

不同叶龄喷施金得乐对玉米茎秆生长发育的影响

李强¹, 武文明², 彭晨², 王世济^{2*}

(1.安徽省凤阳县农业科学研究所, 安徽凤阳 233100; 2.安徽省农业科学院烟草研究所/玉米研究中心, 安徽合肥 230031)

摘要 [目的]明确沿淮地区夏玉米喷施化控剂金得乐的对茎秆特性的影响。[方法]在6叶龄至抽雄期内喷施450 mL/hm²金得乐对水225 kg/hm², 研究不同叶龄期喷施化控剂金得乐对玉米不同节间长度、产量、穗行数、行粒数和千粒重的影响。[结果]6叶龄喷施金得乐显著缩短基部第5~8节节间长度; 7~11叶龄前喷金得乐均能显著缩短第5~13节节间即穗下节间长度, 随着叶龄的增大, 喷施金得乐主要影响上部节间的长度, 至18叶龄喷施金得乐显著缩短穗上部节间长度。产量、穗行数、行粒数和千粒重随喷施叶龄的增加呈先下降后上升的变化趋势, 产量与第7和第8节间长度呈显著正相关关系。[结论]6~8叶龄喷施金得乐为喷施化学调控剂的安全时期。

关键词 金得乐; 叶龄; 夏玉米; 产量; 节间长度

中图分类号 S513 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)18-0035-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.18.007



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Spraying Jindele at Different Leaf Ages on the Growth and Development of Stem in Summer Maize

LI Qiang¹, WU Wen-ming², PENG Chen² et al (1. Fengyang Agricultural Science Research Institute, Fengyang, Anhui 233100; 2. Tobacco Research Institute/Corn Research Center, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

Abstract [Objective] To investigate the best leaf age to spray plant growth regulator Jindele of summer maize along Yanhuai River. [Method] We spray plant growth regulator Jindele 450 mL/hm² plus 225 kg/hm² of water during the period of 6 leaf age to tasseling stage, in order to investigate the effects of spraying plant growth regulator Jindele on internode length, yield, ear row number, grain number per row and 1 000-grain weight. [Result] Spraying plant growth regulator Jindele at the 6 leaf age significantly decreased the 5th to 8th internode length, and spraying plant growth regulator Jindele during 7 to 11 leaf age significantly decreased the 5th to 13th internode length. As the leaf age increased, spraying plant growth regulator Jindele mainly affected the length of the upper internode, and spraying plant growth regulator Jindele at 18th leaf age significantly decreased the above-ear internode length. With the increase of leaf age, the yield, ear row number, grain number per row and 1 000-grain weight decreased firstly and then increased, and the grain yield significantly correlated with the 7th and 8th internode length. [Conclusion] The 6 to 8 leaf ages were the safety leaf age to spray plant growth regulator Jindele.

Key words Jindele; Leaf age; Summer maize; Grain yield; Internode length

沿淮地区处于暖温带和北亚热带的过渡区, 雨热同步, 利于夏玉米生长, 但由于自身调节能力不强, 加上降水、大风等气候的影响, 夏玉米生长后期容易发生倒伏^[1]。玉米倒伏问题成为玉米稳产及机械化收获的重要障碍因子, 而化学调控剂的出现可改善植株农艺性状, 为解决玉米倒伏问题提供了新的思路, 保证玉米的稳产和丰产。

刘强等^[2]在玉米7~11叶龄喷化控剂“金得乐”, 结果表明喷施化控剂能在一定程度上提高某些品种的抗倒伏(折)能力, 但品种间差异显著; 同等条件下喷施“金得乐”能导致玉米不同程度的减产, 品种间差异较大。化学调控剂可以通过控制玉米株高和穗位高, 使玉米抗倒伏率显著增强^[3]。李军虎等^[4]认为展开6叶时喷施化控剂, 株高、穗位高以及重心降低效果显著。何立锋等^[5]研究了化学调控剂对自交系株高及穗上各节间的影响, 发现不同自交系对化控处理的最佳时期和浓度均有差异。赵久然等^[6]研究表明, 在玉米大喇叭口期喷化控剂乙烯利导致玉米显著减产, 品种间减产表现一致, 只是减产程度不同。因此确定化学调控剂合理的喷施时期, 兼顾抗倒伏与夏玉米丰产稳产对沿淮夏玉米区生产上安全应用化控剂有十分重要的意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在安徽省农业科学院凤阳试验基地进行, 供试土壤为粘盘黄褐土, 土壤基本肥力状况如下: pH 6.2, 有机质 14.6 g/kg, 碱解氮 85.6 mg/kg, 速效磷 10.0 mg/kg, 速效钾 155.7 mg/kg。

1.2 试验材料 试验所用玉米品种为隆平 206。

1.3 试验设计 试验共设 11 个处理, 包括对照(CK)和玉米 6、7、8、9、10、11、12、14、16、18 叶龄共 10 个时期喷金得乐。喷施 450 mL/hm² 金得乐对水 225 kg/hm², 对照喷等量清水。金得乐喷施浓度为 2 mL/L, 全株叶片均匀喷湿; 随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 16 m²。

供试玉米品种为弘大 8 号, 密度为 67 500 株/hm²。全生育期纯 N 施用量 270 kg/hm², 氮肥 50% 基施, 50% 大喇叭口期追施; 于播种前各小区基施 P₂O₅ 112.5 kg/hm²、K₂O 112.5 kg/hm²。2011 年 6 月 16 日播种, 10 月 6 日收获。

1.4 测定项目 喷施化学调控剂前调查玉米的可见叶数, 每小区标记与设计叶数相同且生长一致的玉米 15 株, 调查玉米的农艺性状并收获考种, 收获后测量各处理玉米茎秆各节的长度。

2 结果与分析

2.1 不同叶龄喷施金得乐对节间长度的影响 不同叶龄喷施金得乐对第 5~17 节节间长度影响结果见表 1。对不同处理节间长度进行方差分析。结果表明 6 叶龄喷施金得乐显

基金项目 安徽省农业科学院创新团队(2019YL041)。

作者简介 李强(1974—), 男, 安徽凤阳人, 农艺师, 从事玉米高产技术示范推广研究。* 通信作者, 研究员, 从事玉米栽培技术研究。

收稿日期 2019-07-18

著缩短单株第5~8节的节间长度,较对照处理分别下降29.0%、30.3%、14.4%和9.6%。7叶龄喷施金得乐显著缩短单株第5~11节的节间长度,较对照处理分别下降30.0%、28.0%、9.9%、16.3%、12.9%、8.0%和4.6%。8、9和10叶龄喷金得乐显著缩短单株第5~12节的节间长度。11叶龄喷金得乐显著缩短单株第6~13节的节间长度,较对照处理下降5.3%~46.2%。12叶龄喷金得乐可显著缩短单株第7节以上各节的节间长度,较对照下降7.8%~37.1%。14叶龄喷金得乐显著缩短单株第8节以上各节的节间长度,较对照下降15.5%~45.8%。16叶龄喷金得乐显著缩短单株第10节以上各节的节间长度,较对照下降19.1%~42.6%。18叶龄喷金

得乐显著缩短单株第12节以上各节的节间长度,较对照分别下降7.1%、19.0%、33.9%、49.6%、50.6%和50.3%。

喷金得乐能显著缩短单株至少4个节以上的节间长度。拔节前后喷金得乐能显著缩短单株8个节的节间长度。11~18叶龄喷金得乐均能不同程度地缩短穗位节(13位上下)以下节的节间长度。可见叶11片前喷金得乐均能显著缩短第5、6节的基部节间长度。随着叶龄的增大,喷施金得乐主要影响上部节间的长度。12叶龄后喷施金得乐对基部第5和6节间长度无影响,影响茎节数上移。18叶龄喷施金得乐,对穗部以下节间无明显影响,主要影响穗部以上节间长度。

表1 玉米不同叶龄喷施金得乐对夏玉米地上部节间长度的影响

Table 1 Effects of spraying Jindele at different leaf ages on the internode length of aboveground part of summer maize

处理 Treatment	第5 叶节 The 5 th leaf node	第6 叶节 The 6 th leaf node	第7 叶节 The 7 th leaf node	第8 叶节 The 8 th leaf node	第9 叶节 The 9 th leaf node	第10 叶节 The 10 th leaf node	第11 叶节 The 11 th leaf node	第12 叶节 The 12 th leaf node	第13 叶节 The 13 th leaf node	第14 叶节 The 14 th leaf node	第15 叶节 The 15 th leaf node	第16 叶节 The 16 th leaf node	第17 叶节 The 17 th leaf node
6叶龄 6 leaf age	2.77 b	6.90 b	10.07 cd	12.67 b	15.17 a	17.47 a	19.93 a	19.77 a	19.30 a	18.03 a	17.13 ab	15.30 c	15.77 c
7叶龄 7 leaf age	2.73 b	7.13 b	10.60 bc	11.73 c	13.87 b	16.30 b	18.77 cd	19.53 a	19.03 a	18.40 a	17.23 ab	16.07 abc	15.57 c
8叶龄 8 leaf age	2.43 b	5.50 c	9.37 d	10.53 d	13.13 bc	15.17 c	18.00 d	18.19 b	18.80 ab	17.80 a	17.30 a	17.17 a	16.77 a
9叶龄 9 leaf age	2.30 b	5.00 cd	9.33 d	10.37 d	13.00 bc	15.03 cd	17.17 e	18.23 b	18.50 abc	17.37 ab	16.90 ab	16.67 ab	16.57 ab
10叶龄 10 leaf age	2.47 b	4.20 d	9.33 d	10.4 d	12.97 bc	15.00 cd	16.93 e	17.66 b	18.03 bc	17.17 ab	16.57 ab	15.77 bc	15.20 cd
11叶龄 11 leaf age	3.80 a	5.33 c	7.53 e	10.17 de	12.23 c	14.23 cd	15.97 f	17.28 b	17.63 cd	16.47 bc	15.23 cd	15.60 bc	14.77 d
12叶龄 12 leaf age	4.03 a	9.27 a	7.40 e	9.53 e	12.43 c	14.10 d	16.03 f	17.50 b	16.90 d	15.90 c	14.90 d	13.97 d	14.57 d
14叶龄 14 leaf age	4.23 a	9.97 a	11.43 ab	11.77 c	8.63 d	10.53 e	13.27 g	14.22 c	14.73 e	13.57 d	12.70 e	12.27 e	13.50 e
16叶龄 16 leaf age	4.30 a	9.80 a	11.73 a	13.93 a	15.10 a	14.33 cd	11.30 h	12.02 d	12.23 f	11.60 e	11.23 f	10.63 f	10.77 f
18叶龄 18 leaf age	4.47 a	10.03 a	11.17 ab	13.87 a	15.43 a	17.40 a	18.90 bc	17.85 b	15.07 e	11.40 e	8.17 g	7.63 g	7.93 g
对照(CK) Control	3.90 a	9.90 a	11.77 a	14.01 a	15.93 a	17.72 a	19.67 ab	19.21 a	18.61 ab	17.25 ab	16.20 bc	15.43 c	15.97 bc

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.2 不同叶龄喷施金得乐对玉米产量及其构成因素的影响

不同叶龄喷施金得乐显著影响夏玉米的产量、穗行数、行粒数和千粒重(表2)。喷施金得乐后,产量、穗行数、行粒数和千粒重随着喷施叶龄的增大先下降后又上升。玉米6叶龄喷金得乐的产量最高,为8923.2 kg/hm²;随着叶龄的增大,产量逐渐下降,12叶龄喷金得乐最低,为6990.2 kg/hm²,然后随着叶龄的增加玉米产量又上升。6、7、8、14、16、18叶龄期喷金得乐处理玉米产量与对照处理无显著差异,9、10、11、12叶龄处理喷金得乐的玉米产量显著低于对照处理,分别比对照处理减产7.6%、9.4%、16.4%、18.2%。9和10叶龄喷金得乐的玉米穗行数显著低于对照处理,较对照处理降低7.3%,其他处理喷金得乐的玉米穗行数与对照处理的玉米穗行数差异不显著。12叶龄喷金得乐的玉米行粒数及千粒重最低,且显著低于对照处理,较对照分别下降10.1%和7.0%,其他处理与对照无显著差异。

2.3 茎节长度与产量相关性分析

对不同处理茎节长度与产量进行相关性分析,结果表明第7、8叶节长度与产量呈显著正相关关系($R^2=0.853, P<0.01; R^2=0.772, P<0.01$)。

3 结论与讨论

植物的生长发育受一些内源和外源生长物质的影响,通过施加外源的植物激素或植物生长调节剂可以有效的调节作物生长发育进程。化学调控能够降低株高、穗位、重心高度以及缩短节间长度,且能够增加茎秆粗纤维含量和茎部节间硬度,显著提升抗折力和抗倒伏能力^[7],从而实现玉米的高产稳产。金得乐含有乙烯成分,具有延缓玉米生长的作用^[8],玉米喷施金得乐后,控制玉米生长的时间长达19~26 d,缩短玉米节间多达9~15节数,持续作用的时间长,调控力度大^[9]。但另一方面,有研究认为喷施化学调控剂影响果穗发育,造成作物减产^[6]。因此,合理选择喷施化学调控剂的时期、降低基部节间长度达到抗倒伏目的,同时不影响

果穗发育影响产量形成,是值得深入研究的问题。

表 2 不同叶龄喷施金得乐对玉米产量及其构成因素的影响

Table 2 Effects of spraying Jindele at different leaf ages on the yield and its component factors of maize

处理 Treatment	产量 Yield//kg/hm ²	穗行数 Ear rows//行	行粒数 Grains per row//粒	千粒重 1 000-grain weight//g
6 叶龄 6 leaf age	8 923.2 a	13.5 ab	30.4 a	328.0 abc
7 叶龄 7 leaf age	8 541.8 ab	13.0 abc	29.8 ab	321.0 ab
8 叶龄 8 leaf age	8 317.5 bc	13.0 abc	30.0 ab	319.0 ab
9 叶龄 9 leaf age	7 893.9 cd	12.7 c	29.8 ab	310.7 abc
10 叶龄 10 leaf age	7 743.9 d	12.7 bc	29.9 ab	305.7 bcd
11 叶龄 11 leaf age	7 148.6 e	13.4 abc	28.4 ab	295.3 cd
12 叶龄 12 leaf age	6 990.2 e	13.3 abc	27.6 b	290.3 d
14 叶龄 14 leaf age	8 392.5 abc	13.8 a	30.6 a	293.0 cd
16 叶龄 16 leaf age	8 505.1 ab	13.3 abc	30.1 ab	296.7 cd
18 叶龄 18 leaf age	8 489.2 ab	13.3 abc	30.9 a	307.3 bcd
对照 CK	8 546.8 ab	13.7 a	30.7 a	312.0 abc

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

该研究结果表明,喷施金得乐能显著缩短单株至少 4 个节以上的节间长度。8 叶龄前喷施金得乐能显著缩短单株第 5~12 节不同节间的长度。12 叶龄后喷施金得乐,对基部第 5 和 6 节间长度无影响,影响茎节数上移。18 叶龄喷施金得乐,对穗部以下节间无明显影响,主要影响穗部以上节间长度。穗位以上节间长度缩短,不利于通风透光,无法塑造理想的玉米株型^[10],不利于群体构建。第 7 和 8 节间长度与产量呈正相关关系,表明 8 叶龄前喷施金得乐为喷施安全叶龄期。9 叶龄后喷施金得乐玉米产量显著低于对照处理,这可能是由于 9 叶龄时喷施金得乐,正是穗分化关键时期。玉米的叶龄与穗分化有稳定的对应关系,准确记载叶龄可以判断穗分化期。叶龄为 11.8 时,晚熟品种处于雄穗小花分化末期和雌穗小穗分化期;而早熟品种已处于雄穗花粉粒成熟期和雌穗的花丝伸长期。该试验品种弘大 8 号属于中熟品种,9 叶期以后喷施化学调控剂时,其雄穗和雌穗可能已处于分化末期,影响花粉与花丝的形成,进而影响玉米的结实,导致产量下降。赵久然等^[6]在小喇叭口期至大喇叭口期喷乙烯水溶药剂,结果表明玉米穗行数和穗粒数降低。该研究结果表明,9 和 10 叶龄喷施金得乐显著减少了玉米的穗行数,这与

赵久然等^[6]结果一致,玉米穗部性状变劣是玉米产量降低的原因。该试验研究了不同叶龄期喷施金得乐对茎部节间长度和产量的影响,旨在确定兼顾抗倒伏与保证丰产稳产的最佳喷施期,结果表明 6~8 叶龄为喷施金得乐的最佳时期。

参考文献

- [1] 宋朝玉,张继余,张清霞,等.玉米倒伏的类型、原因及预防、治理措施[J].作物杂志,2006(1):36-38.
- [2] 刘强,刘铁山,姜东元,等.喷施“金得乐”对玉米生长发育及产量的影响[J].山东农业科学,2009(7):93-94.
- [3] 赵敏,郭建伟,周淑新,等.植物生长调节剂对玉米抗倒性的调控研究进展[J].中国种业,2007(3):14-15.
- [4] 李军虎,杜义英,杨京,等.密度和化控剂对耐密型玉米丰玉 4 号农艺性状及产量的影响[J].种子,2014(3):89-93.
- [5] 何立锋,李敏,李岩,等.化学调控剂对玉米自交系株高及穗上各节间长度的影响[J].玉米科学,2018,26(4):99-104.
- [6] 赵久然,郭景伦,郭强,等.乙烯类药剂处理对玉米果穗发育及穗粒数的影响[J].北京农业科学,1998,16(4):1-3.
- [7] 田晓东,边大红,蔡丽君,等.高密条件下化学调控对夏玉米抗茎倒伏能力的影响[J].华北农学报,2014,29(S1):249-254.
- [8] 赵敏,周淑新,崔彦宏.我国玉米生产中植物生长调节剂的应用研究[J].玉米科学,2006,14(1):127-131.
- [9] 职雨地,李文举,李继平,等.玉米喷施金得乐生长调节剂增产效应的研究[J].河南科技学院学报(自然科学版),2010,38(3):20-24,32.
- [10] 王元东,段民孝,邢锦丰,等.玉米理想株型育种的研究进展与展望[J].玉米科学,2008,16(3):47-50.
- [11] 任心月.玉米密度试验效果分析[J].现代农业,2017(1):22.
- [12] 侯月,王鹏文.玉米不同种植密度产量结构的差异研究[J].天津农学院学报,2014,21(3):25-27.
- [13] 赵久然等.玉米穗部性状变劣是玉米产量降低的原因[J].中国农业大学学报,2008,41(8):2506-2512.
- [14] 杨贵兰,李新海,李红,等.耐密玉米杂交种密度效应研究[J].玉米科学,2009,17(3):107-112.
- [15] 王丽,金彦刚,夏中华,等.种植密度对玉米苏玉 29 产量及生理特性的影响[J].安徽农学通报,2015,21(6):25-27.
- [16] 任心月.玉米密度试验效果分析[J].现代农业,2017(1):22.
- [17] 侯月,王鹏文.玉米不同种植密度产量结构的差异研究[J].天津农学院学报,2014,21(3):25-27.
- [18] 邵帅,王国宏,樊勇,等.种植密度对不同玉米品种干物质积累及产量的影响[J].辽宁农业科学,2018(3):1-4.
- [19] 李晓雨.不同玉米品种 110 cm 大垄栽培密度对比试验[J].现代农业科技,2019(1):35,37.
- [20] 吕斌,孙义,杨帆,等.不同栽培密度对玉米产量的影响[J].基层农技推广,2018,6(11):15-17.
- [21] 王庆成,刘霞,李宗新,等.种植密度对玉米种皮形态建成及胚乳淀粉粒

(上接第 34 页)

- [4] 邵帅,王国宏,樊勇,等.种植密度对不同玉米品种干物质积累及产量的影响[J].辽宁农业科学,2018(3):1-4.
- [5] 李晓雨.不同玉米品种 110 cm 大垄栽培密度对比试验[J].现代农业科技,2019(1):35,37.
- [6] 吕斌,孙义,杨帆,等.不同栽培密度对玉米产量的影响[J].基层农技推广,2018,6(11):15-17.
- [7] 王庆成,刘霞,李宗新,等.种植密度对玉米种皮形态建成及胚乳淀粉粒