

瓦碱改良的初步研究

中国科学院南京土壤研究所盐土组

瓦碱亦称“缸瓦碱”或“牛皮碱”，是我国半干旱地区常见的一种碱化土壤，多呈大小不一的斑块与其它各种盐渍土插花分布于耕地中。根据近几年在黄淮海平原的调查研究，发现盐渍土在脱盐的同时，如果不注意密切配合增施有机肥料（包括绿肥）及精耕细作等农业措施，土壤有可能产生碱化而不利于农业生产进一步发展提高。瓦碱一般含盐不高，而碱化度高（表1），但不具明显的碱化构造层。对作物的为害主要是由于含有苏打和交换性钠，使土壤碱性过高，pH一般在9.0左右，并导致土粒高度分散，湿时泥泞，干时坚硬板结，通透性和耕性均差，阻碍幼苗出土（群众称为“拍苗”或“闷苗”）。其次，土壤溶液中缺乏钙、镁等营养元素，在一定程度上也妨碍作物正常生长。

表1 瓦碱的化学性质（封邱县应举公社西大村）

采样深度 (厘米)	pH (水浸液)	全盐 (%)	离子组成 (毫克当量/100克土)							阳离子 交换量 毫克当量/100克土	交换性钠	碱化度 (%)
			CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺ + Na ⁺			
0—1	9.5	0.09	0.47	0.81	0.21	0.06	0.07	0.03	1.45	6.80	2.42	35.6
1—10	9.9	0.11	0.80	0.79	0.29	0.03	0.07	0.03	1.81	6.17	2.59	42.0
10—30	9.7	0.12	0.56	0.68	0.57	0.17	0.06	0	1.92	5.22	2.07	39.7
30—37	9.4	0.08	0.38	0.74	0.27	0.01	0.03	0.01	1.36	6.35	1.78	28.0
37—49	9.3	0.06	0.18	0.58	0.20	0.05	0.04	0.02	0.95	5.94	1.62	27.3
49—80	9.1	0.05	0.03	0.52	0.25	0.01	0.08	0.06	0.67	—	—	—
80—100	8.3	0.05	0	0.54	0.17	痕迹	0.08	0.06	0.57	—	—	—
100以下	8.0	0.03	0	0.38	0.12	0.02	0.07	0.04	0.41	—	—	—

注：K⁺ + Na⁺ 按差减法计算，下同。

改良瓦碱主要是消除上述不良的理化性质。国内外早已肯定石膏、磷石膏等改良剂改良碱土的作用，但由于使用方法还不甚完善，效果较慢，未能大面积推广。

自1960年开始，我所曾对瓦碱的形成及改良进行过一些研究。1965年我们在河南省封邱县应举公社西大村大队，开始进行化学改良剂及绿肥改良瓦碱的大田试验，取得化学改良剂保苗增产的明显效果。1970年继续在封邱县西大村大队进行深耕、种绿肥及施石膏综合改良利用瓦碱的试验；1973年，与徐州地区农科所协作，在徐州铜山县何桥公社双楼大队进行施用石膏、磷石膏等改良瓦碱的试验，均获得显著的改土增产效果。现将初步结果报导于下。

一、化学改良剂改良瓦碱的效果

(一)石膏改良瓦碱的效果

利用石膏改良瓦碱,主要是以石膏的钙离子代换土壤吸收性复合体中的钠离子,消除苏打,从而改善瓦碱的不良理化性状。

石膏改良瓦碱的试验,分别在两个地区不同条件下进行的。

1970年在河南封邱县应举公社西大村大队的瓦碱改良试验,是在井灌井排控制地下水位和明沟排涝条件下进行的。试验分两组,一组是深耕、施石膏和种植绿肥相结合。试验地为一块弃耕20多年的瓦碱荒地,面积约11亩,先用深翻犁深耕70厘米左右,耕后曝晒一个半月,表层又出现碱化现象,再浅耕23厘米,取其中的1.5亩地在犁壁上撒施石膏,石膏用量为每亩354斤,耙平,使石膏与表土充分相混,整个深耕地于9月4日播种苜蓿和大麦,9月16日曾下一次雨,雨量中等,9月20日观察,施石膏的地块土色变褐,多孔发暄,大麦及紫花苜蓿出苗整齐,生长正常;未施石膏的地,土色仍为灰白,坚实板结,大麦及紫花苜蓿缺苗断垅,生长黄弱。结果施石膏的地亩产大麦300斤,比未施石膏的地(亩产196斤)增产53.1%;1971年又播种小麦,施石膏的地平均亩产182斤,比未施石膏地(亩产120斤)增产51.7%。另一组试验是深耕结合施石膏。试验地为1965—1966年做过石膏保苗增产试验的耕地,面积为9亩,其中中度、轻度瓦碱斑块占总面积的30%左右,深耕前一直是小麦—田菁轮作,小麦产量始终在100斤/亩左右。1970年用深翻犁深耕70厘米,平均亩施土杂肥5000—6000斤,并在残留的瓦碱斑上每亩补施石膏约350斤,取得完全消除碱斑和增产的明显效果,小麦平均亩产336斤(测产),较改良前增产236%。

江苏省铜山县何桥公社双楼大队的瓦碱改良试验,是在没有井灌井排控制地下水位的条件下进行的,试验又分二组。一组是石膏的用量试验,分为每亩施石膏200、400、600斤与对照四个处理,供试作物为棉花。施不同量石膏的地,亩产皮棉为119—141斤,较对照地(亩产皮棉113.2斤)增产5—24%(表3)。另一组为不同改良剂的改良试验。试验分为施用石膏、磷石膏与对照三个处理,石膏用量为每亩400斤,磷石膏用量为每亩800斤,供试作物为大豆。施石膏改良的地亩产大豆117.2斤;较对照亩产27.2斤增产330.9%。

从瓦碱改良前后的理化性质分析(表2、表3)资料可见:施用石膏后,0—10厘米的土层碱性性质得到明显的改善,pH值由未改良前的9以上分别下降到7.1—8.3,消除了毒害作物的苏打及0—2厘米土层内土壤吸收性复合体中的交换性钠,基本上消除了碱化板结现象;2—10厘米土层中的交换性钠离子也由未改良前的2毫克当量/100克土左右降到0.6毫克当量以下,碱化度明显地由16—39%降低到6%左右。用石膏改良过的地,0—10厘米土层消除了土粒高度分散现象(照片1),从而改善了土壤的物理性质。

应该指出,在施用石膏初获改土增产效果后,若不重视用地养地相结合,土壤pH和碱化度仍会回升,土壤再度出现碱化。表2中1970年深耕并施用石膏改良过的瓦碱地,

表2 石膏改良瓦碱的效果 (封邱县应举公社西大村)

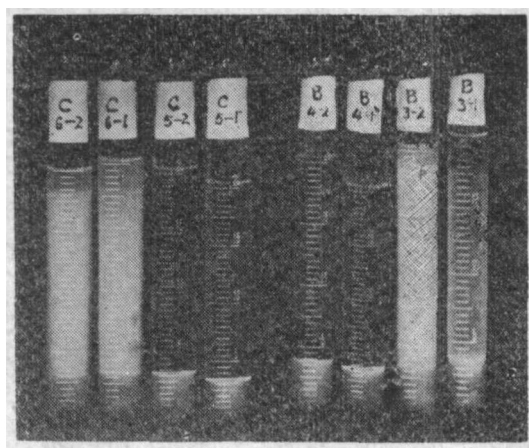
处	理	采样日期	采样深度(厘米)	pH(水浸液)	全盐(%)	离子组成(毫克当量/100克土)						阳离子交换量		碱化度(%)
						CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺ +Na ⁺	毫克当量/100克土	
深耕后, 在犁壁上面施石膏354斤/亩后耙地	对照	70年9月	0-2	7.3	0.44	0	0.26	0.09	5.53	4.29	0.74	0.85	8.87	微量
			2-10	7.6	0.15	0	0.40	0.12	1.41	0.46	0.13	1.34	9.85	0.59
深耕后, 在犁壁上施石膏	对照	同上	0-2	9.2	0.10	0.28	0.64	0.14	0.25	0.06	痕迹	1.26	7.57	1.33
			2-10	9.3	0.10	0.30	0.70	0.15	0.21	0.05	0.01	1.30	7.15	1.88
深耕后, 在犁壁上施石膏	对照	同上	0-2	7.1	1.01	0	0.22	0.11	13.00	10.93	1.78	0.62	6.07	微量
			2-10	7.4	0.31	0	0.28	0.17	3.74	1.65	0.96	1.58	6.54	0.37
70年深耕后在犁壁上面施石膏面后耙地	对照	同上	0-2	9.5	0.16	0.43	0.64	0.64	0.61	0.07	0.01	2.24	5.84	2.08
			2-10	9.5	0.12	0.43	0.61	0.38	0.34	0.05	0.02	1.69	5.65	2.19
70年深耕后在犁壁上面施石膏面后耙地	对照	73年2月	0-2	8.0	0.03	0	0.44	0.07	0.06	0.05	0.03	0.49	8.26	0.88
			2-6	8.0	0.03	0	0.46	0.07	0.06	0.06	0.02	0.51	8.09	0.76
70年深耕后在犁壁上面施石膏面后耙地	对照	73年5月	6-17	8.3	0.05	0	0.61	0.07	0.12	0.03	0.02	0.75	8.97	1.11
			0-2	9.4	0.10	0.23	0.80	0.29	0.45	0.03	0.02	1.72	5.92	2.26
70年深耕后在犁壁上面施石膏面后耙地	对照	73年5月	2-6	9.3	0.06	0.13	0.74	0.06	0.07	0.02	0.02	0.96	5.87	1.24
			6-19	9.3	0.07	0.04	0.82	0.11	0.24	0.02	0.02	1.17	5.67	1.56

表3 不同施用量的石膏改良瓦碱的效果

处	理	pH(1:1悬液)	全盐(%)	离子组成(毫克当量/100克土)						阳离子交换量		碱化度(%)	皮棉(斤/亩)	增产(%)
				CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺ +Na ⁺	(毫克当量/100克土)			
对施石膏200斤/亩 施石膏400斤/亩 施石膏600斤/亩	对照	9.6	0.07	0.25	0.43	0.10	0.27	0.05	0.04	0.96	6.00	15.98	113.2	24
		8.3	0.23	0	0.17	0.02	2.80	1.71	0.56	0.72	5.58	—	141	16
		8.3	0.45	0	0.15	0.07	6.48	4.00	1.20	1.50	5.30	—	131.5	5
		8.3	0.67	0	0.12	0.19	9.73	7.92	2.01	0.11	5.67	—	119	—

注: 南京土壤研究所、徐州农科所资料。采土深度为0-20厘米。

由于以后没有继续采取改土措施, 1973年又出现了碱化就是一个例子。



自右向左为: B3—1, B3—2——对照; B4—1, B4—2——经绿肥改良后;
C5—1, C5—2——经石膏改良后; C6—1, C6—2——对照。

照片1 改良与未改良的土壤絮凝情况对比(振荡后24小时)

(二) 磷石膏改良瓦碱的效果

磷石膏是一种化工副产品, 通常含有50—70%的石膏和1—2%的 P_2O_5 。南京化肥厂所产磷石膏, 一般含氧化钙21.6%, 硫酸酐(SO_3)31%左右, 有效磷(P_2O_5)0.68—3.69%之间, 含水率20—25%。此外还含有少量的磷酸和铁锰等。

由于磷石膏的主要成份为石膏, 因而具有与石膏相同的改土作用, 1973、1975年与徐州地区农科所协作在徐州铜山县何桥公社双楼大队进行的磷石膏改良瓦碱的试验都证明了这一点(表4)。1973年在瓦碱地上进行了石膏、磷石膏与不施任何改良剂的地区进行对比试验, 在春耕翻地的基础上撒施磷石膏, 用量为每亩800斤, 耙后种大豆。施用磷石膏的地亩产大豆99斤, 较对照(亩产27斤)增产263%。1975年又进行了磷石膏试验, 每亩施磷石膏400—600斤, 在春耕翻地后撒施, 耙匀后种棉花, 结果施磷石膏的地亩产皮棉75斤(测产), 比未施磷石膏的地亩产54斤(测产)增产39%。

瓦碱施用磷石膏后, 不仅作物增产而且理化性质也得到改良, pH值下降1—2单位, 苏打消失, 碱化度明显降低, 表层5厘米内基本消除了碱化板结现象。由于磷石膏还含有一些磷素, 对作物有一定肥效, 故其改土增产效果优于石膏。

(三) 其他化学改良剂

盆钵试验表明(照片2), 不仅石膏、磷石膏有改土增产作用, 工业副产品亚硫酸钙同样可以改良瓦碱, 其作用胜过石膏而次于磷石膏。亚硫酸钙是最近几年来有关工业部门为解决二氧化硫尾气污染空气而采用碳酸钙溶液吸收所产生的一种工业副产品。随着我

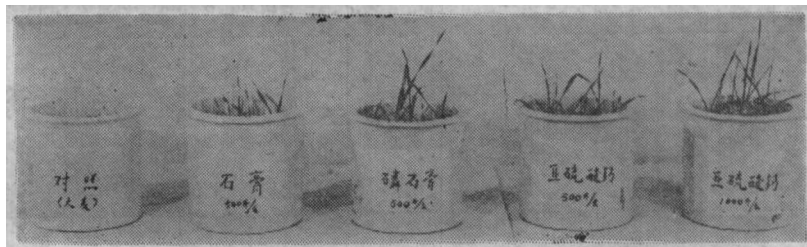
表 4

磷石膏改良瓦碱的效果

处 理	采样深度 (厘米)	pH (1:1 悬液)	全盐 (%)	离子组成(毫克当量/100克土)							阳离子 交换量	交 换 钠	碱化 度 (%)
				CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	So ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺ + Na ⁺	毫克当量/100克土		
对 照	0—5	9.79	0.39	0.67	0.59	4.26	3.26	0.46	0.58	7.74	4.88	2.64	54.1
	5—10	9.68	0.14	0.44	0.57	1.12	1.72	0.23	0.54	3.08	6.01	1.34	22.3
	10—20	9.42	0.11	0.25	0.54	0.71	0.62	0.18	0.43	1.51	5.99	0.53	8.8
施磷石膏 (800斤/亩)	0—5	8.70	0.70	0	0.19	3.69	6.96	3.84	0.64	6.36	4.93	0.25	5.1
	5—10	9.18	0.32	0	0.46	2.71	1.96	0.20	0.12	4.81	5.56	1.66	29.9
	10—20	8.91	0.20	0	0.36	1.87	0.99	0.28	0.27	2.67	6.11	0.76	12.4

注：徐州农科所、南京土壤所资料。

国工业的飞速发展以及党和国家对环境保护的重视，必将有越来越多的工业副产品可用
来支援农业，改良土壤。



自左至右为：对照，石膏 500斤/亩，磷石膏 500斤/亩，亚硫酸钙 500斤/亩，亚硫酸钙 1000斤/亩。

大 麦 苗 期



自左至右为：对照，亚硫酸钙 1000斤/亩，亚硫酸钙 500斤/亩，石膏 500斤/亩，磷石膏 500斤/亩。

大 麦 成 熟 期

照片 2 各种改良剂改良瓦碱效果的比较

二、绿肥改良瓦碱的作用

种植和翻压绿肥是改土培肥增产的一项重要措施。封邱县应举公社西大村大队一块面积约10亩弃荒多年的瓦碱地曾经种了二年紫花苜蓿后, 尽管又弃荒三年, 但在1970年观察时, 发现土壤性状与未种绿肥的瓦碱地有明显的不同, 表土色泽变暗, 已具屑粒状结构, 碱化程度减轻。翻耕后种田菁, 亩产鲜草量为2065—3530斤, 翻压后种小麦, 成苗80—90%, 在未施任何底肥情况下, 1971年小麦平均亩产200斤左右。从田菁生长盛期所采土样分析结果看(表5), 表土pH值有所下降, 尤其是地表一厘米土层更为明显, 降低一个单位左右; 盐分有从地表淋溶下降的趋势, 苏打消失, 而钙、镁离子则显著增加, 因而碱化度大为下降, 消除了土粒高度分散的现象(照片1B4)。

表5 绿肥改良瓦碱的效果(1970年)

处 理	采样深度 (厘米)	pH	全盐 %	离子组成(毫克当量/100克土)							阳离子 交换量 毫克当量/100克土	交 换 性 钠	碱 化 度 %
				CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺ + Na ⁺			
对照(未种 苜蓿和田菁 的瓦碱地)	0—1	9.7	0.26	0.26	0.57	2.23	0.78	0.12	0.03	3.69	6.94	2.84	40.9
	1—10	9.6	0.16	0.45	0.66	0.99	0.32	0.14	0.04	2.24	7.57	2.64	34.9
种植与翻 压紫花苜 蓿及田菁	0—1	8.3	0.14	0	0.46	0.52	1.07	0.35	0.20	1.50	8.64	1.55	18.0
	1—10	8.9	0.40	0.08	0.54	2.67	2.89	0.24	0.14	5.80	9.08	1.41	15.6

三、化学改良剂的施用问题

石膏、磷石膏等化学改良剂改良碱化土壤及苏打盐土不仅有效, 而且只要施用方法得当和施用季节适宜, 见效也是很快的。根据我们田间观察, 在气温较高和有充足水分(包括自然降雨和人工灌溉)条件下, 施用上述改良剂后, 半个月至二十天左右就可使表土理化性质有较明显的改善, 使当季作物获得全苗, 并在必要的水肥管理条件下获得较好的产量。通过这几年在黄淮海平原的改碱试验实践, 我们有如下几点认识。

1. 因土制宜施用 化学改良剂可以改良瓦碱, 但并不是所有的瓦碱都必需施用化学改良剂。轻、中度瓦碱可采用深翻结合施有机肥或翻压绿肥的方法改良; 碱化程度较高的瓦碱, 虽然深翻施用有机肥或翻压绿肥也能得到一定程度的改土增产效果, 但改土速度慢, 在这种情况下, 可适当配合施用石膏、磷石膏等化学改良剂。此外, 在采用水利措施(包括冲洗排水或排水种稻)和农业措施改良苏打盐土时, 为了防止其转化为碱土, 可配合施用石膏、磷石膏等化学改良剂。

2. 施用时期 黄淮海平原地区施用化学改良剂, 以地温显著上升的4月底5月初至9月底较为适宜, 尤其是在8月份高温多雨时期更好。

3. 施用方法 根据我们多次大田试验证明, 先施化学改良剂, 而后翻地耕地, 成效慢; 如先耕翻耙地而后施改良剂, 并通过耙地使之与地表一厘米左右的土层相混, 见效虽快但有效持续期短, 如不继续改良, 几年后又会重现严重碱化。在春秋季节, 先起高

垫低,平整土地,然后耕翻,在犁壁上均匀撒施改良剂而后耙地,使之与表土尽量均匀相混,再行播种作物,改土增产效果快而显著。若是在施改良剂后,种作物前先种一季绿肥,绿肥翻压后再种庄稼,并持续进行粮、棉和绿肥间、套种或轮作,更能达到不断培肥土壤、巩固改良效果和持续增产的目的。

4. 施用量 化学改良剂的施用量主要决定于土壤的阳离子交换量及交换性钠的相对量和绝对量。黄淮海平原地区的瓦碱,表土一般质地较轻,每100克土的阳离子交换量多介于5—10毫克当量,甚至个别低到3毫克当量,交换性钠含量多为1—3毫克当量,按耕层厚度为20厘米计,每亩应施石膏或磷石膏900—1300斤左右。但在黄淮海平原现有耕作制情况下,一次施足难以使化学改良剂与耕层土壤均匀相混,而且会因土壤盐分增加影响作物生长,反而增产不多。因此可考虑结合大小秋及麦播耕翻整地,分期多次施用。从表3分析结果可见,每亩地一次施用石膏粉200斤就有显著改土增产效果,但因用量较小,不易撒施均匀,实践证明,每次每亩施用300—400斤较为适宜。

5. 施用化学改良剂一定要结合灌溉排水 施用石膏、磷石膏等改良剂后,耕层土壤盐分有所增高。由表2、3、4可清楚看出:(1)表土含盐量的增加与化学改良剂施用量的多少成正相关。(2)施用石膏、磷石膏后,可溶盐组成中 SO_4^{2-} 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 显著增加,并随化学改良剂施用量的增加而增长。因此看来表土盐分的增加主要是部分尚未作用完的石膏、磷石膏在化学分析过程中溶于土壤水浸出液造成的,但也有一小部分是在改良过程中,石膏的钙离子置换了土壤中交换性钠离子产生的硫酸钠,由于黄淮海平原的瓦碱所含交换性钠绝对量不高,因而产生的硫酸钠一般不超过0.2%,在注意采取必要的灌溉措施后是可以消除的。因此,施用化学改良剂改良瓦碱时,一定要有灌溉与排水条件。

深翻施双层肥对小麦增产的效果

河南省长葛县坡胡公社孟排大队科研站

河南省农林科学院土肥所驻长葛孟排基点组

遵照伟大领袖毛主席关于深翻改土的有关教导,从1974年秋季以来我们连续进行了两年深翻施双层肥对小麦增产效果的试验,为进一步发展深翻改土提供了一些科学资料,对推动全大队的深翻改土起了一定的作用,现将试验结果简结如下。

一、试验处理

根据有些社、队先深翻后施肥或深翻施肥相结合的特点,设计了以下三个处理:

1. 浅耕施单层肥 在犁地前每亩施农家肥16000斤,过磷酸钙100斤,碳铵50斤于表层,耩耕六寸掩埋入土,播种时每亩施尿素5斤作种肥,年前每亩追施50斤碳铵。

2. 深翻施单层肥 深翻1.4尺,平整后每亩施农家肥16000斤,过磷酸钙100斤,碳铵50斤于表层,再用七寸步犁掩埋入土,播种时每亩施尿素5斤作种肥,年前追施碳铵50斤。

3. 深翻施双层肥 深翻的同时每亩施6000斤农家肥,50斤过磷酸钙于耕作层以下。