

[文章编号] 1005-0906(2002)02-0087-03

钼对玉米吸收氮磷钾、子粒产量和品质及苗期生化指标的影响

杨利华¹, 郭丽敏¹, 傅万鑫¹, 姚 华²

(1. 河北省农科院粮油作物研究所, 石家庄 050031; 2. 河北省涿州市东仙坡技术站, 涿州 072750)

[摘 要] 适量施 Mo(施 H_2MoO_4 : 0.33 kg/hm²), 可以促进玉米对 NPK 的吸收, 提高 NPK 肥料利用率(分别增加 23.38%、26.52% 和 65.21%), 增加单产(增产 4.35%) 及改变子粒品质; 过量施用有抑制 NPK 在植株体内积累的趋势, 与产量无益。玉米苗期营养体内全糖、可溶性糖和纤维素含量与施 Mo 水平呈正相关, 蛋白 N 及叶片叶绿素含量呈负相关。

[关键词] 钼; 玉米; 肥料利用率

[中图分类号] S 513; S143.7

[文献标识码] A

Effect of Molybdenum on Absorption of Nitrogen, Phosphorus and Potassium, Grain Yield and Quality, Biochemical Components of Seeding Stage in Maize

YANG Li-hua¹, GUO Li-ming¹, FU Wan-xin¹, YAO Hua²

(1. Institute of Food and Oil Crops, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050031;

2. Technostation of Dongxianpo in Zhuozhou Hebei 072750, China)

Abstract: The moderate application of Mo (H_2MoO_4 : 0.33 kg/ha) in maize not only promotes the absorption to NPK, and enhances the fertilizer use efficiency of NPK (respectively increase 23.38%, 26.52%, 65.21%), but also increases the grain yield (increases 4.35%) and changes the grain quality. The excessive application of Mo may inhibit the absorption of NPK and there was no good for the grain yield of maize. The Mo supplying levels are positive correlativity with the content of total sugar, soluble sugar and fibre, but negative correlativity with the protein - N content of the plant and chlorophyll content of leaves at the seedling stage of maize.

Key words: Molybdenum; Maize; Fertilizer utilized coefficient

1 材料与方法

试验于 1997 年在所内专用水泥池中进行, 池宽 2 m, 长 3 m, 深 1 m, 试验之前经过 4 次匀地。质地壤土, pH 值 6, 含有机质 13.9 ~ 14.9 g/kg, 全 N 0.69 ~ 0.72 g/kg, 碱解 N 40.6 ~ 44.0 mg/kg, 全 P 1.54 ~ 1.62 g/kg, 有效 P 9.9 ~ 15.0 mg/kg, 有效 K 67.3 ~

69.0 mg/kg, 有效 Mo 0.19 mg/kg, 常年产量水平 7 500 ~ 8 500 kg/hm²。参试品种: 西玉 3 号。6 月 18 日播种; 7 月 3 日间苗, 17 日定苗, 每池 50 株; 18 日喷施“灌心”; 9 月 25 日收获。

为避免各处理在施入不等量 Mo 的同时, 也施入不同量的 N, 产生误差, 本试验不用 $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ 作 Mo 肥, 而采用 H_2MoO_4 。

单因素随机区组设计, 重复 3 次。根据每池的施肥情况设 6 个处理。处理 I 施 H_2MoO_4 0.8 g (1.33 kg/hm²)、5 mL $NH_3 \cdot H_2O$ 、CO $(NH_2)_2$ 221.1 g、 $(NH_4)_2HPO_4$ 225 g、KCl 135 g; 处理 II 施 H_2MoO_4 0.2 g (0.33 kg/hm²)、5 mL $NH_3 \cdot H_2O$ 、CO $(NH_2)_2$ 221.1 g、 $(NH_4)_2HPO_4$ 225 g、KCl 135 g; 处理 III 施 H_2MoO_4 0.05

[收稿日期] 2001-12-06

[作者简介] 杨利华(1963-), 男, 河北省农科院副研究员, 从事玉米栽培专业研究。

[基金项目] 河北省自然科学基金项目“Zn、B、Mn、Mo&Mg 对高产玉米 NPK 吸收利用的协和作用”部分研究结果。项目编号: 397303。

g(83.3 g/hm²)、5 mL NH₃·H₂O、CO(NH₂)₂221.1 g、(NH₄)₂HPO₄ 225 g、KCl 135 g;处理Ⅳ H₂MoO₄0.0125 g(20.8 g/hm²)、5 mL NH₃·H₂O、CO(NH₂)₂221.1 g、(NH₄)₂HPO₄ 225 g、KCl 135 g;及一个施 CO(NH₂)₂ 225 g、(NH₄)₂HPO₄ 225 g、KCl 135 g 的对照(CK_I)与一个不施任何肥料的空白对照(CK_{II})。

施 Mo 处理 H₂MoO₄ 与 NPK 肥充分混合条施,由于 H₂MoO₄ 结晶不溶于冷水,先将各处理 H₂MoO₄ 分别溶于 5 mL NH₃·H₂O 之中,再与 NPK 肥混匀。5 mL NH₃·H₂O 含纯 N 1.8 g,故施 Mo 处理小区的 CO(NH₂)₂用量是 221.1 g,以保证与 CK_I 的纯 N 施用量一致。

7 月 14 日用 C₂H₅COH 提取法测叶片叶绿素含量,取第 6 展叶中部 5~20 cm 处的去主脉叶片;16 日取样(整株烘干粉碎)测定全糖、可溶性糖、纤维素、及蛋白 N 和游离 N 等含量。收获时测植株各部位 NPK 含量,并化验子粒品质。

肥料利用率计算方法^[1]:肥料利用率 = (W₁ - W₂)/W₀ × 100%

W₁:施肥区收获物中某养分含量,W₂:未施肥区收获物中某养分含量,W₀:所施肥料中某养分总量。

2 结果及分析

2.1 Mo 对玉米 NPK 肥料利用率的影响

2.1.1 Mo 对玉米吸收 N 的作用 试验结果方差分析表明,Mo 对玉米 N 肥吸收利用的促进作用达极显著水平。处理Ⅱ效果最明显(见表 1),其地上部每平方米生物体 N 素积累总量 27.99 g,肥料利用率 48.60%,比只施 NPK 肥的 CK_I 分别提高 8.57% 和 23.38%,其它三处理的 N 吸收总量及肥料利用率也分别有所提高。

表 1 N 吸收利用情况

处 理	子粒中 N 素 含量(%)	N 吸收总量 (g/m ²)	肥料利用率 (%)	利用率增幅 (±%)
I	1.562	26.08	40.62	3.10
II	1.573	27.99	48.60	23.38
III	1.562	27.39	46.11	17.03
IV	1.592	26.29	41.50	5.33
CK _I	1.506	25.78	39.40	-
CK _{II}	1.238	16.33	-	-

注:吸收总量指单位面积地上部整个植株养分的总含量,下同。

施 Mo 后,N 积累量的增加主要表现在子粒上,施 Mo 处理子粒中 N 的相对含量均在 1.56% 以上,而 CK_I 不足 1.51%,不施任何肥料的 CK_{II} 仅为 1.238%。子粒中 N 素增加,意味着施 Mo 可提高子

粒中 N 化合物的含量。

2.1.2 Mo 对玉米吸收 P 的作用 合理施 Mo 对玉米吸收利用 P 肥有极显著的协和作用,过量施用会产生抑制作用。处理Ⅱ P₂O₅ 的积累总量为 13.44 g/m²,P 肥利用率为 25.33%,比只施 NPK 的 CK_I 分别提高 7.35% 及 26.52%。方差分析表明,处理Ⅱ与 CK_I 的 P 肥利用率差异极显著。处理Ⅰ由于过量施 Mo,对 P 的吸收利用表现出了明显的抑制作用,肥料利用率仅 12.52%,降低 37.41%;处理Ⅲ和处理Ⅳ P 肥利用率变化不大(见表 2)。

表 2 P 吸收利用情况

处 理	子粒中 P ₂ O ₅ 积累量(g/m ²)	P ₂ O ₅ 吸收 总量(g/m ²)	肥料利用率 (%)	利用率增幅 (±%)
I	8.17	11.23	12.52	-37.41
II	8.75	13.44	25.33	26.52
III	8.65	12.64	20.65	3.15
IV	8.44	12.36	19.06	-4.80
CK _I	8.18	12.52	20.02	-
CK _{II}	5.36	9.07	-	-

施 Mo 促进玉米吸收积累 P,子粒表现明显,以处理Ⅱ为例,其每平方米面积生产子粒中含 P₂O₅8.75g,比 CK_I(8.18g)增加 6.97%。

2.1.3 Mo 对玉米吸收 K 的作用 处理Ⅱ K₂O 吸收总量为 22.31 g/m²,K 肥利用率为 43.12%,分别比 CK_I 提高了 11.32% 和 65.21%。方差分析,二处理差异极显著,表明适量施 Mo 对玉米吸收利用 K 肥有显著的促进作用。处理Ⅲ和处理Ⅳ K 肥料利用率也分别增加了 44.64% 和 18.35%(见表 3)。

表 3 K 吸收利用情况

处 理	茎 K ₂ O 含量(%)	穗轴 K ₂ O 含量(%)	雌穗柄 K ₂ O 含量(%)	K ₂ O 吸收 总量(g/m ²)	肥料利 用率(%)	利用率增 幅(±%)
I	1.229	1.398	4.194	17.81	9.85	-62.22
II	1.639	1.832	6.170	22.31	43.12	65.21
III	1.705	1.446	5.724	21.58	37.75	44.64
IV	1.711	1.350	5.013	20.65	30.88	18.35
CK _I	1.494	1.157	4.242	20.01	26.10	-
CK _{II}	1.759	1.542	4.290	16.48	-	-

施 Mo 使玉米对 K 吸收利用率的提高,主要体现在茎、雌穗柄和穗轴这些有输导功能的器官。以收获时 K₂O 含量最高的器官雌穗柄为例,处理Ⅱ处理的含量高达 6.170%,超 CK_I 45.45%,处理Ⅲ和处理Ⅳ也分别增加了 34.94% 和 18.18%。

处理Ⅰ由于施 Mo 量较大,使玉米对 K 肥吸收累积减少,肥料利用率仅 9.85%,降低了 62.22%,收获时茎、穗轴、雌穗柄及子粒等部位的含 K₂O 水平均较低。

2.2 Mo 对玉米产量及子粒品质的影响

2.2.1 Mo 对玉米产量的影响 施 Mo 有增产效

果。处理Ⅱ平均产量最高,达 1 114.3 g/m²,比只施 NPK 的 CK_I 增产 4.35%,其穗粒数为 489.33,增加 8.01 粒,千粒重 276.81 g,提高 2.47 g,穗粒重 135.47 g,上升 3.32 g,处理Ⅲ处理次之,增产 4.23%,处理Ⅰ和处理Ⅳ基本不增产。方差分析,处理间 F 值 = 0.507 5 < F_{0.05} 临界值 3.837 9,产量差异未达显著水平(见表 4)。

表 4 不同处理平均产量及子粒品质参数

处 理	产量 (g/m ²)	蛋白质 (g/kg)	赖氨酸 (g/kg)	脂肪 (g/kg)	淀粉 (g/kg)	全糖 (g/kg)
I	1 068.7	97.6	3.0	52.6	682.5	16.4
Ⅱ	1 114.3	98.3	2.9	50.8	675.4	15.0
Ⅲ	1 112.9	97.6	2.9	53.5	678.1	15.0
Ⅳ	1 077.6	99.7	3.0	48.6	683.6	17.4
CK _I	1 067.8	94.1	2.8	54.0	629.1	17.5

2.2.2 Mo 对子粒品质的影响 从表 4 还可看出施 Mo 对玉米子粒品质有影响。施 Mo 处理子粒中蛋白质、赖氨酸和淀粉含量较 CK_I 均有不同程度的提高,而脂肪和糖分有所降低。子粒中蛋白质的增加与施 Mo 处理子粒中 N 素含量的提高相对应。

2.3 Mo 对玉米苗期部分生化指标的影响

从表 5 可以看出,施 Mo 处理苗期植株的蛋白 N 相对含量与施 Mo 水平呈极显著负相关($r = -0.967\ 8$),游离 N 相对含量除处理Ⅰ外,均高于 CK_I。需要说明的是本试验施 Mo 处理苗期植株蛋白 N 与游离 N 合计低于 CK_I,但因处理Ⅱ、处理Ⅲ和处理Ⅳ单株干重及小区群体生物产量较高,三处理苗期植株 N 的积累量并不低,国内在小麦上研究也有类似情况^[2]。

表 5 不同施 Mo 处理玉米苗期部分生化指标 g/kg

处 理	蛋白 N	游离 N	全 P	全 K	叶绿素	全糖	可溶性糖	纤维素
I	20.6	8.2	8.52	29.40	7.09	107.3	93.6	245.6
Ⅱ	21.0	8.8	8.90	31.82	7.60	104.9	78.9	245.0
Ⅲ	21.6	9.2	9.83	30.84	7.77	103.2	72.6	244.0
Ⅳ	23.0	10.0	9.55	30.63	7.63	99.6	71.6	242.0
CK _I	23.1	8.3	9.24	30.36	7.91	97.8	65.2	240.4

从表 5 还可看出,少量施 Mo,玉米苗期植株全 P 和全 K 的相对含量高于 CK_I,但当施 Mo 水平较高时,则低于 CK_I。全糖、可溶性糖和纤维素含量与施 Mo 水平呈极显著正相关($r = 0.993\ 9, 0.940\ 0, 0.979\ 4$);叶片叶绿素含量各处理均低于 CK_I,与施 Mo 水平呈显著负相关($r = -0.850\ 0$)。

3 结 论

(1)合理施 Mo 对玉米吸收 NPK 存在协和作用。本试验以施 H₂MoO₄ 0.33 kg/hm²[折(NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O 0.36 kg/hm²]处理效果最好,可分别提高 NPK 肥料利用率 23.38%、26.52%和 65.21%,使玉米增产 4.35%。Mo 的最佳施用量与国内外有关报道基本一致^[3,4],过量(达 1.33 kg/hm²)则显著抑制玉米对 NPK 的吸收利用,于产量无益,表明 Mo 的用量范围极窄。目前研究认为,供应硝酸盐的植物易产生缺 Mo 症;供应还原态 N 时是否需要 Mo,报道中有分歧^[5]。本试验使用的是还原态 N,且施 Mo 有效。

(2)施 Mo 对玉米子粒品质有影响。子粒中蛋白质、赖氨酸和淀粉含量较对照均有不同程度的提高,而脂肪和糖分有所降低。

(3)施 Mo 处理苗期植株蛋白 N 的相对含量与施 Mo 水平呈负相关关系,游离 N 含量除施 H₂MoO₄1.33 kg/hm² 处理外,均高于对照。少量施 Mo,玉米苗期植株全 P 和全 K 的相对含量高于对照,但当施 Mo 水平较高时,则低于对照。全糖、可溶性糖和纤维素含量与施 Mo 水平呈正相关关系;叶片叶绿素含量与施 Mo 水平呈负相关关系。Mo 虽然促进玉米吸收 NPK,提高产量,但因反刍动物对饲料中过量 Mo 很敏感,青贮玉米应慎施 Mo 肥^[6],尤其在碱性有机质土壤。青贮料干物质含 Mo 临界值是 5 mg/kg。

[参 考 文 献]

[1] 陈 道,等. 经济大词典-农业经济卷[M]. 上海辞书出版社, 1983.297.
[2] 魏文学,等. 冬小麦钼营养与无机养分平衡关系初步研究[J]. 华中农业大学学报,1996(5):437-441.
[3] 芦满济,译. 论国外施用微肥问题[J]. 甘肃农业科技,1990(增刊):75-84.
[4] 吴金桂,等. 作物施钼效果及钼磷互补效应[J]. 江苏农业科技, 1996(5):40-42.
[5] (德) H·马斯纳著,曹一平,等译. 高等植物的矿质营养[M]. 北京农业大学出版社,1991.189-195.
[6] (德) K·孟格尔,等著,张宜春,等译. 植物营养原理[M]. 农业出版社,1987.546-548.
联系电话:0311-5051759-3367,0311-5054030