

DCPTA 与 CCC 复配对寒地春玉米根系生长及茎秆农艺性状的影响

王泳超¹, 孟瑶², 顾万荣¹, 彭劲翔¹, 魏湜¹, 李晶¹

(1. 东北农业大学 农学院, 农业部东北地区作物栽培科学观测实验站, 黑龙江 哈尔滨 150030;

2. 黑龙江省农垦科学院, 黑龙江 佳木斯 154002)

摘要:为了明确 DCPTA 与 CCC 复配对玉米幼苗根系以及茎秆农艺性状的影响,以丰禾 1 号为供试品种,在玉米六叶期时喷施复配剂,以清水为对照。喷施药品后的 2,4,6,8,10 d 及抽雄初期分别进行测量。研究结果表明,喷施复配剂后,处理的根体积、根表面积、根长及单株根干质量较对照有所增加。根表面积与总根长处理与对照差异显著,前者在处理第 2 天增幅最大,后者在第 6 天增幅最大,分别为 49.16% 和 58.20%。茎秆节间直径较对照有所增加,茎秆节间长度较对照有所缩短,但差异不显著。单位茎干质量和干物质百分比较对照有所增加,其中增加幅度最大的为抽雄后 5 d,分别为 5.99%、7.99%。研究结果为 DCPTA 与 CCC 的复配剂应用于玉米生产提供了理论和试验基础。

关键词:玉米;DCPTA;CCC;根系;茎秆

中图分类号:S513.01 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2014)02-0156-05

Effects of Mixed Compound of DCPTA and CCC on Root Growth and Stem Agronomic Traits of Spring Maize in Cold Area

WANG Yong-chao¹, MENG Yao², GU Wan-rong¹, PENG Jin-xiang¹, WEI Shi¹, LI Jing¹

(1. College of Agriculture, Northeast Agricultural University, Scientific Observing and Experiment Station of Crop Cultivation in Northeast, Ministry of Agriculture, Harbin 150030, China;

2. Heilongjiang Academy of Land Reclamation Sciences, Jiamusi 154002, China)

Abstract: In order to clarify the effects of mixed compound of DCPTA and CCC on root growth and stem agronomic traits of spring maize. In the experiment, Fenghe 1 was chosen as the experimental material, The mixtures be sprayed on maize in the 6-leaf stage, and the water as contrast. The data be respectively measured after 2, 4, 6, 8, 10 days of spraying. The results showed that after spraying mixtures, compared with the contrast, root volume, root surface area, root length and plant root dry weight are increased. The root surface area and root length were significant difference between the treatment and the contrast. The largest increased rate of former is appearing in the second day after spraying and the latter is sixth day, The data respectively are 49.16% and 58.20%. Compared with contrast, the diameter of section between stem is increased and the length of section between stem reduced, but difference is not significant. Compared with the contrast, unit dry weight of stem length and percentage of dry matter are increased. The largest increased rate is appearing in the fifth day after spraying. The data respectively are 5.99%, 7.99%. The test provide theoretical and experimental basis for the mixtures of DCPTA and CCC applied to maize production.

Key words: Maize; DCPTA; CCC; Root; Stem

植物生长调控剂是作物化学控制的物化载体, 其之所以能调控植物生长, 是因为调控剂中的有效成分能影响植物生理生化代谢并能改变内源激素含

量^[1]。内源激素含量水平发生变化就会导致外部植株形态的改变。大量试验表明, 植物生长调节剂有能调节植株高度、改善叶片光合作用、增加气生根

收稿日期: 2013-12-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(31201164); 中国博士后基金项目(2012M511434); 东北农业大学博士启动基金“211”人才专项(2012RCB01)

作者简介: 王泳超(1987-), 男, 黑龙江甘南人, 在读博士, 主要从事玉米栽培生理的研究。

通讯作者: 顾万荣(1980-), 男, 江苏仪征人, 副研究员, 博士后, 主要从事玉米高产栽培生理及化学调控技术的研究。

数量、增加植株抗逆能力、降低空秆率、改善玉米品质、提高产量等作用^[2-10]。根茎发达,株高及穗位高适宜,才能增强植株的抗倒伏能力。

DCPTA 化学名称为 2-(3,4-二氯苯氧基)乙基-二乙胺,商品名为增产胺,它是一种对植物生长发育有多种促进作用的活性物质。具有使叶绿素含量增加,促进植株干物质积累等作用。如 DCPTA 处理棉花能够大大增加叶和茎干质量,促进提早开花,且棉蕾和铃增多^[11-12]。CCC 中文名称为矮壮素,是一种优良的植物生长调节剂,它能抑制细胞伸长,但是不抑制细胞分裂,具有使茎秆矮化变粗的作用。研究表明,矮壮素处理的彩色马蹄莲,株高明显矮化,茎秆变粗^[13]。玉米是我国非常重要的粮食和饲料作物,在国民经济中占有非常重要的地位,但是倒伏一直影响玉米的生产,是玉米产量不高的主要原因。黑龙江省玉米生产中常会出现种植密度过高、施肥不合理等现象。这些问题会导致根系生长受阻碍、株高及穗位高增加、茎秆细长并且韧性差等现象。根系及茎秆生长不良容易导致玉米倒伏,在前期试验的基础上,本试验配置了 DCPTA 和 CCC 的复配剂,利用其有效成分的互补作用,研究复配剂对玉米幼苗根系生长以及茎秆农艺性状的影响。

1 材料和方法

1.1 试验材料

本试验采用丰禾 1 号为供试玉米品种,播种前进行发芽试验。

1.2 试验设计

试验于 2011,2012 年在东北农业大学香坊农场进行。试验小区面积为 56 m²,垄长 10 m,宽 0.7 m,每个小区 8 条垄,试验设置密度为 5.25 万株/hm²。对照与处理各 3 次重复,随机区组设计。试验田土壤为黑钙土,pH 值 6.5。试验地 20 cm 土层土壤养分状况为有机质 15.64 g/kg、全氮 1.57 g/kg、速效钾 112.48 mg/kg、速效磷 53.26 mg/kg。

试验施用的植物生长调节剂为 DCPTA 和 CCC 的复配剂,试剂类型为水剂,CCC 与 DCPTA 的质量比为 1:2,由东北农业大学农学院经 2 年预备试验自行筛选配置(筛选研究另有报道)。复配剂浓度配比为 20 mg/L CCC:40 mg/L DCPTA。由郑州化工集团提供 DCPTA 原药,为 98% 可湿性粉剂,由美国 Sigma 公司提供 CCC 药品。2011,2012 年播种日期分别为 4 月 28 日、4 月 29 日,2 年播种至出苗期气象条件较好,日平均外界气温在 15.8 ℃,土壤 5 cm 处温度为 8 ℃,光照充足,土壤墒情好,耕层含水

量 20% 左右。试验使用常规的手动喷雾机于玉米生长至六叶期时双面叶片喷施(复配剂中添加 0.02% Tween-20,以便增加附着性),每株喷施约 10 mL,处理期间及处理后田间自然生长条件较好,没有恶劣天气,光照、温度、湿度适宜。处理后的 2,4,6,8,10 d 随机选取 10 株进行生理及农艺性状的测定。在抽雄期初期每隔 5 d 取样一次,共取 3 次。每个处理 3 次重复。

1.3 测定内容

1.3.1 玉米幼苗根系相关指标测定 根系相关参数由中国科学院东北地理与农业生态研究所提供的根系扫描仪(加拿大 Regent 公司生产)测定,将六叶期取样的根系样品分别放置在 30 cm × 40 cm 树脂玻璃槽内,槽内注水 3~4 mm 深,待根系充分散开,双面光源扫描根系,扫描出的根系图片,经数字化软件(WinRHIZO-2004a)分析后获得根长、根表面积、根体积等形态指标。

1.3.2 根干质量 将根系冲洗干净,用滤纸吸干水分,之后将根系剪下,放入烘箱内,105 ℃ 杀青 0.5 h,之后 80 ℃ 烘干至恒重,称重。

1.3.3 茎粗、茎长 游标卡尺测量每节茎秆中部直径,用最小刻度为 1 mm 的米尺测量每节长度。

1.3.4 茎秆干质量 将茎秆按节间切断,并由下至上进行编号,放入烘箱内 105 ℃ 杀青 0.5 h,之后 80 ℃ 烘干至恒重,称重。

1.4 数据分析

试验数据为 2011,2012 这 2 年的平均值,统计分析采用 SPSS 和 Excel 2007。

2 结果与分析

2.1 DCPTA 与 CCC 复配对玉米幼苗根表面积和体积的影响

根横向吸收养分范围的大小一般是由根系的面积大小决定,对玉米地上部分生长有重要作用。表 1 可知,在处理后的 2~10 d,根表面积及根体积处理大于对照。其中根表面积处理与对照之间差异显著,根体积中除第 10 天外,其他时间处理与对照之间差异不显著。与对照相比,根表面积和体积增幅最大出现在处理后的第 2 天,表面积增加了 49.16%,体积增加 47.20%。最小增幅出现在处理后第 6 天,分别为 15.74% 和 25.51%。对照与处理的根表面积,根体积随处理天数的增加而增加。DCPTA 与 CCC 复配协同作用能显著增加根体积,根系体积增大,有利于养分吸收,从而使地上部分养分供给充足,对玉米生长有促进作用。

表 1 DCPTA 与 CCC 复配对玉米幼苗根表面积及体积的影响

Tab.1 Effects of mixed compound of DCPTA and CCC on root surface area and volume of maize seeding

处理后天数/d Days after treating	根表面积/cm ² Surface area of root		根体积/cm ³ Volume of root	
	CK	复配剂	CK	复配剂
0	99.8 ± 1.8a	99.8 ± 2.1a	1.859 ± 1.1a	1.859 ± 1.2a
2	106.8 ± 1.1b	159.3 ± 1.5a	2.019 ± 0.3a	2.972 ± 0.6a
4	141.1 ± 1.9b	203.5 ± 2.1a	2.587 ± 0.1a	3.532 ± 0.7a
6	232.5 ± 1.6b	269.1 ± 1.4a	4.817 ± 1.1a	6.046 ± 0.9a
8	256.9 ± 1.9b	322.6 ± 1.6a	4.966 ± 1.3a	7.224 ± 0.9a
10	389.1 ± 2.6b	519.4 ± 1.4a	8.316 ± 0.6b	12.041 ± 0.4a

注:同一行内同一测定项目不同字母数值间表示差异显著,数据为 2 年试验平均值($P < 0.05$, $n = 6$)。表 2 ~ 5 同。

Note: The results are the means of two replications. Different letters mean significant difference in same line and same measurement items ($P < 0.05$, $n = 6$). The same as Tab. 2 ~ 5.

2.2 DCPTA 与 CCC 复配对玉米幼苗总根长和单株根干质量的影响

较长的根系,有利于玉米植株在土壤中生长得更加牢固,同时也有利于吸收耕层下部的养分,增加了植株吸收养分的范围。表 2 可知,处理与对照的总根长及单株根干质量都随处理后天数的增加而增加,

总根长对照与处理间差异显著,单株根干质量对照与处理除处理后 8 d 差异显著外,其他时期差异不显著,但处理高于对照。如处理后的第 6 天,对照与处理总根长分别为 553.50, 875.61 cm,与对照相比,复配剂增幅为 58.20%。单株根干质量对照与处理分别为 0.97, 1.16 g,处理比对照增加 19.58%。

表 2 DCPTA 与 CCC 复配对玉米幼苗总根长及单株根干质量的影响

Tab.2 Effects of mixed compound of DCPTA and CCC on root length and root dry weight of per plant of maize seeding

处理后天数/d Days after treating	总根长/cm Root length		单株根干质量/g Root dry weight of per plant	
	CK	复配剂	CK	复配剂
0	202.45 ± 1.5a	202.45 ± 0.8a	0.77 ± 0.07a	0.77 ± 0.04a
2	231.49 ± 1.6b	313.5 ± 1.9a	0.88 ± 0.09a	0.94 ± 0.03a
4	401.27 ± 1.4b	531.46 ± 1.7a	0.91 ± 0.01a	1.03 ± 0.05a
6	553.50 ± 0.9b	875.61 ± 1.9a	0.97 ± 0.09a	1.16 ± 0.06a
8	894.20 ± 1.1b	1 143.70 ± 0.9a	1.24 ± 0.06b	1.51 ± 0.07a
10	1 034.21 ± 1.8b	1 312.43 ± 1.2a	1.55 ± 0.04a	1.76 ± 0.08a

2.3 DCPTA 与 CCC 复配对玉米节间长度的影响

茎秆抗倒能力随着节间延长、植株增高而下降。表 3 可知,不同取样时期的相同节间长随着抽雄后天数的增加略有变化,但十分微小。处理的第 1, 3, 5 节节间长度都短于对照,如抽雄后第 10 天分别较对照缩短了 16.74%, 16.36%, 6.16%。通过 1, 3, 5

节间缩短长度能看出,复配剂控制茎秆基部节间长效果较好。数据表明,DCPTA 与 CCC 在植株体内协同作用,抑制节间伸长,这可能是由于复配剂中的成分有影响茎秆某些激素合成的作用,从而抑制节间伸长,达到降低株高的目的。

表 3 DCPTA 与 CCC 复配对玉米节间长度的影响

Tab.3 Effects of mixed compound of DCPTA and CCC on internode length of maize

抽雄后天数/d Days after tasseling	节间长度/cm Internode length					
	1 节		3 节		5 节	
	CK	复配剂	CK	复配剂	CK	复配剂
5	8.35 ± 0.10a	7.13 ± 0.08b	11.87 ± 0.30a	9.77 ± 0.41a	15.23 ± 0.31a	14.15 ± 0.20a
10	8.66 ± 0.06a	7.21 ± 0.10a	12.04 ± 0.38a	10.07 ± 0.29a	15.74 ± 0.05a	14.77 ± 0.09a
15	8.62 ± 0.40a	7.28 ± 0.60b	11.92 ± 0.24a	9.94 ± 0.40a	15.34 ± 0.10a	14.63 ± 0.09a

2.4 DCPTA 与 CCC 复配对玉米节间直径的影响

茎秆抗倒能力随茎秆变粗而提高。茎粗对植株的抗倒伏能力有很大的影响,基部节间短而粗则抗倒能力较强。表 4 可知,处理与对照的节间直径都

随着抽雄后天数的增加而有略微的增加,复配剂处理的节间直径要高于对照,3 次取样处理 1, 3, 5 节间平均增幅分别为 7.68%, 10.11%, 5.16%, 可见复配剂对茎秆底部节间增粗效果较好。

表 4 DCPTA 与 CCC 复配对玉米节间直径的影响

Tab.4 Effects of mixed compound of DCPTA and CCC on section diameter of maize

抽雄后天数/d Days after tasseling	节间直径/cm Internode diameter					
	1 节		3 节		5 节	
	CK	复配剂	CK	复配剂	CK	复配剂
5	2.724 ± 0.07a	2.930 ± 0.07a	2.382 ± 0.21a	2.621 ± 0.14a	2.012 ± 0.06a	2.114 ± 0.14a
10	2.792 ± 0.09a	3.002 ± 0.10a	2.401 ± 0.07a	2.641 ± 0.15a	2.071 ± 0.14a	2.165 ± 0.09a
15	2.801 ± 0.11a	3.024 ± 0.06a	2.449 ± 0.20a	2.701 ± 0.21a	2.083 ± 0.09a	2.205 ± 0.16a

2.5 DCPTA 与 CCC 复配对玉米单位茎长干质量和干物质百分比的影响

玉米节间干物质积累对玉米茎秆的抗倒力学有较大影响。单位茎长干质量对茎秆力学指标穿刺强度和压碎强度指标有较大影响,能较好地反映出不同品种间茎秆干物质积累的差异,是选择玉米抗倒

伏品种的重要指标。表 5 可知,处理的单位茎长干质量及干物质百分比与对照相比虽然未达到显著差异,但是都高于对照。如抽雄后 10 d,单位茎长干质量对照与处理分别为 0.451,0.478 g/cm,较对照增加 5.99%。干物质百分比对照与处理分别为 14.39%,15.54%,较对照增加 1.15 个百分点。

表 5 DCPTA 与 CCC 复配对玉米单位茎长干质量及干物质百分比的影响

Tab.5 Effects of mixed compound of DCPTA and CCC on dry matter of the unit stems and dry matter percentage of maize

抽雄后天数/d Days after tasseling	单位茎长干质量/(g/cm) Dry matter of the unit stems		干物质百分比/% Percentage of dry matter	
			CK	复配剂
	CK	复配剂	CK	复配剂
5	0.478 ± 0.2a	0.492 ± 0.1a	13.79 ± 0.9a	14.37 ± 0.8a
10	0.451 ± 0.5a	0.478 ± 0.2a	14.39 ± 1.2a	15.54 ± 0.9a
15	0.462 ± 0.3a	0.475 ± 0.5a	15.03 ± 1.5a	15.98 ± 1.1a

3 结论与讨论

3.1 结论

DCPTA 与 CCC 复配后处理的玉米植株的根干质量、根长、根表面积及体积较对照都有所提高。其中处理的根长、根表面积与对照相比差异显著。抽雄后,处理的玉米植株节间长短于对照,节间直径高于对照,这就增加了植株的抗倒伏能力,同时单位茎长干质量及干物质百分比也有所提高。

3.2 讨论

支持与吸收是植物根系的主要功能^[14]。地上部的生长和营养状况及产量受根的生长情况和活力水平的影响,并且植株的抗倒伏能力也受其影响。关于 DCPTA 对作物根系的促进作用已有相关报道。Keithly 等^[15]发现,10 mg/L DCPTA 浸种处理萝卜可增加萝卜胚轴长度、幼苗的根长,增加根的干质量,显著促进根系的生长。李宁等^[16]指出,植物生长调节剂对玉米地下部的根系数量有显著影响,根系中最为直观的指标为气生根数量,较多的气生根表明群体根量多、根系发达,能提高植株的抗倒能力。研究表明,植物生长调节剂对菲油果嫩枝扦插生根有积极的促进作用,并且处理与对照差异显著^[17]。本研究结果与前人结果一致,复配剂处理后,玉米植株的根面积、根体积以及根长都要高于对照。

茎秆性状对植株抗倒伏能力有很大的影响。研究表明,茎秆抗倒折性受到株高、穗位高、茎粗、基部节间长和单位茎秆长干质量等的影响。随茎秆变粗、茎秆密度增大,抗倒折能力提高,随着节间长度增加、株高增加而下降^[18-21]。有研究表明,植物生长调节剂能显著增加茎秆基部节间直径,对于防止倒伏有一定的作用。徐世宏等^[22]研究结果表明,玉米施用多效唑后基部茎节间变粗,尤其是基部 1~3 节间受到明显控制,由此可见,玉米施用多效唑增强了茎节的机械强度和抗倒性^[22]。丛艳霞等^[23]的研究表明,乙酶合剂可以缩短穗位以下基部节间长度,降低株高和穗位高,增加茎秆强度,增强玉米植株的抗倒伏能力。本试验中,喷施 DCPTA 与 CCC 复配剂的玉米植株基部节间的长度与对照相比有所降低,节间直径有所增加,与前人研究结果一致。茎节间单位干质量是衡量玉米茎秆强度的重要指标,董学会等^[24]的研究表明,化控处理可降低穗位,提高了拔节期及籽粒形成期的单位茎秆干质量和穗下部节间在折断时的最大载荷和径向的碾碎强度,提高了茎秆的抗倒性能。裴志超等^[25]的研究表明,膦酸胆碱合剂能降低玉米穗位高和株高,改善玉米茎秆性状,极显著增加单位长度干质量,增加春玉米田间抗倒伏能力,从而降低倒伏发生几率。本试验研究结果与其结果相似,处理的单位茎长干物质以及干物质百分比与对照相

比都有所提高。

前人研究所用的化学调控剂多为单一调控剂或有相似作用的化学调控剂进行复配。但是随着人们对化学调控剂研究的深入,我们发现单一调控剂对于作物的调控是不稳定的、效果单一的。而相似作用的调控剂复配也只是增加了作用效果,并没有起到同时调控多个性状的功能。本试验复配剂中 DCPTA 能促进细胞的分裂和生长,同时增加作物体内有机物质的同化效率。CCC 能抑制植株体内细胞的伸长,但是不抑制细胞的分裂。复配剂主要成分为 2 种作用效果不同的调控剂,不仅在作用效果上多元化,并且有效成分相互协同作用,对于作物的调控效果更为稳定,也更加理想。在根系中,复配剂的协同效果表现为促进根系的生长,在茎秆中则表现为抑制茎秆伸长,促进直径增加。因此,复配剂在不同的器官发挥不同的作用,对增加寒地玉米抗倒伏性状的提高有重要的影响。同时也对进一步开发和利用此类活性物质有一定的促进作用,为我国及黑龙江省粮食生产的高产、优质、高效提供一个新的手段,也为其他活性物质开发提供新的思路。

参考文献:

- [1] 李青苗,杨文钰. 烯效唑浸种对玉米壮苗的生理效应[J]. 玉米科学,2003,11(4):74-75,89.
- [2] 李义钧. 关于套种玉米倒伏的研究[J]. 北京农业科学,1984(4):11-16.
- [3] 聂乐兴,姜兴印,吴淑华,等. 胺鲜酯对高产玉米的调控作用研究[J]. 玉米科学,2010,18(6):33-37.
- [4] 丰光,黄长铃,荆锦丰. 玉米抗倒伏的研究进展[J]. 作物杂志,2008(4):12-14.
- [5] 李春秀. 玉米倒伏的原因及防止措施[J]. 农村科技,2009(9):10.
- [6] 北条良夫,星川清亲. 作物的形态与机能[M]. 郑丕尧,译. 北京:农业出版社,1983:411-436.
- [7] 袁刘正,柳家友,付家峰,等. 玉米倒伏后籽粒灌浆特性的比较进展[J]. 作物杂志,2010(2):38-40.
- [8] 张洪生,李玲燕,赵明,等. 种植密度对玉米抗倒伏性的影响[J]. 中国种业,2009(6):327-329.
- [9] 勾玲. 群体密度对玉米茎秆抗倒力学和农艺性状的影响[J]. 作物学报,2007,33(10):1688-1695.
- [10] 石洁,王振营,何康来. 黄淮海地区夏玉米病虫害发生趋势与原因分析[J]. 植物保护,2005,31(5):63-65.
- [11] Gausman H W, Burd J D, Quisenberry J, et al. Effect of 2-diethylaminoethyl-3,4-dichlorophenyl ether (DCPTA) on cotton plant (*Gossypium hirsutum*) growth and phenology[J]. Bio-Technology, 1985, 3(3):255-257.
- [12] 田晓莉,谭伟明,李召虎,等. DPCTA 与 DTA-6 复配对转基因抗虫棉苗期生长发育的调控[J]. 棉花学报,2006,18(1):3-7.
- [13] 彭峰,陈嫣嫣,郝日明,等. 多效唑和矮壮素对盆栽彩色马蹄莲的矮化实验[J]. 植物资源与环境学报,2004,13(4):32-34.
- [14] 王玉贞,李维岳,尹枝瑞. 玉米根系与产量关系的研究进展[J]. 吉林农业科学,1999,24(4):6-8.
- [15] Keithly J H, Kobayashi H, Yokoyama H. Effect of 2-(3,4-dichlorophenoxy) triethylamine (DCPTA) on the growth and development of blue spruce[J]. Plant Growth Regulator, 1990, 18(2):55-61.
- [16] 李宁,李建民,翟志席,等. 化控技术对玉米植株抗倒伏性状、农艺性状及产量的影响[J]. 玉米科学,2010,18(6):38-42.
- [17] 邓文韬,张日清,袁德义. 植物生长调节剂对非油果嫩枝扦插生根的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2011,31(3):160-163.
- [18] Zuber M S. Evaluation of progress in selection for stalk quality[J]. Corn Sorghum Res, 1953, 28:110-122.
- [19] Berzonsky W A, Hawk J A, Pizzolato T D. Anatomical characteristics of three inbred line and two maize synthetics recurrently selected for high and low stalk crushing strength[J]. Crop Sci, 1986(26):482-488.
- [20] Thompson D L. The lodging resistance traits[J]. Crop Sci, 1963(3):323-325.
- [21] Cloninger F D, Zuber M S, Calvert O H, et al. Methods of evaluating stalk quality in corn[J]. Phytopathology, 1970(60):295-300.
- [22] 徐世宏,阮伟江,吴登,等. 多效唑在玉米上的应用试验[J]. 广西农业科学,1992,29(6):264-266.
- [23] 丛艳霞,赵明,董志强,等. 乙酶合剂对东北春玉米干物质积累和茎秆形态的化学调控[J]. 玉米科学,2009,17(5):85-89.
- [24] 董学会,段留生,孟繁林,等. 30% 已·乙水剂对玉米产量和茎秆质量的影响[J]. 玉米科学,2006,14(1):138-140,143.
- [25] 裴志超,兰宏亮,徐田军,等. 膦酸胆碱合剂对东北地区春玉米茎秆形态与质量性状的影响[J]. 玉米科学,2011,19(4):59-64.