

磷石膏改良河套地区碱化土的效果

崔志祥 樊润威 郜翻身 张三粉

董进亚

(内蒙古农业科学院土壤肥料研究所)

(巴盟农业处科技中心)

摘 要

3年定位试验结果表明,施用磷石膏并配合深灌水,淋盐效果显著,若再与深翻及施用有机物相结合,改土效果更为明显;明确了磷石膏的适宜用量;研究了磷石膏对土壤理化性状的影响。

内蒙古的河套平原、土默特及西辽河平原约有500万亩的碱化盐渍土,其交换性的含量、碱化度和pH都高;土壤物理性状差,土壤湿时膨胀泥泞,干时收缩坚实甚至龟裂,通气、透水性差;有机质含量低;含有碳酸盐和重碳酸盐。该区碱土可分为草甸碱土和龟裂碱土。碱土与碱化土多以大小不等,形状各异的斑状分布于农田或荒草地中。改良利用碱化土已是农田、林草地建设和农牧林业持续发展亟需解决的问题。

一、研究对象和方法

河套平原位于内蒙古自治区西部,气候属大陆性干旱型,年均降水130—220mm,蒸发量为降水量的10多倍,平均气温7℃,≥10℃的积温2900—3200℃,无霜期135—138天。主要依靠引黄灌溉,但排水不畅。

(一) 供试土壤

选择有代表性的碱化土,划区定点、定位建立试验、示范区。试区土壤主要性状列于表1。试验前,作物出苗率和成苗率均极差。

(二) 试验处理

1. 试验区及处理:将试区分为试验区和示范区两部分。试验区又设施有机肥1000kg/亩及不施有机肥两个区组。

表1 试验区土壤主要性状

土层 (cm)	全盐 (gkg ⁻¹)	pH	离子组成(Cmol±kg)								交换钠 Cmol (+)kg ⁻¹	交换 量 Cmolkg ⁻¹	碱化 度 (%)
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			
0—5	14.6	9.30	0.20	0.40	15.00	6.95	0.21	4.24	0.80	17.6	3.84	7.56	50.2
5—15	2.4	9.54	0.18	0.67	1.50	0.95	0.09	0.56	0.19	2.16	3.61	8.08	44.7
15—30	1.7	9.43	0.16	0.57	0.80	0.50	0.06	0.29	0.11	1.07	1.52	7.74	19.6

注:(1) 为了比较,土样采集时间统一为春浇头水前。

(2) 土壤盐结皮全盐含量333.0 gkg⁻¹, pH9.06, CO₃²⁻7.6 Cmol(-)kg⁻¹, Cl⁻306 Cmol(-)kg⁻¹, SO₄²⁻171 Cmol(-)kg⁻¹。

试验区处理设:(1) 不施磷石膏;(2) 施磷石膏250kg/亩;(3) 施磷石膏500kg/亩;(4) 施

磷石膏 750kg/亩；(5) 施磷石膏 1000kg/亩；(6) 施磷石膏 1250kg/亩。每个处理重复 3 次，错位顺序排列。磷石膏由南京磷铵厂提供(除含 Ca、S 外，并含 P_2O_5 7.3g/kg 及微量元素等)。

2. 磷石膏施用方法：磷石膏按量均匀撒在已耕翻的地表，然后反复耙耱使磷石膏与表土充分混匀，(施有机肥区，结合耕翻有机肥做基肥。)接着灌水使水层达 20cm 左右，水落干后及时播种。

二、试验结果和讨论

(一) 各年产量状况

1992—1994 年种植油葵，其产量结果列于表 2(二铵 20kg/亩作种肥，碳铵 50kg/亩作追肥)。

表 2 磷石膏用量对油葵产量的影响(kg/亩)

年 份	磷 石 膏 亩 用 量 (kg/亩)					
	0	250	500	750	1000	1250
1992	24.4	41.3	135.0	137.4	137.3	153.4
1993	0	70.6	124.8	178.5	216.0	225.1
1994	49.3	115.8	157.1	214.9	255.5	254.8
平均	24.6	75.9	139.0	176.9	202.9	211.1

由表 2 可见，施用磷石膏各处理的产量逐年增加。将 3 年平均产量与磷石膏用量进行回归分析。方程为： $\hat{y}=39.0+0.16x$ 。经 F 测验， $F=295.3(F_{0.01}=16.3)$ ，达极显著水平。两者之间的相关系数 $r=0.981$ ，也达极显著水平。

根据试验结果及有关因素，基本确定以亩施 1000kg 磷石膏为适宜用量。我们在此用量基础上配合施用当地有机物料，进行了大田示范。其处理有：(1) 不施磷石膏与有机物料；(2) 亩施磷石膏 1000kg；(3) 亩施磷石膏 1000kg 加麦秸 1000kg；(4) 亩施磷石膏 1000kg 加厩肥 1000kg；(5) 磷石膏 1000kg 加麦秸 1000kg 加苦豆子(绿肥)1500kg(鲜重)。各处理的油葵的平均产量列于表 3。

表 3 各处理油葵的平均产量(kg/亩)

处 理	1	2	3	4	5
1993 年	39.9	216.0	228.1	264.9	276.4
1994 年	46.2	255.5	282.2	274.4	296.8
平均	43.1	235.8	255.2	269.7	286.6

表 3 表明，导致油葵增产的决定因素是磷石膏，在此基础上配合施用有机物料故而效果更好。

表 4 磷石膏用量对土壤化学性状的影响(1992)

磷石膏 用量 (kg/亩)	土 层 (cm)	全 盐 (gkg ⁻¹)	pH	主要离子(Cmol(±)kg ⁻¹)								交换量 Cmol kg ⁻¹	交换钠 Cmol (+)kg ⁻¹	碱化 度 (%)
				CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			
0	0—5	2.4	9.70	0.80	0.82	0.98	0.80	0.20	0.20	0.12	3.37	8.00	4.09	51.1
	5—15	1.9	9.58	0.35	0.78	0.51	0.95	0.10	0.28	0.11	2.34	8.00	3.17	39.6
250	0—5	3.5	8.91	微	0.10	0.92	3.28	0.70	1.00	0.17	3.04	9.48	1.96	20.6
	5—15	2.7	9.38	0.70	1.65	0.85	0.55	0.12	0.14	0.12	3.39	9.48	3.33	35.1
500	0—5	4.9	8.43	微	0.20	0.63	5.53	2.90	1.98	0.20	1.47	9.56	0.95	9.9
	5—15	1.61	9.01	微	0.58	0.21	1.15	0.34	0.66	0.14	0.91	9.56	0.86	8.9

(二) 磷石膏的改土效果

土样分析结果(表4)表明,施用磷石膏(尤其是500kg/亩以上时),使土壤表层全盐含量增加;土壤pH,交换性钠和碱化度降低,但交换量增加;离子组成、碳酸根、重碳酸根与氯离子降低,而硫酸根和钙离子明显增多,钠离子减少。表明施磷石膏有使土壤化学性状变好的趋势。

表5 磷石膏及其与有机物混施对土壤含量的影响(1993)

处 理	磷石膏用量(kg/亩)										与厩肥混施* (kg/亩) 1000		与麦秸混施* (kg/亩) 1000	
	0		250		500		750		1000					
土层 (cm)	0-15	5-	0-5	5-15	0-5	5-15	0-5	5-15	0-5	5-15	0-5	5-15	0-5	5-15
全盐 (gkg ⁻¹)	12.8	3.1	8.2	1.8	6.9	2.5	5.9	1.5	4.5	1.8	4.1	2.7	7.6	1.2

试验处理后第2年(1993年)的分析结果(表5)表明,磷石膏及其与厩肥混施,导致土壤盐分含量降低;而与麦秸混施区,因时间短,腐解差,影响土壤脱盐,故表层含盐量仍较高。

将未施有机物区的磷石膏用量(x)与土壤表层含盐量(y)进行回归分析,表明两者之间呈线性负相关。方程为: $\hat{y}=11.5-0.0076x$ 。经F测验($F=23.05, F_{0.05}=10.13$),达显著水平。相关系数 $r=0.941$,也达显著水平。

表6 施磷石膏后的第3年土壤化学性状的变化(1994)

磷膏 用量 (kg/亩)	土 层 (cm)	全 盐 (gkg ⁻¹)	pH	离子组成(Cmol(±)kg ⁻¹)								交换量 Cmol kg ⁻¹	交换钠 Cmol (+)kg ⁻¹	碱化 度 (%)
				CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			
0	0-5	7.7	9.56	0.95	1.52	5.40	4.02	0.15	0.23	0.15	11.10	7.87	4.10	52.1
	0-30	3.9	9.49	1.33	1.38	1.82	1.58	0.50	0.41	0.15	4.76	7.87	2.70	34.2
500	0-5	4.4	9.55	1.44	1.20	2.24	2.35	0.22	0.43	0.11	5.70	8.17	1.66	20.3
	0-30	3.2	9.41	1.03	1.34	1.33	1.32	0.54	0.26	0.11	3.70	8.23	1.91	23.2
1000	0-5	3.5	8.76	微	0.62	1.40	2.35	0.75	0.75	0.07	2.41	9.27	0.94	10.1
	0-30	2.5	8.50	微	0.78	0.63	1.56	0.54	0.42	0.05	1.57	9.10	1.10	12.1
1000*	0-5	3.3	8.66	微	0.78	1.92	2.02	0.38	0.90	0.32	2.85	9.09	0.92	10.1
	0-30	2.5	8.67	0.22	0.81	0.89	0.93	0.32	0.40	0.17	1.81	9.31	1.04	11.1

*每亩掺施有机肥1000kg;0-30cm土层的为加权平均值。

试验处理后第3年(1994年)的分析结果(表6)表明,施用磷石膏3年后,继续保持了明显的改土效果,表现为土壤全盐,pH,交换性钠和碱化度降低,交换量增加。其效果随磷石膏用量

表7 磷石膏用量对土壤物理性状影响(0-15cm)

磷石膏 用量 (kg/亩)	容 重 (Mgm ⁻³)	总 孔 隙 度 (gkg ⁻¹)	毛管孔 隙度 (gkg ⁻¹)	非毛管 孔隙度 (gkg ⁻¹)	坚实 度 (kg/cm ³)	持水 量 (gkg ⁻¹)	凋萎含 水量 (gkg ⁻¹)	渗透 系数 (K ₁₀)
0	1.51	442	255	187	16.51	254	53.3	0.017
500	1.46	463	282	181	8.71	263	47.3	0.055
1000	1.42	472	297	175	5.29	273	42.0	0.212
500*	1.44	465	298	167	3.43	276	58.5	0.063
1000*	1.43	469	299	170	3.50	274	51.8	0.237

*每亩掺施1000kg有机肥。

(下转第224页)

凹凸棒石土的农业生产条件较差,一般无灌溉,降水时雨水又易流失,故常有旱灾,加之土壤本身有效养分奇缺,土体紧实(硬度达 $30\text{kg}/\text{cm}^2$ 左右),无结构。通常一年一熟,主要种植山芋、高粱等,长势很差,产量很低(山芋亩产鲜薯 1500 公斤左右,高粱亩产仅 50 公斤左右)。

(二) 改良措施

改良凹凸棒石土主要有以下几种措施:(1) 改善灌溉条件,做到遇旱能灌;(2) 深耕(30cm 以上),降低土壤的紧实度,增加孔隙度;(3) 增施有机肥,要求每季每亩耕地施用优质有机肥 3000 公斤以上,彻底改变土壤的结构;(4) 增施氮、磷和微量元素化肥,以满足作物对速效养分的需要;(5) 凹凸棒石土宜用于植树造林,其经济效益高于农用。

五、凹凸棒石土的其他用途

凹凸棒石土用于工业前途较好,价值较高,主要有以下几方面用途:(1) 作钻井护井用的泥浆材料。盱眙县凹凸棒石土不加任何添加剂,造浆率在淡水中为 17.5,在海水中为 17.2,在饱和盐水中为 13.5 方/吨。在饱和盐水中若再加入适量的添加剂后,造浆率可达到 27—36.7 方/吨,并且具有较好的热稳定性,在 170°C 范围内,均可保持可逆的凝胶形成能力。因此,凹凸棒石土可以作为油气开发钻井及地热开发钻井配制抗高温泥浆的原材料;(2) 作净化剂。凹凸棒石土脱色率很高,经上海炼油厂试验,可使机械油脱色率达 97%。凹凸棒石土还有除臭作用,故凹凸棒石土可作为脱色、除臭剂;(3) 作去毒剂。经南京粮食局试验,凹凸棒石土具有特殊的吸毒效能。当加 1.6%凹凸棒石土时,食油中高达 250ppb 的黄曲霉素毒素被吸附除去,同时,还可去除食油中其它的色素和污染物质,使食油呈透明的淡黄色。若加上量达 3.2%时,可去除 500ppb 的黄曲霉毒素,因此,凹凸棒石土在食油及其它食用液体的加工上有重要的应用价值;(4) 作储热材料。经试验,将芒硝与凹凸棒石土按一定比例混合,可制成理想的储热材料,经反复冷热循环试验,不发生分层现象,如果再加入一定量的氯化钠与氯化铵的混合物,可以制成一种贮冷的相变材料。

总之,凹凸棒石土在科研、工业、民用储热等方面,有较大的适用价值,有广阔的开发前景。

~~~~~  
(上接第 218 页)

的增加而增大。此外,离子组成、碳酸根、重碳酸根、氯离子和硫酸根也在减少;钙、镁离子增加,而钠离子减少。

将表 6 与表 1 加以比较,则不难看出,未施磷石膏的土壤,其表层的碳酸根、重碳酸根,pH 以及交换性钠和碱化度有增加趋势,说明碱化土如不增施磷石膏和有机物而只靠耕作与灌溉,非但不能降低土壤盐分含量,反而有加速土壤碱化的可能性。

## (三) 磷石膏对土壤物理性状的影响

据测定,施磷石膏 2 年后,土壤物理性状有明显改善(表 7)。

从表 7 可看出,施入磷石膏及有机肥后,土壤容重、非毛管孔隙度、坚实度均有所降低;而总孔隙度、毛管孔隙度、持水量、渗透系数增加,说明土壤物理性状有所改善,尤其是 0—15cm 土层效果更佳。

综上所述,从改土和增产效果,以及投资成本等综合考虑,河厌灌区碱化土的磷石膏适宜用量以亩施 1000kg 为宜。对于交换性钠及碱化度过高的土壤,用量可增加到 1500kg/亩。