

文章编号 :1003-8701(2003)06-0026-06

石膏改良苏打盐碱土田间定位试验研究

高玉山¹,朱知运²,毕业莉¹,冯振生³,孙 毅¹,阎孝贡¹

(1.吉林省农业科学院,吉林 公主岭 136100;2.兴安盟农业科学研究所,内蒙古 乌兰浩特 137400;
3.通榆县四井子镇农业站,吉林 通榆 137200)

摘 要:采用石膏改良苏打盐碱土,结果表明,施用石膏后增加了玉米的保苗数,促进了玉米的生长发育,土壤硬度和 pH 值明显降低,土壤三相比得到改善,根系干重明显增加,土壤中的二价离子增多,一价离子减少,ESP 普遍降低,土壤化学性质得到改善;玉米单产增加 12.58%~44.31%;同时,施用石膏第二年、第三年的后效作用仍很显著,对高粱、向日葵有极显著的增产作用。

关键词:石膏;盐碱土;改土;作物;增产;后效

中图分类号: S156.4

文献标识码: A

吉林省西部现有盐碱土总面积约 161.8 万 hm^2 ,其中绝大部分为碱土或碱化土壤。由于受盐碱危害,土壤理化性质不良、结构不好和耕性较差,致使农作物单产低下;草原退化,产草量下降,甚至有些地方寸草不生,严重制约了农牧业生产的发展。因此,对其进行有效的治理已迫在眉睫。中外科研人员对石膏改良盐碱土的作用进行过较多研究,认为石膏是一种行之有效的化学改良剂,并在小麦、水稻及牧草方面作了大量研究,但在苏打盐碱土上的报道不多。本试验采用田间定位试验的方法,连续 3 年研究了石膏对作物生长发育的作用及对土壤理化性质的影响。为大面积施用石膏改良盐碱土、提高作物单产、增加农民收入及吉林省西部盐碱土地地区的农业可持续发展提供技术指导。

1 材料和方法

1.1 试验石膏成分

试验所用石膏为 $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, CaSO_4 含量为 80%~90%,其元素成分含量为 Ca 22.5%、Mg 0.055%、K 0.043%、Na 0.066%、Al 0.079%、Fe 0.14%、S 16.5%和 P 0.011%,pH 值为 6.76。

1.2 试验地点及土壤

试验设在通榆县四井子镇,土壤为中度盐渍土。

1.3 试验设计及采用的方法

试验设 6 个处理(即石膏用量 0、0.5、1.0、1.5、2.0 和 2.5 kg/m^2),3 次重复,小区面积 300 m^2 ,区间过道 1 m,试验总面积 5 400 m^2 。施石膏前灭茬,石膏面施后旋耕,将石膏均

收稿日期:2003-05-20

基金项目:吉林省科技厅重点招标“吉林省西部盐碱地综合治理与合理开发利用研究”资助

作者简介:高玉山(1974-),男,吉林东辽人,研究实习员,主要从事玉米高产栽培及土壤改良研究。

匀旋耕入土 10 cm 左右。耕作与施肥技术按当地习惯。2001 年与 2002 年在 2000 年小区上种植，目的是观测后效作用。2000 年供试作物为玉米，2001 年供试作物为高粱和玉米，2002 年供试作物为向日葵。

1.4 测试方法

土壤硬度为山中式 351 型(标准型)土壤硬度计，土壤三相比为 Model DIK-1120 三相计，土壤 pH 为 25 型酸度计，土壤含水量为烘干法， Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^{+} 、 Na^{+} 为原子吸收光谱法， HCO_3^{-} 与 CO_3^{2+} 为双指示剂滴定法， SO_4^{2-} 为 EDTA 容量法， Cl^{-} 为硝酸银滴定法，代换性 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^{+} 、 Na^{+} 为代换性盐基的测定法，土壤含盐量为电导法，其它测定按常规方法。

2 结果与分析

2.1 石膏对玉米保苗数及生长发育的作用

苏打盐碱土旱田能否获得较高产量，春季保苗是关键。为明确石膏对玉米保苗及生长发育的影响，我们对其进行了保苗数、叶片数和株高的测定(表 1)。

表 1 石膏对玉米保苗及生长发育的作用

年份	作物	项 目	石 膏 用 量 (kg/m ²)					
			0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
2000	玉 米	保苗数(株/hm ²)	21 055	25 715	29 966	30 153	29 286	33 527
		株高(cm)	28.67	32.60	34.30	45.33	49.53	55.37
		叶片数(片)	6.87	7.20	7.77	7.93	8.67	8.97
		保苗数增加(%)		22.13	42.32	43.21	39.09	59.24
		株高增高(%)		13.71	19.64	58.11	72.76	93.13
		叶片增多(%)		4.80	13.10	15.43	26.30	30.57
2001	玉 米	保苗数(株/hm ²)	20 687	26 743	32 866	32 653	33 649	34 578
		株高(cm)	76.00	84.20	118.60	87.40	114.90	119.80
		叶片数(片)	9.20	9.90	12.40	10.00	12.00	12.20
		保苗数增加(%)		29.27	58.87	57.84	62.66	67.15
		株高增高(%)		10.79	56.05	15.00	51.18	57.63
		叶片增多(%)		7.61	34.78	8.70	30.43	32.61
	高 粱	保苗数(株/hm ²)	23 877	31 810	32 776	30 130	36 108	32 160
		株高(cm)	66.40	65.80	70.80	71.00	78.00	85.60
		叶片数(片)	8.10	8.40	9.20	8.70	9.80	10.40
		保苗数增加(%)		33.22	37.27	26.19	51.26	34.69
		株高增高(%)		-0.90	6.63	6.93	17.47	28.92
		叶片增多(%)		3.70	13.58	7.41	20.99	28.40
2002	向日葵	株高(cm)	217.80	244.60	292.20	295.80	298.60	301.20
		叶片数(片)	39.60	40.80	41.60	42.60	43.20	45.80
		株高增高(%)		12.30	34.16	35.81	37.10	38.29
		叶片增多(%)		3.03	5.05	7.58	9.09	15.66

2000 年施石膏的各个处理保苗数分别比对照增加 22.13%、42.32%、43.21%、39.09%和 59.24%，株高分别比对照增高 13.71%、19.64%、58.11%、72.76%和 93.13%；叶片数分别比对照增多 4.80%、13.10%、15.43%、26.30%和 30.57%。2001 年玉米保苗数比对照增加 29.27%、58.87%、57.84%、62.66%和 67.15%；株高分别比对照增高 10.79%、56.05%、15.00%、51.18%和 57.63%；叶片数分别比对照增多 7.61%、34.78%、8.70%、30.43%和 32.61%。高粱保苗数分别比对照增加 33.22%、37.27%、26.19%、51.26%和 34.69%；株高除 0.5 kg/m² 处理外，分别比对照增高 6.63%、6.93%、17.47%和 28.92%；叶片数分别比对照增多 3.70%、13.58%、7.41%、20.99%和 28.40。2002 年向日葵株高分别

比对照增高 12.30%、34.16%、35.81%、37.10%和 38.29% , 叶片数分别比对照增多 3.03%、5.05%、7.58%、9.09%和 15.66%。说明施用石膏后的第一年促进了作物的生长发育 ,并增加了保苗数 ;且基本上是随石膏用量的增加呈现增高或增多趋势。石膏施用后第二年、第三年仍然促进了作物生长发育。

2.2 施用石膏对土壤 pH 的影响

pH 可直接影响土壤养分的存在状态、转化和有效性 ,因此 ,pH 的高低对植物的生长发育有直接影响。在盐碱土中测定 pH 可了解是否含有碱金属的碳酸盐和发生碱化 ,作为改良和利用土壤的参考依据(表 2)。

表 2 施用石膏后对土壤 pH 的降低作用

年份	作物	项 目	石 膏 用 量 (kg/m ²)					
			0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
2000	玉 米	初始土壤 pH	8.79	8.58	8.31	8.61	8.27	8.52
		秋后土壤 pH	8.43	8.02	7.83	7.84	7.65	7.57
		pH 减少	0.36	0.56	0.48	0.77	0.62	0.95
		比对照净减少		0.20	0.12	0.41	0.26	0.59
2001	玉 米 高 粱	2000 年秋后土壤 pH	8.43	8.02	7.83	7.84	7.65	7.57
		2001 年秋后土壤 pH	8.25	8.10	7.70	7.52	7.65	7.50
		pH 降低	0.18	0.08	0.13	0.32	0.00	0.07
2002	向日葵	秋季土壤 pH	8.60	8.35	8.20	8.08	7.95	7.90
		pH 降低		0.25	0.40	0.52	0.65	0.70

2000 年从 pH 的净减少值看 ,0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 kg/m² 各个处理的 pH 分别比对照减少 0.20、0.12、0.41、0.26 和 0.59 , 其中 1.5~2.5 kg/m² 处理土壤 pH 降低的幅度最大。2001 年和 2002 年土壤 pH 值仍有不同程度的降低 ,并没有因石膏未连续施用而出现 pH 值反弹现象 ,这是因为第二年时 ,土壤中仍存在相当一部分石膏未与土壤起交换作用 ,而在第二、三年继续起作用。土壤 pH 的降低 ,为玉米生长发育创造了良好的土壤环境 ,为增产增收奠定了基础 ,这在盐碱土地区有特殊重要意义。

2.3 施用石膏后土壤硬度降低

土壤硬度的大小可影响作物根系的生长 ,是一个重要的土壤物理特性指标。适宜的土壤硬度可为增产增收奠定基础。

表 3 施用石膏后土壤硬度降低

石膏用量(kg/m ²)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
硬度(kg/cm ²)	2.85	2.41	2.17	2.08	1.81	1.97
硬度减少(%)		15.44	23.86	27.02	36.49	30.88

施石膏各个处理土壤的硬度分别比对照减少 15.44%、23.86%、27.02%、36.49%和 30.88% ,以 2.0 kg/m² 处理的硬度减少最多。分析土壤硬度减少与施入石膏量的多少呈极显著负相关($Y=A+Bx$, $r=-0.908$ 0**)。由于石膏的施入 ,土壤变得较为疏松 ,有利于土壤结构的改变。土壤硬度的降低有利于根系生长发育 ,进而形成强大的根系 ,为玉米吸收养分、水分创造了条件。

2.4 施用石膏后玉米根系干重增加

根系是植物的主要营养器官 ,任何作物要获得高产 ,都必须有发育良好的根系基础。根重是衡量根系发育的一个重要指标 ,并且有学者指出 ,根重与产量呈显著正相关。

秋收后测定玉米根重结果表明 ,对照区玉米单株根重为 49.33 g ,而 2.0 kg/m² 石膏

施用区单株根重达 58.20 g ,比对照增加 17.98%。

2.5 施用石膏后对土壤三相比的影响

三相比是评价土壤结构的重要指标之一。施用石膏后土壤三相比发生了变化 (表 4)。0.5~1.0 kg/m² 处理的液、气相变化不大 ,而 1.5~2.5 kg/m² 处理的液相增加与 2.0~2.5 kg/m² 气相增加变化明显 ,说明适量石膏施用后 ,创造了良好的土壤三相比。

表 4 土壤三相比测定结果及对比

石膏用量(kg/m ²)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
三相比(固、液、气)	1:0.23:0.99	1:0.21:1.03	1:0.23:1.02	1:0.28:1.02	1:0.30:1.20	1:0.27:1.17
总孔隙度(%)	54.83	55.27	55.54	56.53	60.03	58.54
总孔隙度增加(%)		0.80	1.29	3.10	9.48	6.77

土壤总孔隙度是土壤的主要物理特性之一 ,它直接关系到土壤的通气状况。土壤总孔隙度分别比对照增加 0.80%、1.29%、3.10%、9.48%和 6.77% ,总的趋势是施入石膏后土壤固相部分减少 ,液相和气相含量增加 ,说明土壤保水力增强 ,通气透水性变好 ,土体变得疏松 ,耕性变好。这为根系健康发育创造了良好环境。分析土壤总孔隙度与施入石膏量的多少呈极显著正相关 ($Y=A+Bx$, $r=0.875$ 0**)。

2.6 石膏的增产作用

表 5 施用石膏的增产作用

年份	作 物		石 膏 用 量 (kg/m ²)					
			0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
2000	玉 米	单产(kg/hm ²)	3 584	4 035	4 889	4 050	5 172	4 894
		增产(%)		12.58	36.41	13.00	44.31	36.55
2001	玉 米	单产(kg/hm ²)	2 851	3 432	5 650	3 501	5 773	5 092
		增产(%)		20.38	98.18	22.80	102.49	78.60
	高 粱	单产(kg/hm ²)	1 552	3 181	4 097	3 013	4 694	4 020
		增产(%)		104.96	163.98	94.14	202.45	159.02
2002	向日葵	单产(kg/hm ²)	1 745	2 059	2 251	2 391	2 530	2 589
		增产(%)		18.00	29.00	37.02	44.99	48.37

从秋收测产结果看 (表 5) ,2000 年试验处理的玉米单产比对照增加 12.58%~44.31% ,增产作用显著 ,且以 2.0 kg/m² 的效果最好 ,说明施入石膏对玉米有显著的增产作用。2001 年施入石膏的各处理 ,玉米增产 20.38%~102.49% ;高粱增产 94.14%~202.45% ,增产效果极显著。2002 年施入石膏的各处理 ,向日葵增产 18.00%~48.37%。说明石膏改良苏打盐碱土的第二、三年仍有后效作用。

2.7 石膏改善土壤化学性质的作用

由表 6 可知 ,对照区土壤中二价阳离子(Ca²⁺+Mg²⁺)减少了 0.044 2 cmol/kg ,而施石膏各处理土壤中二价阳离子分别增加 0.453 7、1.180 3、1.793 1、2.609 2 和 2.770 9 cmol/kg。二价阳离子的增加有利于 Ca²⁺代换 Na⁺ ,Na⁺被代换下来后生成对作物危害较小的而易被水淋溶的 Na₂SO₄ ,可随水移动排出土壤 ,进而降低 pH 值。同时 ,可溶态 CaSO₄ 与 NaHCO₃ 反应生成 CaCO₃ 及 Na₂SO₄ ,也有利于土壤向中性转化。从春到秋 ,各个处理的 Na⁺分别减少了 0.401、0.473、0.547、0.738、0.845 和 0.949 cmol/kg ;各个处理的一价阳离子之和(Na⁺+K⁺)分别减少了 0.473 8、0.533 4、0.717 3、0.821 1 和 0.943 1 cmol/kg ,趋势是随石膏用量的增加 ,阳离子减少越多 ,表现出强脱碱作用 ,进而降低 pH。土壤中 SO₄²⁻含量逐渐增加 ,HCO₃⁻+CO₃²⁻的含量随着石膏用量的增加而渐减 ,说明原以碳酸氢盐、碳

酸盐为主的盐分类型随着石膏用量的增加逐渐向以硫酸盐为主的中性可溶盐转化。ESP (碱化度)除对照有所增加外 ,其余各处理基本上随石膏用量的增加而减少。ESP 的减少说明石膏施用后促进了土壤改碱。

表 6 石膏改善土壤化学性质的作用 (采土深度 0 ~ 10 cm)

石膏用量 (kg/m ²)	采土 时间	全盐 (%)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	K ⁺ +Na ⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ²⁻ +Cl ⁻	ESP (%)
			(cmol/kg)					
0.0	春	0.163 6	0.262 4	1.729 8	1.694	0.322 4	1.389 7	36.91
	秋	0.125 5	0.218 2	1.310 6	1.293	0.259 0	0.975 0	37.37
	秋春差	-0.038 1	-0.044 2	-0.419 2	-0.401	-0.065 2	-0.414 7	0.46
0.5	春	0.170 5	0.241 8	1.843 3	1.808	0.295 4	1.319 7	33.85
	秋	0.191 4	0.695 5	1.369 5	1.335	1.383 7	0.619 5	22.37
	秋春差	0.020 9	0.453 7	-0.473 8	-0.473	1.088 3	-0.700 2	-11.48
1.0	春	0.146 6	0.309 0	1.858 2	1.829	0.270 1	0.993 8	31.64
	秋	0.289 4	1.489 3	1.324 8	1.282	1.759 5	0.540 5	16.28
	秋春差	0.142 8	1.1803	-0.533 4	-0.547	1.489 4	-0.453 3	-15.36
1.5	春	0.192 8	0.207 9	2.244 3	2.208	0.277 2	1.788 1	42.80
	秋	0.373 0	2.001 0	1.527 0	1.470	2.416 6	0.488 8	7.65
	秋春差	0.180 2	1.793 1	-0.717 3	-0.738	2.139 4	-1.299 3	-35.15
2.0	春	0.144 9	0.255 0	1.814 3	1.785	0.319 2	0.973 6	19.48
	秋	0.448 4	2.864 2	0.993 2	0.940	3.053 3	0.433 6	6.17
	秋春差	0.303 5	2.609 2	-0.821 1	-0.845	2.734 1	-0.540 0	-13.31
2.5	春	0.179 5	0.208 9	2.021 3	1.969	0.318 6	1.443 6	19.94
	秋	0.475 3	2.979 8	1.078 2	1.020	3.258 2	0.335 3	2.44
	秋春差	0.295 8	2.770 9	-0.941 3	-0.949	2.939 6	-1.108 3	-17.50

3 结 论

田间定位试验结果表明 ,石膏具有改良苏打盐碱土的作用 ,同时对作物具有显著增产效果及后效作用。概括起来可得到如下几点结论。

- ①石膏的施入增加了作物苗期的保苗数 ,促进了植株的增高及叶片数的增多 ,促进了根系的生长发育。
- ②土壤的理化性质得到改善 ,土壤变得疏松 ,硬度变小 ,总孔隙度增加 ,土壤三相比得到改善 ,有利于通气、透水 ,耕性变好 ,为作物的根系发育创造了良好的环境。
- ③土壤化学性质得到了改善 ,施用石膏后降低了土壤 pH ,Ca²⁺+Mg²⁺增加了 ,Na⁺+K⁺减少了 ,有利于 Ca²⁺代换 Na⁺ ,因此有利于土粒由互相排斥到互相粘结及团粒的形成。从而改善了土壤结构。ESP(碱化度)的减少说明施石膏后促进了土壤改碱。
- ④2000 年田间试验玉米单产增加 12.58%~44.31% ,以 2.0 kg/m² 施用区增产效果最佳。

⑤2001 年玉米增产 20.38%~102.49% ,高粱增产 94.14%~202.45% ;2002 年向日葵增产 18.00%~48.77%。石膏改良盐碱土后效作用显著 ,最佳的增产效果出现在 2.0~2.5 kg/m² 施用区。

石膏的施用达到了改良苏打盐碱土、增加产量和提高经济效益的目的 ,建议今后在吉林省西部苏打盐碱土区大面积施用。

参考文献 :

[1] 黄 键 ,王爱文 . 改土培肥[M] . 北京 :科学出版社 ,1998 .
[2] 中国科学院南京所 . 土壤理化分析[M] . 上海 :上海科学教育出版社 ,1978 . 142 .
[3] Barber, A S. Soil Nutrient Bioavaitabthity Macmillan New York. 1984, 8-105.

[4] 刘光崧,等. 土壤理化分析与剖面描述[M]. 北京:中国标准出版社,1996.

Researches on Application of Gypsum for the Improvement of Soda Saline and Alkaline Soil

GAO Yu-shan¹, et al.

(1. Jilin Provincial Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: The method of field locational experiment was used to conduct the researches of the improving actions of gypsum on soda saline and alkaline soil. The results showed that the application of gypsum increased the standing number of seedlings and the growth of maize. After the application of gypsum, the soil pH values were significantly decreased, the hardness of field soil was universally decreased the three phases proportion of maize field were generally improved, the dry weight of roots was significantly increased, Ca²⁺ and Mg²⁺ were increased, K⁺ and Na⁺ were decreased and ESP were universally decreased, the soil chemical properties were significantly improved. The determination of yield in autumn showed that maize yield per unit area was increased by 12.58%~44.31%. Furthermore at the second year and the third year after gypsum was applied, the later effects of gypsum were still very significant, gypsum still had the most significant yield increase effects on sorghum and sunflower.

Key words: Gypsum; Saline and alkaline soil; Soil improvement; Crop; Yield increase; Later effects

>>
(上接第 12 页)

Study on the Inheritance of New Japonica Germplasm Without Auricle, Paraphyll and Pulvinus

QUAN Dong-xing, NAN Zhong-hao, YAN Yong-feng, HOU Li-gang, WEI Cai-qiang
(Rice Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: A new japonica germplasm without auricle. Paraphyll or pulvinus was crossed with normal japonica rice varieties or lines, and the inheritance of the character was analyzed. The result showed that the character without auricle, Paraphyll and Pulvinus is controlled by a pair of recessive genes. There was not appearance of the character without auricle paraphyll and Pulvinus in the F₁. In the F₂, the individuals without auricle, Paraphyll and Pulvinus accounted for 1/4. There was not appearance of the single character of without auricle, Paraphyll or pulvinus.

Key words: Japonica; Without auricle, Paraphyll and pulvinus; Inbreitance; Analysis

>>
(上接第 17 页)

3 适应区域及栽培技术

根据吉林省区试预备试验、全国北方大豆品种区域试验和生产试验结果，吉育 65 适于吉林省中南部的四平、辽源和松原地区的南部，辽宁省东北部的新宾、清源、西丰、昌图，内蒙古自治区的赤峰、呼和浩特地区，以及甘肃张掖地区等种植。

吉育 65 适于中上等肥力土地种植。播种期 4 月末至 5 月初，等距点播，播种量为 60 kg/hm²，出苗后间苗，每 m² 保苗 17~19 株。播种前施用有机肥 2 万 kg/hm²，播种时施磷酸二铵 150 kg/hm²。加强田间管理，及时防治大豆蚜虫和大豆食心虫。