

氮磷钾肥料配施对粒用高粱籽粒产量的影响

王洪预, 崔正果, 伍舒悦, 李文莹, 吕小飞, 李秋祝*, 崔金虎*

(吉林大学植物科学学院, 长春 130062)

摘要:以高粱品种吉杂 355 为试验材料, 通过田间氮、磷、钾肥料量级试验, 建立不同肥料施用量与高粱籽粒产量模型, 获得高粱最佳施肥量。结果表明, 不同氮磷钾施肥量对高粱籽粒产量有显著效应, 明确吉林省松嫩平原高粱最佳施肥量为: 氮肥(纯氮) 201.3 kg/hm²、磷肥(P₂O₅) 124.5 kg/hm²、钾肥(K₂O) 95.9 kg/hm²。氮肥一半作为底肥施入, 一半作为追肥施入, 效果优于氮肥一次性施入。

关键词: 吉杂 355; 肥料; 产量; 氮肥施入方式

中图分类号: S514

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2018)03-0001-04

Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Application on Yield of Sorghum

WANG Hongyu, CUI Zhengguo, WU Shuyue, LI Wenyong, LYU Xiaofei, LI Qiuzhu*, CUI Jinhu*

(College of Plant Science, Jilin University, Changchun 130062, China)

Abstract: 'Jiza 355' was used as materials and a field experiment was carried out to study effects of nitrogen, phosphorus and potassium application on grain yield of sorghum. A model between levels of fertilizer and grain yield was established. Optimal fertilizer application was obtained. The results proved that yield of sorghum was the highest under the conditions of pure nitrogen 201.3 kg/ha, P₂O₅ 124.5 kg/ha, K₂O 95.9 kg/ha. The effect of half of the nitrogen fertilizer applied as base fertilizer and half as topdressing was better than one-time application of nitrogen fertilizer.

Key words: Jiza 355; Fertilizer application; Grain yield; Way of nitrogen fertilizer applied

吉林省是我国高粱主要产区, 2015 年高粱种植面积是 11.45 万公顷, 占全国高粱总播种面积的 20%, 是继玉米、水稻、大豆之后, 成为吉林省第四大粮食作物。平均单产达 7 320 kg/hm², 高于国内平均水平 4 794 kg/hm²; 总产量约占全国总产量的 1/3^[1]。由于高粱具有耐干旱、耐瘠薄、耐涝、耐盐碱、抗病虫害、抗逆性强、丰产性好、用途广泛等特性, 近年来高粱种植呈现增长势头, 尤其在吉林省中西部乾安、通榆、松原、白城等地区, 在大旱之年高粱的抗旱耐旱性发挥了重要作用, 推广耐旱耐盐碱作物, 提高单位面积产量和经济效益也是改造吉林省中低产田的重要途径之一, 并为吉林省粮食增产 50 亿 kg 目标的实现提供保障。

前人研究表明氮磷钾不同养分组合显著影响

高粱对养分的吸收^[2]和在各器官中的分配^[3], 进而影响高粱生物产量、籽粒产量和品质^[4-6]。同时施肥方式和施肥水平均显著影响高粱的生长发育、生理代谢、产量和品质^[7-10]。

吉林省中西部是自然条件相对较差的贫瘠盐碱地区, 种植高粱有利于调整全省农业种植业结构, 回避单一种植带来的风险。但在该地区高粱生产中存在品种老化、新品种更新慢、管理粗放、不施用农家肥、化肥施用不合理等一系列问题^[11], 本研究针对吉林省松嫩平原高粱主产区, 拟从肥料合理配比与施用技术等关键点入手, 深入研究高粱高产栽培施肥技术。为农民增收与吉林省粮食总产的稳定与提高提供技术支持, 并可在一定程度上合理调整部分地区的种植结构, 规避单一作物连年种植带来的风险。

1 材料和方法

1.1 试验材料

吉杂 355, 2012 年通过吉林省品种审定委员会审定, 审定编号: 吉审粱 2012001, 选育单位; 吉

收稿日期: 2018-01-28

基金项目: 吉林省科技发展计划项目(20120207)

作者简介: 王洪预(1976-), 男, 副教授, 硕士, 主要从事作物高产栽培生理生态研究。

通讯作者: 李秋祝, 女, 博士, 副教授, E-mail: liqz@jlu.edu.cn

崔金虎, 男, 博士, 教授, E-mail: cuijinhu@163.com

林省农业科学院作物育种研究所,推广区域为吉林省中西部、黑龙江三肇、内蒙古东三盟等高粱种植地区。

1.2 试验地概况

田间试验在吉林大学农业实验基地试验田进行。土壤类型为黑土,土壤有机质 23.8 g/kg,速效氮 78.4 mg/kg,速效磷 15.1 mg/kg,速效钾 85.4 mg/kg, pH 7.8,前茬作物为玉米。

1.3 试验设计

1.3.1 肥料量级试验

随机区组设计,重复3次。种植密度为12万

株/hm²,行距为65 cm。肥料量级试验处理见表1。氮肥量级试验中,磷钾肥用量分别为120 kg/hm²和90 kg/hm²;磷肥量级试验中,氮钾肥用量分别为200 kg/hm²和90 kg/hm²;钾肥量级试验中,氮磷肥用量分别为200 kg/hm²和120 kg/hm²。

基肥施用量每公顷纯氮59 kg,播种时与种子同时入土,各处理其余氮肥均作为追肥于拔节前结合中耕施入,全部磷钾肥均作为底肥于播种时一次性施入。各小区行长为30 m、每区种植10行,小区面积为195 m²,四周设保护区。成熟后全区收获测产。

表1 氮、磷、钾肥量级试验肥料处理

肥料种类	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N	150	200	250	200	200	200	200	200	200
P ₂ O ₅	120	120	120	90	120	150	120	120	120
K ₂ O	90	90	90	90	90	90	60	90	120

1.3.2 氮肥施入方式试验

随机区组设计,重复3次。设置3个种植密度,分别为9万、12万、15万株/hm²,氮肥总量为纯氮200 kg/hm²,氮肥施入方式为一次性施入(全部作为底肥)和两次施入(一半作为底肥,一半作为追肥于拔节前施入),磷钾肥均作为底肥一次性施入,用量分别为120 kg/hm²和90 kg/hm²。

1.4 田间管理

所有试验区起垄后进行人工均匀撒播,肥料量级试验苗全后按照12万株/hm²(株距13 cm)定苗;氮肥施入方式试验按照9万、12万、15万株/hm²三个密度定苗(株距分别为17 cm、13 cm、10 cm)。2015年5月8日播种,5月10日镇压;5月12日喷酒封闭除草剂,6月21日追肥,10月10日收获,其他管理同一般大田生产。

1.5 测定项目

在成熟期测定小区收获株数;每个小区全区手工收获果穗,称重;选取小区中间一行连续取10 m,收获果穗,装于尼龙网袋中风干,作为穗部性状的考察样本。穗部性状主要考察穗长和百粒重。果穗风干后用小型脱粒机脱粒,称重,测定实收产量。用谷物水分测定仪(LDS-1G型,上海青浦绿洲有限公司)测定籽粒含水量。每处理重复3次,取平均值。小区实收产量换算为标准含水量(14%)下的产量。计算公式为:小区实收产量=小区果穗总鲜重×(10 m果穗籽粒风干重/10 m果穗鲜重)×(1-测定平均含水率%)/(1-14%)。

1.6 数据分析

采用SAS 8.0和Excel 2013进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 氮对高粱产量及其构成因素的影响

为确定不同处理下的最佳施氮量,对施氮量与高粱籽粒产量之间进行回归分析,获得拟合曲线方程,以一元二次方程拟合的结果较好(拟合度最大),拟合曲线方程为: $y=-0.023x^2+9.26x-260$ ($R^2=0.9965, P<0.01$)。由此可知,吉杂355在公顷施纯氮量为201.3 kg时产量最高,可达10 080 kg/hm²。

不同氮肥处理下高粱产量结果见表2。高粱籽粒产量随施氮量增加先增加后降低。从每公顷施纯氮为150 kg到200 kg时,籽粒产量增加9.39%;公顷施纯氮增加到250 kg时,籽粒产量无显著变化。增施氮肥使高粱穗长先降低后升高,但变异幅度增大;施氮使高粱百粒重有增加趋势,但处理间差异不显著。

表2 氮肥施用量对高粱产量及其构成因素的影响

氮肥施用量 (kg/hm ²)	产量 (kg/hm ²)	穗长 (cm)	百粒重 (g)
150	9 105b	28.31±0.29a [†]	2.38±0.11a [†]
200	9 960a	26.93±0.88a	2.43±0.18a
250	9 075b	28.71±3.18a	2.61±0.17a

注:不同小写字母表示不同施氮量的差异显著性($P<0.05$);[†]表示标准偏差(STDEV)。下同

2.2 磷对高粱产量及其构成因素的影响

为确定不同处理下的最佳施磷量,对施磷量与高粱籽粒产量之间进行回归分析,获得拟合曲线方程,以一元二次方程拟合的结果较好(拟合度最大),拟合曲线方程为: $y=-0.097x^2+24.15x-779$ ($R^2=0.9935, P<0.01$)。由此可知,吉杂355在公顷施 P_2O_5 为124.5 kg时产量最高,可达10 860 kg/hm²。

不同磷肥处理下高粱产量结果见表3。高粱籽粒产量随施磷量增加先增加后降低。从每公顷施纯 P_2O_5 为90 kg到120 kg时,籽粒产量增加18.45%;公顷施纯 P_2O_5 增加到150 kg时,籽粒产量增加8.07%。增施磷肥高粱百粒重有降低趋势,穗长无显著性变化。

表3 磷肥施用量对高粱产量及其构成因素的影响

磷肥施用量 (kg/hm ²)	产量 (kg/hm ²)	穗长 (cm)	百粒重 (g)
90	9 105	27.31±0.98a [†]	2.56±0.17a [†]
120	10 785	27.56±1.65a	2.44±0.19a
150	9 840	27.54±0.93a	2.38±0.16a

2.3 钾对高粱产量及其构成因素的影响

为确定不同处理下的最佳施钾量,对施钾量与高粱籽粒产量之间进行回归分析,获得拟合曲

线方程,以一元二次方程拟合的结果较好(拟合度最大),拟合曲线方程为: $y=-0.060x^2+11.51x+97$ ($R^2=0.9893, P<0.01$)。由此可知,吉杂355在公顷施 K_2O 量为95.9 kg时产量最高,可达9 735 kg/hm²。

不同钾肥处理下高粱产量结果见表4。高粱籽粒产量随施钾量增加先增加后降低。从每公顷施纯 K_2O 为60~90 kg时,籽粒产量增加11.35%;公顷施纯 K_2O 增加到120 kg时,籽粒产量增加6.49%。增施钾肥高粱百粒重有降低趋势,但处理间差异不显著。

表4 钾肥施用量对高粱产量及其构成因素的影响

钾肥施用量 (kg/hm ²)	产量 (kg/hm ²)	穗长 (cm)	百粒重 (g)
60	8 550c	26.41±0.76a [†]	2.46±0.02a [†]
90	9 645a	27.78±1.48a	2.45±0.17a
120	9 105b	26.34±0.92a	2.43±0.34a

2.4 氮肥施用方式研究

由表5可知,氮肥分两次施入,一半作为底肥,一半作为追肥施入,高粱籽粒产量显著增加,与同一氮肥量一次性以底肥方式施入相比,9万株/hm²密度时,产量增加32.1%;12万株/hm²时,产量增加24.7%;15万株/hm²时,产量增加10.5%。

表5 氮肥施入方式对高粱产量的影响

密度(万株/hm ²)	施肥方式	肥量(kg/hm ²)	产量(kg/hm ²)	差异显著性	增产(%)
9	一次施入	200	5 400±59 [†]	b	
	两次施入	200	7 950±155	a	32.1
12	一次施入	200	9 210±158	b	
	两次施入	200	12 225±156	a	24.7
15	一次施入	200	8 670±109	b	
	两次施入	200	9 690±86	a	10.5

3 讨论

3.1 氮磷钾营养与高粱籽粒产量

土壤瘠薄和矿质营养不足是限制作物产量的重要因素,氮营养不足造成高粱籽粒产量显著降低,表现在百粒重降低(表2);磷营养不足造成高粱产量显著降低,表现在穗长降低(表3),这与粒用高粱产量对氮磷响应的研究结果相一致^[6];钾营养不足会造成高粱产量显著降低,表现在穗长有降低趋势,百粒重变化不显著。在一定施肥量范围内高粱籽粒产量随着肥料量的增大而增高,当肥量达到一定程度之后,随着肥量的增加,产量反而下降,符合报酬递减规律,这与吕艳东

等^[12]、王成等^[13]的研究结果一致,但与贾东海等^[14]关于肥料对生物产量增产不显著的研究结果不同,可能与试验地块土壤基础肥力高低密切相关,李维岳等^[15]研究表明,高粱(吉杂26)在肥力较高的土壤上表现抽穗早、成熟早、产量高。

3.2 追施氮肥显著提高高粱籽粒产量

目前在高粱上进行施肥方式与产量关系的研究很少,而在小麦、玉米等禾谷类作物上的研究较多,但结论不一。本研究结果表明氮肥分两次施入,产量显著高于一次性施入,平均增产22.4%。该结果与白欧等^[8]研究施肥方式对高粱生物产量的实验结果类似,即一次性底施氮磷钾复合肥生物产量最低,底施复合肥加追施尿素生

物产量最高。而再吐尼古丽·库尔班等^[9]对于施肥方式与高粱产量的研究表明,新高粱3号,以氮、磷、钾后移作追肥施入处理的产量最高,而新高粱9号却以生育前期施入磷、钾肥全部作基肥一次施入处理产量最高。本研究结果表明,吉杂355以磷钾肥全部作为基肥一次施入,同时氮肥一半作为基肥、一半作为追肥于拔节前施入,籽粒产量最高。表明不同高粱品种对施肥方式的反应存在差异。

4 结 论

公顷施纯氮 201.3 kg、 P_2O_5 124.5 kg、 K_2O 95.9 kg,吉杂355可获得最高产量,氮肥一半作为底肥施入,一半作为追肥施入,效果优于氮肥一次性施入。

参考文献:

- [1] 雷刘功,袁惠民.中国农业年鉴2016[M].北京:中国农业出版社,2017:209.
- [2] 杨苞梅,姚丽贤,李国良,等.不同养分组合对高粱吸收氮磷钾养分的影响[J].中国农学通报,2008,124(4):282-290.
- [3] 李维滨,于贵瑞,王守才,等.高粱氮磷钾积累与分配的研究[J].辽宁农业科学,1991(4):1-6.
- [4] 周开芳,范贵国.氮磷钾不同配比对高粱产量的影响[J].贵州农业科学,2003,31(增刊):65-67.
- [5] 李景琳,苗桂珍,李淑芬.高粱籽粒产量和氮磷钾施用量的研究[J].国外农学—杂粮作物,1994(10):37-40.
- [6] 王劲松,焦晓燕,丁玉川,等.粒用高粱养分吸收、产量及品质对氮磷钾营养的响应[J].作物学报,2015,41(8):1269-1278.
- [7] 焦少杰,王黎明,姜艳喜,等.不同施肥方式对甜高粱产量和含糖量的影响[J].中国农村小康科技,2010(1):62-64.
- [8] 白 鸥,王进军,黄瑞冬.施肥方式对甜高粱生长发育及糖分含量的影响[J].河南农业科学,2013,42(10):12-14.
- [9] 再吐尼古丽·库尔班,陈维维,叶 凯.施肥方式对甜高粱秸秆产量和糖分含量以及酶活性的影响[J].西北植物学报,2012,32(11):2305-2312.
- [10] 王致和,张肖凌,张秀华,等.施肥水平对甜高粱产量性状的影响[J].中国糖料,2016,38(4):36-38.
- [11] 王瑛霞,刘 涛,于艳红,等.吉林省西部高粱生产中的问题及发展对策[J].吉林农业科学,2012,37(6):69-71.
- [12] 吕艳东,牛志伟,李红宇,等.施肥量对饲用杂交甜高粱生长发育及产量的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,2006,18(3):17-20.
- [13] 王 成,王劲松,丁玉川,等.不同高粱基因型对氮磷钾缺乏的生物学响应[J].山西农业科学,2015,43(9):1133-1137.
- [14] 贾东海,王兆木,林 萍,等.不同种植密度和施肥量对新高粱3号产量及含糖量的影响[J].新疆农业科学,2010,47(1):47-53.
- [15] 李维岳,田海云,尹枝瑞.土壤肥力和施肥对玉米高粱生育的影响及其早熟丰产栽培措施的探讨[J].吉林农业科学,1979(3):43-49.

(责任编辑:王 昱)