

钾镁硫复肥生物学效应的研究

I. 钾镁硫复肥对甘蔗产量和品质的影响

孙秀廷 曾璧容

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 本文论述了从卤水中提取的钾镁硫(KMgS)复肥对甘蔗产量和品质的影响。结果表明,发育于硅质岩的酸性硅质砂壤土,其 K、Mg、S 含量均潜在不足,施用 KMgS 复肥对甘蔗有显著的增产效果,蔗茎产量达 $102.3\text{t}/\text{hm}^2$,比光施 NP 增产 57.9%,比 NP+KCl 增产 11%,且能改善甘蔗品质,使蔗糖分含量增加,还原糖含量降低,从而提高浸出糖的比例,经济效益显著。

关键词 甘蔗;KMgS 复肥;硅质砂壤土;生物学效应

随着农业生产的不断发展和产量的迅速提高,作物从土壤中带走的营养元素越来越多,而归还给土壤的养分却嫌不足,从而导致土壤养分的失衡,特别是 K 素一直处于大量赤字的状态。据“全国化肥区划”^[1]和鲁如坤^[2]计算,1957 年我国农田 K 素赤字为 -49.1%,1965 年为 -45.3%,1975 年为 -41.6%,1983 年达 -46.4%,1991 年达 -40.0%。近年来由于进口大量 K 肥,这一赤字有所下降,但并未根本改变 K 素赤字这一基本状况。由于长期的 K 素赤字,我国土壤缺 K 面积愈来愈大,不仅是南方红壤地区,就连原来不缺 K 的北方地区也出现了愈来愈多的缺 K 报告^[3,4]。至于 Mg 素和 S 素的养分平衡状况,目前还缺少这方面的统计资料。从国际上的情况来看,近些年来施用不含 S 或含 S 少的高品位肥料逐年增加,随着复种指数的增加和产量的提高,被作物吸收带走的 S 明显增加,而土壤不能及时得到补充,导致缺 S 国家和地区明显增多,如 60 年代缺 S 的国家为 36 个,到 80 年代则增到 70 多个^[5,6]。我国目前有 18 个省报导在多种作物上出现缺 S 症状,包括谷物、油料和经济作物等^[7,8]。缺 Mg 常发生在多雨的热带和亚热带地区的轻质土壤上,如南美的酸瘦土壤近 70%的面积缺 Mg,东南亚地区很多土壤含 Mg 量也很低^[9]。我国自 70 年代以来在南方地区多种作物出现缺 Mg 症状^[10],包括谷物、油料和经济作物以及果树、蔬菜等。可以预料今后我国南方地区土壤缺 Mg 会进一步加剧,对 Mg 肥的需求会增加。如何拓展肥源是一项紧迫的任务。为此,国家将此任务列入“九五”攻关计划,国家海洋局海水淡化与综合利用研究所从卤水中提取 KMgS 肥已获得成功。为明确其肥料效应,为进一步推广提供依据,我们进行了多种作物盆栽和田间试验。本文是试验总结的一部分。

1 材料和方法

1 供试肥料 N、P、K 肥采用尿素、磷铵和 KCl 等常规肥料,KMgS 肥系天津海水所研制产品,SMg 肥由连由港黄海化工厂生产,其养分含量见表 1。

本研究系原国家科委下达给国家海洋局的“九五”攻关项目(96—916)中的一个子课题,KMgS 肥由天津海水淡化与综合利用研究所提供,甘蔗田间试验由广西来宾县甘蔗技术推广站协助进行,一并致谢!

2 供试土壤 田间试验在广西来宾县进行,供试土壤(表 2)为发育于硅质岩的酸性硅质砂壤土,中等肥力。

3 供试作物 甘蔗

4 试验设计 本试验共设 5 个处理: CK NP NP+KCl

NP+KMgS NP+KCl+SMg。3 次

重复,共 15 个小区,随机区组排列,小区面积 33m²。

表 1 供试肥料养分含量

肥料	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%	MgO%	S%	备 注
尿素	46.0	—	—	—	—	日本产
磷铵	18.0	46.0	—	—	—	美国产
KCl	—	—	60.0	—	—	加拿大产
KMgS	—	—	23.0	10.3	15.2	天津海水所研制
SMg	—	—	—	25.5	19.5	连云港黄海化工厂生产

表 2 供试土壤理化性质

土 壤	pH (H ₂ O)	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	速效 P (mg/kg)	速效 K (mg/kg)	效换性 Mg (Cmol/kg)	有效 S (mg/kg)	质地
硅质砂壤土	5.85	24.05	1.47	16.0	94.0	1.52	13.0	砂壤土

5 分析测定和统计方法 土壤养分分析均采用常规分析法,由广西农科院土肥所测定,甘蔗品质分析由广西来宾糖厂测定,数理统计采用 DUNCAN 氏新复极差统计法。

2 结果和讨论

2.1 KMgS 肥对甘蔗的产量效应

表 3 列出了 KMgS 肥在甘蔗上的产量结果,试验数据表明,在供试土壤条件下,KMgS 对甘蔗具有极显著的增产效应,在施用尿素和磷铵即 NP 基础上增施 KCl,蔗茎产量 72.13t/hm²,比 NP 增产 42.2%,在 NP+KCl 基础上再增施 SMg 肥,产量又有进一步提高,蔗茎产量达 99.75t/hm²,比 NP 和 NP+KCl 分别增产 54%和 8.27%;在 NP 基础上增施 KMgS 肥,其产量最高,达 102.3 t/hm²,比 NP 和 NP+KCl 分别增产 57.9%和 11%,均达到统计上的极显著水平(P<1%)。这表明生长在硅质岩发育的硅质

表 3 钾镁硫肥对甘蔗的产量效应(来宾,1999)

处理	甘蔗产量 (t/hm ²)	D	比较 (%)		
			较 CK	较 NP	较 NPK
CK	37.74	D	—	—	—
NP	64.77	C	71.6	—	—
NP+KCl	92.13	B	144	42.2	—
NP+KMgS	102.3	A	171	57.9	11.0
NP+KCl+SMG	99.75	A	164	54.0	8.27

砂壤土上的甘蔗,不仅对 K,而且对 Mg 和 S 都有显著的效应。从表 2 中供试土壤的养分状况来看,速效 K、交换性 Mg 和有效 S 均接近或低于临界值,表明这些养分潜在供应不足,而甘蔗的生物量很大,对养分的需求很高^[11],通常甘蔗每公顷产蔗茎 75~90 吨,需施 N12~14kg, P₂O₅8~10kg,对 K 的需求量更高,大约是 P 的 2 倍即 16~20kg K₂O,因此施用 KMgS 肥有很好的效果。

2.2 KMgS 肥对甘蔗生长发育和品质的影响

1. KMgS 肥对甘蔗生长发育的影响

表 4 列出甘蔗试验的考种结果,从表中数据可以看出,在 NP 肥基础上配施 KCl,每公顷有效蔗茎、株高、茎长、茎粗、单茎重等均有明显提高,田间锤度以及由此折算出的甘蔗糖分均有所提高。这说明在供试土壤条件下,施用 K 肥对甘蔗生长发育有良好的效应。在 NP 基础上增施 KMgS 肥,或在 NP+KCl 基础上增施 SMg 肥,上述各项考种指标又有

提高。这不难看出,在酸性硅质砂壤土 Mg、S 含量均较低的这类土壤上,施用 SMg 肥均会获得良好的效果。

表 4 甘蔗试验考种结果

处理	有效茎 (根 $\times 10^3/\text{hm}^2$)	株高 (cm)	茎长 (cm)	茎粗 (cm)	单茎重 (g)	田间 锤度(Bx)	折合蔗糖分 (%)
CK	54.50	216.2	186.2	1.52	695.0	23.05	17.30
NP	61.01	258.0	239.0	1.94	1059	23.15	17.41
NP+KCl	65.81	284.8	254.8	2.28	1410	23.20	17.46
NP+KMgS	66.26	286.8	256.8	2.31	1510	23.50	17.78
NP+KCl+SMg	65.96	286.4	256.4	2.30	1450	23.30	17.57

甘蔗糖分(%)由田间锤度 $\times 1.0852 - 7.703$ 折算而成,田间锤度用手提折光仪测定

2 钾镁硫肥对甘蔗品质的影响

评价肥料的优劣,不仅仅只看肥料的增产效果,还要看它对作物品质的影响,尤其对经济作物更是如此。上面论及 KMgS 肥对甘蔗的生长发育以及产量均有着良好的效应,那么对甘蔗品质的影响如何?从表 5 可以看出,含 K、Mg、S 各处理的甘蔗,其压榨汁的锤度、重力纯度和蔗糖分均有提高,而还原糖明显降低。大家知道,甘蔗的最终产品是蔗糖,因此蔗糖含量高、还原糖含量越低,则品质越好。因为还原糖含量的降低能够提高制糖过程中浸出糖的比例。这表明 KMgS 肥确能提高甘蔗的品质,其原因是 K 能提高光合作用产物(糖)向贮藏器官的转运。Mg 能促进蔗株对 P 的吸收,有利于提高蔗糖分含量,同时 Mg 能增加叶绿素含量和增强 ATP 酶活性,再则 Mg 本身是一些碳水化合物代谢的酶的活化剂,对蔗糖的合成和运转都有利。S 也参与甘蔗生理生化过程中某些酶的生成。

表 5 钾镁硫肥对甘蔗品质的影响

处 理	甘蔗纤维份 (%)	压榨汁锤度 (Bx)	重力 纯度	蔗糖分 (%)	还原糖 (%)
CK	12.15	23.14	86.78	20.08	3.34
NP	11.75	22.85	85.84	19.95	2.19
NP+KCl	12.32	23.24	88.12	20.48	1.32
NP+KMgS	12.01	23.61	87.92	20.76	1.59
NP+KCl+SMg	11.84	23.49	87.48	20.55	1.95

2.3 甘蔗的经济效益分析

表 6 对甘蔗试验的肥料投入和产出进行了分析比较。结果表明,在 NP 基础上增施 KCl, K 肥的投入多支出 1120.5 元/ hm^2 ,而甘蔗多增产 27.36 t/ hm^2 ,合 6288 元,即增加净收入

表 6 甘蔗的经济效益分析

处 理	产 量 (t/ hm^2)	产 值	化肥投入	净增收 (元/ hm^2)	比 CK 增收	比 NP 增收	产投比
CK	37.74	8680.5	—	8680.5	—	—	—
NP	64.77	14896.5	3219.0	11679.0	2998.5	—	4.63
NP+KCl	92.13	21190.5	4339.5	16894.5	8170.5	5172.0	4.88
NP+KMgS	102.3	23529.0	5307.0	18222.0	9541.5	6543.0	4.43
NP+KCl+SMg	99.75	22942.5	5173.5	17769.0	9088.5	6090.0	4.43

5167.5 元。可见在甘蔗上施用 K 肥的经济效益十分显著。在 NP 基础上增施 KMgS 肥,其甘蔗产量又有进一步提高,每公顷多增产 37.53 吨蔗茎,合 8632.5 元,而 KMgS 肥的投入

比 NP 肥多支出 2088 元, 增加净收入 6544.5 元, 其经济效益远高于 KCl, 而在 NP+KCl 基础上增施 SMg 肥, 其经济效益比 NP+KCl 增加 915 元, 但仍低于 NP+KMgS 肥。

3 小结

1. 发育于硅质岩的酸性硅质砂壤土, 其 K、Mg、S 含量潜在不足, 施用 KMgS 肥对甘蔗有显著的增产效果, 产量达 $102.3\text{t}/\text{hm}^2$, 比 NP+KCl 增产 11%; 在 NP+KCl 基础上增施 SMg, 比 NP 增产 54%, 比 NP+KCl 增产 8.3%;

2. KMgS 肥能够促进甘蔗的生长发育, 使有效茎数、株高、茎长、茎粗、茎重都有明显增加;

3. KMgS 肥能提高甘蔗的品质, 增加蔗糖分含量, 降低还原糖含量, 从而提高浸出糖的比例;

4. 甘蔗施用 KMgS 肥经济效益显著提高。

参 考 文 献

- 1 中国农业科学院土壤肥料研究所编. 中国化肥区划. 北京: 中国农业科技出版社, 1986, 75 ~ 78
- 2 鲁如坤等著. 土壤—植物营养学原理和施肥. 北京: 化学工业出版社, 1998, 1 ~ 10, 52 ~ 57, 209 ~ 239, 287 ~ 305
- 3 谢建昌, 罗家贤, 马茂桐. 不同土壤的供钾潜力和当前土壤钾素平衡状况. 见: 中国农业科学院土壤肥料研究所主编. 国际平衡施肥学术讨论会论文集. 北京: 农业出版社, 1989, 97 ~ 105
- 4 林葆, 林继雄, 李家康. 我国北方连续施钾肥的作物产量和土壤钾素变化. 见谢建昌, 马茂桐, 杜承林等编译. 北方土壤钾素肥力及其管理. 北京: 中国农业科技出版社, 1995, 25 ~ 30
- 5 D. L. messick, K. J. morris and J. m. gabryszewski. 作物生产中的硫及未来对硫的需求. 见: 胡思农主编. 硫、镁和微量元素在作物营养平衡中的作用国际学术讨论会论文集. 成都: 成都科技大学出版社, 1993, 1 ~ 9
- 6 K. J. morris. Suphur in World Agriculture, 1988, New Delhi, Ks/1 (1 ~ 4)
- 7 刘崇群, 曹淑卿, 吴锡军. 中国土壤硫素状况和对硫的需求. 见: 胡思农主编. 硫、镁和微量元素在作物营养平衡中的作用国际学术讨论会论文集. 成都: 成都科技大学出版社, 1993, 10 ~ 18
- 8 刘崇群. 中国土壤硫素状况、硫肥效应及其需求趋势. 见: 李庆逵, 朱兆良, 于天仁主编. 中国农业持续发展中的肥料问题. 南昌: 江西科学技术出版社, 1998, 96 ~ 105
- 9 G. K. Hagstrom. 镁肥肥源及其施用. 见: 胡思农主编. 硫、镁和微量元素在作物营养平衡中的作用国际学术讨论会论文集. 成都: 成都科技大学出版社, 1993, 135 ~ 143
- 10 谢建昌, 杜承林, 李伏生. 中国南方地区土壤镁素状况及需镁前景. 见: 胡思农主编. 硫、镁和微量元素在作物营养平衡中的作用国际学术讨论会论文集. 成都: 成都科技大学出版社, 1993, 126 ~ 134
- 11 孙秀廷编著. 作物配方施肥技术. 成都: 四川科学技术出版社, 1993, 89 ~ 93