

文章编号: 1005-0906(2007)03-0122-05

氮肥追施量和比例对夏玉米产量的影响

田志刚¹, 刘志增², 田俊芹¹, 李林英¹, 曹治彦¹, 张耀辉¹

(1. 邢台市农业科学研究院, 河北 邢台 054000; 2. 河北农业大学, 河北 保定 072100)

摘要: 2002 ~ 2004 年采用邢抗 6 号为材料, 进行了夏玉米追氮量和施用比例的研究。结果表明: 播种后第 45 天追纯 N 量 150 ~ 337.5 kg/hm² 的范围内产量差异不显著, 最大效益的追纯 N 量为 225 kg/hm²; 在拔节期和大喇叭口期氮肥分次施用较大喇叭口期一次施用增产极显著, 追施比例以 4:6 最佳, 纯 N 追施量在 157.5 ~ 315 kg/hm² 的范围内产量差异不显著, 最大效益纯 N 追施量为 210 kg/hm²; 氮肥追施量与施用比例互作效应不显著。

关键词: 夏玉米; 氮肥; 施用量; 施用比例

中图分类号: S513.062

文献标识码: A

Effect of N Fertilizer Rate Applied and Its Ratio on Yield of Summer Maize

TIAN Zhi-gang¹, LIU Zhi-zeng², TIAN Jun-qin¹, et al.(1. *Xingtai Academy of Agricultural Sciences, Xingtai 054000;*2. *Hebei Agricultural University, Baoding 072100, China*)

Abstract: Experiments of N fertilizer applied rate and its ratio on summer maize Xingkang No.6 were conducted among 2002 – 2004. There is no significant yield difference between N fertilizer rates from 150 kg/ha to 337.5 kg/ha applied at 45th day after sowing. The highest economy benefit was obtained at 225 kg/ha of N fertilizer rate. Yield of N fertilizer applied at both elongation stage and booting stage was significant higher than the yield of N fertilizer applied only at booting stage. The optimal ratio of N fertilizer applied at those two stages was 4 : 6, at which there was no significant yield difference between N fertilizer applied rates from 157.5 kg/ha to 315 kg/ha. The highest economy benefits was obtained at 210 kg/ha of N fertilizer rate. There was no interacting between N fertilizer rate applied and its ratio at elongation stage and booting stage.

Key words: Summer maize; N fertilizer; Rate applied; Application ratio

氮素可延长玉米光合作用持续期, 在大喇叭口期施氮肥可抗倒伏, 延缓叶片衰老, 增加干物质积累。如果施用氮肥不足, 则穗粒数减少, 造成减产。美国玉米单产提高的原因之一就是施肥水平高。采用分期施肥法可提高产量, 提高肥效。当前国内的玉米生产水平较低, 施肥量不足是重要原因之一。本文通过对邢抗 6 号夏玉米适宜追氮量和追施比例的研究, 为夏玉米氮肥的合理施用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为邢台市农科院培育的邢抗 6 号, 试验于 2002 ~ 2004 年在邢台市农科院试验场进行, 试验地前茬小麦, 沙壤土, 中等肥力。

1.2 试验方法

1.2.1 一次追氮量试验

设 10 个处理: 纯 N 为 0、37.5、75、112.5、150、187.5、225、262.5、300、337.5 kg/hm², 播种后第 45 天追施; 试验随机区组设计, 3 次重复, 5 行区, 小区面积 16.7 m² (计产面积 10 m²)。播期 6 月 16 日, 密度 63 000 株 /hm²。

1.2.2 分次追氮量试验

试验设置 4 个处理: 追纯 N 量 0、105、210、315 kg/hm², 于拔节期和大喇叭口期分别施入 (4:6 的比

收稿日期: 2006-08-20

基金项目: 国家科技部农业转化资金(02EFN211300064)和河北省农业科技成果推广计划(01780123D)项目

作者简介: 田志刚(1962-), 男, 高级农艺师, 硕士, 主要从事玉米育种与栽培研究工作。

Tel: 0319-2676225 E-mail: xt6871@sina.com

例),随机区组排列,3 次重复,8 行区,小区面积 26.7 m²(计产面积 13.3 m²)。播期 6 月 15 日,密度 63 000 株/hm²。

1.2.3 分次追氮量及追施比例的裂区试验

裂区试验设计:主处理,追纯 N 量为 A₁=105、A₂=157.5、A₃=210、A₄=262.5、A₅=315 kg/hm²;副处理,拔节与穗肥(大喇叭口期)追施比例为 B₁=0:1、B₂=3:7、B₃=4:6、B₄=5:5。重复 3 次,5 行区,小区行长 5 m,行距 66.7 cm,小区面积 16.7 m²(计产面积 10 m²)。

播期 6 月 15 日,密度 63 000 株/hm²。

2 结果与分析

2.1 一次追氮对玉米的影响

2.1.1 一次追氮量对玉米产量的影响

从表 1 可以看出,播种后第 45 天一次追氮,产量随追氮量的增加而增加,纯 N 追施量(X)与产量(Y)呈正线性相关,回归方程为 $Y=6\ 121.6+147.2X$, $r=0.965\ 7^{**}$ 。

表 1 一次追氮的产量结果及差异显著性比较

Table 1 Comparison of significant difference of yield under N rate applied 45 day after sowing

追纯 N(kg/hm²)	产量(kg/hm²)	比 CK ± (%)	差异显著性		追 N 效益(元 /hm²)
			Significant difference		
			1%	5%	
Pure N	Yield	Ratio			N-effective recovery
337.5	7 457.4	22.9	a	A	208.2
300.0	7 382.7	21.7	a	A	264.7
262.5	7 341.3	21.0	a	A	354.5
225.0	7 312.5	20.5	a	A	457.0
187.5	7 059.0	16.3	ab	A	334.7
150.0	6 936.0	14.3	ab	AB	343.0
112.5	6 621.8	9.1	bc	AB	160.0
75.0	6 570.2	8.3	bc	AB	239.7
37.5	6 563.6	8.2	bc	AB	364.4
0(CK)	6 068.0		c	B	

注:纯 N 价格为 3.5 元/kg,玉米价格为 1.0 元/kg。下表同。
Note: The price of Pure N is 3.5 yuan/kg, the price of maize is 1.0 yuan/kg. The same as the following tables.

播期处理间产量的方差分析达极显著水平(表 2);以追纯 N 337.5 kg/hm² 的处理产量最高,较不追氮处理(CK)增产 22.9%,但与追纯 N 300.0、262.5、225.0、187.5、150.0 kg/hm² 处理之间差异不显著。从

经济效益分析看,最大效益产量的追纯 N 量为 225.0 kg/hm²。所以邢抗 6 号如果在播种后第 45 天一次追肥,以追纯 N 225 kg/hm² 为宜,产量高而且比较经济。

表 2 一次追氮产量结果的方差分析

Table 2 Variances analysis of yield under N rate applied 45 days after sowing

变异来源 Source of variation	df	SS	MS	F	F _{0.01}	F _{0.05}
区 组 间	2	0.024	0.012	0.099		
处 理 间	9	5.751	0.639	5.319**	2.46	3.6
试验误差	18	2.162	0.120			
总 变 异	29	7.937				

2.1.2 一次追氮量对植株性状的影响

由表 3 可知,随追氮量的增加,株高、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、千粒重和穗粒数均呈不同程度提高的趋势,秃顶度降低。其中行粒数、千粒重和穗粒数的提高比较明显。相关分析表明,追氮量与穗粒数和千粒重的相关系数分别为 0.909 6** 和 0.923 0**。

2.2 分次追氮对玉米的影响

2.2.1 分次追氮量对玉米产量的影响

从表 4 可以看出,以 4:6 的比例在拔节期和大喇叭口期追施氮肥,产量随追施量的增加而提高,分次追氮量(X)与产量(Y)的回归方程为 $Y=7\ 333.5+367.1X$, $r=0.971\ 2^{*}$ 。

表 5 显示,4 个处理中以追纯 N 315 kg/hm² 产

量最高,较不追氮(CK)增产 14.6%,差异极显著;其次为追纯 N 210 kg/hm² 较对照增产极显著;追纯 N 315 kg/hm² 与 210 kg/hm² 处理之间产量差异不显著。所以拔节和大喇叭口期以 4:6 的比例分次追施氮肥,并以追纯 N 210~315 kg/hm² 为宜。从经济效益角度分析,以追纯 N 210 kg/hm² 时效益最大。

表 3 一次追氮量对农艺性状的影响

Table 3 Comparison of significant difference of yield under N rate applied 45 day after sowing									
追纯 N (kg/hm ²)	株 高(cm) Plant height	穗位高(cm) Ear height	穗 长(cm) Ear length	秃尖长(cm) Barren ear tips length	穗 粗(cm) Ear diameter	穗行数(行) The ear row number	行粒数(粒) Grain number per row	千粒重(g) 1 000–kerne weight	穗粒数(粒) Kernels per ear
Pure N									
0.0	235.7	103.3	17.5	2.1	4.7	14.4	34.2	316.0	492.5
37.5	238.3	103.7	17.5	1.8	4.9	14.8	34.3	323.0	507.6
75.0	238.7	103.0	17.9	2.0	4.8	14.6	35.5	324.5	518.3
112.5	240.0	105.3	18.2	1.3	5.0	15.3	35.6	323.5	544.7
150.0	242.3	105.3	17.5	1.6	4.7	14.8	35.9	324.5	531.3
187.5	243.0	104.3	18.4	1.8	4.9	15.2	36.3	330.0	551.8
225.0	243.0	107.3	19.0	1.9	4.7	15.2	37.3	336.5	567.0
262.5	248.3	107.7	18.2	1.8	5.0	15.4	38.0	339.5	585.2
300.0	248.3	109.0	19.1	1.4	4.9	15.0	37.2	333.0	558.0
337.5	247.0	108.0	18.7	1.5	4.9	15.2	37.5	339.0	570.0

表 4 分次追氮产量结果及差异显著性比较

Table 4 Comparison of significant difference of yield under different N rate applied in two stages								
追纯 N(kg/hm ²)	产量(kg/hm ²) Yield				比 CK ± (%)	差异显著性		追 N 效益(元 /hm ²)
						Significant difference		
	Pure N					Ratio		
	I	II	III	平 均		5%	1%	
315	8 274.5	8 521.5	8 178.4	8 324.8	14.6	a	A	−44.4
210	8 308.7	8 004.7	8 349.2	8 220.8	13.1	ab	A	219.1
105	7 817.7	7 757.6	7 597.2	7 724.2	6.3	bc	AB	90.0
0(CK)	6 895.5	7 325.3	7 579.2	7 266.7		c	B	

表 5 分次追氮时玉米产量的方差分析

Table 5 Variances analysis of yield under different N rate applied in two stages						
变异来源 Source of variation	df	SS	MS	F	F _{0.01}	F _{0.05}
区 组 间	2	0.040	0.020	0.18	5.14	10.92
品 种 间	3	3.810	1.270	11.41**	4.76	9.78
试验误差	6	0.668	0.111			
总 变 异	11	4.518				

2.2.2 分次追氮量对植株性状的影响

表 6 分次追氮量对玉米主要农艺性状的影响

Table 6 Effect of N rate applied in two stages on main agronomy characters									
追纯 N (kg/hm ²)	株 高(cm) Plant height	穗位高(cm) Ear height	穗 长(cm) Ear length	穗 粗(cm) Ear diameter	秃尖长(cm) Barren ear tips length	穗行数(行) The ear row number	行粒数(粒) Grain number per row	穗粒数(粒) Kernels per ear	千粒重(g) 1 000–kernels weight
Pure N									
0(CK)	247.2	106.4	15.0	4.6	2.2	13.6	28.3	384.9	292
105	250.4	112.7	16.4	4.6	1.8	14.2	33.8	480.0	298
210	250.5	119.1	16.7	4.6	2.8	14.0	34.7	485.8	322
315	252.9	118.8	17.5	4.7	2.0	15.2	34.8	529.0	320

由表 6 可以看出,以 4:6 的比例在拔节期和大喇叭口期追施氮肥,随追氮量的增加,植株高度、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、穗粒数、千粒重均呈增加趋势,穗长和穗粒数的增加较明显;追氮量对秃尖和穗粗的影响不大。相关分析表明,产量与千粒重、穗粒数的相关系数分别为 0.963* 和 0.925。

2.3 追氮量及不同施用比例对玉米的影响

2.3.1 追氮量及不同施用比例对玉米产量的影响

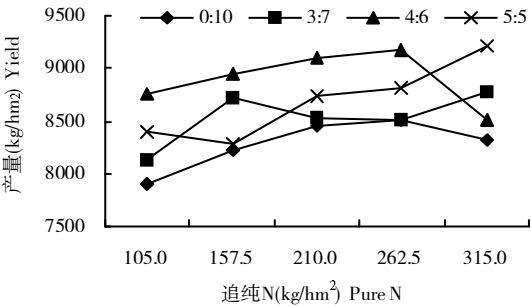


图 1 同一追氮比例下不同追氮量对产量的影响
Fig.1 Affect of N rate applied under same proportion on yield

从图 1 可以看出,拔节与大喇叭口期追施比例为 0:10 和 4:6 的处理,产量随追氮量的增加而提高,其最大值均出现在纯 N 量为 262.5 kg/hm² 时,继续增加施氮量则产量下降;比例为 3:7 和 5:5 的处理,产量随追氮量的增加呈现波浪式的提高,其最大值均出现在纯 N 量为 315 kg/hm² 时。由图 2 可知,不同的追氮量下,产量的最小值均出现在 0:10 追施比例时,说明拔节和大喇叭口期分次追施氮肥较大喇叭口期一次追施产量高。

纯 N 追施量为 315 kg/hm² 的处理产量最大值出现在 5:5 的追施比例;其它纯 N 追施量处理的产量最大值均出现在 4:6 的追施比例。

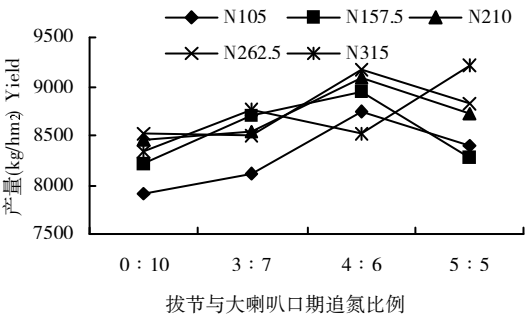


图 2 同一追氮量下不同追施比例对产量的影响
Fig.2 Affect of N applied proportion under same rate

表 7 方差分析表明,不同追氮量之间差异显著,不同追施比例之间差异极显著,而追氮量和其追施比例之间互作效应不显著。因此,追氮量和拔节与大喇叭口期追氮比例之间相互独立,即最佳追氮量处理和最佳追施比例处理的组合为最佳处理组合。由表 8 可知,追纯 N 262.5 kg/hm² 的处理产量最高,与追纯 N 105 kg/hm² 差异极显著,但与其它 3 个处理差异不显著;拔节与大喇叭口期追氮比例以 4:6 产量最高,与 3:7 和 0:10 差异极显著。因此,夏玉米氮肥施用最佳方案为追纯 N 量 210 ~ 262.5 kg/hm²,拔节期和大喇叭口期分别追施 40%和 60%为宜。

表 7 不同追氮量及追施比例裂区试验方差分析

Table 7 Variances analysis of yield under different N applied rate and its proportion						
变异 Variation	df	SS	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
区组间	2	0.036	0.018	0.169	4.46	8.65
追氮量间	4	2.475	0.619	5.730*	3.84	7.01
误差 1	8	0.864	0.108			
主区总变异	14	3.375	0.241	9.249**	2.92	4.51
追氮比例间	3	4.337	1.446			
追氮量×追氮比例	12	3.246	0.270	1.730	2.09	2.84
误差 2	30	4.689	0.156			
总变异	59	15.646				

表 8 不同追氮量及施用比例产量的差异显著性比较

Table 8 Comparison of significant difference of yield under different N applied rate and its proportion							
追氮量(kg/hm²)	产量(kg/hm²)	差异显著性	Significant difference	追氮比例	产量(kg/hm²)	差异显著性	Significant difference
N applied volume	Yield	5%	1%	N applied rate	Yield	5%	1%
262.5	8 751.4	a	A	4:6	8 895.6	a	A
315.0	8 707.6	a	A	5:5	8 689.4	ab	AB
210.0	8 704.2	a	A	3:7	8 527.8	bc	BC
157.5	8 538.9	ab	AB	0:10	8 283.4	c	C
105.0	8 293.2	b	B				

2.3.2 追氮量及施用比例对植株性状的影响

表 9 表明,随追氮量增加,株高、穗位高、行粒数、千粒重、穗粒数的性状值呈现提高的趋势,果穗秃尖程度降低,其中穗粒数增加较明显;追氮量对穗

行数、穗粗影响不明显。从表 9 还可以看出,拔节与喇叭口期追氮比例为 4:6 时,穗长、穗粗、行粒数、千粒重和穗粒数均为 4 个处理中的最高值,这正是产量高的原因。

表 9 追氮量及施用比例对玉米农艺性状的影响
Table 9 Affect of N applied rate on yield in the split experiment of N rate applied and its proportion

项 目	株 高(cm)	穗位高(cm)	穗 长(cm)	秃尖长(cm)	穗 粗(cm)	穗行数(行)	行粒数(粒)	千粒重(g)	穗粒数(粒)
Project	Plant height	Ear height	Ear length	Barren ear tips length	Ear diameter	The ear row number	Grain number per row	1 000-kernels weight	Kernels per ear
追纯 N(kg/hm ²)	105.0	259.3	107.5	16.8	0.6	4.8	15.1	35.9	268.0
	157.5	259.5	109.0	17.2	0.6	4.8	15.4	36.4	275.7
	210.0	260.5	111.0	17.3	0.5	4.8	15.4	37.2	275.5
	262.5	262.0	111.5	17.5	0.4	4.9	15.2	37.8	283.6
	315.0	257.8	108.8	17.3	0.3	4.9	15.3	37.5	277.0
追氮比例	0:10	259.0	110.2	17.4	0.3	4.8	15.1	36.8	275.5
	3:7	257.8	109.6	16.4	0.6	4.8	15.5	36.5	278.3
	4:6	259.6	110.0	18.1	0.5	4.9	15.2	38.0	279.5
	5:5	262.8	109.6	16.9	0.5	4.8	15.2	36.5	276.9

3 结 论

研究结果表明,夏玉米播种后第 45 天一次追施氮肥的情况下,追纯 N 量为 150 ~ 337.5 kg/hm² 的范围内产量差异不显著,追纯为 N 225 kg/hm² 时经济效益最高;在拔节期和大喇叭口期氮肥分次施用较大喇叭口期一次施用增产极显著,追施比例以 4:6 最佳,纯 N 追施量在 157.5 ~ 315 kg/hm² 的范围内产量差异不显著,最大效益纯 N 追施量为 210 kg/hm²;氮肥追施量与施用比例互作效应不显著;追氮量主要通过千粒重和行粒数影响产量。

参考文献:

[1] 耿玉翠. 玉米氮肥追肥时期研究[J]. 山西农业科学, 1999, 27(1):

21-23 .
[2] Pablo A B, Hern á n R S R, Fernando H. A, et al. Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize[J]. Agronomy Journal, 2000, 92: 283-288.
[3] Thomison P R, Jonson J W, Eckert D J. N Rate, hybrid and plant population affect corn yield[J]. <http://www.fluidfertilizer.com/PastArt/pdf/5:22-23.pdf>.
[4] 张明峰, 祁双贵. 美国玉米生产发展概况[J]. 作物杂志, 1996(1): 37-39 .
[5] Ronald J G, John P S, Larry D M, et al. Corn yield response to nitrogen rate and timing in sandy irrigated soils[J]. Agronomy Journal, 2005, 97: 1230-1238.
[6] 孙世贤. 中国农作物品种管理与推广[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2003 .

(责任编辑: 张 英)