

盐化潮土中硫酸钾 对夏玉米产量及氮钾交互作用的影响*

陈同斌 项月琴

中国科学院
(中国科学院地理研究所 北京 100101)
国家计委

摘 要 陈同斌,项月琴:盐化潮土中硫酸钾对夏玉米产量及氮钾交互作用的影响,《生态农
业研究》,3(4)1995:44—48

通过田间试验探讨了轻度盐渍化潮土中施用硫酸钾对夏玉米干物质产量及氮钾养分吸
收和再利用的影响。在速效钾含量较高的供试土壤中,施钾对高产夏玉米具有明显的增产效
果和促进植物对氮钾的吸收,但明显降低了生长后期植物体中钾和氮的再循环率。

关键词 轻度盐渍化潮土 硫酸钾 夏玉米 干物质产量

Abstract Chen Tongbin and Xiang Yueqin (Institute of Geography, CAS, Beijing 100101):
The influences of potassium sulfate on maize yield and interaction of nitrogen and potassium,
EAR, 3(4)1995:44—48

Field experiment was carried out to study the effects of K_2SO_4 application on maize
yield, biomass, N and K uptake and their re-use in slightly salinized Chao soil. The results
showed that for the tested soil with high available K content, K supply greatly increased the
output of summer corn and improved N and K uptake by the plants, but reduced the recycling
rate of N and K in the plants significantly at the later growth stage.

Key words Slightly salinized Chao soil, Potassium sulfate, Maize, Biomass

80年代以来,国外对高产玉米管理措施和生长因子的研究越来越多;我国也十分重
视这方面的研究,其中关于高产玉米养分吸收规律的研究则更引人注目^[1-2]。国外的试验
结果表明^[7],在盐渍土中施钾肥对作物的增产效果比普通土壤效果更明显。北方盐渍化土
壤速效钾水平较高,施钾肥往往没有很明显的效果。在高钾地区的鲁西北平原,土壤速效
钾含量高达100—150毫克每公斤^[3],在普通产量水平下钾肥对玉米的增产效果不显著;
当玉米产量很高时,即使速效钾水平较高的土壤,施钾也是必不可少的。但这一经验并未
经过严格的田间试验的检验。本研究以速效钾含量较高的轻度盐渍化潮土为供试材料,对
上述问题及玉米中氮钾的交互作用进行了初步探讨。

1 材料与方法

小区试验在山东省禹城县中国科学院地理研究所禹城综合试验站的农场中进行。供

• 国家自然科学基金和中国科学院院长基金资助项目。

•• 本文于1995年5月22日收到。

试土壤为轻度盐渍化潮土,试验共设CK、 K_{100} 、 K_{200} 、 K_{400} 4个处理,每公顷施钾量(K_2O)分别为0、100、200、400公斤,每个处理重复4次。供试钾肥品种采用硫酸钾,于播种前均匀撒施,然后浇水。各处理均施入等量的氮肥(每公顷185公斤)和磷肥(每公顷242公斤),以充分保证玉米生长过程中的氮磷供应。植株地上部各个部位的干物质产量(包括籽粒产量)均为105℃下烘干后的重量,其氮、钾分析均采用土壤农化的常规方法。根据前人的试验结果^[2,8],抽雄期和成熟期分别是玉米吸收氮素和钾素的2次高峰期,本研究分别在这两个时期测定各处理的干物质产量和氮钾养分吸收量。

2 结果

2.1 施钾对玉米株高的影响

无论是在抽雄期(8月7日)还是成熟期(9月19日),各处理中玉米的株高均为 $K_{200} \approx K_{100} > CK$ 。

成熟—抽雄期间 K_{200} 和 K_{400} 两个处理的玉米株高没有增加;但CK处理和 K_{100} 处理中成熟期玉米的株高却明显地较抽雄期高,尤其是CK处理中株高的增加幅度更大。施钾有利于玉米植株早期的生长,不施钾或少施钾使玉米株高的生长明显滞后。

2.2 施钾对玉米干物质产量的影响

从成熟期玉米籽粒产量(见图1)来看,在施钾肥的三个处理中,其籽粒产量相互之间几乎没有差异,但三者的籽粒产量分别比CK处理增产18.9%、25.5%和24.5%,因此,在轻度盐渍化潮土上,施钾对玉米具有一定的增产效果,但每公顷施钾量超过100公斤时,钾肥用量的多少对籽粒产量并无多大影响。在3个施钾肥的处理中,地上部的总干物质产量都高于CK处理,所不同的是,钾肥用量的多少对总干物质产量具有明显的影响(见图2)。这是因为增加钾肥用量导致地上部总干物质产量的增加,主要是由于茎和叶片等部分的生物量增加所导致的。因此,施钾越多虽然地上部总干物质产量越高,但籽粒产量并不增加。从本文试验中4个处理水平来分析,在供试土壤中种植玉米时应该施钾,施钾量以每公顷100公斤左右为宜。

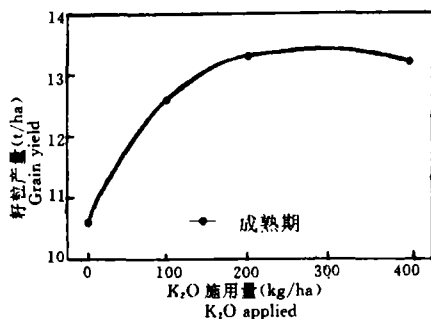


图1 施钾对籽粒产量的影响

Fig. 1 Impacts of K supply on maize grain yield.

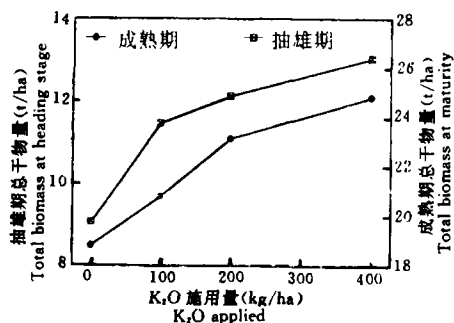


图2 施钾对地上部总干物量的影响

Fig. 2 Impacts of K supply on biomass

2.3 施钾对玉米植株含钾浓度和吸收钾的影响

成熟期 K_{100} 、 K_{200} 、 K_{400} 三个施钾处理中玉米籽粒的含钾浓度分别比CK处理提高

85.7%、100%、和 143%，茎的含钾浓度分别提高 11.9%、29.8%和 19.9%，叶的含钾浓度分别提高 10.8%、16.1%和 38.7%；抽雄期三个施钾处理中玉米茎的含钾浓度分别提高 8.3%、26.5%和 45.9%，叶的含钾浓度分别提高 13.8%、21.3%和 30.5%。施钾可以显著提高植株体内的含钾浓度，改善玉米的钾素营养状况。

根据玉米地上部各部位的干物质产量与植株含钾浓度的数据相乘，可求出单位面积上玉米各部位的吸钾量及地上部的总吸钾量，抽雄期 K_{100} 、 K_{200} 、 K_{400} 处理中玉米地上部吸钾量分别比 CK 处理多 26.5%、62.3%和 100%，成熟期分别比 CK 处理多 71.3%、96.6%和 134%，因此施钾能提高玉米的吸钾量。抽雄—成熟期间，玉米地上部的单位吸钾量分别占各自的全生育期吸钾量的 13.2%、35.9%、28.4%和 25.8%，施钾处理中玉米生长后期吸收的钾所占的比例明显高于不施钾的处理，即施钾可使玉米生长后期的钾素供应更充分。播种—抽雄期间 K_{100} 、 K_{200} 、 K_{400} 处理的吸钾速率 ($\text{kg}/\text{ha} \cdot \text{day}$) 分别比 CK 处理高 27%、62%和 100%，而抽雄—成熟期间内 3 个处理的吸钾速率分别比 CK 处理提高 3.6 倍、3.2 倍和 3.5 倍。在 CK 处理中，抽雄—成熟期的吸钾速率仅为播种—抽雄期吸钾速率的 35%；而在 3 个施钾的处理中，抽雄—成熟期的吸钾速率仍保持较高，分别为前期的 127%、90%和 79%。不施钾时玉米生长后期的吸钾速率下降非常快，而施钾则可防止吸钾速率的迅速下降。并且施钾量越高，则抽雄—成熟期间玉米地上部从土壤中吸收的钾越多，玉米茎叶中可供再利用的钾(循环量)也多；而且在钾的再利用过程中，从茎、叶转移到籽粒中的钾也较 CK 处理多。

2.4 施钾对氮素吸收及其再利用的影响

表 1 施钾对玉米植株吸收氮量的影响

Tab. 1 Effects of K application on N uptake of maize

取样时期 Sampling date	施 K_2O 量 (kg/ha) K_2O applied	单位面积玉米的吸 N 量 (kg/ha)			
		茎 Stem	叶 Leaves	籽粒 Grain	地上部合计 Total biomass above ground
抽雄期 At heading	0	57.3	98.7	—	156.0
	100	74.5	87.4	—	161.9
	200	87.4	101.8	—	189.2
	400	87.8	110.0	—	197.8
	0	21.6	45.6	149.5	216.7
成熟期 At maturing	100	26.7	58.0	176.4	261.1
	200	32.2	59.2	191.5	282.9
	400	46.7	75.9	184.8	307.4

表 1 是施钾对植株各部位吸氮量影响的试验结果。与不施钾的 CK 处理相比，抽雄期 K_{100} 、 K_{200} 、 K_{400} 处理的植株地上部吸氮量分别比 CK 处理多 3.8%、21.3%和 26.8%；而成熟期 3 个处理的植株地上部吸氮量分别比 CK 处理多 20.5%、30.5%和 41.9%。显然，施钾可以促进玉米对氮素的吸收，尤其是对生长后期的影响更明显。因此，施钾对土壤中氮素的吸收有促进作用。从抽雄—成熟期 CK、 K_{100} 、 K_{200} 、 K_{400} 处理的植株地上部吸氮量分别占各处理的玉米全生育期地上部吸氮总量的 28.0%、38.0%、33.1%和 35.7%。施钾肥后玉米生长后期吸收的氮素相对较多。根据表 1 可计算出从抽雄—成熟期各处理的氮素再

利用率及吸氮量。表2表明,各施钾处理的地上部和叶片的氮素再利用率均低于CK处理,而同期内植株从土壤中吸收氮素的数量及其占全生育期吸氮量的比例均明显高于CK处理。因此施钾对生长后期的氮素吸收也有促进作用。

表2 施钾对氮素再利用率的影

Tab. 2 Effects of K application on the re-utilization rate of N

施 K ₂ O 量 (kg/ha) K ₂ O applied	N 再利用率(%) N re-utilization rate			抽雄—成熟期植物吸 N 量 N uptake from heading to maturing	
				数量(kg/ha) Quantity	
	茎 Stem	叶 Leaves	地上部合计 Total	占全生育期的比例(%) Ratio over total growth period	
0	62.3	53.8	56.9	60.7	28.0
100	64.2	33.6	47.7	99.2	38.0
200	63.2	42.0	51.7	93.7	33.1
400	46.8	31.0	38.0	109.6	35.7

前人的试验表明,施钾可以增加玉米茎秆的含氮浓度^[5],提高玉米的氨基酸含量和氮素利用率^[8],本研究试验结果与前人的试验基本上是吻合的。

3 讨 论

3.1 施钾对玉米增产的原因分析

传统观点认为,对于速效钾较丰富(一般评价标准>125 毫克每公斤)的土壤,作物施钾通常不会有显著的增产效果。本研究证明,对于产量水平相当高的玉米,即使种植在速效钾水平较高的土壤中,在氮磷用量充足的前提下,施钾肥仍有增产效果。无论是李秀南在含速效钾 166 毫克每公斤的东北黑土壤上进行的试验^[4],还是在鲁西北速效钾含量高达 160—250 毫克每公斤的肥沃土壤上进行的试验,结果均表明,即使在速效钾含量高的土壤中施钾仍能够增产。由此推测,在我国北方高产地区,缺钾土壤的面积可能比目前预计的要多。

施钾对作物的增产效果,主要取决于土壤供钾能力和作物需钾量。综合前人及本试验结果可知,富钾土壤的速效钾水平虽很高,但由于作物的需钾量很大,而使钾的供应相对缺乏,施钾对作物就表现出明显的增产效果。因此,仅从土壤速效钾水平来衡量是否需要施钾是不全面的,而应考虑作物的需钾水平。

Beringer(1980)曾指出,如果土壤中可溶性盐分较高,而钾浓度又不高时,不仅需要通过施钾来满足植物生长对钾的要求,而且还必须通过施钾来促进植物体内钠的排泄(efflux),以促进根部有机溶液的积累和维持细胞中液泡的渗透压,增强植物耐盐胁迫的能力,从而促进水分的吸收和细胞中水分的吸持。供试土壤为轻度盐渍化的潮土,土壤中可溶液盐分含量为 1.19 克/公斤,所施用 K₂SO₄ 中的 K⁺ 可促进根尖 Na⁺ 的排泄,从而减轻 Na⁺ 对植物的毒害^[9]。Schleiff and Finck(1976)也曾发现,在盐土中,小麦达到最佳钾素营养所需要的钾肥用量比非盐土要高 20—50%。因此与普通土壤相比,盐渍土中钾肥的施用有其特殊的考虑。

3.2 钾对氮素吸收的促进作用

在播种—抽雄期和抽雄—成熟期,施钾均可以提高玉米地上部的吸氮速率;在不施钾

的 CK 处理中,抽雄—成熟期的吸氮速率比前期下降,但 3 个施钾处理中后期的吸钾速率却明显增高。钾在植物体中具有“氮素泵”的功能^[6],当植物从土壤中吸收 NO_3^- 时,其负电荷被 K^+ 的正电荷抵消,然后氮素随着运输过程进入叶部并合成蛋白质,在顶部 K^+ 与有机酸结合,然后又以此形式运回根部再参与下一次循环。本研究中施钾可以提高氮素的吸收速率,增强植物从土壤中吸收氮的能力,可能与上述机理有关。

4 结 语

在轻度盐渍化的潮土中,当玉米产量非常高时,施用硫酸钾对玉米具有明显的增产效果,同时也有利于玉米早期的株高增长。与每公顷施钾 100 公斤的处理相比,每公顷施钾量提高到 200 公斤和 400 公斤,虽仍增加地上部的总干物量,但对籽粒产量没有明显的影响;施钾可使玉米生长后期(抽雄—成熟期)植株从土壤中吸收更多的钾,同时降低植株体中已吸收的钾素的再利用率;施钾可促进玉米对氮素的吸收,尤其是对生长后期玉米从土壤中吸收氮素的影响。

致谢 陈世庆,李俊同志参加了本项研究工作,谨表谢意!

参 考 文 献

- 1 王庆成等:高产夏玉米养分吸收分配规律的研究,《土壤肥料》,(3)1993:23—27
- 2 胡昌治等:夏玉米同化产物积累与养分吸收分配规律的研究(Ⅰ),《中国农业科学》,(2)1982:38—48
- 3 山东省农业厅编著:山东小麦,北京,农业出版社,1990 年第 120—169 页
- 4 李秀南:黑土长期施用氮磷钾化肥对作物产量品质和土壤养分的影响,《国际平衡施肥学术讨论会论文集》,北京,农业出版社,1989 年第 201—207 页
- 5 姚炳贵:津郊潮土养分演变和调控措施的长期定位研究,《国际平衡施肥学术讨论会论文集》,北京,农业出版社,1989 年第 387—396 页
- 6 Gething, P. A. (张福锁、刘全清编译),主要作物的推荐施钾技术,北京农业大学出版社,1993 年第 133 页
- 7 Shaviv, A. and J. Hagin, 1993. Interaction of salinity and enhanced ammonium and potassium nutrition in wheat. *Plant and Soil* 154(1):133—137
- 8 Zhang Zhaoyuan et. al. ,1992, A study on nutrient characteristics of compact-type maize hybrid and cultural techniques for attaining high yield, in *Proceedings of the Third International Symposium on Maximum Yield Research*, P235—242, China Agricultural Sciencetech Press, Beijing.
- 9 Beaton, J. D. and G. S. Sekhon, 1985, Potassium nutrition of wheat and other small grain, p701—752, In R. D. Munson et al. (eds.), *Potassium in Agriculture*, ASA—CSSA—SSSA, Madison, Wisconsin, USA.