4%,且爱多收具有专一提高母本产量的作用。将不同化控剂复配使用,以含有爱多收为主要成分的复配剂(爱多收+硼酸钠+磷酸二氢钾和蜜蜂引诱剂+爱多收+硼酸钠+磷酸二氢钾)处理效果较好,结荚率和结实率均显著高于对照。蜂引诱剂与化控剂复合使用的效果明显好于蜂引诱剂的单独使用。

关键词:大豆;杂交制种;化控剂

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2011)05-0777-04

Application of Chemical Control Agent on Hybrid Soybean

ZHAO Li-mei¹, PENG Bao¹, SUN Huan¹, XIU Chang-xing², ZHANG Wei¹, ZHANG Chun-bao¹, ZHANG Wei-long¹, ZHANG Lian-fa¹

(1. Soybean Research Center, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033; 2. Soybean Institute, Jilin City Academy of Agricultural Sciences, Jilin 132101, Jilin, China)

Abstract: In this research, the soybean genetic male sterile line ms₆ and the cytoplasmic male sterile line JLCMS9 were used to investigate the effects of nine chemical control agents and their combinations on the hybrid soybean seed production. The results showed that Atonik, which had a particular effect on yield improvement of the female parent, could significantly increase the pod-bearing and seed-setting rate of the two soybean male sterile lines by 28.3% and 21.4%, reach to 43.9% and 36.4%, respectively. Investigation on various combinations of the nine chemical control agents showed that mixture mainly containing Atonik (Atonik + Sodium borate + Potassium dihydrogen phosphate and Bees attractant + Atonik + Sodium borate + Potassium dihydrogen phosphate) had better effects on two sterile lines with significantly higher pod-bearing rate and seed-setting rate than the CK. We also found that when the bee attractants was mixed with other chemical control agents, the mixture could increase seed production more effectively than only used bee attractants.

Key words: Soybean; Hybrid seed production; Chemical control agent

杂种优势利用为农作物产量的提高做出了巨大贡献,而制种、繁种是杂种优势引入生产利用中的最关键步骤。随着大豆杂种优势利用研究的不断深入,利用“三系”法生产大豆杂交种的制种技术体系已经建立^[1],但制种产量低、成本高仍是制约杂交大豆产业化的主要因素。大豆的生物学特性决定了杂交大豆的制种要难于玉米、水稻、油菜等作物,一是由于大豆花粉数量少,父母本的种植比例目前最高只能达到1:3,父本所占比例过高,使制种产量的提高受到限制;二是大豆花泌蜜少,缺少芳香气味,对传粉昆虫的吸引力小,也影响制种产量的提高。

农作物化学控制是以应用植物生长调节剂为

手段,通过外源植物生长物质改变植物内源激素系统来影响植物行为(物质的、能量的、形态的)转变的技术^[2]。植物生长调节剂是区别于植物内源激素而又与内源激素作用类似的人工合成的植物生长物质,它对植物的生长、分化、开花、成熟、休眠和衰老等都有调节作用。近十几年来,化控技术已广泛地应用于大田作物、蔬菜、瓜果等的生产中,对提高农产品产量、改善品质、增强作物的抗逆性等有重要的作用^[2-6]。植物生长调节剂在水稻、油菜、玉米、小麦、蔬菜等作物制种中已有广泛的应用,在调节制种父母本花期、增强抗逆性、杀雄、促早熟、促进抽穗(抽薹)等方面都发挥了很好的作用,显著提高了制种产量和杂交种的质量^[7-9]。植物生长调节

收稿日期:2011-04-26

基金项目:国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2009AA101106);吉林省创新基金资助项目(20076018);吉林省博士后科研资助项目。

第一作者简介:赵丽梅(1964-),女,研究员,从事大豆杂种优势研究。E-mail: l_mzhao@126.com。

剂在大豆高产栽培中的利用已有相关的研究报道^[10-11],而在杂交大豆制种中的应用,目前国内外尚未有相关研究报道。

大豆异交率的高低与大豆花对传粉昆虫的吸引力有关,而对昆虫吸引力的大小取决于花的泌蜜量和芳香物质的释放。该研究对市场上销售的化控剂进行筛选,旨在了解化控剂能否通过提高大豆的抗逆性和对传粉昆虫的吸引力而提高杂交大豆的制繁种产量,明确其对杂交大豆制种的增产效果,获得理想的化控剂的种类和使用方法。

1 材料与方法

1.1 供试材料

植物材料选用大豆核不育系 ms₆和细胞质雄性不育系 JLCMS9。

供试的化控剂包括,壮多收(高效液肥,黑龙江省景丰农业高新技术开发有限公司生产);芸苔素内酯(0.1%可溶性粉剂,四川省成都市朝阳生物激素研究所研制);快丰收(2.85%硝苯酸水剂,漳州快丰收植物生长剂有限公司出品);赤霉素(85%结晶粉,郑州龙和化工有限公司);蔗糖(分析纯,北京金汇太亚化学试剂出品);磷酸二氢钾(磷酸二氢钾型叶面肥,山东菏泽京九公司产);增糖剂(西甜瓜增糖灵,吉林省公主岭市绿野新技术开发研究所生产);爱多收(1.8%单硝化创木酚钠液剂,日本旭化学工业株式会社出品);多效唑(15%可湿性粉剂,江苏省建湖农药厂生产);壮丰灵(主要成分为乙烯利,吉林市农业科学院研制);蜂引诱剂(吉林省养蜂研究所研制);微肥(3% Zn + 3% Cu + 12% Fe + 6% Mn + 2.5% MgO,湖南茶陵湘东群利化工有限责任公司生产)。

1.2 试验方法

试验分别于2005和2006年在吉林市区和永吉县进行。于每年4月末5月初播种,垄宽0.65 m,每个处理12行区,行长10 m。父母本按1行父本2行母本相间种植,即在每个处理小区中共有4行父本、8行母本,株距为15 cm双株,各处理顺序排列,3次重复。剂量和具体的处理时间见表1,除蜂引诱剂直接喷施外,表1中用药量均加水5 L。根据化控剂作用机理的不同,分别选择在大豆的始花期、盛花初期、盛花末期进行处理,于下午16:00~17:00用背负式喷雾器喷洒于叶片上,每个处理每次喷洒量5 L。试验除利用野生传粉昆虫传粉外,并于大豆开花期间人工释放蜜蜂辅助授粉,放蜂时间为6月21日~8月2日,放蜂数量约为2万只。

2005年,试验设9个处理(处理1~9)。选用大豆细胞核雄性不育系 ms₆为试材,该不育系为花

色与育性的共分离体,以不育株(ms)为母本(绿下胚轴、白花),可育株(Msms)为父本(紫下胚轴、紫花)。试验利用了其1:1分离群体,即可育株与不育株各占50%,播种时种子量加倍,出苗后根据下胚轴颜色,在母本行拔除下胚轴紫色植株,在父本行拔除下胚轴绿色植株,并定植为15 cm双株,在大豆开花期间通过人工检查花粉的方法,拔除个别由于交换而产生的白花可育株。

表1 化控剂处理方法

Table 1 Treatment methods of chemical control agents

处理 Treatments	化控剂 Chemical control agents	处理时间 Spraying time	用量 Usage amount
1	壮多收	6月17日	3.5 mL
		6月27日	5.0 mL
		7月5日	16.0 mL
2	芸苔素内酯	6月17日	0.5 g
		6月27日	0.5 g
		7月5日	1.0 g
3	快丰收	6月17日	1.2 mL
		6月27日	1.2 mL
		7月5日	2.4 mL
4	赤霉素	6月27日	50 g
		7月5日	100 g
5	蔗糖	6月27日	50 g
		7月5日	50 g
6	磷酸二氢钾 + 增糖剂	6月27日	15 g + 9 mL
		7月7日	30 g + 18 mL
7	爱多收	6月27日	1.5 mL
		7月7日	3.0 mL
8	多效唑	6月27日	5.0 g
9	壮丰灵	6月27日	3.2 g
10	爱多收 + 硼酸钠 + 磷酸二氢钾	6月22日	1.5 mL + 3.0 g + 15 g
		6月30日	1.5 mL + 3.0 g + 15 g
		7月10日	3.0 mL + 3.0 g + 30 g
11	蜜蜂引诱剂 + 爱多收 + 硼酸钠 + 磷酸二氢钾	6月22日	1000 mL + 1.5 mL + 3.0 g + 15 g
		6月30日	1500 mL + 1.5 mL + 3.0 g + 15 g
		7月10日	1500 mL + 3.0 g + 30 g
12	蜜蜂引诱剂	6月22日	1000 mL
		6月30日	1500 mL
		7月10日	1500 mL
13	复合微肥 + 糖	6月22日	10 g + 500 g
		6月30日	10 g + 500 g
		7月10日	10 g + 500 g
对照 CK	水	6月22日	5000 mL
		6月30日	
		7月10日	

2006 年,设 4 个处理(处理 10~13)。以大豆细胞质雄性不育系为试材,不育系 JLCMS9A 为母本,同型保持系 JLCMS9B 为父本。该不育系和保持系为白花、有限结荚习性,生育期 125 d。除育性外,不育系和保持系的性状完全相同,不育系的异交率为中等水平。9 月 28 日~30 日对各小区进行采点取样和考种,母本相邻 2 行中选择密度适宜的一行取 1 点,父本每行取 1 点,每点连续取 5 株,父母本各计 20 株,调查单株荚数、粒数,计算结荚率和结实率。收获时,每个处理小区两端各去掉 1 m 后父母本单独收获、脱粒、测产,考种取样的单株种子重量也要统计在内。计算结实率和结荚率公式如下:

$$\text{结实率} = \frac{\text{母本不育株单株粒数}}{\text{父本可育株单株粒数}} \times 100\%$$
$$\text{结荚率} = \frac{\text{母本不育株单株荚数}}{\text{父本可育株单株荚数}} \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 2005 年不同化控剂对不育系结实的影响

2.1.1 单株荚数和单株粒数 如表 2 所示,从不育系的单株荚数和粒数来看,爱多收、芸苔素内酯、壮多收、磷酸二氢钾+增糖剂、蔗糖、快丰收和赤霉素 7 个处理的单株荚数和粒数均高于对照,其中以处理 7 爱多收的效果最好,单株荚数和粒数分别达到 13.0 和 24.4 个,与对照的差异达到极显著水平;其次为处理 2、处理 1 和处理 6,与对照的差异达显著水平;处理 9 壮丰灵和处理 8 多效唑的单株荚数和粒数均低于对照,但差异不显著。

表 2 2005 年不同处理对大豆不育系结实的影响

Table 2 Effect of different treatments on soybean seed set of male sterile lines in 2005

处理 Treatments	单株荚数 Pods number per plant	结荚率 Pod-bearing rate/%	单株粒数 Seeds number per plant	结实率 Seed-setting rate/%
1	9.2 bAB	28.0 bcAB	17.6 bAB	21.1 bcAB
2	10.3 bAB	23.7 bcB	17.8 bAB	18.2 bcB
3	8.3 bcBC	27.1 bcAB	17.2 bAB	17.3 bcB
4	8.1 bcBC	20.9 bcB	15.3 bcBC	19.3 bcAB
5	8.9 bcBC	25.5 bcAB	16.6 bcBC	20.1 bcAB
6	9.1 bAB	29.7 bAB	17.5 bAB	27.0 abAB
7	13.0 aA	43.9 aA	24.4 aA	36.4 aA
8	4.6 dC	15.6 bcB	8.6 dC	12.3 cB
9	4.6 dC	14.5 cB	9.3 dC	12.2 cB
CK	5.4 cdBC	15.6 bcB	10.9 cdBC	15.0 bcB

同列数值后不同大小写字母分别代表 0.01 和 0.05 水平的差异显著性,下表同。

Values within the same column followed by different capital and lowercase letter are significantly different at 0.01 and 0.05 probability level, respectively, the same as follow.

2.1.2 结荚率和结实率 与单株结荚数和单株粒数相比,结荚率和结实率更能科学的反应不同处理不育系的结实情况。如表 2 所示,在结荚率上,以处理 7 爱多收为最高,达到 43.9%,比对照提高 28.3%,与其它处理和对照的差异达到显著水平,并与处理 2、4、8、9 和对照的差异达到极显著水平。在结实率上,仍以处理 7 爱多收为最高,为 36.4%,比对照提高 21.4%,除与处理 6 的差异不显著外,与其它 7 个处理和对照的差异均达到显著水平,并与处理 2、3、8、9 和对照的差异达到极显著水平。

2.1.3 制种产量 将母本不育系上所结异交种子收获测产,实际的制种产量基本上与结实率和结荚率的趋势一致(表 3)。以处理 7(爱多收)的产量最高(840 kg·hm⁻²),比对照母本增产 112.1%,处理 6(磷酸二氢钾+增糖剂)次之,为 624 kg·hm⁻²,比对照增产 57.6%,多壮收、芸苔素内酯、快丰收、赤霉素、蔗糖等处理分别比对照增产 36.4%~54.5%,只有处理 8(多效唑)和处理 9(壮丰灵)的制种产量低于对照。

表 3 不同处理的制种产量

Table 3 Seeds yield of different treatments

处理 Treatments	父本 Male		母本 Female	
	产量 Yield /kg·hm ⁻²	增幅 Yield increase /%	产量 Yield /kg·hm ⁻²	增幅 Yield increase /%
1	2998.8	31.5	612.0	54.5
2	3090.0	35.5	612.0	54.5
3	2880.0	26.3	612.0	54.5
4	2820.0	23.7	540.0	36.4
5	2550.0	11.8	552.0	39.4
6	2040.0	-10.5	624.0	57.6
7	2130.0	-6.6	840.0	112.1
8	2220.0	-2.6	288.0	-27.3
9	2356.2	3.3	312.0	-21.2
CK	2280.0	0	396.0	0

表 3 中列出了 9 个处理父母本的实际产量,处理 1~5,母本产量分别比对照母本增加了 54.5%、54.5%、54.5%、36.4% 和 39.4%,说明多壮收、芸苔素内酯、快丰收、赤霉素、蔗糖具有增加母本不育系制种产量的作用,但在这 5 个处理中,在母本制种产量提高的同时,相应父本的产量也比对照父本分别提高了 31.5%、35.5%、26.3%、23.7% 和 11.8%,这一结果说明,这 5 种化控剂对父母本产量的提高都有作用。而在处理 7 和 6 中,母本不育系产量分别比对照母本提高了 112.1% 和 57.6%,但对应的父本产量并未得到提高,反而分别比对照父本减少了 6.6% 和 10.5%。这说明,爱多收、磷酸二氢钾+增糖剂 2 个处理可专一地提高母本的制种产量,且爱多收的母本制种产量增幅较大。

2.2 2006 年不同化控剂处理对大豆结实的影响

在总结 2005 年试验结果的基础上,以最有效的控制化单品爱多收为主要成分进行了复配,同时配合了蜂引诱剂的使用,结果见表 4,不论是单株荚数、单株粒数,还是结荚率、结实率,均以处理 11 为最高,其次是处理 10,均与处理 13 和对照达到显著差异水平;处理 12 和 13 分别比对照的结荚率和结实率提高了 14% 和 9.8%、4.5% 和 1.7%,但是没有达到显著水平。说明蜜蜂引诱剂 + 爱多收 + 硼酸钠 + 磷酸二氢钾的处理和爱多收 + 硼酸钠 + 磷酸二氢钾的处理显著提高了大豆不育系的结荚率和结实率。

表 4 2006 年不同处理中不育系的结荚率和结实率

Table 4 Pod rate and seed setting rate of sterile line in different treatments (2006)

处理 Treatments	单株荚数 Pods number per plant	结荚率 Pod-bearing rate/%	单株粒数 Seeds number per plant	结实率 Seed-setting rate/%
10	17.7aA	43.3aA	29.0aA	33.1aA
11	19.9aA	48.7aA	32.5aA	37.1aA
12	15.8abA	38.5abA	25.4abA	29.0abA
13	11.9bA	29.0bA	18.3bA	20.9bA
CK	10.0bA	24.5bA	16.8bA	19.2bA

3 结论与讨论

爱多收可显著提高不育系的结荚率和结实率,并以爱多收为主要成分复配的化控剂都可以显著提高杂交大豆的制种产量。多壮收、芸苔素内酯、快丰收、赤霉素、蔗糖虽然也能提高不育系的结荚率和结实率,但效果不显著。爱多收和磷酸二氢钾 + 增糖剂这 2 种化控剂具有专一提高母本结实率和制种产量的作用,而多壮收、芸苔素内酯、快丰收、赤霉素、蔗糖在提高母本制种产量的同时,也使父本产量得到相应的提高。这说明,前 2 种化控剂有可能是通过增加大豆的异交率而使制种产量得到提高,由于父本本身为可育,自花授粉即可结实,异交率的提高对结实率、产量并未产生影响。从某种意义上说,爱多收和磷酸二氢钾 + 增糖剂 2 种化控剂对杂交大豆制种产量的提高更具有实际意义。

爱多收 (Atonik) 为单硝化愈创木酚钠盐,对植物作用的机理比较复杂,已知它对植物的呼吸作用、吸收功能影响较大,可促进植物代谢,对植物生长发育、生根、开花及结实有明显的促进作用,同时,它还能促进花粉管伸长,有助于受精与结实。目前,化控试剂在杂交大豆制种中的应用尚处于探索阶段,爱多收如何增加大豆的异交率,是提高了大豆花的泌蜜量,还是增加的大豆花芳香气味的释放,或是其它的原因,都有待于进一步研究。

化控制剂在农作物杂交种制种中已有成功的应用,在水稻中应用化控剂可提高诱导水稻颖花开放^[12],解除不育系抽穗卡颈,促使穗层外露^[13],促使不育系柱头外露^[14],推迟不育系抽穗高峰期^[15],增加单位面积的有效穗数^[16],从而达到显著提高杂交水稻制种质量和产量的作用。在油菜制种中应用植物生长调节剂,可显著提高每角粒数,构建良好的株型结构,在母本上喷施多效唑可比对照增产 6.94%^[8]。该研究首次尝试将化控剂应用于杂交大豆制种中,初步确定爱多收及以爱多收为主要成分的复合剂对提高大豆的异交率具有一定的作用,但作用机理等还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 赵丽梅,彭宝,张伟龙,等. 杂交大豆制种技术体系的建立[J]. 大豆科学,2010,29(4):707-711. (Zhao L M, Peng B, Zhang W L, et al. Establishment of technology system for hybrid soybean seed production[J]. Soybean Science, 2010, 29(4):707-711.)
- [2] 杨微. 化控剂对玉米生理作用及产量影响的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2001. (Yang W. Study on the effect of chemical regulator on the physiologic property and yield of corn (*Zea mays* L.) [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2001.)
- [3] 胡勇军. 植物生长调节剂对羊草人工草地产量及其品质影响的研究[D]. 长春:东北师范大学,2004. (Hu Y J. Effect of plant growth regulator on the quality and the yield of *Leymus chinensis* growing in the sown grassland [D]. Changchun: Northeast Normal University, 2004.)
- [4] 张瑞琪. 不同化控剂对夏玉米农艺性状和产量的影响[J]. 安徽农业科学,2006,34(1):80,153. (Zhang R Q. Effect of the different treatments of chemical control on summer maize character [J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2006, 34(1):80,153.)
- [5] 郭志强,侯立白,赵明,等. 高寒地区低温胁迫条件下化学调控对玉米生理变化的影响[J]. 作物杂志,2008(2):42-45. (Guo Z Q, Hou L B, Zhao M, et al. Effect of chemical regulation on corn growth and physiological changes under low temperature stress in frost environments [J]. Crops, 2008(2):42-45.)
- [6] 莫其文. 化控技术在果树上的应用[J]. 吉林农业,2001(7):20. (Dian Q W. Chemical control technology application in fruit trees [J]. Jilin Agriculture, 2001(7):20.)
- [7] 马华升. 四种植物生长调节剂在杂交水稻制种上的应用[D]. 杭州:浙江大学,2004. (Ma H S. Application of four plant growth regulators in hybrid rice (*Oryza sativa* L.) seed production and multiplication [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2004.)
- [8] 代文东,黄泽素,代继跃,等. 化控技术在杂交油菜黔油 14 号制种上的应用研究[J]. 种子,2006,25(10):91-93. (Dai W D, Huang Z S, Dai J Y, et al. Application of chemical control technology on hybrid rape Qianyou 14 seed production [J]. Seed, 2006, 25(10):91-93.)
- [9] 张建奎,冯丽,罗丹,等. 外源化学物质对小麦温光敏核不育两

(下转第 785 页)

- key points on big ridge and solid-seeded soybean cultivation technology [J]. Science & Technology Information, 2007 (3): 223-224.)
- [6] 胡国华. 大豆机械化“深窄密”高产配套栽培技术[J]. 作物杂志, 2001(5): 36-39. (Hu G H. High yield cultivation techniques on soybean mechanization “deep narrow secret” [J]. Crops, 2001 (5): 36-39.)
- [7] 胡立成. 黑龙江省大豆栽培技术研究的回顾与展望[J]. 黑龙江省农业科学, 2006(12): 55-58. (Hu L C. The retrospect and prospect of soybean cultivation techniques of Heilongjiang province [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2006(12): 55-58.)
- [8] 陈霞, 丁希明. 大豆施肥技术及植株营养指标的研究[J]. 黑龙江农业科学, 1989(4): 18-21. (Chen X, Ding X M. Research on fertilizer technology and plant nutrition index of soybean [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 1989(4): 18-21.)
- [9] 姚卫华. 机械化大豆“三垄”栽培技术增产效果及经济效益分析[J]. 大豆通报, 2007(5): 9-11. (Yao W H. Benefits of “Three Ridge” cultivation techniques with machinical operation [J]. Soybean Bulletin, 2007(5): 9-11.)
- [10] 许桂芳, 肖立明, 黄兆燕. 大豆大垄行间覆膜栽培技术[J]. 现代化农业, 2005(7): 13. (Xu G F, Xiao L M, Huang Z Y. Cultivation technology on film mulching between wide rows of soybean [J]. Modernizing Agriculture, 2005(7): 13.)
- [11] 李世民, 陈爱梅, 张念文. 垄上宽行距栽培大豆技术[J]. 现代化农业, 2005(6): 9-11. (Li S M, Chen A M, Zhang N W. Soybean cultivation technology of wide row on ridge [J]. Modernizing Agriculture, 2005(6): 9-11.)
- [12] 孙中锋, 孙鲜凤, 闫晓东, 等. 大豆大垄窄行密植栽培技术[J]. 现代化农业, 2005(6): 7-9. (Sun Z F, Sun X F, Yan X D, et al. Cultivation techniques on wide-ridge and solid-seeded planting in soybean [J]. Modernizing Agriculture, 2005(6): 7-9.)
- [13] 潘晶, 戚克耀, 许丽杰. 大豆窄行宽苗眼栽培技术[J]. 大豆通报, 2006(2): 24-25. (Pan J, Qi K Y, Xu L J. Narrow-row and wide spacing practice in soybean [J]. Soybean Bulletin, 2006(2): 24-25.)
- [14] 洪凯, 黄旭海. 大豆 45cm 双条播栽培技术[J]. 现代化农业, 2007(1): 78-81. (Hong K, Huang X H. Cultivation technique on soybean double tripe planting [J]. Modernizing Agriculture, 2007 (1): 78-81.)

(上接第 782 页)

- 系 C49S 育性的影响[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(1): 69-72. (Zhang J K, Feng L, Luo D, et al. Effect on the fertility of thermo-photo-sensitive genic male-sterile wheat C49S using different chemicals [J]. Journal of Triticeae Crops, 2001, 21(1): 69-72.)
- [10] 谢甫锦, 郭小红, 包雪艳, 等. 多效唑对大豆不同叶型近等位基因系产量和品质的影响[J]. 大豆科学, 2010, 29(6): 948-952. (Xie F T, Guo X H, Bao X Y, et al. Effect of paclobutrazol on yield and quality of soybean near-isolines with different leaflet shapes [J]. Soybean Science, 2010, 29(6): 948-952.)
- [11] 赵婧, 张伟, 邱强, 等. 不同时期喷施多效唑对大豆农艺性状及生理性状的影响[J]. 大豆科学, 2011, 30(2): 211-214. (Zhao J, Zhang W, Qiu Q, et al. Effects of PP333 spraying at different stages on soybean agronomic and physiological characters [J]. Soybean Science, 2011, 30(2): 211-214.)
- [12] 曾晓春, 周燮. 茉莉酸甲酯 (MeJA) 诱导水稻颖花开放[J]. 植物学报, 1999(5): 560-562. (Zeng X C, Zhou X. Methyl Jasmonate induces the opening of spikelets in rice [J]. Acta Botanica Sinica, 1999(5): 560-562.)
- [13] 邹伟清, 杨正威, Redona. “九二〇”在“IR58025A”组合高群体制种中的施用技术研究[J]. 江西农业学报, 1999, 11(4): 30-35. (Zhou W Q, Yang Z W, Redona E D, et al. Study on GA3 application technology for high population of hybrid rice seed production of “IR58025A” combinations [J]. Acta Agricultural Jiangxi, 1999, 11(4): 30-35.)
- [14] 姜心禄, 严庆海, 郑家. 三种营养激素复配剂对杂交水稻不育系柱头外露[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(4): 630-632. (Jiang X L, Yan Q H, Zheng J G. Effects of three kinds of plant growth regulators on percentage of protrusive stigma in male-sterile lines of rice [J]. Plant Physiology Communications, 2008, 44(4): 630-634.)
- [15] 莫志军, 胡红字, 姜文军. 花期延缓剂在杂交水稻制种上的应用[J]. 作物研究, 2001, 15(2): 19-20. (Mo Z J, Hu H Z, Jiang W J. Application of flowering-retained agents to seed production of hybrid rice [J]. Crop Research, 2001, 15(2): 19-20.)
- [16] 徐坤, 赵益强, 赵宗贤. 植物生长调节剂对杂交水稻制种产量影响的试验研究[J]. 四川农业大学学报, 2001, 19(4): 359-361. (Xu K, Zao Y Q, Zhao Z X. Effect of plant growth regulator agents on hybrid seeds yield of hybrid rice [J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 2001, 19(4): 359-361.)