

化控剂对东北春玉米抗倒伏性能及产量形成的影响

郝玉波, 于 洋, 钱春荣, 宫秀杰, 李 梁, 姜宇博, 来永才

(黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所/农业部东北地区作物栽培科学观测实验站, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:倒伏一直以来都是制约东北黑土区玉米高产稳产的重要因素。为了进一步提高玉米抗倒伏能力,以先玉 335 为供试材料,在玉米大喇叭口期进行化控剂调控试验,探讨化控剂对玉米茎秆和根系抗倒伏性能的影响。结果表明:化控剂处理显著降低了株高、穗位高、植株下部节间长,显著提高了玉米气生根层数、总根条数、节间密度和折断力,因而化控剂的使用能明显增加玉米抗茎折和根系倒伏的能力。

关键词:玉米;化控剂;倒伏;产量;茎秆;气生根

中图分类号:S513 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)10-0001-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.10.0001

玉米是中国第一大粮食作物,增加群体密度仍然是我国及世界玉米大面积高产的关键措施之一^[1-2]。目前玉米生产中,一些普通玉米生产田将密度提高到 7.5 万~9.0 万株·hm⁻²^[3]。种植密度过大时,内部通风透光不良,植株茎秆发育不良,抗倒伏能力下降^[4-5]。同时东北春玉米生长期在高温、多雨、大风、土壤障碍等多重因素作用下,植株极易发生倒伏。倒伏已经成为玉米高产、稳产的主要限制因子。据统计每年因倒伏所致的产量损失为 5%~25%^[6-7],玉米倒伏率每增加 1%,约减产 108 kg·hm⁻²^[8]。我国每年因为倒伏造成玉米产量损失近 100 万 t^[6]。

近年来,化控技术在农业生产中的研究和应用取得了重大进展,通过调节植物内源激素水平而影响作物的生理生化反应,可以解决由环境和遗传因素所造成的倒伏问题,目前已经成为我国玉米高产、稳产、高效栽培中的重要组成部分,是一项费省效宏的增产途径。合理使用一些植物生长调节剂能够增加玉米的抗倒伏性。玉米健壮素

可使玉米株高、穗位降低,同时使玉米穗长、穗粗、穗粒数、根量、百粒重都有所提高^[9]。在玉米植株生长至 10~12 片可见叶时,用 0.3% 的 PC 复合生长调节剂可以显著降低玉米的株高和穗位,有效提高玉米的抗倒伏能力^[10]。由此可见,合理使用植物生长调节剂,能够塑造株型、增强茎秆机械强度、降低株高,从而提高玉米抗倒能力。本试验选用当地大面积种植和普通玉米品种先玉 335,研究化控剂对玉米茎秆抗倒性能、根系特性和产量形成的影响,从而为玉米抗倒伏栽培提供借鉴和参考。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验于 2013 年在黑龙江省农业科学院民主乡试验基地进行。试验土壤为黑钙土,有机质含量 33.5 g·kg⁻¹,全氮含量 1.41 g·kg⁻¹,全磷含量 0.51 g·kg⁻¹,全钾含量 0.82 g·kg⁻¹,土壤 pH 6.52。

1.2 材料

供试玉米品种为先玉 335。

1.3 方 法

1.3.1 试验设计 试验采用随机区组设计,3 次重复;采取二比空种植方式,种植密度 6 万株·hm⁻²;设置化控剂(CR)和非化控(CK)两个处理,在玉米大喇叭口时期喷施化控剂(主要成分乙烯利、增产灵),以喷施清水为对照。试验小区 9 行区,行长 8 m,垄距 0.65 m,小区面积 46.8 m²。试验于 5 月 8 日播种,玉米播种时一次性施入金正大缓控肥(N:P:K=24:12:12)600 kg·hm⁻²。

收稿日期:2017-08-09

基金项目:黑龙江省农业科技创新工程院级科研项目—青年基金资助项目(2014QN017);国家自然科学基金青年资助项目(31501252);黑龙江省农业科学院引进博士人员科研启动金资助项目(201507-06);哈尔滨市科技创新人才研究专项资助项目(2011RFQYN055);农业部作物生理生态与耕作重点实验室课题资助项目(201305);作物生物学国家重点实验室开放课题资助项目(2013KF02)

第一作者简介:郝玉波(1982-),男,山东省烟台市人,博士,助理研究员,从事玉米抗逆高产栽培研究。E-mail:yubohao2005@163.com。

通讯作者:来永才(1964-),男,博士,研究员,从事作物耕作栽培研究。E-mail:yame0451@163.com。

1.3.2 调查项目及方法 农艺指标包括株高、穗位高、茎粗和节间长;考种项目包括产量,穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、籽粒含水量、千粒重,计算籽粒产量;节间折断力用茎秆强度仪测定;倒伏率在成熟期调查。

1.3.3 数据处理 采用 Excel 2003 绘制相关图表,用 DPS9.05 对所有数据进行统计,利用最小

显著极差法(LSD)进行方差检验。

2 结果与分析

2.1 玉米子粒产量及其构成因素

由表 1 可知,喷施化控剂对玉米果穗长度、粗度无显著影响,而增加了玉米穗粒数和千粒重,减少秃尖长,产量较对照增加 5.3%。

表 1 化控剂对玉米子粒产量及其构成因素的影响

Table 1 Effect of chemical regulator on yield and its components of maize

处理 Treatments	穗粗/cm Ear diameter	穗长/cm Ear length	秃尖长/cm Bald tip length	千粒重/g 1000-grain weight	穗粒数 Grains per ear	产量/(kg·hm ²) Yield
CR	5.1 a	20.8 a	0.9 b	412.3 a	613.1 a	6356 a
CK	5.2 a	20.8 a	1.2 a	409.8 b	604.1 b	6036 b

同列数据后不同小写字母表示 0.05 水平差异显著性($P\leq 0.05$)。下同。

Different lowercases after the column data mean significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2 株高、穗位高及穗高系数

由表 2 可知,喷施化控剂后,玉米植株高度较 CK 显著下降 62.0 cm,下降幅度为 21.4%;穗位高显著降低 10.3 cm,下降幅度为 10.5%;同时植株穗高系数显著增加。由此可见植株高度对化控剂反应更加敏感,株高、穗位高的同步降低可促使玉米植株重心高度下降,倒伏风险减少。

2.3 茎秆节间长

由表 3 可知,喷施化控剂后玉米茎秆发生明显变化,总体变化规律为下部节间缩短(第 4 节间除外),上部第 14、15 节间显著增长。说明喷施化

控剂后,玉米茎秆呈现“下部紧凑,上部延伸”的变化规律,这种变化既有利于植株重心高度的降低,又有利于上部叶片的光合作用。

表 2 化控剂对玉米植株形态的影响

Table 2 Effect of chemical regulator on plant morphological structure of maize

处理 Treatments	株高/cm Plant height	穗位高/cm Ear height	穗高系数 Spike height coefficient
CR	228.2 b	87.7 b	0.39 a
CK	290.2 a	98.0 a	0.34 b

表 3 化控剂对玉米节间长度的影响

Table 3 Effect of chemical regulator on internode length of maize

处理 Treatments	玉米植株不同节位节间长(自下而上)/cm Internode length of different nodes in maize(from buttom to top)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CR	7.5 a	12.2 b	12.2 b	14.7 a	11.0 b	11.7 b	10.8 b	11.2 b	12.7 b	13.7 b	15.7 b	17.5 b	16.8 b	31.0 a	51.8 a
CK	9.0 a	13.7 a	13.8 a	11.7 b	13.8 a	17.3 a	22.5 a	21.7 a	18.3 a	19.5 a	20.5 a	19.2 a	18.0 a	19.0 b	31.7 b

2.4 第 3 节间粗度、质量和密度

由表 4 可知,化控处理玉米基部第 3 节间节间粗度、鲜重和干重显著降低,分别较对照降低 11.8%、22.7%和 21.7%,但节间密度明显增加 20.6%,说明喷施化控剂后玉米第 3 节间纵向和横向均紧缩,从而增加了节间内容物的密度。

2.5 第 3、第 4 节间折断力

玉米茎秆第 3、4 节间是较易发生茎折的部位,因此本试验利用植物茎秆强度仪测定了玉米茎秆第 3、4 节间的折断力。由图 1 可知,喷施化控剂后玉米茎秆第 3、4 节间的折断力显著增强,

分别为对照的 1.77 倍和 1.22 倍,说明喷施化控剂可以明显提升玉米茎秆抗茎折的能力。

表 4 化控剂对第 3 节间性状的影响

Table 4 Effect of chemical regulator on the characters of the third internode

试验处理 Treatments	节间粗/cm Intermd e diameter	鲜重/g Freash weight	干重/g Dry weight	密度/ (mg·cm ⁻³) Density
CR	1.5 b	34.1 b	4.7 b	58.0 a
CK	1.7 a	44.1 a	6.0 a	48.1 b

2.6 气生根数量性状

由表 5 可知,玉米气生根对化控剂反应极为敏感,化控后玉米植株气生根层数和总条数均显著提高,较 CK 分别增加 76.5%和 134.5%。气生根数量性状的改善可以增强玉米根系与土壤的附着力,降低玉米发生根系倒伏的风险。

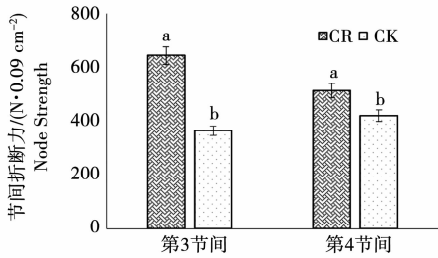


图 1 化控剂对玉米节间折断力的影响

Fig. 1 Effect of chemical regulator on node strength of maize

表 5 化控剂对玉米气生根的影响

Table 5 Effect of chemical regulator on aerial root of maize

试验处理	根层数	根条数
Treatments	Layers of aerial root	Numbers of aerial root
CR	3.0 a	52.3 a
CK	1.7 b	22.3 b

3 结论

化控剂可降低玉米植株的株高、穗位高,增加茎粗,是防止倒伏的有效措施^[11-12]。本试验结果表明化控剂处理降低了株高、穗位高、下部节间长,但减少了基部第 1~3 节间粗度,增加了节间密度,这可能与化控剂类型有关。玉米农艺性状及产量对化学调控剂的响应已见诸多报道^[13-15]。本试验结果表明喷施化控剂对玉米果穗长度、粗度无显著影响,而增加了玉米穗粒数和子粒千粒重,减少秃尖长,产量较对照增加 5.3%。有研究表明,在玉米雄穗伸长期到果穗伸长期施用乙烯利能改变株型,并且增加气生根数量,抑制倒伏的发生^[16]。本试验结果表明化控剂处理提高了玉米气生根层数、总根条数。总之,使用化控剂后,玉米抗茎折和根系倒伏的能力增加,能够显著提高玉米产量。由于玉米抗倒伏能力是一个综合指

标体系,涉及土壤、气候、品种差异、耕作措施等因素,因而化控剂对玉米植株综合抗倒伏能力的影响有待于多品种、多年际及多区域的重复验证。

参考文献:

[1] Tollenaar M, Lee E A. Yield potential, yield stability and stresstolerance in maize [J]. Field Crops Res, 2002, 88: 161-169.

[2] 孙世贤. 2002 年美国玉米高产竞赛简况[J]. 玉米科学, 2003, 11(3): 102.

[3] 张艳霞, 杨晓丽. 东北玉米倒伏的原因及预防对策[J]. 种子世界, 2011(2): 21.

[4] 勾玲, 黄建军, 张宾, 等. 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.

[5] Flint-Garcia S A, Darrah L L, McMullen M D, et al. Phenotypic versus marker-assisted selection for stalk strength and second-generation European corn borer resistance in maize[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2003, 107(7): 1331-1336.

[6] 丰光, 黄长玲, 邢锦丰. 玉米抗倒伏的研究进展[J]. 作物杂志, 2008(4): 12-14.

[7] Norberg O S, Mason S C, Lowry S R. Ethephon influence on harvestable yield, grain quality, and lodging of corn[J]. Agronomy Journal, 1988, 80: 68-77.

[8] 孙世贤, 戴俊英, 顾慰连, 等. 密度对玉米倒伏产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1989, 20(4): 413-416.

[9] 张文彪. 喷施玉米健壮素试验研究[J]. 现代农业科技, 2009(12): 150-155.

[10] 刘根齐, 郭乐群, 蒋其鳌. DC 复合生长调节剂对玉米主要农艺性状的影响及抗倒伏作用研究[J]. 中国农学通报, 2004, 20(6): 185-188.

[11] 蔡永旺, 张英华, 周顺利, 等. 利用乙烯利塑造夏玉米凹形冠层对产量及其相关性的影响[J]. 玉米科学, 2010, 18(3): 90-94.

[12] 李宁, 李建民, 翟志席, 等. 化控技术对植株抗倒伏性状、农艺性状及产量的影响[J]. 玉米科学, 2010, 18(6): 38-42.

[13] 杨可攀, 顾万荣, 王悦力, 等. 化控剂对玉米光合、激素及茎秆力学特性的影响[J]. 玉米科学, 2017, 25(4): 75-83.

[14] 李清, 刘新光, 段洪晓. 玉米应用化控剂的效果分析[J]. 内蒙古农业科技, 2010(5): 82.

[15] 李艳杰. 植物生长调节剂在玉米上的增产效果试验初报[J]. 玉米科学, 2006, 14(1): 32-133.

[16] 黄海, 常莹, 吴春胜, 等. 群体密度对玉米茎秆强度及相关生理指标的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(4): 81-87, 101.

- 势[J]. 玉米科学, 2016, 24(5): 89-93.
- [3] 姜秋香, 付强, 王子龙. 黑龙江省西部半干旱区土壤水分空间变异性研究[J]. 水土保持学报, 2007(5): 118-122.
- [4] 李祎君, 王远皓, 张雪芬, 等. 东北地区玉米低温冷害规律研究[J]. 自然灾害学报, 2011, 20(6): 74-80.
- [5] 党小虎, 刘国彬, 孟文文, 等. 基于虚拟水的小流域综合治理水资源响应[J]. 人民黄河, 2013, 35(3): 55-57.
- [6] 贯春雨, 刘玉涛, 王宇先. 寒地玉米幼苗早发增产技术研究[J]. 黑龙江农业科学, 2011(3): 37-38.
- [7] 于吉琳, 聂林雪, 郑洪兵, 等. 播期与密度对玉米物质生产及产量形成的影响[J]. 玉米科学, 2013, 21(5): 76-80.

Effects of Conservation Ridging Combined with Precision Seeding on Yield and Water Use Efficiency of Maize in Semi Arid Area

XU Ying-ying, LIU Yu-tao, WANG Yu-xian, YANG Hui-ying, GAO Pan, WU Lin-lin, CHI Li
(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

Abstract: In order to increase maize yield, save water and reduce cost, Xianyu335 was taken as material, through the contrast test of conservation sowing, precision seeding, conservation with precision sowing and conventional sowing, the indexes of soil temperature, moisture content, maize growth, yield and water use efficiency were measured. The results showed that conservation sowing combined with precision seeding treatment could increase soil moisture content, soil temperature increased by 0.2~1.2 °C, and germination rate increased by 6.2% compared with conventional sowing. Maize yield and water use efficiency showed conservation with precision seeding > precision sowing > conservation sowing > conventional sowing, compared with the conventional sowing, the yield increased by 14.1%, 11.7% and 5.0%, and the water use efficiency increased by 16.6%, 12.2% and 6.2% respectively. The effect of increasing temperature and water holding capacity of conservation sowing was obvious. Combined with precision sowing technology (conservation with precision sowing), the yield and water use efficiency of maize were improved.

Keywords: conservation ridging; precision sowing; maize yield; water use efficiency

(该文作者还有徐婷, 樊景胜, 单位同第一作者)

(上接第 3 页)

Effects of Chemical Regulator on Anti-lodging Characters and Yield Formation of Spring Maize of Northeast China

HAO Yu-bo, YU Yang, QIAN Chun-rong, GONG Xiu-jie, LI Liang, JIANG Yu-bo, LAI Yong-cai
(Crop Cultivation Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences /Scientific Observing and Experimental Station of Crop Cultivation in Northeast China, Ministry of Agriculture, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: The lodging has always been an important factor restricting the high and stable yield of maize in the black soil area of northeast China. In order to improve the anti-lodging ability of maize, taking Xianyu 335 as the test material, chemical regulator was used at bell stage in maize, the effects of chemical regulator on anti-lodging characters of stalk and root were analyzed. The results showed that the plant height, ear position and length of lower internodes were reduced, while layers and total numbers of aerial root, density and breaking strength of internodes were improved. The use of chemical regulator could improve anti-lodging abilities of stalk and root significantly.

Keywords: maize; chemical regulator; lodging; yield; stalk; aerial roots

(该文作者还有葛选良、赵杨, 单位同第一作者)