

不同种植密度下稀施保对玉米抗倒性和产量的影响

杨文飞¹, 贾艳艳¹, 侍瑞高², 文廷刚¹, 顾大路¹, 杜小凤¹, 吴传万¹, 王伟中¹

(1. 江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所, 江苏淮安 223001; 2. 淮安市淮安区农业技术推广中心, 江苏淮安 223200)

摘要 为探究植物生长调节剂“稀施保”对玉米抗倒性和产量等性状的影响, 选择玉米品种苏玉 29 为试验材料, 设置 67 500、75 000、82 500、90 000 株/hm² 共 4 个种植密度, 以清水处理为对照, 分析大喇叭口后期施稀施保对玉米抗倒伏性和产量构成因素的影响, 明确稀施保在玉米上的应用效果。结果表明, 随着种植密度的增加, 无论是清水处理还是稀施保处理, 苏玉 29 的株高均呈先升高后降低的变化, 穗位高、倒伏率、空秆率、秃尖均呈上升趋势, 茎粗、穗粒数和千粒重均呈现下降趋势。与清水处理相比, 稀施保处理的玉米株高、穗位高均有所降低; 各密度下的倒伏率均有所降低, 平均倒伏率显著降低。种植密度由 67 500 增加到 90 000 株/hm², 稀施保处理下苏玉 29 的理论产量分别较同密度清水处理提高了 10.2%、8.5%、6.8% 和 6.2%, 在密度为 90 000 株/hm² 时达最高值 12 689.6 kg/hm²。

关键词 稀施保; 玉米; 种植密度; 倒伏率; 产量

中图分类号 S513 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)03-0037-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.03.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Xishibao on Lodging Resistance and Yield of Maize under Different Planting Densities

YANG Wen-fei¹, JIA Yan-yan¹, SHI Rui-gao² et al (1. Huaiyin Institute of Agricultural Sciences in Xuhuai Area of Jiangsu, Huai'an, Jiangsu 223001; 2. Huaian District Agricultural Technology Extension Center of Huai'an City, Huai'an, Jiangsu 223200)

Abstract Suyu 29 was selected as experimental material to explore the effects of plant growth regulator Xishibao on lodging resistance and yield. Four planting densities of 67 500, 75 000, 82 500 and 90 000 plants /hm² were set in the experiment, and the water treatment was taken as the control. The effects of Xishibao on lodging resistance and yield components of maize in the later stage of megabell were analyzed. The application effects of Xishibao on maize were clarified. Results showed that with the increase of planting density, the plant height of Suyu 29 increased firstly and then decreased in the treatments of clear water and Xishibao. Ear height, lodging rate, empty stem rate and bald tip showed an upward trend, while stem diameter, grain number per spike and 1 000-grain weight showed a downward trend. Compared with the water treatment, the plant height, ear height and the lodging rate of each density under the Xishibao treatments were decreased; the average lodging rate was significantly reduced. The planting density of maize increased from 67 500 to 90 000 plants/hm², and the theoretical yield increased by 10.2%, 8.5%, 6.8% and 6.2%, respectively, compared with the same density of water treatment, and the highest value reached 12 689.6 kg/hm² at the density of 90 000 plants /hm² under the Xishibao treatments.

Key words Xishibao; Maize; Planting density; Lodging rate; Yield

我国是玉米主要生产国之一, 进一步提高玉米的产量是科技工作者不断追求的目标, 增加种植密度是目前国内外玉米获得高产的主要途径。然而, 群体密度增加, 植株倒伏风险增大, 倒伏已逐渐成为世界范围内限制玉米增产的主要因素之一^[1-2]。在玉米主产区黄淮海平原, 玉米拔节后, 特别在灌浆成熟期间, 常因受到暴风雨的袭击而发生倒伏。倒伏已成为中国北方玉米高产、稳产的最大障碍。调查显示, 在生产上出现玉米倒伏现象轻者减产 5%~10%, 重者减产 30%~50%^[3-5]。为实现通过增加密度来提高产量防止倒伏这一技术难题, 江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所科研人员集成了江苏玉米绿色抗倒防技术并研发相应的物化产品稀施保, 稀施保是以微量元素+乙烯+维生素的复配调节剂。鉴于此, 笔者开展了大喇叭口后期喷施稀施保对不同种植密度下玉米抗倒伏和增产的研究, 探索稀施保在夏玉米上的抗倒伏、增产效果, 为实现夏玉米抗倒密植栽培提供化控技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2019 年 6 月在淮安市农业科学研究院科技示范园区进行, 前茬为小麦, 田间土壤为壤土, 有机质含量为 20.587 g/kg, 含氮量为 0.135 g/kg, 碱解氮为

72.638 mg/kg, 速效磷为 9.507 mg/kg, 速效钾为 217.807 mg/kg, pH 8.1, 肥力中等。

1.2 试验材料 化控剂为稀施保(淮安飞龙公司生产), 玉米品种为苏玉 29(市场购买)。

1.3 试验设计 试验于 2019 年 6 月 12 日采用大小行(大行距 60 cm、小行距 40 cm)方式播种玉米, 种植密度为 67 500、75 000、82 500、90 000 株/hm²; 设 4 个水平, 密度由株距调节。7 月 22 日大喇叭口后期时进行施药处理, 每个密度下均采用对比试验设计, 设大喇叭口后期叶面喷施稀施保 375 mL/hm² 和等量清水(CK)2 个处理。小区面积 37.8 m² (行长 6.0 m, 13 行/区), 随机区组排列, 3 次重复。其他田间管理措施同大田生产, 9 月 16 日收获。

1.4 调查测定项目与方法

1.4.1 株高和穗位高测定。 成熟期测定株高和穗位高, 株高为地面到雄穗顶端的高度, 穗位高为地面至第一果穗着生节位的高度。

1.4.2 茎粗的测定。 每小区选择有代表性植株 10 株, 用游标卡尺测茎粗。

1.4.3 倒伏、倒折率调查。 如遇暴风雨发生倒伏, 选择代表性点, 调查倒伏的类型、倒伏率。根据公式, 计算倒伏率: 倒伏率=倒伏株数/总株数×100%。

1.5 计产与考种 6 行区收获中间 2 行计产。以含水量 14% 的重量作为产量, 另取 10 穗玉米进行考种, 调查穗粒数、

千粒重、秃尖长等并计算每公顷理论产量。

2 结果与分析

2.1 不同种植密度下稀施保对植株性状与倒伏的影响

2.1.1 对株高、穗位高的影响。株高和穗位过高会导致植株重心升高,增大玉米倒伏的风险^[6-8]。由表 1 可知,随着种植密度的增加,无论是清水处理还是稀施保处理,玉米株高均呈先升高后降低的变化,其中 82 500 株/hm² 处理的株高均最高;穗位高呈逐渐升高趋势。清水处理(CK)的玉米株高和穗位高均大于其同密度的稀施保处理;但不同种植密度下矮化作用效果不同,密度由 67 500 株/hm² 增加到 90 000 株/hm² 时株高分别较同密度 CK 降低了 10.4%、11.1%、11.4%、10.5%,穗位高分别较同密度 CK 降低了 8.9%、9.9%、10.6%、9.5%,表明大喇叭口后期喷施稀施保可以矮化玉米株高和穗位高,降低植株重心高度,其中对 82 500 株/hm² 密度种植的玉米矮化效果最好,其次是种植密度 75 000 株/hm²。

表 1 不同种植密度下各处理对株高和穗位高的影响
Table 1 Effects of different treatments on the plant height and ear height under different planting densities

种植密度 Planting density 株/hm ²	处理 Treatment	株高 Plant height cm	降低率 Decreasing rate %	穗位高 Ear height cm	降低率 Decreasing rate %
67 500	稀施保	202.3	10.4	85.8	8.9
	CK	225.8	—	94.2	—
75 000	稀施保	204.6	11.1	87.2	9.9
	CK	230.1	—	96.8	—
82 500	稀施保	206.7	11.4	87.9	10.6
	CK	233.3	—	98.3	—
90 000	稀施保	205.2	10.5	89.7	9.5
	CK	229.4	—	99.1	—

2.1.2 对茎粗、空秆率的影响。由表 2 可知,随着密度增大,稀施保和清水(CK)处理基部第 1 节的茎粗值呈变小的趋势。由此可见,随着密度的增加,玉米的抗倒伏能力有减弱趋势。密度从 67 500~90 000 株/hm² 经稀施保处理后茎粗分别增加 9.4%、9.7%、11.5%、6.9%,茎粗的增加增强了玉米植株的抗倒伏能力。随着种植密度的增加,2 种处理空秆率都在增加,稀施保处理后 67 500~90 000 株/hm² 同密度下空秆率分别降低 50%、50%、58%、46%。

表 2 不同种植密度下各处理对茎粗和空秆率的影响
Table 2 Effects of different treatments on the stem diameter and bare-plant percentage under different planting densities

种植密度 Planting density 株/hm ²	处理 Treatment	基部第 1 节 茎粗 Diameter of the first basal stem/cm	增粗率 Thickening rate %	空秆率 Bareplant percentage %	降低率 Decreasing rate %
67 500	稀施保	2.22	9.4	0.2	50
	CK	2.03	—	0.4	—
75 000	稀施保	2.15	9.7	0.3	50
	CK	1.96	—	0.6	—
82 500	稀施保	2.13	11.5	0.5	58
	CK	1.91	—	1.2	—
90 000	稀施保	2.01	6.9	0.8	46
	CK	1.88	—	1.5	—

2.1.3 对倒伏率的影响。由表 3 可知,随着种植密度的增加,无论是清水处理还是稀施保处理,玉米倒伏率均呈逐渐升高趋势。稀施保处理的玉米倒伏率为 1.1%~5.1%,相同密度下指标值均小于清水(CK);密度 67 500~90 000 株/hm² 处理倒伏下降率分别为 80.7%、82.6%、84.1%、73.0%,倒伏平均下降率为 80.1%。由此可见,不同种植密度经稀施保处理后均能显著降低玉米植株倒伏率。

表 3 不同种植密度下各处理对倒伏率的影响
Table 3 Effects of different treatments on the lodging rate under different planting densities

种植密度 Planting density 株/hm ²	处理 Treatment	倒伏率 Lodging rate	倒伏下降率 Lodging drop rate	倒伏平均下降率 Average decrease rate of lodging
67 500	稀施保	1.1	80.7	80.1
	CK	5.7	—	
75 000	稀施保	1.6	82.6	
	CK	9.2	—	
82 500	稀施保	2.5	84.1	80.1
	CK	15.7	—	
90 000	稀施保	5.1	73.0	80.1
	CK	18.9	—	

2.2 不同种植密度下稀施保对产量结构的影响 由表 4 可知,随着种植密度的增加,无论是清水处理还是稀施保处理,玉米产量均呈先升高的趋势,以 9 000 株/hm² 密度水平的产量最高并显著大于其他密度水平。稀施保处理的玉米产量均大于其同密度 CK;但不同种植密度下产量增幅不同,密度由 67 500 株/hm² 增加到 90 000 株/hm² 时,4 个处理的理论产量分别较同密度 CK 提高了 10.2%、8.5%、6.8%和 6.2%,表明大喇叭口后期喷施稀施保可以显著提高玉米产量。其中以 67 500 株/hm² 种植密度增产幅度最大,增产率为 10.2%。随着种植密度的增加,玉米穗粒数和千粒重都呈下降趋势,秃尖逐渐增大,稀施保处理后不同密度的穗粒数分别增加 38.7、31.6、27.2、23.2 g,千粒重分别增加 4.7、3.5、2.2、1.7 g,秃尖减少 0.62、0.58、0.52、0.43 cm,表明喷施稀施保可促进玉米穗部发育,提高千粒重、减少秃尖数。

3 结论与讨论

目前,化学调控技术已广泛应用于农业生产的各方面,具有使用方便、投资少、见效快、效果显著等特点。玉米抗倒栽培研究表明,应用化学调控技术可明显降低玉米株高、穗位高,增加基部节间茎粗,是防止倒伏的有效措施^[9-10]。江苏省农业技术推广总站已将合理增加种植密度作为农业重大技术玉米“一增三改”技术的重要组成部分^[11]。但增加种植密度又容易引发玉米植株倒伏、贪青、空秆等问题。使用化控剂后,植物通过调节自身的激素水平来改善群体的冠层结构,提高群体的光合能力,降低株高和穗位高等,进而降低倒伏率。因此,密植后利用化控技术实现高产势在必行。

从考种各项指标来看,随着密度的增加,穗长变短,穗粗变小,穗粒数减少,千粒重降低,可知随着密度的增加单株果穗的穗粒数和穗粒重有减小趋势,但其穗数随着密度的增加而明显提高,所以密度大的处理最终产量较高。

表 4 不同种植密度下各处理对产量结构的影响

Table 4 Effects of different treatments on the yield structures under different planting densities

种植密度 Planting density 株/hm ²	处理 Treatment	穗粒数 Kernels per spike/g	千粒重 1 000-grain weight/g	秃尖 Bared tip cm	理论产量 Theoretical yield kg/hm ²	增产 Yield increase kg/hm ²	增产率 Yield increase rate/%
67 500	稀施保	487.6	327.8	0.91	10 788.9	998.7	10.2
	CK	448.9	323.1	1.53	9 790.2		
75 000	稀施保	464.2	323.9	0.97	11 276.6	880.1	8.5
	CK	432.6	320.4	1.55	10 396.5		
82 500	稀施保	442.9	320.3	1.09	11 703.5	794.0	6.8
	CK	415.7	318.1	1.61	10 909.5		
90 000	稀施保	436.5	317.9	1.22	12 488.7	727.2	6.2
	CK	413.3	316.2	1.65	11 761.5		

综合来看,随着种植密度的增加,玉米的产量增加,玉米的株高、穗位高和穗高系数均有增加趋势,但茎秆变细,空秆率变大,秃尖变长,倒伏风险变大。经稀施保处理后可有效增加各项指标,理论分析可知,90 000 株/hm² 密度水平时产量最高。但在实际机收时由于倒伏、空秆等原因,82 500 和 90 000 株/hm² 密度水平时产量相差不大,但 90 000 株/hm² 密度水平的玉米籽粒明显小于 82 500 株/hm² 密度水平,同时抗倒效果也不如 82 500 株/hm² 密度水平,增加机械收割难度。综合分析建议,苏玉 29 在 65 000 株/hm² 密度下可不使用化控剂,65 000~82 500 株/hm² 密度在大喇叭口后期喷施稀施保 375 mL/hm²;种植密度尽量不要高于 82 500 株/hm²。

参考文献

[1] 丰光,刘志芳,李妍妍,等. 中国不同时期玉米单交种的产量变化[J]. 中国农业科学,2010,43(2):277-285.
[2] TOKATLIDIS I S,HAS V,MELIDIS V, et al. Maize hybrids less dependent

on high plant densities improve resource-use efficiency in rainfed and irrigated conditions[J]. Field crops research,2011,120(3):345-351.
[3] 郝玉波,干洋,钱春荣,等. 化控剂对东北春玉米抗倒伏性能及产量形成的影响[J]. 黑龙江农业科学,2017(10):1-3,8.
[4] 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.
[5] 任红,周培禄,赵明,等. 不同类型化控剂对春玉米产量及生长发育的调控效应[J]. 玉米科学,2017,25(2):81-85.
[6] 张世博,施龙建,俞春涛,等. 江苏省玉米生产情况调研与分析[J]. 江苏农业学报,2018,34(6):1410-1418.
[7] 曹亦兵,黄收兵,王媛媛,等. 玉米群体生长与光截获的动态模拟及应用[J]. 中国农业科学,2017,50(11):1973-1981.
[8] 陆卫平. 玉米高产群体质量指标及其调控途径[D]. 南京:南京农业大学,1997.
[9] SHEKOOFA A,EMAM Y. Plant growth regulator (ethephon) alters maize (Zea mays L.) growth,water use and grain yield under water stress[J]. Journal of agronomy,2008,7(1):41-48.
[10] 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状的影响[J]. 玉米科学,2010,18(3):90-94,97.
[11] 徐德利,刘冬玲,李国权. 苏北地区玉米生产存在的问题及技术创新思路[J]. 安徽农业科学,2016,44(5):282-283,327.

(上接第 36 页)

的影响,表现为随着播期的推迟,全生育期缩短。全生育期缩短的主要原因为营养生长天数减少,这与播期对机械插秧水稻生长特性的影响相同,即随着播期推迟,主要生育时期相对延后,生育进程加快,在灌浆时期尤为明显,全生育期显著缩短,主要缩短了营养生长期^[1,4-7],因此在条件允许的情况下宜实时早播。

产量构成因素之间是相互制约、相互影响的平衡关系,因此生态环境对他们的影响更为复杂。该试验中,播期推迟对各产量构成因素均为不利影响,造成产量的降低。随着播期的推迟,由于温度的升高,水稻的营养生长和生殖生长期重叠,存在营养竞争,造成群体生长量受阻,主要影响了水稻的产量,孕穗时间的缩短影响了颖花的形成和灌浆时间缩短,减少了籽粒形成的基数。该研究对新疆石河子垦区水稻品系 T-66、T-69、T-294 和 T-43 设置不同的播种时期,使得膜下滴灌水稻生育期气候条件不同,研究播期对膜下滴灌水稻生长特性的影响,结果显示随着播期的推迟,水稻产量呈下降趋势。关于播期对膜下滴灌水稻生长发育及产量形成的影响,由于试验地点、参试品种、栽培方式及播期设置的不同,结果有所不同。

采用主成分分析法对试验材料的众多性状进行综合分析,被广泛用于作物种质资源评价与品种选育中,均取得了显著的应用效果^[8-11]。该研究对不同播期膜下滴灌

水稻产量相关性状进行主成分分析,结果显示有效穗数和单株实粒数分量值较高,应进一步提高有效穗从而提高产量。因此,在膜下滴灌水稻品种种植时,应适当选择多穗的品种,适时播种,利用栽培技术,加大水肥调控力度,控制无效分蘖,提高有效穗,进而提高单产。

参考文献

[1] 朱红霞,杨沈斌,吴鹏飞,等. 播期对不同类型水稻生长及产量构成因素的影响[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版),2014,6(3):240-243.
[2] 陈林,王芬,费永成,等. 播期对水稻产量及构成因素的影响分析[J]. 安徽农业科学,2011,39(30):18448-18450.
[3] 杜斌,陈留根,赵田芬,等. 直播播期对不同类型水稻品种生育期及产量形成的影响[J]. 湖南农业科学,2012(15):18-21.
[4] 陈林,赵双玲,朱江艳,等. 膜下滴灌水稻的农艺性状相关性和主成分分析[J]. 安徽农业科学,2012,40(22):11202-11204.
[5] 邢志鹏,曹伟伟,钱海军,等. 播期对机插水稻产量构成特征的影响[J]. 农业工程学报,2015,31(13):22-31.
[6] 程方民,钟连进. 不同气候生态条件下稻米品质性状的变异及主要影响因子分析[J]. 中国水稻科学,2001,15(3):187-191.
[7] 黄惠芳,沈建勋,赵捷,等. 播期对籼粳杂交稻生育期、产量及其构成因子的影响[J]. 上海农业学报,2020,36(1):19-24.
[8] 杨学辉,袁洁,陈惠查,等. 贵州早稻种质资源主要农艺性状的主成分分析[J]. 西南农业学报,2009,22(5):1204-1208.
[9] 李朝峰,孟维初,王贵才. 不同早稻品种产量与性状的主成分分析[J]. 北方水稻,2010,40(5):19-21.
[10] 李建国,韩勇,刘博,等. 水稻品种农艺性状与产量的相关分析[J]. 北方水稻,2008,38(3):78-80.
[11] 姜龙. 有机栽培方式对不同水稻品种农艺性状和产量的影响[J]. 现代农业科技,2010(14):49,51.