

高产玉米施硫增产效应与机制研究

刘培利 林 琪 姜国勇 隋方功

孙作启

(莱阳农学院农学系, 莱阳 265200)

(莱阳市气象局)

Study on the Yield-increased Mechanism and Effectiveness of Sulphur Applied in High-yield Maize

Liu Peili Lin Qi Jiang Guoyong Sui Fanggong

(Lai yang Agricultural College, Lai Yang 265200)

Sun Zuoqi

(Lai yang Prefectural Meteorological Bureau)

Abstract: The results of experiment on application of sulphur fertilizer have shown sulphur increased remarkably the maize yield under high-yield level in 11250kg/ha. The amount of increasing in production was 14.6%. The application of sulphur fertilizer could increase the amount of roots and root-layers, the activity of root system and the content of chlorophyll in leaves, as well as the rate of seed-filling and the absorption of nitrogen, phosphorus and potassium in plants.

Key Word: Maize; Root system; Chlorophyll; Applying fertilizer; Sulphur fertilizer.

摘 要 对 11250kg/ha 产量水平的高产玉米施硫肥有显著的增产效果, 增产幅度可达 14.6%。施硫肥玉米根层数和根条数增加, 根系活力提高, 叶片叶绿素含量增加。硫肥还促进植株对氮、磷、钾的吸收并使籽粒灌浆速度加快。

关键词 玉米 根系 叶绿素 施肥 硫肥

玉米单产的不断突破在很大程度上得益于化肥的投入, 随着氮、磷、钾化肥用量的增大和玉米单产水平的进一步提高, 许多非常用元素肥料开始对玉米增产起作用。硫肥对高产玉米的效应, 国外已有报道⁽¹⁾, 美国玉米带把硫列为氮、磷、钾之后的第四种必要元素⁽²⁾。国内已有高产玉米硫吸收分配规律的研究⁽³⁾, 但硫肥施用及增产效应方面的研究报道不多。据笔者调查, 山东东部地区的高产玉米在相近的氮、磷、钾营养水平, 施含硫化肥的效果明显优于施不含硫化肥。极少施含硫化肥的玉米高产田, 陆续出现缺硫症状, 但

硫肥的使用仍没引起足够的重视。本文以 11250kg/ha 产量水平的高产玉米为研究对象, 以两年试验的综合结果为依据, 对施硫肥的效果和增产机理进行了初步探讨, 旨在为高产玉米持续增产和平衡施肥提供依据。

1 材料与方法

试验于 1992~1993 年在本院农学系实验站和莱阳市气象局农气观测站进行。试验地为棕壤土, 基础肥力有机质含量 0.94~1.12%, 全氮 0.077%~0.085%, 速效氮 93

~114mg/kg,速效磷 27~33mg/kg,速效钾 49~57mg/kg,有效硫 9.2~10.7mg/kg。供试品种为掖单 13 号和掖单 4 号。掖单 13 号设计密度 67500 株/ha,6 月 5 日播种,前作为大白菜制种田。掖单 4 号设计密度 82500 株/ha,6 月 23 日播种,前作是小麦。两地块试验前一年均没施含硫化肥。

试验设不施硫肥(S₀),公顷施硫酸铵(含硫 24%)60kg(S₁)和 120kg(S₂)3 个处理,小区面积 66.7m²,重复 4 次。其中一个重复用于取样测定,3 个重复用于田间调查及收获计产。试验地公顷施优质土杂肥 15000kg,化肥用量折合纯氮 380kg,五氧化二磷 180kg,氧化钾 225kg。除用于硫处理的硫酸铵外,其它氮、磷、钾化肥均为不含硫化肥。处理中硫酸铵含氮量按比例在其它化肥中扣除,使不同处理氮、磷、钾处于同等水平。有机肥在播种前整地时施入,全部磷、钾肥和一半氮肥(包括全部硫酸铵)播种时施入,另一半氮肥

用作大口期前追肥。田间管理同一般丰产田。试验采用 α-萘胺法测定根系活力,参照 Aynon 法测定叶绿素含量。植株分析采用半微量凯氏法测定氮,钒钼黄比色法测定磷,原子吸收分光光度法测定钾。

2 结果与分析

2.1 施硫对产量构成因素与产量的影响

试验结果如表 1。从中可以看出,硫肥对高产玉米产量构成因素的影响表现为使穗粒数增多,千粒重增加,高硫处理的效果优于低硫处理,但与对照的差异均不显著。施硫对单位面积的成穗率影响甚微,硫肥对产量的影响,高硫处理两个品种与对照的差异均达极显著水平,掖单 13 号增产幅度达 14.6%。不同硫处理还使经济系数提高 1.2~2.3 个百分点。硫肥的增产效应是增粒数和增粒重作用的累积效应。

表 1 不同硫处理产量构成统计

品 种	处 理	单位面积穗数(穗/ha)	穗粒数(个)	千粒重(g)	产量(kg/ha)	经济系数(%)
掖单 13 号	S ₀	67380	532.7	314.9	11124	50.3
	S ₁	67365	556.4	337.8	12409.5*	52.1
	S ₂	67440	560.8	342.3	12753**	52.6
掖单 4 号	S ₀	82260	420.8	298.5	10270.5	50.5
	S ₁	82365	426.6	309.2	10753.5	51.7
	S ₂	82335	447.2	314.8	11485.5**	52.3

* 表示达 0.05 显著水平 ** 表示达 0.01 极显著水平

2.2 施硫对玉米根系的影响

玉米根系对硫肥反应很敏感,施硫肥玉米根层数和条数增多,根系活力提高(表 2)。不同处理间比较,高硫处理两个品种根层数与对照的差异均达 0.01 显著水平,根条数的差异也表现同一趋势。硫肥对根系活力的促进作用尤为明显,凡施硫处理根系活力均比对照提高 10% 以上。从试验施肥量看,硫对玉米根系的影响高硫处理优于低硫处理。两个参试品种比较,掖单 13 号比掖单 4 号对硫肥更敏感。

表 2 不同硫处理对根系的影响

品 种	处 理	根层数	根条数	根系活力(mg/g·h)
掖单 13 号	S ₀	6.8	58.2	26.35
	S ₁	7.6*	65.8**	29.47**
	S ₂	8.1**	68.3**	31.22**
掖单 4 号	S ₀	7.1	58.9	26.84
	S ₁	7.7	64.7	29.74**
	S ₂	7.9**	66.5**	30.56**

2.3 施硫对叶绿素含量的影响

玉米缺硫主要表现为植株幼嫩部位失绿变黄。不同硫处理的玉米植株,肉眼即可分辨出其叶色差异。于叶片完全展开和展开后 10 天分别在植株下部、中部和上部取样测定其叶绿素含量,结果如表 3。表 3 表明,同一部位的叶片,无论是完全展开时,还是展开第 10 天,不同处理的叶绿素含量均表现为 $S_2 >$

$S_1 > S_0$ 。随着叶龄的增长,处理间的差异拉大。下部叶、穗位叶、上部叶表现同一趋势。不同部位叶片的叶绿素含量,表现为随叶位上升,处理与对照的差异加大,叶片完全展开时与展开 10 天趋势相同。处理间叶绿素含量的差异说明施硫促进了叶绿素的合成。处理间的差异随生长而增大,与硫在植株内不易移动有关^[4]。

表 3 不同硫处理叶片叶绿素含量 (mg/g 鲜重)

品 种	处 理	第 6 叶		穗 位 叶		倒 2 叶	
		展 开	展开 10 天	展 开	展开 10 天	展 开	展开 10 天
掖单 13 号	S_0	3.49	3.81	4.39	4.46	4.47	4.72
	S_1	3.74	4.18	4.86	5.29	5.09	5.53
	S_2	3.88	4.36	5.08	5.33	5.26	5.67
掖单 4 号	S_0	3.18	3.59	4.13	4.61	4.38	4.51
	S_1	3.46	4.07	4.51	5.26	4.96	5.36
	S_2	3.52	4.12	4.58	5.33	5.16	5.44

2.4 施硫对植株吸收三要素的影响

拔节期和抽穗期植株分析表明,施硫处理玉米单株干重、单株氮、磷、钾绝对吸收量都高于对照。植株体内氮、磷、钾含量如图。从

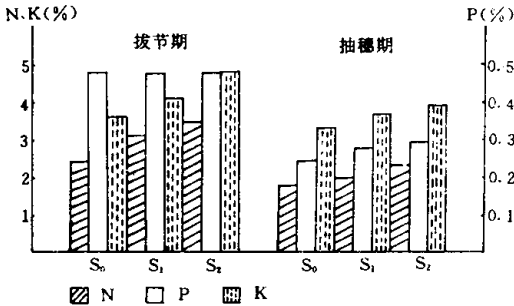
内磷含量较低时,施硫处理的植株体内磷含量高于对照,高硫处理又高于低硫处理,说明在植株旺长阶段体内磷含量较低时,硫也促进玉米对磷的吸收。

2.5 施硫对植株吐丝、成熟及灌浆速度的影响

缺硫玉米还表现为植株生长迟缓,推迟成熟。1993 年对不同处理玉米植株的生育进程进行了系统的观察,并对籽粒灌浆速度进行定期测定,结果如表 4。表 4 表明,施硫处理的玉米植株比对照吐丝早 2~3 天,生育期缩短 2~4 天,生育进程的差异主要表现在吐丝前的生长分化阶段,吐丝后差异不大。处理间灌浆速度的差异表现为 $S_2 > S_1 > S_0$,两个品种从吐丝到成熟表现完全一致。缺硫玉米灌浆慢、粒重低,主要是其前期生长分化迟缓,生长量不足,植株生长中心不能及时转向籽粒所致。

3 讨 论

硫是玉米的大量营养元素之一,又是蛋



不同硫处理玉米植株体内 N、P、K 含量(掖单 13)

中可以看出,硫处理对同时期植株吸收氮和钾都有促进作用,高硫处理的效果大于低硫处理。硫对植株吸收磷的影响表现与氮、钾不同,幼苗期植株体内磷含量较高,施硫处理对植株吸收磷的影响不明显。抽穗期植株体

表 4 硫处理对玉米吐丝成熟及灌浆速度的影响 (g/千粒·日 1993)

品 种 处 理	播种到 吐丝天数	播种到 成熟天数	吐 丝 后 天 数 (阶 段)				累加千粒重 (g)	
			吐丝~15	15~30	30~45	45~成熟		
掖单 13 号	S ₀	60	117	2.28	11.51	5.89	1.71	315.72
	S ₁	58	114	2.65	11.92	6.45	2.16	339.06
	S ₂	57	113	2.77	12.18	6.51	2.21	346.21
掖单 4 号	S ₀	51	99	2.51	11.82	5.44	0.93	299.34
	S ₁	49	97	2.78	12.01	5.75	0.97	311.01
	S ₂	48	96	2.91	12.14	5.81	0.98	315.84

白质的基本成分之一,它参与许多生理代谢过程^[5]。笔者依据本试验的结果认为,硫肥对高产玉米的增产效应主要是通过促进根系发育和叶绿素形成来实现的。根系数量大,活力高,并不仅仅促进氮、磷、钾的吸收,也有利于根系本身的合成作用和地下部与地上部的物质交流。已有研究指出,施硫肥能改善土壤水分利用效率^[6],根系活力的提高还可使叶片保持较长时间的功能期^[7]。而叶绿素含量的提高则是提高光合效率的基本条件^[1]。本试验中缺硫处理的玉米前期生长分化慢,后期灌浆速度低,归根结底也是根系吸收能力差,叶片光合效率低造成的。施硫对高产玉米内部生理生化过程以及籽粒品质的影响,有待进一步研究。

在低产条件下施用硫肥效果不明显^[7],并非玉米不需要硫,而是低水平的氮、磷、钾供应限制了硫发挥作用。已有研究指出,土壤缺氮时植物吸硫量很小,硫供应不足又反过来影响氮的吸收与代谢^[8]。就山东东部目前的生产条件而言,实现玉米高产只有投入高肥水才有可能,随着氮、磷、钾用量的逐步增加,在缺硫和潜在缺硫土壤中,硫将逐渐成为增产的限制因素。

山东东部半岛地区高产玉米缺硫因素除

棕壤、沙壤土本身有效硫含量低外,还有空气中硫含量下降,雨水及灌溉水中含硫量低,人们施肥普遍忽视作物的硫需求等,但最关键的因素还是作物产量的大幅度提高,被作物吸收的硫绝大部分难以还田。另外,土壤对 SO₄²⁻ 的吸附能力较差,有效硫很容易淋失。因此,高产玉米应提倡施用含硫化肥或适量补充硫。从本试验处理的用量看,11250kg/ha 产量水平的高产玉米公顷施硫 15~30kg 比较适宜。

参 考 文 献

- [1] Elwali, A. M. O. et al., 1988, *Agronomy Journal*, 80 (2):243
- [2] 陈国平,美国玉米生产及考察后的反思,《作物杂志》, 1992,(2):1-4
- [3] 崔彦宏等,高产夏玉米硫的吸收与再分配研究,《玉米科学》,1993,(1):48-52
- [4] 郑丕尧主编,《作物生理学导论》,北京农业大学出版社, 1992,169-191
- [5] F. P 加德纳等著,于振文等译,《作物生理学》,农业出版社,1993,145-169
- [6] 罗奇祥,印度硫肥研究概况,《土壤肥料》,1994,(3):36-38
- [7] 山东省农业科学院玉米研究所编著,《玉米生理》,农业出版社,1987,20-39;190;367-368
- [8] 张英聚,植物的硫营养,《植物生理学通讯》,1987,(2):9-15