

孕穗前期叶面喷赛苗旺对冬小麦穗粒数和粒质量的影响

郑春风¹,任伟^{2*},徐福新^{2**},车军²,杨攀²,吴政卿²,马卫民³,曹源³

(1. 河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所,河南 郑州 450002;

2. 河南省农业科学院小麦研究所,河南 郑州 450002;

3. 北京奥特奇生物制品有限公司,北京 100000)

摘要:为探讨孕穗前期叶面喷施赛苗旺对小麦穗粒数和粒质量的调控效应,以半冬性小麦品种郑麦379为供试材料,在冬小麦孕穗前14 d,以叶面喷清水为对照,研究叶面喷赛苗旺对冬小麦穗粒数和粒质量的影响。结果表明,在孕穗前14 d,喷施赛苗旺可抑制冬小麦败育阶段基部和中部穗位的小花败育速率,显著提高该部位的小花数,对顶部穗位小花的败育速率和小花数影响不大。与对照相比,在基部穗位,两试验点喷赛苗旺处理的小花败育速率分别显著降低23.30%、21.96%,小花数分别显著增加1.60、1.31个;在中部穗位,两试验点喷赛苗旺处理的小花败育速率分别降低31.65%、33.72%,小花数分别显著增加3.80、4.07个。对产量及其构成因素进一步分析发现,与对照相比,两试验点喷施赛苗旺处理穗数、千粒质量均有所提高,但不显著,穗粒数和产量分别显著提高11.85%、13.13%和7.50%、7.08%。综上说明,在冬小麦发育中后期,叶面喷施赛苗旺主要通过提高冬小麦基部和中部穗位的穗粒数来提高产量,且效果显著。

关键词:冬小麦;赛苗旺;小花发育;穗粒数;粒质量

中图分类号:S512.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-3268(2018)11-0008-05

Effects of Foliar Spraying Saimiaowang on Grain Numbers per Spike and Grain Weight of Winter Wheat at Pre-booting Stage

ZHENG Chunfeng¹, REN Wei^{2*}, XU Fuxin^{2**}, CHE Jun², YANG Pan²,

WU Zhengqing², MA Weimin³, CAO Yuan³

(1. Institute of Plant Nutrition, Agricultural Resources and Environmental Science, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 2. Wheat Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 3. Beijing Alltech Biological Products Co., Ltd., Beijing 100000, China)

Abstract: In order to study the regulation effect of foliar spraying Saimiaowang (SMW) on wheat grain number per spike and grain weight at pre-booting stage, the effect of foliar spraying SMW (at 14 d before booting) on wheat grain number per spike and grain weight was studied with semi-winter wheat Zhengmai 379 as material. The results showed that, compared with the control (spraying water), spraying SMW restrained abortion rate of floret of basal and central spikelet, and significantly increased the number of floret in these positions of spike, but had no obvious effect on the floret number of apical spikelet. Compared with the control, the abortion rate of floret of basal spikelet decreased by 23.30%, 21.96%, and the floret

收稿日期:2018-06-20

基金项目:河南省重大科技专项(151100111100,151100111400);河南省科技攻关中原学者项目(162101510002);河南省现代
农业产业技术体系项目(S2010-01)

作者简介:郑春风(1988-),女,河南平顶山人,助理研究员,博士,主要从事作物高产栽培研究。

E-mail:zhengfeng198822@163.com。*同等贡献作者

**通讯作者:徐福新(1978-),男,河南获嘉人,研究实习员,本科,主要从事小麦常规育种及品质分析研究。

E-mail:xfx.ok@163.com

numbers increased by 1.60, 1.31 in two test sites; the abortion rate of central spikelet decreased by 31.65%, 33.72%, and the floret numbers increased by 3.80, 4.07, respectively. Further analysis, compared with the control, the grain number per spike and yield of spraying SMW treatment increased by 11.85%, 13.13% and 7.50%, 7.08% in two test sites, respectively; the spike number and thousand-grain weight of spraying SMW treatment increased, but there was no significant difference. Overall, grain yield was significantly improved in response to foliar spraying SMW mainly through increasing the grain number per spike of basal and central spikelet.

Key words: Winter wheat; Saimiaowang; Floret development; Grain number per spike; Grain weight

小麦是我国重要的粮食作物,其产量对我国粮食安全具有重要意义。穗粒数和粒质量是直接决定小麦产量形成的 2 个重要因素。小麦结实情况受营养物质供应水平、遗传因素和外界环境因素的影响而存在很大差异^[1-22]。喷施叶面肥和植物生长调节剂已经成为促进小麦植株生长,增强抗逆性,延长叶片功能,保穗、增粒、提高粒质量,进而提高产量的轻简化栽培技术之一^[23-26]。有研究指出,在冬小麦小花退化高峰前叶面喷施硼肥,可提高单穗的可孕花结实率,获得较高的结实粒数^[27]。孙振元等^[28]证实,6-BA 处理小麦叶或穗均可影响营养器官及穗的 N 素吸收、分配和再分配。文廷刚等^[29]研究认为,喷施植物生长调节剂能提高小麦灌浆速率,改善籽粒灌浆参数,达到增加粒质量的目的。赛苗旺是生物微肥复合营养制剂,兼具营养、生物刺激素和植物免疫激活剂的功能。已有报道指出,在青贮玉米、

大豆生育期喷施赛苗旺可提高其产量^[30-31],然而关于赛苗旺对冬小麦小花发育成粒及产量形成的影响研究鲜有报道。为此,在冬小麦小花发育后期叶面喷施赛苗旺,探讨赛苗旺对冬小麦穗粒数和粒质量的影响,以期为提高冬小麦产量调控技术的研究提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验地概况及试验材料

本研究于 2016—2017 年分别在长葛市农业科学研究所试验地(34°22'N, 113°77'E)、新乡市新乡县大西庄村农户试验地(35°16'N, 113°52'E)进行田间试验。试验地土壤为潮土,地势平坦,排灌方便,地力均匀,肥力上等,耕层(0~20 cm)土壤养分状况见表 1。前茬作物均为玉米。

表 1 供试土壤养分含量

地点	土壤类型	土层/cm	有机质/(g/kg)	全氮/(g/kg)	速效氮/(mg/kg)	速效磷/(mg/kg)	速效钾/(mg/kg)	pH
长葛市	潮土	0~20	20.30 ± 0.94	1.12 ± 0.11	126.59 ± 3.08	7.40 ± 1.64	126.36 ± 7.45	7.82
新乡县	潮土	0~20	16.50 ± 0.96	1.02 ± 0.13	102.09 ± 3.45	18.30 ± 1.78	362.10 ± 7.95	7.50

冬小麦品种为半冬性小麦郑麦 379。

磷肥为重过磷酸钙(含 P₂O₅ 45%),钾肥为氯化钾(含 K₂O 60%),氮肥为普通尿素(含 N 46.4%)。赛苗旺(含 Zn 60 g/L、Mn 40 g/L)由北京奥特奇生物制品有限公司提供。

1.2 试验设计

试验共设 2 个处理,分别为:喷施清水(对照,CK)、喷施赛苗旺(SMW)处理,小区面积为 30 m²,随机区组设计,重复 3 次。在两试验地,所有处理均底施磷肥(P₂O₅ 120 kg/hm²)、钾肥(K₂O 90 kg/hm²),氮肥(N 225 kg/hm²)按基追比 5:5 施用,追肥于拔节期追施。冬小麦于 10 月 12 日播种,播量为 187.5 kg/hm²,行距为 20 cm。试验田栽培管理同一般高产田。赛苗旺(600 mL/hm²,600 倍液)于孕穗前 14 d(4 月 5 日)叶面喷施,以叶面表层形成一层水雾但不下滴为准。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 小花数及小花败育速率 于冬小麦孕穗前 14 d 开始取样,每隔 5 d 取样一次,直至开花。每小区选择生长均匀一致的冬小麦植株 5 株(每处理共计 15 株),选取基部第 1 个小穗、中部第 9 个小穗、顶部小穗,在 EMZ-TR 解剖镜下观察主茎幼穗小花发育进程,并记录不同穗位的小花数。然后根据记录的小花数作线性回归方程:Y = -kx + b,其中,k 为小花败育速率,x 为生长期(GDD),Y 为败育小花数。以出现完整绿色花药的小花视为可孕小花。

1.3.2 不同穗位籽粒数及籽粒质量 在完整、风干、无霉变的麦穗中,每处理随机取 20 穗,分 3 个部位:下部穗位(基部第 1—5 个小穗)、上部穗位(顶部 5 个小穗)、中部穗位(除顶部和下部小穗以外的小穗),分别考察不同穗位的籽粒数、籽粒质量,计算单个麦穗不同穗位的平均籽粒数、籽粒质量。

1.3.3 产量及其构成因素 成熟期,每小区随机取 20 株,按常规考种法考察其穗数、穗粒数、千粒质量,实收 2 m^2 计产。

1.4 数据分析

采用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件对数据进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 赛苗旺对冬小麦小花败育阶段不同穗位小花数的影响

由表 2 可以看出,冬小麦中部穗位小花数较多,高于基部和顶部穗位,说明中部穗位小花发育强度大,所以小花数多。对于长葛市试验点,喷施当天,对照与 SMW 处理不同部位小花数的差异均不显著。喷施 5 d 后,除中部穗位外,对照与 SMW 处理不同部位小花数的差异均不显著。喷施 10、15、20、25 d 后,在基部穗位,SMW 处理的小花数分别为

13.56、8.00、4.75、2.96 个,相应的对照分别为 11.30、6.85、3.45、1.27 个,分别较对照多 2.26、1.15、1.30、1.69 个,均达到显著水平;在中部穗位,SMW 处理的小花数分别为 54.05、48.65、35.22、28.76 个,相应的对照分别为 49.76、45.56、30.04、24.51 个,分别较对照多 4.29、3.09、5.18、4.25 个,均达到显著水平;在顶部穗位,SMW 处理的小花数分别为 8.69、6.33、5.76、3.41 个,相应的对照分别为 8.12、6.30、5.62、3.26 个,分别较对照多 0.57、0.03、0.14、0.15 个,两处理间差异均不显著。新乡县试验点不同处理不同穗位小花数变化趋势与长葛市试验点一致,也表现为喷施当天,对照与 SMW 处理不同部位小花数的差异均不显著;喷施 5 d 后,除中部穗位外,对照与 SMW 处理不同部位小花数的差异均不显著;喷施 10、15、20、25 d 后,除顶部穗位外,SMW 处理不同部位小花数均显著高于对照。

表 2 赛苗旺对冬小麦小花败育阶段不同穗位小花数的影响

地点	穗位	处理	日期/(月-日)					
			04-05	04-10	04-15	04-20	04-25	04-30
长葛市	基部	CK	31.25a	16.63a	11.30b	6.85b	3.45b	1.27b
		SMW	31.25a	16.63a	13.56a	8.00a	4.75a	2.96a
	中部	CK	74.32a	60.00b	49.76b	45.56b	30.04b	24.51b
		SMW	74.32a	62.17a	54.05a	48.65a	35.22a	28.76a
	顶部	CK	26.36a	20.14a	8.12a	6.30a	5.62a	3.26a
		SMW	26.36a	21.07a	8.69a	6.33a	5.76a	3.41a
新乡县	基部	CK	32.30a	17.00a	11.00b	5.10b	3.05b	1.56b
		SMW	32.30a	17.10a	13.38a	6.55a	4.25a	3.00a
	中部	CK	76.64a	60.00b	50.02b	47.50b	32.00b	26.00b
		SMW	76.64a	63.05a	54.75a	50.55a	36.76a	30.76a
	顶部	CK	28.36a	21.00a	9.12a	7.30a	5.45a	3.15a
		SMW	28.36a	21.07a	9.19a	7.33a	5.55a	3.20a

注:同列数据后不同小写字母表示同一地点同一穗位不同处理在 0.05 水平上差异显著,下同。

2.2 赛苗旺对冬小麦不同穗位小花败育速率的影响

由表 3 可以看出,在基部穗位,长葛市、新乡县试验点 SMW 处理的小花败育速率分别为 0.0316 个/(穗·GDD) 和 0.0334 个/(穗·GDD),相应的对照分别为 0.0412 个/(穗·GDD) 和 0.0428 个/(穗·GDD),小花败育速率分别较对照降低 23.30% 和 21.96%,差异均达到显著水平;在中部穗位,两试验点 SMW 处理的小花败育速率分别为 0.0488 个/(穗·GDD) 和 0.0509 个/(穗·GDD),相应的对照分别为 0.0714 个/(穗·GDD) 和 0.0768 个/(穗·GDD),与对照相比,分别降低 31.65% 和 33.72%,差异均达到显著水平;在顶部穗位,两试验点 SMW 处理与对照间的差异均不显著。

表 3 赛苗旺对冬小麦不同穗位小花败育速率的影响

地点	处理	个/(穗·GDD)		
		基部	中部	顶部
长葛市	CK	0.0412a	0.0714a	0.0326a
	SMW	0.0316b	0.0488b	0.0309a
新乡县	CK	0.0428a	0.0768a	0.0378a
	SMW	0.0334b	0.0509b	0.0356a

2.3 赛苗旺对冬小麦不同穗位籽粒数的影响

由表 4 可以看出,在下部穗位,长葛市、新乡县试验点 SMW 处理籽粒数分别较对照增加 1.66 粒和 1.70 粒,差异均达到显著水平;在中部穗位,两试验点 SMW 处理籽粒数分别较对照增加 2.70 粒和 3.55 粒,差异均达到显著水平;在上部穗位,两试验点两处理间差异均不显著。

表 4 赛苗旺对冬小麦不同穗位籽粒数的影响 粒

地点	处理	下部	中部	上部
长葛市	CK	1.12b	31.27b	2.61a
	SMW	2.78a	33.97a	2.86a
新乡县	CK	1.20b	30.55b	2.75a
	SMW	2.90a	34.10a	2.78a

2.4 赛苗旺对冬小麦不同穗位籽粒质量的影响

由表 5 可以看出,不同穗位,两试验点 SMW 处理的籽粒质量均高于对照,但差异均不显著。其中,下部穗位,两试验点 SMW 处理籽粒质量分别为 37.07、38.10 mg,分别较对照提高 0.81、0.09 mg;中部穗位,两试验点 SMW 处理籽粒质量分别为 37.78、38.55 mg,分别较对照提高 0.57、0.34 mg;上部穗位,两试验点 SMW 处理籽粒质量分别为 28.15、27.26 mg,分别较对照提高 0.69、0.70 mg。

表 5 赛苗旺对冬小麦不同穗位籽粒质量的影响 mg

地点	处理	下部	中部	上部
长葛市	CK	36.26a	37.21a	27.46a
	SMW	37.07a	37.78a	28.15a
新乡县	CK	38.01a	38.21a	26.56a
	SMW	38.10a	38.55a	27.26a

2.5 赛苗旺对冬小麦产量及其构成因素的影响

由表 6 可以看出,对于穗粒数,两试验点 SMW 处理均显著高于对照,提高幅度分别为 11.85%、13.13%;对于千粒质量和穗数,两试验点两处理间的差异均不显著。对于产量,两试验点 SMW 处理均显著高于对照,提高幅度分别为 7.50%、7.08%。综上,在冬小麦发育中后期叶面喷施赛苗旺主要通过提高冬小麦穗粒数来提高产量,且效果显著。

表 6 赛苗旺对冬小麦产量及其构成因素的影响

地点	处理	穗数/(×10 ⁴ /hm ²)	穗粒数	千粒质量/g	产量/(kg/hm ²)
长葛市	CK	667.1a	34.6b	37.9a	7 457.10b
	SMW	676.4a	38.7a	38.4a	8 016.27a
新乡县	CK	669.3a	35.8b	38.2a	7 500.04b
	SMW	678.1a	40.5a	39.5a	8 031.06a

3 结论与讨论

崔金梅等^[32] 经过长达数十年的研究证明,河南省麦区的冬小麦幼穗分化期较长,仅小花发育过程又分为小花分化、退化和可孕花败育 3 个阶段(长达 60 d 左右),而且单穗分化总小花数较多(150 朵以上),小花发育过程中的温光条件、营养器官的生长状况、养分与水分供应状况等均影响其发育与成粒。前人研究认为,在小花退化高峰前即小花两极分化之前采取调控措施,能减少小花退化,增加穗粒数^[32-34]。朱云集等^[35] 研究发现,小麦小花发育的完善程度与最终粒数的形成密切相关,可孕小花的发育状况直接影响穗粒数,在完善小花发育成粒阶段采取调控措施,降低可孕小花的败育率,是提高穗粒数的关键。本研究结果表明,在孕穗前 14 d,喷施赛苗旺可抑制冬小麦败育阶段基部和中部穗位的小花败育速率,显著提高该部位的小花数。与对照相比,在基部穗位,长葛市、新乡县试验点 SMW 处理的小花败育速率分别降低 23.30%、21.96%;在中部穗位,两试验点 SMW 处理的小花败育速率分别降低 31.65%、33.72%。通过分析不同穗位小花发育结实成粒情况发现,与对照相比,两试验点 SMW 处理的籽粒数均增加。综上结果表明,在小花发育后期,喷施赛苗旺可抑制冬小麦穗基部和中部小穗小花的

败育速率,并促进该部位小花数的增加。

李秀枝等^[36] 研究发现,生长调节剂玉黄金能提高玉米灌浆速率,达到增加粒质量的目的。也有研究指出,在小麦生长发育阶段喷施营养元素,可以提高穗粒数^[25]。本研究结果发现,在小花发育中后期,叶面喷施赛苗旺对冬小麦各穗位籽粒质量的增加作用不大,然而在穗粒数上,SMW 处理显著高于对照,提高幅度分别为 11.85%、13.13%。由此表明,在冬小麦发育中后期,叶面喷施赛苗旺主要通过提高冬小麦穗粒数来提高产量,且效果显著。由此推测,在孕穗前 14 d 正值冬小麦幼穗发育将达到小花败育期之前,此时叶面喷施赛苗旺,可抑制或减少小花败育,从而有利于穗花发育与结实,其内在的生理机制需进行进一步的探究。

参考文献:

- [1] 于振文,田奇卓,潘庆民,等.黄淮麦区冬小麦超高产栽培的理论与实践[J].作物学报,2002,28(5):577-585.
- [2] 王兆龙,曹卫星,戴廷波.小麦穗粒数形成的基因型差异及增粒途径分析[J].作物学报,2001,27(2):236-242.
- [3] 杨永辉,武继承,潘晓莹,等.不同耕作保墒措施下施氮量对小麦耗水量、产量及水分生产效率的影响[J].河南农业科学,2016,45(4):61-65.

- [4] 丁会纳,马冬云,秦海霞,等.外源 H₂S 对干旱胁迫下小麦旗叶生理特性及籽粒产量的影响 [J]. 河南农业科学,2016,45(7):13-17.
- [5] 李国阳,燕照玲,李仟,等.秸秆还田配施肥料及腐熟剂对土壤酶活性及小麦产量的影响 [J]. 河南农业科学,2016,45(8):59-63.
- [6] 张运红,杜君,和爱玲,等.施氮对不同基因型小麦品种光合特性和产量的影响 [J]. 河南农业科学,2016,45(11):19-24.
- [7] 张士昌,史占良,李孟军,等.长期定位氮胁迫对小麦碳氮代谢、氮素利用及产量的影响 [J]. 河南农业科学,2016,45(12):13-19.
- [8] 武继承,杨永辉,潘晓莹,等.小麦-玉米滴灌水肥一体化的节水增产效应 [J]. 河南农业科学,2017,46(2):16-21.
- [9] 刘苹,李燕,赵海军,等.施肥方式对小麦生长、产量及土壤硝态氮含量的影响 [J]. 河南农业科学,2017,46(3):66-70.
- [10] 张运红,孙克刚,杜君,等.施氮水平对不同基因型优质小麦干物质积累、产量及氮素吸收利用的影响 [J]. 河南农业科学,2017,46(4):10-16.
- [11] 王彦丽,邱喜阳,朱云集,等.施氮量和施氮时期对冬小麦幼穗小花发育及产量的影响 [J]. 西北农业学报,2011,20(7):82-87.
- [12] 高翠民,杨永辉,潘晓莹,等.氮、磷、钾配施对不同土壤类型小麦-玉米产量及灌水利用率的影响 [J]. 河南农业科学,2017,46(5):20-26.
- [13] 杜聪阳,杨习文,王勇,等.不同耕作方式及施氮水平对砂姜黑土物理性状、微生物学特性及小麦产量的影响 [J]. 河南农业科学,2017,46(8):13-21.
- [14] 武继承,杨永辉,潘晓莹,等.测墒灌溉条件下不同养分配置对小麦-玉米产量及水分利用效率的影响 [J]. 河南农业科学,2017,46(9):11-17.
- [15] 朱云集,郭天财,王晨阳,等.两种穗型冬小麦品种产量形成特点及超高产关键栽培技术研究 [J]. 麦类作物学报,2006,26(6):82-86.
- [16] 张磊,李国领,张建周,等.拔节期低温胁迫对小麦生理特性和产量的影响 [J]. 河南农业科学,2017,46(11):13-18.
- [17] 张运红,姚健,和爱玲,等.尿素硝酸铵溶液减量增效施用对小麦产量和氮素吸收利用的影响 [J]. 河南农业科学,2017,46(11):6-12.
- [18] Pablo P, Roxana S, Gustavo A S. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in spikes at heading in response to N × P fertilization in barley [J]. Field Crops Research, 2004, 90(2/3): 245-254.
- [19] 李国领,齐学礼,张志强,等.不同小麦品种的生理和产量特性对灌浆期干旱胁迫的响应 [J]. 河南农业科学, 2018, 47(4): 8-14.
- [20] 朱云集,崔金梅,王晨阳,等.小麦不同生育时期施氮对穗花发育和产量的影响 [J]. 中国农业科学, 2002, 35(11): 1325-1329.
- [21] 张琨,秦毛毛,刘艳喜,等.减量施氮对郑麦 101 产量及加工品质的影响 [J]. 河南农业科学, 2018, 47(5): 24-27.
- [22] 张运红,孙克刚,和爱玲,等.喷施海藻酸钠寡糖对小麦幼苗生长发育和抗旱性的影响 [J]. 河南农业科学, 2016, 45(2): 56-61.
- [23] 王红军,张来运.有机态硼肥在小麦上应用效果初探 [J]. 上海农业科技, 2012(3): 119.
- [24] 郑春风,任伟,朱云集,等.冬小麦小花发育及结实特性对叶面喷 6-BA 的响应 [J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(3): 774-780.
- [25] 刘美英.硼肥、锌肥及其交互作用对春小麦产量、养分吸收和品质的影响 [D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2003.
- [26] 倪英丽.小麦小花发育差异性的生理基础及栽培措施调控研究 [D]. 泰安:山东农业大学, 2013.
- [27] 郑春风,朱慧杰,朱云集,等.冬小麦小花发育及结实特性对叶面喷硼的响应 [J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(2): 550-556.
- [28] 孙振元,韩碧文,刘淑兰,等.小麦籽粒充实期氮素的吸收和再分配及 6-苄氨基嘌呤的调节作用 [J]. 植物生理学报, 1996, 22(3): 258-264.
- [29] 文廷刚,陈昱利,杜小凤,等.不同植物生长调节剂对小麦籽粒灌浆特性及粒重的影响 [J]. 麦类作物学报, 2014, 34(1): 84-90.
- [30] 张晓庆,穆怀彬,侯向阳,等.我国青贮玉米种植及其产量与品质研究进展 [J]. 畜牧与饲料科学, 2013, 34(1): 54-57, 59.
- [31] 刘丽,马鸣超,姜昕,等.根瘤菌与促生菌双接种对大豆生长和土壤酶活的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(3): 644-654.
- [32] 崔金梅,郭天财,朱云集,等.小麦的穗 [M]. 北京:中国农业出版社, 2008: 284-286.
- [33] 卢良恕.中国小麦栽培研究新近展 [M]. 北京:中国农业出版社, 1991: 119-126.
- [34] 王晨阳,朱云集,夏国军,等.氮肥后移对超高产小麦产量及生理特性的影响 [J]. 作物学报, 1998, 24(6): 978-983.
- [35] 朱云集,崔金梅,郭天财,等.河南省小麦生产发展中几个关键技术问题的商榷 [J]. 河南农业科学, 2011, 40(8): 54-57.
- [36] 李秀枝,黄智鸿,袁进成,等.植物生长调节剂对玉米籽粒灌浆特性及粒重的影响 [J]. 河北北方学院学报(自然科学版), 2015, 31(2): 41-44.