

增施糠醛渣改良岗瓦碱土壤的试验

胡树森 王淑洁

(北京市水利局) (北京市水科所)

岗瓦碱是北京市东南郊一种碱化土壤，其主要特性是：地表灰白，多呈不规则的斑状分布；土壤可溶性含盐量低，而pH值高。由于碱化的结果，土壤干时坚硬，湿时泥泞，容重大，通透性差，保墒能力低。在生产上表现为，播种后遇雨板结难以出苗，即使出苗，前期生长缓慢，雨季后陡长，收获时籽粒欠饱满。碱化程度重的，甚至有苗无收成。对农业生产危害大，改良比较困难。

岗瓦碱广泛分布于北京市通县永乐店农场、觅子店、牛堡屯、大杜社等乡及大兴县安定、堡上和北茬村等乡。据1979年和1980年的调查，永乐店农场柴厂屯分场岗瓦碱占盐碱地的面积为20%，大兴县安定乡为69%。通过修建排灌工程等措施使盐化土得到治理后，岗瓦碱正成为阻碍这一地区农业生产进一步发展的主要障碍。为把北京市东南郊的盐碱地改造成稳产、高产农田，进行岗瓦碱改良措施的试验研究具有重要的生产意义。

糠醛渣是玉米轴经加工蒸馏出糠醛后剩下的废渣，是一种强酸性有机物质，pH值为1.8—2.0，含N 0.5—0.6%， P_2O_5 0.12—0.15%， K_2O 0.15%，含腐殖酸类物质30—36%，有机质>98%。通县糠醛厂年产糠醛渣近5万吨。

我们从1979年秋季开始至1982年秋收，以糠醛渣为主要改良剂，进行了改良岗瓦碱的试验。三年中作了温室盆栽、露天盆栽、小麦小区及玉米大田田间试验。1981和1982年分别在通县三间房、小务、大兴县西芦各庄等大队进行了中间试验。1984至1985年在通县和大兴县7000亩岗瓦碱地上进行了示范推广。上述各种试验结果均有较好的改土增产效果，本文着重介绍1979—1982年小麦小区试验结果。

一、试验条件和方法

试验地块选在永乐店农场柴厂屯良种场的重岗瓦碱上，试验地东50米处有一条2.5米深的排水沟，北端有一眼机井，灌排条件较好。井水矿化度1.101克/升，pH值7.95，优于试验地潜水。井水及潜水化学性质列于表1。

表1 试验地井水及潜水的化学性质

水类别	pH	矿化度 (克/升)	阴离子(毫克当量/升)				阳离子(毫克当量/升)			可溶性钠 (%)	钠吸 附比	残余 碳酸 钠	钠钙 镁比
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{++}	Mg^{++}	$K^+ + Na^+$				
井水	7.95	1.101	0	10.80	0.98	5.19	5.49	1.69	9.84	57.9	6.19	3.66	1.37
潜水	8.07	1.988	0	14.40	4.31	5.39	1.47	4.31	18.3	76.0	10.8	8.63	3.17

注：1979年9月采样。

试验地土质为轻壤土，0—30厘米可溶盐含量在0.1%左右，盐分组成中 CO_3^{2-} 和 HCO_3^-

表2

试区施改良剂前土壤盐分组成

采样点	pH	全盐量 (%)	阴离子(毫克当量/100克土)				阳离子(毫克当量/100克土)		
			CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺ + Na ⁺
石膏小区	9.78	0.14	0.98	0.75	0.29	0.17	0.10	0.40	1.69
黑矾小区	9.68	0.12	0.21	0.85	0.39	0.30	0.08	0.15	1.47
糠醛渣小区	9.54	0.11	0.47	0.70	0.13	0.20	0.08	0.20	1.36
对照小区	9.58	0.13	0.51	0.73	0.39	0.34	0.06	0.23	1.68

注：1979年9月采样，由市农科院土肥所分析。

占阴离子总量的62—80%，Na⁺占阳离子总量的77—87%，pH值均在9.5以上，碱化度高达36—56%（表2，表4），属于强碱化土或碱土。

试区0—30厘米土壤肥力极低，含氮量0.022—0.031%，速效磷2—4.2ppm，有机质0.42—0.62%。1979年种植玉米，播种后缺苗严重，亩产仅18—70斤。

试验共设8个处理，即亩施石膏500斤、1000斤，黑矾100斤、200斤，糠醛渣1000斤、2000斤、2500斤，对照（不施改良剂）。试验小区面积0.06亩（2.5×16米²），重复3次，随机排列，四周设有保护区。

1979年9月上旬，将改良剂按试验设计用量的2/3与厩肥3米³/亩，粪稀260斤/亩，一起堆沤半个月，经搅拌均匀，普撒后翻入20厘米的土层，然后将余下的1/3改良剂撒施地表，并旋耕在5厘米土层中。对照小区只施厩肥3米³/亩，粪稀260斤。1980—1982年均未再施改良剂，以进行后效观测。1980—1982年均种植小麦。1980年麦收后种过一茬田菁，平均亩产鲜草5000斤。1981年麦收后播种京早7号制种玉米，1982年麦收后播种中茬玉米。1981和1982年除施种肥和追肥外，均未再施底肥。田菁和玉米均未灌水。1980—1982年小麦均灌水4次，灌溉定额为160—200米³/亩。1982年增施糠醛渣的试验小区，小麦、玉米均获得全苗，长势良好。试验期间（1980—1982年），气象及地下水埋深情况见表3。

表3 气象及地下水埋深情况

年份	积温 (≥0℃)	日照 (小时)	降雨量 (毫米)	蒸发量 (毫米)	地下水水平 均埋深 (米)
1980	4629	2480	371	1601	1.81
1981	4864	2760	282	1907	1.98
1982	5113	2806	399	1832	1.73

注：气象资料抄自永乐店农场科技站，距试区4公里。地下水埋深资料为实测值。

二、试验结果和讨论

由于第一重复小区遭到破坏，下面主要讨论二、三重复小区的试验结果。

1979年9月至1982年6月的观测资料表明：在灌排条件下，增施改良剂后，岗瓦碱土壤的理化性质、养分、碱斑面积及作物产量均发生了显著变化。下面主要介绍糠醛渣的改土增产效果。

（一）土壤化学性质的变化

增施糠醛渣后，土壤的化学性质发生较明显的变化（表4）。0—30厘米土层的pH值明显降低。对照小区1979年9月至1982年6月仅降低0.76，而增施糠醛渣的三个处理分别降低了1.19、1.27、1.0。代换性Na⁺也明显降低。施糠醛渣的小区，3年后已分别降至0.51、0.47、1.16毫克当量/100克土。代换量，对照区及石膏、黑矾试验小区均略有增减，但变化不大，而施糠醛渣的三个处理小区增加趋势明显。碱化度，对照小区比原来降低50%，而施糠醛渣的三个处理小区分别比原来降低了84%、73%、64%。可见增施糠醛渣对岗瓦碱的改土效果是明显的。

从表4还可以看出, 0—10厘米土层的pH值、代换性Na⁺、代换量及碱化度的变化比0—30厘米土层的变化更为明显, 增施糠醛渣的三个处理小区已变成非碱化土或弱碱化土, 而对照小区仍为中度碱化土。

(二)土壤物理性质的变化

土壤容重、田间持水量、饱和含水量和渗透性能等物理性质是衡量岗瓦碱碱化程度的重要指标。施用糠醛渣后, 这些物理性质也发生了变化(表4)。首先, 各试验处理的容重在增

表4 增施改良剂前后土壤理化性质的变化

土层 (厘米)	采土时间	测定项目	试 验 处 理 (斤/亩)							对照 0
			石膏 500	石膏 1000	黑矾 100	黑矾 200	糠醛渣 1000	糠醛渣 2000	糠醛渣 2500	
0—10 (表土)	施前	pH	9.97	9.60	9.63	9.61	9.65	9.63	9.41	9.55
	施后	(水/土=1)	8.00	8.35	8.30	8.31	8.18	8.00	8.15	8.28
	施前	代换性Na ⁺	3.85	2.16	2.31	1.68	2.52	3.01	2.45	3.08
	施后	(毫克当量/100克土)	0.20	0.48	0.49	0.99	0.48	0.08	0.55	1.21
	施前	代换量	6.37	7.17	7.06	7.18	6.99	6.93	6.65	6.13
	施后	(毫克当量/100克土)	7.33	7.10	7.36	7.06	9.33	8.77	8.81	6.72
	施前	碱化度	60.4	30.1	32.6	23.4	36.1	43.4	36.8	50.2
	施后	(%)	2.7	6.8	6.7	14.0	0.5	1.0	6.2	18.0
	施前	pH	9.78	9.67	9.68	9.72	9.62	9.42	9.54	9.58
	施后	(水/土=1)	8.13	8.55	8.70	8.87	8.43	8.15	8.54	8.82
0—30 (耕层)	施前	代换性Na ⁺	3.94	3.20	3.24	3.31	2.80	1.45	2.73	3.50
	施后	(毫克当量/100克土)	0.30	0.83	1.40	1.14	0.51	0.47	1.16	1.71
	施前	代换量	7.06	6.71	7.27	8.05	8.33	7.60	7.52	6.76
	施后	(毫克当量/100克土)	7.38	8.04	8.35	9.56	9.18	9.12	8.82	6.61
	施前	碱化度	5.61	47.7	44.6	41.1	33.6	19.1	36.3	51.8
	施后	(%)	4.1	10.3	16.8	11.9	5.6	5.2	13.2	25.9
0—15	施前	容重	1.60	1.59	1.50	1.58	1.53	1.54	1.51	1.58
	施后	(克/厘米 ³)	1.35	1.41	1.37	1.38	1.38	1.37	1.40	1.48
	施前	田间持水量	23.8	24.0	24.3	22.6	25.2	23.2	25.1	25.4
	施后	(%)	30.4	26.7	28.6	28.3	29.5	28.4	28.8	28.6
	施前	饱和含水量	26.5	26.6	25.2	23.6	26.2	24.0	26.5	28.9
	施后	(%)	32.4	28.9	31.1	31.0	31.0	30.4	31.3	29.5
	施前	渗透速度	0.87	1.46	0.66	1.83	0.97	1.13	0.59	0.60
	施后	(毫米/分)	1.69	2.20	2.22	2.77	2.51	2.16	2.91	0.99

注: (1) 表中“施前”的采土时间为1979年9月20日, “施后”的采土时间为1982年6月10日。(2) 各试验处理采土均在第二重复小区内。(3) 表内资料, pH值为北京市水利所化验室化验, 代换性Na⁺及代换量分别由北京市农科院土肥所化验室和通县农科所化验室化验。(4) 代换性Na⁺用醋酸铵—氢氧化铵淋洗, 火焰光度法测定; 代换量用氯化铵—醋酸铵法测定。(5) 0—30厘米数据为0—10和10—30厘米加权平均值。(6) 容重、田间持水量、饱和含水量均用环刀法测定; 渗透速度用管子法测定。

施改良剂后都有所减小。增施糠醛渣的三个处理小区分别减小0.15、0.17、0.11克/厘米³，而对照区仅减小0.10克/厘米³。其次是田间持水量和饱和含水量有所增加。施糠醛渣的三个处理小区田间持水量分别增加了4.3%、5.2%、3.7%，对照区仅增加3.2%。饱和含水量，对照区比试验前增加0.6%，而施糠醛渣的分别增加了4.2%、6.9%和3.6%。第三是渗透速度增大，对照区比试验前增加大0.38毫米/分，而施糠醛渣的分别增大1.54、1.03、2.32毫米/分。上述变化均表明增施糠醛渣对改善岗瓦碱土壤的物理性状有较明显的效果。

(三) 碱斑面积的变化

各试验处理小区的碱斑面积逐年缩小(表5)。但对照区变化小，到1982年6月，碱斑面积减少到4.4米²，仍占小区面积的11%，而增施糠醛渣的小区，到1982年6月时，碱斑已全部消失。

表5 增施改良剂前后的碱斑面积(米²)

测量时间	试 验 处 理 (斤/亩)							
	石 膏 500	石 膏 1000	黑 矾 100	黑 矾 200	糠 醛 渣 1000	糠 醛 渣 2000	糠 醛 渣 2500	对 照 0
1979年9月	39.2	34.0	27.9	35.7	37.4	35.0	37.4	40.0
1980年6月	15.4	6.5	13.5	25.3	13.8	4.4	15.3	22.6
1981年6月	0	0	2.2	4.2	0	1.3	1.8	10.5
1982年6月	0	0	2.1	4.0	0	1	0	4.4

注：(1) 小区面积为40米²；(2) 碱斑面积是指收获前无苗或有苗无收成的面积；(3) 表内数值为第2、3两个重复区的平均值。

(四) 作物产量变化

作物产量是多种因素综合作用的结果，三年来的试验表明，在灌排及农业耕作栽培条件下，增施改良剂能使作物产量明显增加(表6)，增施糠醛渣的，其增产幅度更大。增施糠醛渣的三个处理小区，1982年分别比对照增产61%、50%和28%。

表6 增施改良剂前后的作物产量(斤/亩)

收获日期	作物	试 验 处 理 (斤/亩)							
		石 膏 500	石 膏 1000	黑 矾 100	黑 矾 200	糠 醛 渣 1000	糠 醛 渣 2000	糠 醛 渣 2500	对 照 0
1979年9月	玉米	48.5	50.1	60.2	48.5	18.4	70.2	29.2	52.6
1980年6月	小麦	89.4	150	117	—	83.5	159	100	79.3
1981年6月	小麦	137	201	—	146	202	158	134	80.0
1982年6月	小麦	210	225	209	192	292	272	199	143
1982年9月	玉米	508	521	533	521	646	604	550	442

注：(1) 产量为第2、3两个重复小区的平均值；(2) 1980年处理4和1981年处理3的产量数据有误，未列入表内；(3) 1980年小麦下茬种植田菁，未按处理单收，5个点采样，平均亩产鲜草5000斤/亩；(4) 1981年小麦下茬为京早7号玉米制种田，未进行单打单收。

三、糠醛渣改土增产效果的探讨

三年试验结果证明，增施糠醛渣对改善岗瓦碱土壤(碱化土)的理化性质和作物增产具有明显的效果，其原因主要有以下几方面：

(一)糠醛渣是一种强酸性物质,施到pH值高的岗瓦碱地上,中和了土壤碱性,使pH值降低,促使石灰性土壤中 CaCO_3 向 Ca^{++} 活化,并与碱化土壤胶体吸附的 Na^+ 进行交换,从而降低了代换性 Na^+ 的含量。

(二)糠醛渣含有30—36%的腐殖酸类物质。腐殖酸类物质具有较强的离子交换性能、表面吸附性能及凝聚胶溶作用。因而施糠醛渣后,土壤代换性盐基总量显著增加,它对改善岗瓦碱土壤结构和土壤通透性及降低碱化度均有促进作用。

(三)施用糠醛渣后土壤养分显著增加。根据增施糠醛渣前、后土壤养分的测定(表7),施糠醛渣的三个处理小区,全氮施后比施前增加26—43%,速效氮增加29—45%,速效磷(P_2O_5)增加133—192%,土壤有机质增加31—37%。既增加了土壤养分供作物吸收,也提

表7 增施改良剂前后土壤养分状况(0—30厘米)

采土日期	测定项目	试 验 处 理 (斤/亩)							
		石 膏 500	石 膏 1000	黑 矾 100	黑 矾 200	糠醛渣 1000	糠醛渣 2000	糠醛渣 2500	对 照 0
1979年9月	全 氮 (%)	0.022	0.023	0.024	0.030	0.028	0.031	0.031	0.023
1982年6月		0.037	0.032	0.031	0.027	0.040	0.038	0.040	0.030
1979年9月	速效氮 (ppm)	25.7	26.3	29.0	24.7	29.0	27.0	31.0	25.7
1982年6月		30.0	32.0	34.0	27.0	42.0	44.0	40.0	30.7
1979年9月	速效磷 (P_2O_5) (ppm)	4.2	4.1	3.8	2.9	2.4	2.4	3.1	2.4
1982年6月		4.7	4.6	3.7	3.4	5.6	7.0	7.5	2.5
1979年9月	有机质 (%)	0.48	0.54	0.47	0.42	0.52	0.51	0.49	0.42
1982年6月		0.46	0.49	0.51	0.47	0.68	0.64	0.67	0.47

注:(1)表内资料由通县农科所化验室化验;(2)0—30厘米土层是0—10和10—30厘米的加权平均值。

高了作物的抗碱能力。

(四)1980年麦收后曾种过一茬田菁,由于翻压的田菁在分解过程中释放出有机酸和 CO_2 ,对改良岗瓦碱的不良理化性质有一定作用。对照小区在土壤理化性质、碱斑面积、养分含量及产量方面也都有较大的变化,可能也是由于种过一茬田菁的结果。

四、小 结

(一)碱化土与盐化土既有土壤发生学上的密切联系,又有基本性质上的严格区别。碱化土的改良难度较大,需要采取综合措施治理,如水利工程、农业措施及增施改良剂等。特别是中、强度碱化土,增施改良剂是一种较好的措施。

(二)供试验的石膏、黑矾和糠醛渣三种改良剂,都有较明显的改土增产效果,并均有一定的后效。从改良碱化土的不良理化性质方面看,石膏和糠醛渣的效果最好,黑矾次之。而从投资与增收的经济效益方面分析,糠醛渣最好,黑矾次之,石膏最差。

(三)糠醛渣除有改良碱化土的效果外,还兼有增加土壤养分和培肥地力的作用。并能提高碱性土壤磷肥的有效性,在北京地区又具有就地取材、投资小(糠醛渣价格为1元/吨)、经济效益大和使用方便等优点,对防治苏打盐化碱化土有广阔的推广前途。

(四)糠醛渣是化工厂生产糠醛的废渣,属于腐殖酸类强酸性物质,对农作物生长有刺激作用,因此用量要适当。据三年试验资料,大面积推广示范,以亩施500—1000斤为好,最大用量不超过2000斤为宜。