

双城玉米平衡施肥效应研究

姬景红 李玉影 刘双全 佟玉欣 刘颖 张明怡

(黑龙江省农业科学院土壤肥料与环境资源研究所, 哈尔滨 150086)



摘要: 2003—2007年在黑龙江省玉米主产区双城采用小区对比试验研究了玉米平衡施肥效果。结果表明,增施氮磷钾锌硫酸肥均可提高玉米产量。施氮肥玉米平均增产32.3%;每公斤N增产玉米14.9公斤;增效120元/亩。施磷平均增产15.6%;每公斤 P_2O_5 增产玉米18.0公斤;增效61元/亩。施钾平均增产21.0%;每公斤 K_2O 增产玉米18.5公斤;增效99元/亩。施硫平均增产7.1%;每公斤石膏增产玉米4.7公斤;增效42元/亩。施锌平均增产14.2%;每公斤硫酸锌增产玉米61.5公斤;增效83元/亩。玉米氮、磷、钾的平衡系数平均分别为0.85、0.74和0.52。氮、磷、钾肥利用率平均分别为35.7%、23.3%和47.6%,氮磷钾肥利用率仍有较大的提高空间。

关键词: 玉米, 产量, 效益, 农学效率, 肥料利用率

玉米是黑龙江省主要粮食作物之一,1998—2009年,年平均播种面积4236万亩,并呈逐年上升趋势,至2009年玉米播种面积已超过7281万亩^[1];我省玉米生产总体呈现出单产不高、总产不稳的趋势,平均亩产312公斤,其产量还有较大的提高空间。双城市位于黑龙江省西南部,无霜期135~145天,有效积温2700~2900℃,年日照数平均为2580小时,年降雨量410~520毫米^[2,3]。其自然条件优越且与玉米生育进程同步;主要耕地土壤为黑钙土,土壤肥沃,光、热、水资源丰富且分布合理,是国家主要粮食生产基地;现有耕地面积283万亩,其中玉米年平均播种面积为226万亩,占农作物总播种面积的80%,总产量达15.5亿公斤左右。在国家76个商品粮基地县中,双城粮食生产量排在前10名。玉米总产、单产、人均占有量、国家调出量、出口量均居全国前十位^[3]。然而目前农民施肥仍然存在盲目性,导致土壤养分比例失

调,玉米产量、品质下降,而采取平衡施肥措施对确保玉米高产稳产具有重要的作用^[4,5]。在IPNI项目的资助下,本文研究了2003—2007年双城市玉米平衡施肥效应,明确该地区土壤养分限制因子,以做到充分发挥黑龙江省的资源优势,达到玉米的高产、稳产和高效。

1 材料与方法

试验设在黑龙江省玉米主产区双城市,供试土壤为黑土。试验采用田间小区试验方法,设6个处理,小区面积30平方米,3次重复,随机区组排列。2003年供试玉米品种为改良本育9;2004年和2005年品种为吉单180;2006年和2007年品种为郑单958。玉米种植密度为3300—4000株/亩。2003年氮肥30%作基肥,70%作追肥;2004—2007年氮肥40%作种肥,60%作追肥,其它肥料全部作基肥一次性施入。氮、磷、钾、硫和锌肥分别用尿素、过磷酸钙、氯化钾、

表 1 土壤基础肥力分析

年份	pH	有机质 (%)	有效养分 (毫克 / 升)					
			N	P	K	S	B	Zn
2003	5.4	2.30	11.6	15.3	86.2	8.7	2.1	2.7
2004	5.2	1.25	3.3	12.6	97.6	2.9	1.5	1.6
2005	5.6	3.15	15.6	7.4	66.5	2.7	2.2	1.6
2006	5.2	2.50	12.3	13.4	48.0	7.3	1.4	1.1
2007	5.0	2.30	12.4	12.8	63.0	10.7	0.2	1.3

* 尿素含 N46%；重过磷酸钙含 P₂O₅46%；氯化钾含 K₂O60%；石膏含 S23%；硫酸锌含 Zn35%

石膏和硫酸锌。土壤基础肥力见表 1。

2 结果与分析

2.1 平衡施肥对玉米产量和经济效益的影响

2003–2007 年双城玉米试验结果表明，平衡施肥对玉米产量和经济效益有明显的促进作用 (表 2)。OPT 处理玉米产量为 552.4–778.1 公斤 / 亩，平均为 648.1 公斤 / 亩；OPT–N 的产量为 415.3–634.1 公斤 / 亩，平均为 495.0 公斤 / 亩；OPT–P 的产量为 456.8–748.5 公斤 / 亩，平均为 568.9 公斤 / 亩；OPT–K 的产量为 460.8–659.3 公斤 / 亩，平均为 538.6 公斤 / 亩；OPT–S 的产量为 536.5–723.3 公斤 / 亩，平均为 604.9 公斤 / 亩；OPT–Zn 的产量为 486.7–659.3 公斤 / 亩，平均为 568.1 公斤 / 亩。

增施氮肥玉米增产 21.0–50.6%，平均为 32.3%；每公斤 N 增产玉米 11.6–21.0 公斤，平均为 14.9 公斤；增效 69–172 元 / 亩，平均为 120 元 / 亩。增施磷肥增产 3.9–35.1%，平均为 15.6%；每公斤 P₂O₅ 增产玉米 6.6–35.6 公斤，平均为 18.0 公斤；增效 9–186 元 / 亩，平均

为 61 元 / 亩。增施钾肥增产 9.4–35.7%，平均为 21.0%；每公斤 K₂O 增产玉米 9.5–24.6 公斤，平均为 18.5 公斤；增效 26–154 元 / 亩，平均为 99 元 / 亩。增施硫肥增产 3.0–12.8%，平均为 7.1%；每公斤石膏增产玉米 1.8–7.8 公斤，平均为 4.7 公斤；增效 9–87 元 / 亩，平均为 42 元 / 亩。增施锌肥增产 4.2–26.8%，平均为 14.2%；每公斤硫酸锌增产玉米 17.1–100.4 公斤，平均为 61.5 公斤；增效 14–166 元 / 亩，平均为 83 元 / 亩。



2005 年双城玉米平衡施肥试验

表2 不同施肥处理玉米产量及经济效益分析

项目	处理	年份					平均
		2003	2004	2005	2006	2007	
产量 (公斤/亩)	OPT	552.4a	667.1a	625.5a	778.1a	617.2a	648.1
	OPT-N	419.1b	551.1d	415.3c	634.1ab	455.3cd	495.0
	OPT-P	469.9b	611.9bc	557.4b	748.5a	456.8cd	568.9
	OPT-K	504.7ab	583.2cd	460.8c	659.3ab	485.2c	538.6
	OPT-S	536.5a	631.4ab	586.1ab	723.3a	547.1b	604.9
	OPT-Zn	530.1a	593.1bc	571.1ab	659.3ab	486.7c	568.1
增产率 (%)	N	31.8	21.0	50.6	22.7	35.5	32.3
	P ₂ O ₅	17.6	9.0	12.2	3.9	35.1	15.6
	K ₂ O	9.4	14.4	35.7	18.0	27.2	21.0
	石膏	3.0	5.7	6.7	7.6	12.8	7.1
	硫酸锌	4.2	12.5	9.5	18.0	26.8	14.2
农学效率 (公斤/公斤)	N	13.3	11.6	21.0	13.5	15.1	14.9
	P ₂ O ₅	20.6	13.8	13.6	6.6	35.6	18.0
	K ₂ O	9.5	16.8	24.6	19.8	22.0	18.5
	石膏	1.8	4.0	3.9	6.1	7.8	4.7
	硫酸锌	17.1	56.9	41.8	91.4	100.4	61.5
增加效益 (元/亩)	N	77.0	69.0	172.0	111.0	170.0	120.0
	P ₂ O ₅	50.0	17.0	43.0	9.0	186.0	61.0
	K ₂ O	26.0	62.0	145.0	107.0	154.0	99.0
	石膏	9.0	29.0	34.0	53.0	87.0	42.0
	硫酸锌	14.0	63.0	50.0	121.0	166.0	83.0
* 价格(元/公斤): 2003年 N3.0, P ₂ O ₅ 3.9, K ₂ O2.5, 石膏0.4, 硫酸锌2.7; 2004年 N3.5; P ₂ O ₅ 4.3, K ₂ O2.8, 石膏0.4, 硫酸锌2.8; 2005—2007年 N3.8, P ₂ O ₅ 5.0, K ₂ O3.0, 石膏0.5, 硫酸锌3; 2003—2007年玉米价格分别为0.8、0.9、1.0、1.05、1.3元/公斤。							
* 同一列中不同小写字母代表5%水平上差异显著。							

2.2 玉米平衡施肥氮磷钾肥的肥料利用率

由表3可以看出黑龙江省双城市玉米氮(N)的平衡系数为0.8-0.9, 平均为0.85; 磷(P₂O₅)

的平衡系数为0.58-0.90, 平均为0.74; 钾(K₂O)的平衡系数为0.40-0.64, 平均为0.52。说明双城地区玉米生产氮磷钾施用量 N10.3 公斤/

亩、 P_2O_5 4.4公斤/亩、 K_2O 5.7公斤/亩，其中氮磷肥略有不足，尤其应增加钾肥用量，否则长期种植玉米易造成土壤钾素的亏缺。

氮肥利用率(N)为30.0–39.3%，平均为

35.7%；磷肥利用率(P_2O_5)为20.0–26.7%，平均为23.3%；钾肥利用率(K_2O)为45.0–52.0%，平均为47.6%。氮磷钾肥利用率仍有较大的提高空间。

表3 双城玉米平衡施肥的肥料利用率

项目	处理	年份					平均
		2003	2004	2005	2006	2007	
施肥量 (公斤/亩)	N	10.0	10.0	10.0	10.7	10.7	10.3
	P_2O_5	4.0	4.0	5.0	4.5	4.5	4.4
	K_2O	5.0	5.0	6.7	6.0	6.0	5.7
	石膏	9.0	9.0	10.0	9.0	9.0	9.2
	硫酸锌	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
平衡系数	N	0.80	0.90	0.81	0.90	0.84	0.85
	P_2O_5	0.58	0.69	0.78	0.76	0.90	0.74
	K_2O	0.40	0.42	0.64	0.49	0.63	0.52
肥料利用率 (%)	N	39.3	30.0	34.0	36.9	38.1	35.7
	P_2O_5	23.3	20.0	21.3	25.0	26.7	23.3
	K_2O	52.0	46.7	45.0	47.8	46.7	47.6

3 结论

3.1 五年试验结果表明，影响双城地区玉米产量的主要土壤养分限制因子是氮，其次是钾磷，再次是锌，潜在因子是硫。

3.2 施氮玉米平均增产32.3%；每公斤N增产玉米14.9公斤；增效120元/亩。施磷平均增产15.6%；每公斤 P_2O_5 增产玉米18.0公斤；增效61元/亩。施钾平均增产21.0%；每公斤 K_2O 增产玉米18.5公斤；增效99元/亩。施硫平均增产7.1%；每公斤石膏增产玉米4.7公斤；增效42元/亩。施锌平均增产14.2%；每

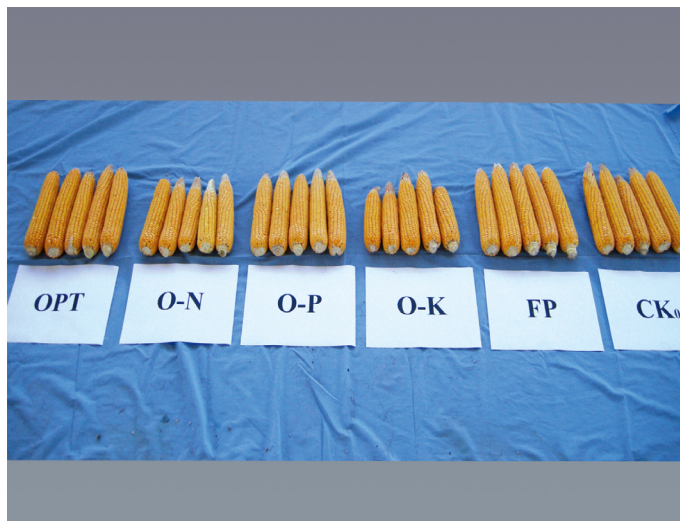
公斤硫酸锌增产玉米61.5公斤；增效83元/亩。

3.3 双城地区玉米生产氮磷钾施用量N10.3公斤/亩、 P_2O_5 4.4公斤/亩、 K_2O 5.7公斤/亩，其中氮磷肥略有不足，尤其应增加钾肥用量，否则长期种植玉米易造成土壤钾素的亏缺。

3.4 双城地区玉米生产氮肥利用率(N)平均为35.7%；磷肥利用率(P_2O_5)平均为23.3%；钾肥利用率(K_2O)平均为47.6%。氮磷钾肥利用率仍有较大的提高空间。

参考文献

- [1] 黑龙江省统计局. 黑龙江统计年鉴. 中国统计出版社, 2010
- [2] 冷玲, 刘双全, 魏颖. 双城土壤养分空间变异与玉米分区施肥技术研究[J]. 黑龙江农业科学, 2007, 4: 38 ~ 40
- [3] 刘慧兰. 双城玉米生产突破亩产吨粮的经济意义和发展前景[J]. 黑龙江科技信息, 2009, 149
- [4] 邢月华, 韩晓日, 汪仁, 等. 平衡施肥对玉米养分吸收、产量及效益的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2009, 2: 27-29
- [5] 郑福丽, 刘兆辉, 张文君, 等. 优化施用钾肥对夏玉米产量及养分平衡的影响[J]. 土壤通报, 2009, 40(4): 864-866



2007年双城玉米平衡施肥试验