

施锌对玉米氮磷钾肥料利用率、产量及籽粒品质的影响*

杨利华 郭丽敏 傅万鑫

(河北省农林科学院粮油作物研究所 石家庄 050031)

摘要 施用 ZnO 4.2kg/hm² 对玉米 N、K 元素的吸收利用存在极显著协和作用,可分别提高 N、K 肥料利用率 35.84% 和 141.07%,增产 7.63%,籽粒蛋白质、脂肪、淀粉和全糖含量分别增加 5.63%、5.37%、2.69% 和 2.29%。Zn 对 P 的吸收利用是拮抗作用,施 Zn 肥显著降低 P 肥利用率。

关键词 锌 玉米 肥料利用率 籽粒品质

Effect of zinc on fertilizer utilization rates of nitrogen, phosphorus and potassium, grain yield and quality in maize.
YANG Li-Hua, GUO Li-Min, FU Wan-Xin (Institute of Food and Oil Crops, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050031), *CJEA*, 2003, 11(2): 41~43

Abstract The application of ZnO 4.2kg/hm² has a very obvious synergism function on N and K absorption and utilization of maize, and can increase the fertilizer utilization rates of N and K by 35.84% and 141.07% respectively, thus increasing the yield by 7.63%, and can also enhance the contents of protein, fat, starch and total sugar in corn grain by 5.63%, 5.37%, 2.69% and 2.29% respectively. Zn has an antagonistic action on P absorption and utilization, and decreases P utilization rate.

Key words Zinc, Maize, Fertilizer utilization rate, Grain quality

1 试验材料与方法

试验于 1997 年在河北省农林科学院粮油作物研究所内专用水泥池中进行,池宽 2m×长 3m×深 1m,试验前匀地 4 年,质地壤土,土壤有机质 13.9~14.9g/kg、全 N 0.69~0.72g/kg、碱解氮 40.6~44.0mg/kg、全 P 15.4~16.2g/kg、有效磷 9.9~15.0mg/kg、有效钾 67.3~69.0mg/kg、有效锌 0.17~0.32mg/kg,常年产量水平 7500~8500kg/hm²,供试玉米品种“西玉 3 号”。6 月 18 日播种,7 月 3 日间苗,7 月 17 日定苗(每池 50 株),7 月 18 日用咪喃丹“灌芯”,9 月 25 日收获取样。为避免各处理施入不等量 Zn 的同时,也施入不同量的 S,产生误差,试验不用 ZnSO₄ 作 Zn 肥,而采用 ZnO。单因素随机区组设计,重复 3 次,根据施肥量设 6 个处理^[1],即处理 I 施 ZnO 16.7kg/hm²、CO(NH₂)₂ 375kg/hm²、(NH₄)₂HPO₄ 375kg/hm² 和 KCl 225kg/hm²,处理 II 施 ZnO 8.3kg/hm²、CO(NH₂)₂ 375kg/hm²、(NH₄)₂HPO₄ 375kg/hm² 和 KCl 225kg/hm²,处理 III 施 ZnO 4.2kg/hm²、CO(NH₂)₂ 375kg/hm²、(NH₄)₂HPO₄ 375kg/hm² 和 KCl 225kg/hm²,处理 IV 施 ZnO 2.1kg/hm²、CO(NH₂)₂ 375kg/hm²、(NH₄)₂HPO₄ 375kg/hm² 和 KCl 225kg/hm²,CK_I(对照_I)施 CO(NH₂)₂ 375kg/hm²、(NH₄)₂HPO₄ 375kg/hm² 和 KCl 225kg/hm²,CK_{II}(对照_{II})为不施任何肥料。ZnO 与 N、P、K 肥混合条施。肥料利用率(*f*)计算式为:

$$f = \frac{W_1 - W_2}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中, *W*₁ 为施肥区收获物中某养分含量, *W*₂ 为未施肥区收获物中某养分含量, *W*₀ 为所施肥中某养分总量。

2 结果与分析

2.1 施 Zn 对玉米 N、P、K 肥料利用率的影响

Zn 对玉米吸收利用 N 的状况见表 1,4 个施 Zn 处理平均 N 肥利用率分别比 CK_I 提高 8.58%、18.35%、35.84% 与 17.77%,且以处理 III 效果最突出。方差分析表明合理施 Zn 对玉米吸收利用 N 肥有极显著促进

* 河北省自然科学基金项目“Zn、B、Mn、Mo 和 Mg 对高产玉米 NPK 吸收利用的协和作用”(397303)部分研究内容

收稿日期:2002-06-09 改回日期:2002-07-30

作用。施 Zn 可促进 N 的吸收利用,籽粒表现尤为明显,4 个施 Zn 处理每 m^2 生产籽粒中 N 积累量分别比 CK_I 提高 5.60%、7.59%、11.82% 和 6.97%,籽粒全 N 相对含量分别比 CK_I 提高 2.72%、1.86%、5.58% 和 5.05%。II~IV 3 个施 Zn 处理每 m^2 生产出秸秆的 N 积累量分别比 CK_I 提高 3.4%、12.5% 和 4.5%。

表 1 N 吸收利用状况

Tab. 1 N absorption and utilization of different treatments

处 理 Treatments	籽粒中 N 相对 含量/ $g \cdot kg^{-1}$ N relative contents in grain	籽粒中 N 绝对 含量/ $g \cdot m^{-2}$ N absolute contents in grain	秸秆中 N 绝对 含量/ $g \cdot m^{-2}$ N absolute contents in corn stover	N 吸收总量* / $g \cdot m^{-2}$ Total absorption of N	肥料利用率/% Fertilizer utilization coefficient	利用率增幅/% Increment of utilization efficiency
I	15.47	16.98	8.54	26.59	42.78	8.58
II	15.34	17.30	9.06	27.52	46.63	18.35
III	15.90	17.98	9.88	29.17	53.52	35.84
IV	15.82	17.20	9.21	27.46	46.40	17.77
CK_I	15.06	16.08	8.82	25.78	39.40	-
CK_{II}	12.38	9.26	6.34	16.33	-	-

* 吸收总量指单位面积地上部分生物体养分总含量,下同;秸秆包含茎、叶、叶鞘和穗。

Zn 对玉米吸收利用 P 的状况见表 2,表 2 表明施 Zn 对玉米吸收利用 P 呈极显著拮抗作用,有降低 P 肥料利用率的趋势。4 个施 Zn 处理 P 肥料利用率分别比 CK_I 降低 11.89%、

表 2 P 吸收利用状况

Tab. 2 P absorption and utilization of different treatments

处 理 Treatments	P_2O_5 相对含量/ $g \cdot kg^{-1}$ P_2O_5 relative content				P_2O_5 吸收总量/ $g \cdot m^{-2}$ Total absorption of P_2O_5	肥料利用率/% Fertilizer utilization coefficient	利用率增幅/% Increment of utilization efficiency
	籽粒 Grain	茎 Stem	叶鞘 Leaf sheath	苞叶 Husk			
I	7.23	1.18	3.91	1.37	12.12	17.64	- 11.89
II	7.09	1.44	2.89	1.46	12.37	19.09	- 4.65
III	7.10	1.52	2.54	1.46	12.01	17.01	- 15.03
IV	7.59	1.14	3.20	1.14	11.93	16.57	- 17.23
CK_I	7.66	1.55	4.57	1.76	12.53	20.02	-
CK_{II}	7.29	3.62	3.30	1.72	9.07	-	-

表 3 K 吸收利用状况

Tab. 3 K absorption and utilization of different treatments

处 理 Treatments	K_2O 含量/ $g \cdot kg^{-1}$ K_2O content			K_2O 吸收总量/ $g \cdot m^{-2}$ Total absorption of K_2O	肥料利用率/% Fertilizer utilization coefficient	利用率增幅/% Increment of utilization efficiency
	茎 Stem	穗轴 Corn cob	穗茎 Ear stem			
I	13.02	13.50	50.37	21.06	33.91	29.92
II	16.63	14.22	55.19	22.06	41.30	58.24
III	18.62	14.46	51.58	24.98	62.92	141.07
IV	15.42	14.94	61.22	21.54	37.43	43.41
CK_I	14.94	11.57	42.42	20.01	26.10	-
CK_{II}	17.59	15.42	42.90	16.48	-	-

4.65%、15.03% 和 17.23%。单株 P_2O_5 积累量 4 个施 Zn 处理分别比 CK_I 减少 0.05g、0.056g、0.063g 和 0.051g。施 Zn 处理玉米组织器官中 P_2O_5 相对含量也有所降低,且籽粒、茎、叶鞘和苞叶表现较明显。关于施 Zn 对 P 的作用,现有报道观点不一。

山东省马道沚等^[2]研究表明,单施 Zn 后不同土壤处理玉米叶片和根平均 P_2O_5 含量分别比对照降低 4% 和 8.2%,Zn、P 配合施用叶片与根平均 P_2O_5 含量分别比单施等量 P 肥降低 74.2% 与 39.2%。山西省吴俊兰等^[3]用石灰性褐土盆栽玉米试验表明,当施 $ZnSO_4$ 达到或超过风干土重的 6mg/kg 后,无论施 P 水平高低,玉米幼苗地上部分 P 的吸收量明显下降,施 P 水平越低, $ZnSO_4$ 对 P 的拮抗作用越小。澳大利亚 Loneranan 等^[4]研究发现,缺 Zn 和充足供 P 下 P 的吸收持续增加,并能累积到中毒浓度(表明 P 吸收累积失控)。也有研究认为^[5],施 Zn 可促进玉米对 P 的吸收。本试验结果表明施 Zn 即降低玉米组织器官中 P_2O_5 的相对含量,也减少整株累积总量,最终导致肥料利用率降低。

Zn 对玉米吸收利用 K 的状况见表 3,表 3 表明 Zn 对玉米 K 肥吸收利用存在极显著协和作用,处理 III K 肥料利用率最高,比 CK_I 提高 141.07%,其他 3 个处理分别比 CK_I 高 29.92%、58.24% 和 43.41%。K 吸收量的提高主要源于茎、穗茎和穗轴中 K_2O 浓度的增加,其中处理 III 茎中 K_2O 含量比 CK_I 高 24.63%,穗茎

含量高 21.59%, 穗轴含量高 24.98%。

2.2 施 Zn 对玉米产量及籽粒品质的影响

施 Zn 有增产效果(见表 4), 处理 III 产量最高, 比 CK_I 增产 7.63%, 其产量变化是穗粒数(增加 2.95%) 和千粒重(增加 3.35%) 综合提高结果, 其他 3 个施 Zn 处理分别增产 2.76%、5.59% 和 1.72%, 方差分析各处理间 F 值 = 2.0174 < $F_{0.05}$ 临界值 3.8379, 差异不显著。由表 4 可知施 Zn 影响玉米籽粒品质, 4 个施 Zn

处理籽粒蛋白质含量较 CK_I 分别提高 2.76%、1.91%、5.63% 和 5.10%, 与施 Zn 处理籽粒中全 N 绝对含量和相对含量提高相对应, 脂肪含量分别增加 6.30%、8.89%、5.37% 和 3.33%, 淀粉含量分别增加 10.55%、10.43%、2.69% 和 1.70%, 全糖含量

除施 Zn 最多的处理 I 外, 其他 3 个处理均有所增加, 籽粒赖氨酸含量则变化不大。

3 小 结

施 Zn 对玉米 N、K 肥吸收利用是协和作用, 施 Zn 有益于提高玉米的 N、K 肥料利用率, 其中处理 III N、K 肥料利用率分别提高 35.84% 和 141.07%; 施 Zn 对玉米 P 吸收利用是拮抗作用, 增施 Zn 肥降低 P 在玉米不同器官中相对含量和单位面积生物体 P 的累积总量, 最终导致 P 肥利用率减小; 合理施 Zn 可增加玉米经济产量, 其中处理 III 产量最高, 比仅施 N、P、K 肥的 CK_I 增产 7.63%, 施 ZnO 4.2kg/hm² 相当于施 ZnSO₄·7H₂O 约 15kg/hm²; 施 Zn 影响玉米籽粒品质, 适量施 Zn 可提高籽粒蛋白质、脂肪、淀粉和糖分含量。

表 4 不同处理平均产量及籽粒品质参数

Tab.4 Grain yield and quality traits of different treatments

处 理	产量/g·m ⁻²	蛋白质/g·kg ⁻¹	赖氨酸/g·kg ⁻¹	脂肪/g·kg ⁻¹	淀粉/g·kg ⁻¹	全糖/g·kg ⁻¹
Treatments	Grain yield	Protein	Lysine	Fat	Starch	Total sugar
I	1097.2	96.7	2.8	57.4	695.5	17.2
II	1127.5	95.9	2.9	58.8	694.7	19.6
III	1149.2	99.4	2.7	56.9	646.0	17.9
IV	1086.1	98.9	2.7	55.8	639.8	17.7
CK _I	1067.8	94.1	2.8	54.0	629.1	17.5

参 考 文 献

- 1 芦满济译. 论国外施用微肥问题. 甘肃农业科技, 1990 (增刊): 75~84
- 2 马道沚等. 磷锌配施对玉米生物效应及磷锌关系的研究. 土壤肥料, 1989 (6): 23~26
- 3 吴俊兰等. 锌、锌磷配合对玉米生育、产量、品质的影响. 国际平衡施肥学术讨论会论文集. 北京: 中国农业出版社, 1989. 347~356
- 4 [德] 马斯纳·H 著, 曹一平等译. 高等植物的矿质营养. 北京: 北京农业大学出版社, 1991. 187
- 5 李伯航等. 河北玉米栽培. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1994. 244