

基施钾肥对耐密·紧凑型夏玉米品种主要农艺性状和产量的影响

路小芳 (邢台市农业科学研究院, 河北邢台 054000)

摘要 [目的]探索实现夏玉米高产的适宜施钾水平。[方法]以邢玉10号为试验材料,设氯化钾施肥量0(不施肥,CK)、90、150、210、270、360 kg/hm²共6个处理,研究不同钾肥施肥水平对耐密、紧凑型夏玉米主要农艺性状及产量的影响。[结果]施用钾肥可以促进玉米生长发育,株高、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重和产量均显著增加,果穗秃尖长度显著变短,钾肥对玉米有较显著的增产作用。当施钾量≤210 kg/hm²时,不同施钾量处理的株高、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重、秃尖长度和产量差异均达到显著水平;当施钾量>210 kg/hm²时,继续加大施肥水平,株高、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重、秃尖长度和产量增效作用不明显,表明钾肥能够显著提高夏玉米的农艺性状和产量,但过多施用钾肥对农艺性状和产量影响不大,反而造成浪费。[结论]该研究可为提高玉米产量和种植效益提供理论支持。

关键词 钾肥;施肥量;夏玉米;农艺性状;产量

中图分类号 S513 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)29-0018-02

Effects of Base Potassium Fertilizer on Agronomic Traits and Yield of Density-Tolerant Summer Maize

LU Xiao-fang (Xingtai Agricultural Science Research Institute, Xingtai, Hebei 054000)

Abstract [Objective] To explore the suitable potassium fertilizer level to achieve high yield of summer maize. [Method] With Xingyu No. 10 as test material, to study effect of different potassium fertilizer levels (0, 90, 150, 210, 270, 360 kg/hm²) on agronomic traits and yield of density-tolerant summer maize. [Result] Potassium fertilizer can promote the growth and development of maize, plant height, ear position height, ear length, row number, kernels per row, kernels per spike, 1 000-grain weight and yield were significantly increased, bare tip length was shortened, the potassium fertilizer significantly increased maize yield. When the amount of potassium was not more than 210 kg/hm², the differences of plant height, ear position height, ear length, row number, kernels per row, kernels per spike, 1 000-grain weight, bare tip length and yield of different potassium treatments were significant. When the amount of potassium was more than 210 kg/hm², continuously increased the fertilization level, plant height, ear position height, ear length, row number, kernels per row, kernels per spike, 1 000-grain weight, bare tip length and yielding effect were not obvious. Potassium fertilizer can significantly improve the agronomic traits and yield of summer maize, but not the more the better, too much potassium fertilizer had little effect on yield, but cause waste. [Conclusion] The study can provide a theoretical basis for increasing maize yield and planting benefit.

Key words Potassium fertilizer; Fertilizing amount; Summer maize; Agronomic characters; Yield

玉米高产对于保证我国粮食的有效供给、社会稳定和经济发展具有重要作用。近些年来,许多农民偏施氮肥或氮磷肥,不施或少施钾肥,导致玉米植株体内严重缺钾成为其增产的最主要限制因素,作物的生长必须依靠养分的充足和平衡供应。随着高产玉米品种的大量种植,玉米产量大幅提高,化肥用量也在增加,但玉米施用钾肥没有得到有效重视,在钾元素缺乏的土壤里,必须人为施用钾肥才能获得较高产^[1-4]。钾是作物生长必需的营养元素,钾在植物体中有重要功能,能够促进光合作用,还能增加作物对CO₂的吸收与转化,促进体内蛋白质和纤维素的合成,钾可以活化植物体中的酶,促进新陈代谢^[5-7]。玉米植株体内如果缺少钾,其代谢会受到严重影响。玉米后期缺钾会使同化产物运输不畅,叶片脱水褪色、产量严重减产,因此欲获高产,必须在施足氮、磷肥基础上增施钾肥^[8-13]。实践证明施用钾肥可以促进玉米植株生长发育,增强生育后期玉米的抗病性,显著降低玉米的发病程度,并改善植株的农艺性状,大幅提高玉米的产量。

邢玉10号系邢台市农业科学研究院和河北省冀科种业有限责任公司选育而成的玉米新品种,审定编号:冀审玉2016003号。特征特性:幼苗叶鞘紫色,成株株型紧凑,株高300 cm,穗位高117 cm;生育期106 d左右;雄穗分枝7~9个,花药黄

色,花丝青色;果穗筒形,穗轴红色,穗长18 cm,穗行数16行左右,秃尖长1 cm;籽粒黄色,半马齿型,千粒重266.8 g,出籽率86.0%。为进一步探讨钾肥不同施用水平对耐密、紧凑型夏玉米主要农艺性状和产量的影响,从中筛选出适合邢台市当地夏玉米种植的钾肥施用量,以邢玉10号为试材在其最适种植密度(7.2万株/hm²)条件下探究实现玉米高产的最佳钾肥施用量,为提高玉米产量和种植效益提供理论支持^[14-17]。

1 材料与方法

1.1 试验地概况及材料 试验在邢台市农业科学研究院试验地进行,耕层土壤为砂壤土,基础养分含量为有机质11.3 mg/kg、碱解氮85.2 mg/kg、速效磷31.1 mg/kg、有效钾105.6 mg/kg, pH 6.0。

参试钾肥种类为氯化钾(东营市双乔化工有限公司生产, K₂O含量≥62%),玉米品种为邢玉10号(邢台市农业科学研究院选育)。2016年6月15日播种,播种前施磷酸二铵360 kg/hm²和尿素420 kg/hm²作为底肥。

1.2 试验设计 小区面积20 m², 5行区,行长10.0 m,行距0.6 m,种植密度为7.2万株/hm²(最适种植密度),种植密度由株距调节,试验钾肥全部基施,设氯化钾施肥量0(不施肥, CK)、90、150、210、270、360 kg/hm²共6个处理,试验采取随机区组排列,3次重复^[18-19],其他管理同大田常规。

1.3 调查指标 田间记载各处理不同生育时期的主要农艺性状,收获后进行室内考种,晒干后脱粒计产,每个处理每小

基金项目 邢台市科学技术研究与发展计划项目(16226323D-X)。
作者简介 路小芳(1978—),女,河北邢台人,农艺师,从事玉米育种与栽培技术研究。
收稿日期 2017-08-11

区 3 次重复,取产量平均值。

1.4 数据统计 利用 SPSS 13.0 和 Excel 2003 软件对数据进行统计分析^[20-21]。

2 结果与分析

2.1 不同施钾量对邢玉 10 号主要农艺性状的影响 由表 1 可知,施钾肥处理的株高、穗位高、穗长均显著大于 CK,且随施钾量的增加而逐渐提高。当施钾量 ≤210 kg/hm² 时,株高、穗位高、穗长明显升高,且差异显著,表明钾肥能够显著提高株高、穗位高、穗长,施用钾肥可以促进玉米生长发育;当施钾量 >210 kg/hm² 时,再增加钾肥施用量,株高、穗位高、穗长升幅不显著,表明当钾肥达 210 kg/hm² 这一临界值时,再

继续增大钾肥施用量,对株高、穗位高、穗长无明显效果。

施钾肥各处理之间与未施钾处理玉米穗粗无变化,说明钾肥对穗粗无影响。

施钾肥处理秃尖长度均小于 CK,且均与 CK 差异显著。当施钾量 ≤150 kg/hm² 时,秃尖长度随施钾量的增加而逐渐变短,且处理间差异显著,表明施用钾肥能够显著降低玉米穗的秃尖长度,增加单穗玉米的成籽率,从而增加玉米产量。当施钾量 >150 kg/hm² 时,再增加钾肥施用量,秃尖长度降幅不显著,表明当钾肥达 150 kg/hm² 这一临界值时,再继续增大钾肥施用量,对秃尖长度无明显效果,且造成钾肥的浪费,影响玉米的种植效益。

表 1 不同施钾量对邢玉 10 号主要农艺性状的影响

Table 1 Effects of different potassium fertilizer levels on main agronomic characters of Xingyu No. 10						cm
施钾量 Potassium fertilizer levels//kg/hm ²	株高 Plant height	穗位高 Ear position height	穗粗 Ear diameter	穗长 Ear length	秃尖长度 Bare tip length	
0 (CK)	253.0 d	106.0 d	4.9 a	16.5 d	1.10 c	
90	263.2 c	113.2 c	4.9 a	17.0 c	0.78 b	
150	271.4 b	117.3 b	4.9 a	17.4 b	0.33 a	
210	273.1 ab	117.5 a	4.9 a	17.9 a	0.32 a	
270	275.3 a	117.6 a	4.9 a	17.9 a	0.30 a	
360	275.4 a	117.6 a	4.9 a	17.9 a	0.30 a	

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)
Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$)

2.2 不同施钾量对邢玉 10 号产量及其构成的影响 由表 2 可知,施钾肥处理的穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重、产量均显著大于 CK,且随施钾量的增加而逐渐提高,表明钾肥能够显著提高穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重和产量,施用钾肥可以促进玉米生长发育。

当施钾量 ≤210 kg/hm² 时,穗行数、行粒数、穗粒数、千

粒重和产量明显升高,且差异显著;当施钾量 >210 kg/hm² 时,再增加钾肥施用量,穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重和产量增加不显著,表明当钾肥施用量达 210 kg/hm² 这一临界值时,再继续增大钾肥施用量,对穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重和产量无明显效果。

表 2 不同施钾量对邢玉 10 号产量及其构成的影响

Table 2 Effects of different potassium fertilizer levels on yield and its composition of Xingyu No. 10					
施钾量 Potassium fertilizer levels//kg/hm ²	穗行数 Row number per spike	行粒数 Kernels per row	穗粒数 Kernels per spike	千粒重 1 000-grain weight//g	产量 Yield kg/hm ²
0 (CK)	16.0 d	32.1 d	526.3 d	260.4 d	9 867.1 d
90	16.3 c	33.2 c	542.2 c	265.5 c	10 364.7 c
150	16.6 b	34.7 b	568.7 b	271.7 b	11 125.3 b
210	16.8 a	34.8 a	573.7 a	278.9 a	11 521.0 a
270	16.8 a	34.9 a	573.7 a	279.3 a	11 536.7 a
360	16.9 a	34.9 a	574.0 a	279.4 a	11 547.0 a

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)
Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$)

3 结论与讨论

邢玉 10 号是耐密、紧凑型玉米品种,在其最适种植密度 (7.2 万株/hm²) 条件下探究实现玉米高产最佳钾肥施用量,结果表明施用钾肥可以促进玉米生长发育,株高、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重和产量均有显著增加,果穗秃尖长度显著变短。

当施钾量 ≤210 kg/hm² 时,穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重和产量明显升高,且差异显著,表明钾肥能够显著提高

穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重和产量,施用钾肥可以促进玉米生长发育;当施钾量 >210 kg/hm² 时,再增加钾肥施用量,穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重、产量和果穗秃尖长度变化不显著,表明当钾肥施用量达 210 kg/hm² 这一临界值时,再继续增大钾肥施用量,对穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重和产量无明显效果。

试验表明,基施钾肥能够显著提高玉米的农艺性状和产
(下转第 22 页)

的 *DL* 基因不同。

Huang 等^[6]表征了水稻 *dl2* 突变体的表型特征。*dl2* 突变等位基因影响了中脉的发育和叶总脉络模式。叶片解剖结果显示,*dl2* 突变体的中脉缺少清除细胞和近轴小维管束,这可能引起水稻披垂叶的表型。*dl2* 叶片含有更多的小叶脉,而且 *dl2* 叶片维管束的大小也会发生变化。并且,也在 *dl2* 的根中发现类似的解剖学变化。*dl2* 根的中心维管束处的木质部和韧皮部数量也有所减少。另外,在 *dl2* 突变体中,营养体发育叶发生相对的改变,比如叶片长度变长,不定根和侧根数量减少等等。对 *dl2* 进行更深层次的研究结果显示,*dl2* 维管模式扭曲与一个有缺陷的 PAT(极性运输)活性和对不同种类的极性生长素转运抑制剂的敏感性有关^[15]。

叶片维管系统分化和脉络模式在运输营养物质和保持植物形态方面起着至关重要的作用,这对提高光合效率来说也是一个重要的农艺性状。调查发现,无中脉的 *dl2* 水稻突变体的叶片维管分化相关的蛋白质组和转录组在全基因组表达。通过 DGE 和 iTRAQ 技术调查得到转录物和蛋白质的丰富度差异。转录组和蛋白质组表达谱相关性不大,但转录和蛋白水平有适度的相关性。另外,根据功能注释,发现一些差异表达的蛋白质(DEPs)可能与叶维管模式有关。

4 展望

水稻披垂叶突变体的垂叶表型是由于控制水稻叶片中脉形成的基因发生突变引起的。先前的报道指出,许多水稻披垂叶突变体的形成皆是由于多效基因 *DL* 基因的突变引起。并且在该基因位点发现许多等位突变体。而且也发现 *DL* 基因的不同位点,例如不同的内含子外显子的突变,都有可能引起不同程度的表型突变。不过最近研究又发现新的基因位点,不同于先前报道的 *DL* 基因位点,不过这一基因还有待进一步的研究。这也使水稻披垂叶突变体的研究呈现出更加多样化的趋势,给先前大众对披垂叶的研究带来新的方向。

另外,国内外许多报道指出,许多披垂叶突变体可以通过选育得出具有不育性状的突变体,由于具有披垂叶这一特殊而又明显的表型,使得育种更具有定向性,若能够选育出披叶不育株系,可以提高选育的效率,并且能降低选育的成本,有利于更加有效地进行相关的育种工作。

参考文献

- [1] 李勤修. 水稻披叶不育系选育[J]. 西南农业学报,1994(3):45-48.
 - [2] NAGASAWA N, MIYOSHI M Y, SANO Y, et al. SUPERWOMAN1 and DROOPING LEAF genes control floral organ identity in rice[J]. Development, 2003, 130(4):705-718.
 - [3] 张小洋, 张忠林, 洪汝科, 等. 水稻几个披垂叶突变体的表型研究及其遗传分析[J]. 分子植物育种, 2005, 3(4):463-468.
 - [4] 王楠, 赵芳明, 凌英华, 等. 一个水稻披叶突变体的遗传分析和基因定位[J]. 分子植物育种, 2007, 5(1):54-58.
 - [5] 王永全. 一个新的 *DL* 等位突变体的形态特征、表达与功能分析[D]. 福州:福建农林大学, 2012.
 - [6] HUANG J L, CHE S G, JIN L, et al. The physiological mechanism of a drooping leaf2 mutation in rice[J]. Plant science, 2011, 180(6):757-765.
 - [7] YAMAGUCHI T, NAGASAWA N, KAWASAKI S, et al. The YABBY gene DROOPING LEAF regulates carpel specification and midrib development in *Oryza sativa*[J]. Plant cell, 2004, 16(2):500-509.
 - [8] 罗琼, 周开达, 王文明, 等. 一个新的水稻叶片和雌蕊发育异常突变体的遗传分析及其基因的分子标记定位[J]. 科学通报, 2001, 46(15):1277-1280.
 - [9] 王彬, 韩赞平, 吴先军, 等. 水稻颖花突变体 DLR 的鉴定[J]. 种子, 2004, 23(11):30-33.
 - [10] TORIBA T, HARADA K, TAKAMURA A, et al. Molecular characterization the YABBY gene family in *Oryza sativa* and expression analysis of *OsYABBY1*[J]. Molecular genetics and genomics, 2007, 277(5):457-468.
 - [11] 王军, 王婧, 杨杰, 等. 水稻中脉缺陷突变体 *dl-6* 的遗传分析与精细定位[J]. 华北农学报, 2014, 29(6):6-10.
 - [12] 金祥, 黄宗洪, 杨占烈, 等. 水稻 G156S 披叶性状的遗传及基因定位分析[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(4):1-3.
 - [13] 杨占烈, 黄宗洪, 向关伦, 等. 披叶标记水稻温敏核不育系 G156S 的选育[J]. 种子, 2005, 24(12):105-107.
 - [14] HIROCHIKA H, SUGIMOTO K, OTSUKI Y, et al. Retrotransposons of rice involved in mutations induced by tissue culture[J]. Proceedings of the national academy of sciences, 1996, 93(15):7783-7788.
 - [15] PENG X Y, QIN Z L, ZHANG G P, et al. Integration of the proteome and transcriptome reveals multiple levels of gene regulation in the rice *dl2* mutant[J]. Frontiers in plant science, 2015, 6:351.
- (上接第 19 页)
- 量,但过多施用钾肥对玉米的农艺性状和产量影响不明显,反而造成浪费。
- #### 参考文献
- [1] 赵玺宏, 尤美云. 河套灌区带田玉米钾肥效果试验[J]. 内蒙古农业科技, 1996(3):11.
 - [2] 王英, 郭忠义. 河南主要土类施用钾肥配合秸秆还定位试验初报[J]. 河南农业科学, 1996(1):20-24.
 - [3] 秦淑芳, 李玉贵, 买学宝. 银川市兴庆区单种玉米钾肥养分平衡定位试验[J]. 现代农业科技, 2011(17):70, 72.
 - [4] 王庆成, 刘开昌. 山东夏玉米高产栽培理论与实践[J]. 玉米科学, 2004, 12(S2):61-62, 65.
 - [5] 董合忠, 李维江, 唐薇, 等. 棉花生理性早衰研究进展[J]. 棉花学报, 2005, 17(1):56-60.
 - [6] 严小龙, 张福锁. 植物营养遗传学[M]. 北京:中国农业出版社, 1997.
 - [7] 王忠. 植物生理学[M]. 北京:中国农业出版社, 2006:438-439.
 - [8] 房春兴, 穆桂兰, 唐怀坡, 等. 不同钾肥对玉米产量及生育性状的影响[J]. 现代农业科技, 2012(5):72, 75.
 - [9] 张桂花. 钾肥对夏玉米产量和品质的影响[J]. 山东农业科学, 2010(9):68-69.
 - [10] 肖万欣, 赵海岩, 刘晶, 等. 不同氮、磷、钾肥料组合对玉米杂交种‘辽单 527’产量和农艺性状的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(12):196-200.
 - [11] 杨克军, 萧常亮, 李明, 等. 栽培方式与群体结构对玉米生长发育及产量的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2005, 17(4):9-12.
 - [12] 沈秀瑛, 戴俊英, 胡安畅, 等. 玉米群体冠层特征与光截获及产量关系的研究[J]. 作物学报, 1993, 19(3):246-252.
 - [13] 王庆祥, 顾慰连, 戴俊英. 玉米群体的自动调节与产量[J]. 作物学报, 1987, 13(4):281-287.
 - [14] 常建智, 李彦昌, 王小星, 等. 豫北地区夏玉米适宜种植密度研究[J]. 河南农业科学, 2011, 40(9):34-37.
 - [15] 张兰松, 李保军, 张宏彦, 等. 种植密度和行距配置对冀南地区超高产夏玉米产量的影响[J]. 河北农业科学, 2013, 17(5):8-11.
 - [16] 杨国虎, 李新, 王承莲, 等. 种植密度影响玉米产量及部分产量相关性状的研究[J]. 西北农业学报, 2006, 15(5):57-60.
 - [17] 田志刚, 田俊芹, 李林英, 等. 邢抗 6 号玉米适宜种植密度研究[J]. 河北农业科学, 2006, 10(3):19-21.
 - [18] 马玉华. 田间试验统计分析[M]. 北京:农业出版社, 1985:16-30.
 - [19] 莫惠栋. 农业试验统计[M]. 2 版. 上海:上海科学技术出版社, 1992:151-159.
 - [20] 谭荣波. SPSS 统计分析实用教程[M]. 北京:科学出版社, 2010:11-35.
 - [21] 唐启义, 冯光明. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社, 2002:16-32.