



甘肃玉米磷、锌效应研究

赖丽芳¹, 胡志桥¹, 郭天文²

1 甘肃省农科院土肥所 甘肃 兰州 730070

2 甘肃省农科院旱农所 甘肃 兰州 730070

磷素和锌素是限制玉米增产的两个关键因子, 但二者的使用不当, 磷、锌的拮抗作用则会大大降低玉米产量, 如何避免磷锌相互拮抗, 利用相互促进作用达到增产是本试验的目的所在。经室内分析、吸附试验、盆栽及大田试验, 在了解土壤养分状况的基础上, 在当地主要种植模式玉米单作开展磷、锌效应研究, 以确定磷、锌的合理施用量与施用比例。

本研究的目标是确定单作玉米的适宜磷、锌肥量及不同磷水平下锌对玉米产量与效益的影响, 为玉米的平衡施肥推荐积累数据, 为缺锌地区磷锌肥投入提供参考, 本研究初次探索投入肥料的 P_2O_5/ZnO 。

1. 材料与方法

1.1 试验材料

试验设在甘肃省河西走廊中部的武威市永昌镇白云村($38^{\circ}4' N, 102^{\circ}5' E$), 属中温带内陆干旱荒漠区。海拔 1504 米, 年降水量约 150 毫米, 年均温度 $7.8^{\circ}C$, 无霜期 150 天, 大于 $10^{\circ}C$ 的年有效积温约为 $1500 \sim 3000^{\circ}C$, 属于典型的两季不足、一季有余的自然生态区。农业生产采用地下水灌溉。土壤类型为灌漠土。试验地耕层 0~20 厘米土壤养分状况见表 1。

表 1 试验地养分状况 (毫克/升)

pH	OM (%)	Ca	Mg	K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
8.3	1.1	2042.1	235.7	144.7	16.5	43.7	71.6	6.1	1.9	37.5	22.2	1.5

1.2 试验设计与施肥

本研究采用土壤养分状况系统研究法^[1]。试验统一 N、K 及微量元素等养分用量, 调整 P、Zn 用量, 根据当地磷肥投入水平调查资料设置两个磷肥水平, 三个锌肥水平, 共设 6 个处理, 为 (1) P_1Zn_1 (2) P_1Zn_2 (3) P_1Zn_3 (4) P_2Zn_1 (5) P_2Zn_2 (6) P_2Zn_3 。各处理肥料用量见表 2。试验小区面积 18 平方米, 重复 3 次, 随机区组排列。小区间筑埂。氮肥的 20% 在播前基施, 40% 于玉米拔节期随水撒施, 40% 于大喇叭口期浇水前穴施, 其它肥料在播前一次性施入。试验地前茬为小麦, 供试作物品种为沈单 16 号, 肥料种类: 尿素 (含 N 46%)、重过磷酸钙 (含 P_2O_5 46%)、氯化钾 (含 K_2O 60%)、硼砂 (含 B 10%)、硫酸锌 ($ZnSO_4$, 含 Zn 20%)、硫酸铜 ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 含 Cu 25%)。

1.3 试验方法

本研究于 2001 年 10 月作物收获后, 秋耕冬灌前采集土样送中国农科院土肥所中一加合作土壤植物测试实验室进行测定分析, 结果表明土壤 K、S、Cu、B、Mn、P 富足, N、Zn 亏缺, 同年采集土样进行盆栽试验, 2002 年开展大田验证试验, 结果表明土壤养分限制因子主要是 N, 其次是 Cu、B, 施钾有效。但 2003 年大田玉米调查显示缺锌比较普遍, 2004 年开展玉米磷锌效应研究。

表 2 各处理的肥料用量(公斤/亩)

处理	尿素	重过磷酸钙	氯化钾	硫酸铜	硼砂	硫酸锌
P1Zn1	43.5	8.7	16.7	0.7	2.0	0.8
P1Zn2	43.5	8.7	16.7	0.7	2.0	1.6
P1Zn3	43.5	8.7	16.7	0.7	2.0	2.4
P2Zn1	43.5	17.4	16.7	0.7	2.0	0.8
P2Zn2	43.5	17.4	16.7	0.7	2.0	1.6
P2Zn3	43.5	17.4	16.7	0.7	2.0	2.4

2. 结果与分析

2.1 低磷水平锌对玉米经济性状与产量的影响

试验结果显示：低磷肥水平下，不同锌肥施用量影响玉米的株高、穗粒数和百粒重，施锌 1.6 公斤/亩的株高最高，为 228.7 厘米，穗粒数与百粒重最大，分别为 580 粒和 40.9 克；与施锌 0.8 公斤/亩和 2.4 公斤/亩处理的相比，施锌 1.6 公斤/亩处理的玉米株高增加了 5.2-5.7 厘米，穗粒数增加了 6-27 粒，百粒重增加了 2.2 克。随锌肥用量增加玉米产量与产值增加（表 3），其中施锌 1.6 公斤/亩的处理玉米产量与产值最高，分别为 931 公斤/亩和 1024 元/亩，较施锌 0.8 公斤/亩处理增产玉米 42 公斤/亩，增产幅度 4.7%，增收 46 元/亩，纯收入增加 43 元/亩；较施锌 2.4 公斤/亩的处理增产玉米 15 公斤/亩，增产幅度 1.5%，增收 16 元/亩，纯收入增加 19 元/亩。不同处理投入肥料中的 P_2O_5/ZnO 值计算结果（表 3）表明随 P_2O_5/ZnO 值的减小，玉米产量与产值增加， P_2O_5/ZnO 值为 13 时，即 $8 < P_2O_5/ZnO < 25$ 时，玉米产量与产值最大，纯收入增值也最高。

表 3 低磷水平锌对玉米产量与产值的影响

处理	产量 (公斤/亩)	产值 (元/亩)	增产量 (公斤/亩)	增产率 (%)	增收 (元/亩)	成本增加 (元/亩)	纯收入增加 (元/亩)	P_2O_5/ZnO
P1Zn1	889	978	0	0	0	0	0	25
P1Zn2	931	1024	42	4.7	46	3	43	13
P1Zn3	916	1008	27	3.1	30	6	24	8

2.2 高磷水平锌对玉米经济性状与产量的影响

试验结果显示：高磷肥水平下，不同锌肥用量对玉米经济性状影响差异不大，而对玉米产量的影响差异较大。产量结果（表 4）显示：高磷水平下，施锌 1.6 公斤/亩处理的玉米产量与产值最低，分别为 944 公斤/亩和 1039 元/亩，施锌 2.4 公斤/亩处理的玉米产量和产值最高，分别为 1100 公斤/亩和 1210 元/亩；与施锌 1.6 公斤/亩处理相比，施锌 0.8 公斤/亩处理增产玉米 42 公斤/亩，增加产值 46 元/亩，增产幅度 4.4%，纯收入增加 49 元/亩；施锌 2.4 公斤/亩处理增产玉米 156 公斤/亩，增加产值 171 元/亩，增产幅度 16.5%，纯收入增加 168 元/亩。不同处理投入肥料中的 P_2O_5/ZnO 值计算

结果(表4)表明: P_2O_5/ZnO 值为 25 时, 玉米产量最低, P_2O_5/ZnO 值为 17, 即 $P_2O_5/ZnO < 25$ 时, 玉米产量与产值最大, 纯收入增值也最高。说明适宜的锌肥用量并保证投入肥料中合理的 P_2O_5/ZnO 值可显著提高玉米产量与产值, 提高玉米生产的经济效益。

表4 高磷水平锌对玉米产量与产值的影响

处理	产量 (公斤/亩)	产值 (元/亩)	增产量 (公斤/亩)	增产率 (%)	增收 (元/亩)	成本增加 (元/亩)	纯收入增加 (元/亩)	P_2O_5/ZnO
P2Zn1	986	1085	42	4.4	46	-3	49	50
P2Zn2	944	1039	0	0	0	0	0	25
P2Zn3	1100	1210	156	16.5	171	3	168	17



3. 小结

低磷水平下, 随锌肥用量增加, 玉米产量与产值增加, 施锌肥 1.6 公斤/亩的处理玉米产量与产值最高, 分别为 931 公斤/亩和 1024 元/亩; 随肥料 P_2O_5/ZnO 值的减小, 玉米产量与产值增加, 肥料 P_2O_5/ZnO 值为 13, 即 $8 < P_2O_5/ZnO < 25$ 时, 玉米产量与产值最大, 纯收入增值也最高。

高磷水平下, 施锌肥 1.6 公斤/公顷处理的玉米产量与产值最低分别为 944 公斤/亩和 1039 元/亩, 施锌肥 2.4 公斤/亩处理的玉米产量和产值最高分别为 1100 公斤/亩和 1210 元/亩; 肥料 P_2O_5/ZnO 值为 25 时, 玉米产量最低, 肥料 P_2O_5/ZnO 值为 17, 即 $P_2O_5/ZnO < 25$ 时, 玉米产量与产值最大, 纯收入增值也最高。

综上所述, 不同磷水平下, 适宜的锌肥用量和投入肥料中合理的 P_2O_5/ZnO 值可显著提高玉米产量与产值, 肥料 P_2O_5/ZnO 值在 8 至 25 间, 玉米产量与产值最大, 纯收入增值也最高。