

不同改良剂对棕红壤酸性的改良效果

胡德春¹, 李贤胜¹, 尚健¹, 唐礼彬², 戴华芹²

(1 安徽省宣城市土壤肥料工作站, 安徽宣城 242000; 2 安徽省郎溪县土壤肥料工作站, 安徽郎溪 242100)

摘要: 对安徽省宣城地区酸性土壤改良剂的种类筛选和施用量进行研究, 结果表明: 选择熟石灰粉、碳酸钙粉、白云石粉都能较好地改良土壤酸性, 使作物大幅增产; 适宜的改良剂施用量为: 熟石灰粉 1125 ~ 1687.5 kg/hm²、碳酸钙粉 1500 ~ 2250 kg/hm², 白云石粉 1500 ~ 3000 kg/hm²。

关键词: 改良剂; 棕红壤; 酸性; 油菜

中图分类号: S156.2

第四纪红色黏土上发育的棕红壤是沿江和皖南丘岗地区主要土壤之一, 其 pH 一般低于 5.0, 呈酸性或强酸性反应。近些年来由于施用化肥和酸沉降的双重影响, 该类土壤的 pH 呈现逐渐降低的趋势。土壤酸化加剧了土壤盐基离子如 K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺等的淋溶, 加剧了 P 的固定, 促进了 Al、Mn 等元素的释放, 从而造成土壤“既酸又瘦”, 对作物生长产生了极为不利的影响^[1-5]。

为了选择经济实惠、操作简便、省时省力且可大面积推广的酸性改良剂, 配合当前开展的“沃土工程”项目的实施, 宣城市土壤肥料工作站和郎溪县土壤肥料工作站于 2003 年开始联合开展了酸性土壤改良剂的种类筛选和施用量的研究工作, 本文是有关研究结果的初步总结。

1 试验设计与方法^[6-7]

1.1 供试土壤

有关试验于 2003 年 10 月开始进行, 试验地点

选择在安徽省郎溪县飞里乡齐村村, 供试土壤类型为棕红壤, 质地为轻黏, pH 4.80 (H₂O) 和 3.75 (KCl), 有机质 18.3 g/kg, 全 N 1.13g /kg, 有效 P 5 mg/kg、有效 K 60 mg/kg。

1.2 试验设计

试验设 14 个处理 (表 1), 每个处理 3 次重复, 随机排列。每个小区面积 20 m²。供试油菜品种为蓉油 4 号, 前茬作物为山芋。不同处理除改良剂外, 其他管理措施相同。2003 年 10 月 31 日撒施改良剂, 11 月 1 日翻耕, 11 月 10 日移栽油菜, 2004 年 5 月 17 日收割, 每个小区随机采 6 株油菜带回室内考种, 测定分枝高、株高、主序长、主序角果数、每株角果数、每角实粒数、千粒重等经济性状, 推算产量。试验开始前于 2003 年 10 月 31 日在试验区内随机取混合土样, 试验结束后, 于 2004 年 5 月 20 日在每个小区内随机取混合土样, 分别进行土壤 pH 的测试分析。pH 用 PHS-2C 数字酸度计测定 (水: 土 = 2.5: 1) ^[6]。

表 1 试验设计中不同处理的改良剂种类及用量 (kg/hm²)

Tab 1 Modifier types and applied-amounts used in different treatments

处理	熟石灰粉				白云石粉				碳酸钙粉				不施改良剂	空白
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
用量	562.5	1125	1687.5	2250	750	1500	2250	3000	750	1500	2250	3000	-	-

2 结果与分析

2.1 对土壤 pH 值的影响

土壤 pH 测试结果见表 2。从表 2 可以看出, 施

用改良剂的各处理都能提高土壤 pH, 并且随着改良剂用量的增加, pH 也随之增加。在熟石灰粉、白云石粉和碳酸钙粉 3 种改良剂中, 以熟石灰粉改良效

表2 不同试验处理对土壤 pH 的影响

Table 2 Influences of different treatments on soil pH values

处理	浸提剂	
	H ₂ O	1 mol/L KCl
1	4.84 ~ 4.97/4.90	3.75 ~ 3.86/3.81
2	5.01 ~ 5.35/5.14	3.86 ~ 3.97/3.90
3	5.01 ~ 5.35/5.14	3.94 ~ 4.15/4.04
4	5.18 ~ 5.48/5.33	4.07 ~ 4.43/4.23
5	4.83 ~ 5.10/4.94	3.75 ~ 4.13/3.92
6	4.77 ~ 5.04/4.92	3.70 ~ 3.95/3.84
7	4.86 ~ 5.02/4.96	3.83 ~ 3.95/3.90
8	4.92 ~ 5.08/4.97	3.83 ~ 3.94/3.87
9	4.82 ~ 4.99/4.90	3.76 ~ 3.93/3.85
10	4.88 ~ 5.20/5.06	3.80 ~ 4.17/3.98
11	5.00 ~ 5.21/5.08	3.91 ~ 4.10/3.99
12	5.12 ~ 5.32/5.21	4.04 ~ 4.51/4.23
13	4.67 ~ 5.02/4.87	3.64 ~ 3.98/3.81
14	4.80 ~ 4.95/4.88	3.77 ~ 3.86/3.81

注：表中各数值为幅度/平均值。

果最明显，碳酸钙粉次之，白云石粉又次之。低量的石灰石粉(562.5 kg/hm²)和碳酸钙粉(750 kg/hm²)改良土壤酸性效果不明显，低量(750 kg/hm²)到高量(3000 kg/hm²)的白云石粉对 pH 增加的影响也不明显。熟石灰粉施用量从 1687.5 kg/hm² 到 2250 kg/hm² 和碳酸钙粉施用量从 2250 kg/hm² 到 3000 kg/hm²，土壤 pH 值有显著的提高。施用中量的石灰石粉和碳酸钙粉出现了个别处理 pH 偏高，可能与施肥时未撒匀有关。上述结果表明：3 种改良剂都能改良土壤酸性，从 pH 来看，施用白云石粉用量多一点影响不大，熟石灰粉以 1125 ~ 1687.5 kg/hm² 为宜，碳酸钙粉 1500 ~ 2250 kg/hm²；施用熟石灰粉和碳酸钙粉时一定要撒匀。

2.2 对油菜经济性状和产量的影响

2.2.1 对油菜经济性状的影响 由表 3 可知，施用酸性改良剂后，油菜的分枝高、株高、有效分枝数、主序角果数、单株角果数等指标要优于不施改良剂的处理，千粒重指标有优有劣，但相差并不明显。在施熟石灰粉处理中，株高、主序长、单株角果数以施用量 1687.5 kg/hm² 处理最优，增加或减少施用量指标都不降低，而分枝高、主角数、分枝数、千粒重几项指标变化则相对没有什么明显的规律。

施用白云石粉的处理中，分枝高、株高、主序长以施用量 3000 kg/hm² 处理最好，主序角果数、单株角果数则随用量增加而减少。在施用碳酸钙粉的处理中，施用量 2250 kg/hm² 处理所有经济性状都优于施用量 3000 kg/hm² 处理，其他变化规律不明显。

2.2.2 对油菜产量的影响 表 3 表明，施用改良剂增产效果明显，以施用熟石灰粉产量最高，碳酸钙粉次之，白云石粉又次之。产量差异的显著性检验分析结果表明，除碳酸钙粉施用量 3000 kg/hm² 和白云石粉施用量 750 kg/hm² 两个处理外，其他施用改良剂处理与不施改良剂对照处理之间的产量差异都达到极显著水平，这说明施用改良剂的增产效果是极其显著的，但同时也发现不同改良剂在适宜用量范围内的产量并没有明显的差异。在施用熟石灰粉处理中，以 1687.5 kg/hm² 处理产量最高，比不施改良剂对照增产 719.1 kg/hm²，增幅达 39.4%，1125 kg/hm² 处理产量也很高，562.5 kg/hm² 处理产量最低，2250 kg/hm² 处理则油菜产量下降。在施用碳酸钙粉的处理中，以 1500 kg/hm² 处理产量最高，比不施改良剂对照增产 61.5 kg/hm²，增幅达 33.5%，2250 kg/hm² 处理与 750 kg/hm² 处理的产量差不多，3000 kg/hm² 处理的产量与不施改良剂的产量相差无几。在施用白云石粉的处理中，2250 kg/hm² 处理产量最高，1500 kg/hm² 处理次之，3000 kg/hm² 处理又次之，但三者产量相差不大，750 kg/hm² 处理产量比不施改良剂产量略低。上述结果说明施用改良剂可以显著增产，3 种改良剂增产作用虽然有差异，但差异不显著，在 3 种改良剂中，熟石灰粉施用量 1125 ~ 1687.5 kg/hm²、碳酸钙粉施用量 1500 ~ 2250 kg/hm² 和白云石施用量 1500 ~ 3000 kg/hm² 都能获得较好的增产效果。

2.3 对经济效益的影响

从 3 种改良剂中选择产量最高和次高的处理，按熟石灰粉 300 元/t，碳酸钙粉 100 元/t，白云石粉 150 元/t（主要是运输费用较高），油菜籽 2.5 元/kg 计算当季收益（表 4）。从表 4 可以发现，施用改良剂当季增收都超过 750 元/hm²，投入产出比也很高，最高达到 9.1，最低也有 2.5，若考虑改良效果可维持 3 ~ 5 年，收益情况将会更好。

表 3 不同试验处理对油菜经济性状及产量的影响

Table 3 Influences of different treatments on cole economical index and yields

处理	经济性状								实际产量 (t/hm ²)
	分枝高	株高	分枝数	主序长	主序角数	每株角数	每角粒数	千粒重	
	(cm)	(cm)	(个)	(cm)	(个)	(个)	(粒)	(g)	
1	16.3 ~ 29.7	124.6 ~ 136.0	8.7 ~ 10.2	57.3 ~ 63.2	70.5 ~ 75.3	291.4 ~ 317.0	18.0 ~ 21.1	4.095 ~ 4.209	2.05 ~ 2.34
	23.6	129.3	9.7	60.1	73.0	301.2	19.8	4.160	2.23aAB
2	16.2 ~ 19.7	126.2 ~ 144.2	9.8 ~ 10.3	56.7 ~ 59.8	57.3 ~ 73.5	298.9 ~ 327.2	19.0 ~ 21.5	4.149 ~ 4.238	2.35 ~ 2.55
	18.0	135.9	10.1	61.8	63.9	316.7	20.0	4.217	2.46aA
3	16.8 ~ 26.7	133.5 ~ 153.2	9.0 ~ 10.0	58.8 ~ 65.7	61.7 ~ 73.3	343.2 ~ 371.5	18.2 ~ 19.4	4.090 ~ 4.119	2.33 ~ 2.86
	23.2	140.5	9.5	61.0	66.4	353.0	18.7	4.085	2.54aA
4	15.5 ~ 22.5	128.2 ~ 139.5	9.2 ~ 10.2	61.2 ~ 67.8	59.8 ~ 77.0	248.1 ~ 332.4	19.1 ~ 23.2	3.392 ~ 4.021	1.95 ~ 2.42
	20.2	132.6	9.8	63.4	69.0	290.1	21.6	3.961	2.24aA
5	18.5 ~ 29.3	126.8 ~ 131.8	8.2 ~ 9.5	57.0 ~ 66.0	65.8 ~ 73.5	206.4 ~ 223.2	19.6 ~ 22.5	3.978 ~ 4.185	1.70 ~ 1.79
	22.0	129.4	9.1	60.3	68.6	217.0	20.8	4.156	1.74bB
6	13.7 ~ 26.8	121.3 ~ 141.3	9.5 ~ 10.0	59.8 ~ 62.6	64.7 ~ 68.7	269.9 ~ 299.9	18.7 ~ 21.4	4.145 ~ 4.392	2.15 ~ 2.37
	22.4	132.2	9.8	60.8	67.1	287.2	19.9	4.244	2.25aA
7	15.3 ~ 22.0	128.2 ~ 137.8	9.5 ~ 10.5	52.7 ~ 63.8	63.5 ~ 68.5	268.7 ~ 294.3	19.0 ~ 21.3	4.319 ~ 4.330	2.11 ~ 2.43
	19.3	131.7	10.0	58.0	65.9	280.2	20.2	4.299	2.32aA
8	15.2 ~ 17.2	127.0 ~ 142.3	9.5 ~ 10.0	60.3 ~ 68.0	49.3 ~ 69.5	259.3 ~ 294.0	17.3 ~ 20.1	4.127 ~ 4.297	1.89 ~ 2.61
	16.2	136.3	9.8	63.2	61.4	275.1	18.9	4.189	2.24aA
9	17.2 ~ 35.7	119.2 ~ 137.2	9.3 ~ 10.2	56.8 ~ 61.2	61.2 ~ 76.2	260.5 ~ 294.2	18.0 ~ 21.3	4.228 ~ 4.398	2.14 ~ 2.49
	24.5	130.7	9.6	58.7	66.9	272.0	19.9	4.286	2.36aA
10	20.5 ~ 25.0	135.8 ~ 145.0	9.0 ~ 10.2	60.2 ~ 64.5	68.2 ~ 74.5	299.2 ~ 331.7	18.7 ~ 21.0	3.956 ~ 4.229	2.27 ~ 2.66
	22.7	139.7	9.5	62.8	71.0	311.1	19.6	4.080	2.43aA
11	22.4 ~ 26.5	126.0 ~ 140.9	9.2 ~ 9.8	52.5 ~ 68.2	57.3 ~ 76.8	314.6 ~ 331.1	17.1 ~ 19.5	4.186 ~ 4.399	2.21 ~ 2.57
	24.6	134.6	9.5	61.1	68.3	323.0	18.0	4.319	2.35aA
12	15.5 ~ 30.5	127.0 ~ 135.8	9.2 ~ 10.0	55.3 ~ 63.3	57.8 ~ 68.7	243.3 ~ 259.1	17.1 ~ 19.4	5.200 ~ 4.268	1.67 ~ 2.02
	24.9	130.8	9.6	60.4	66.0	251.2	18.3	4.226	1.85bB
13	15.7 ~ 33.7	113.7 ~ 132.0	8.0 ~ 9.2	52.7 ~ 68.5	52.3 ~ 67.0	211.5 ~ 221.6	17.6 ~ 19.3	4.196 ~ 4.343	1.62 ~ 1.94
	23.7	124.3	8.8	59.2	61.2	218.2	18.4	4.220	1.82bBC
14	17.2 ~ 34.2	114.0 ~ 121.3	7.2 ~ 7.8	50.8 ~ 65.2	47.6 ~ 54.7	156.7 ~ 191.2	14.1 ~ 15.8	4.132 ~ 4.272	1.18 ~ 1.40
	26.7	118.0	7.4	56.2	52.0	171.1	14.9	4.189	1.33cC

注：实际产量栏的小写字母表示不同处理间在 P<0.05 水平上显著，大写字母表示在 P<0.01 水平上显著。

表 4 改良剂对当季油菜经济效益的影响

Tab 4 Effects of Various modifiers on ecommic benefits of cole

处理	改良剂成本 (元/hm ²)	油菜增产 (kg/hm ²)	油菜增值 (元/hm ²)	收益 (元/hm ²)	投入产出比
熟石灰粉 1687.5 kg/hm ²	33.75	47.5	118.75	85.00	2.5
熟石灰粉 1125 kg/hm ²	22.5	42.6	106.5	84.00	3.7
碳酸钙粉 1500 kg/hm ²	10	40.7	101.75	91.75	9.1
碳酸钙粉 2250 kg/hm ²	15	35.1	87.75	72.75	4.8
白云石粉 2250 kg/hm ²	22.5	33.3	83.25	60.75	2.7
白云石粉 1500 kg/hm ²	15	28.6	71.50	56.50	3.8

3 结论

(1) 在沿江和皖南棕红壤地区, 施用熟石灰粉、碳酸钙粉、白云石粉都能较好地改良土壤酸性, 使作物大幅增产。3 种改良剂增产虽然有差异, 但差异不显著, 具体选择哪种改良剂, 视当地资源情况而定。

(2) 根据试验结果, 推荐适宜的改良剂施用量为: 熟石灰粉 $1125 \sim 1687.5 \text{ kg/hm}^2$, 碳酸钙粉 $1500 \sim 2250 \text{ kg/hm}^2$, 白云石粉 $1500 \sim 3000 \text{ kg/hm}^2$ 。用量太少达不到改良效果, 用量过高不仅浪费大, 还会引起减产。

(3) 熟石灰粉施用量超过 1687.5 kg/hm^2 或碳酸钙粉施用量超过 2250 kg/hm^2 时, 土壤 pH 值会发生跳跃增加, 而白云石粉施用量在 3000 kg/hm^2 没有发生此类情况, 要求施用熟石灰粉和碳酸钙粉时一定要撒匀。

参考文献:

- [1] 吴甫成, 彭世良, 王晓燕, 陈咏淑. 酸沉降影响下近 20 年衡山土壤酸化研究. 土壤学报, 2005, 42 (2): 219-224
- [2] 雷宏军, 朱端卫, 刘鑫, 周文兵, 洪丽芳. 酸性土壤在改良条件下磷的吸附-解吸特性. 土壤学报, 2004, 41(4): 636-640
- [3] 王辉, 董元华, 安琼, 孙红霞. 高度集约化利用下蔬菜地土壤酸化及次生盐渍化研究. 土壤, 2005, 37(5): 530-533
- [4] 张桃林主编. 中国红壤退化机制与防治. 北京: 中国农业出版社, 1999
- [5] 安徽省土壤普查办公室. 安徽土壤. 北京: 科学出版社, 1994
- [6] 中国土壤学会. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 2000
- [7] 马育华主编. 田间试验和统计方法. 北京: 农业出版社, 1987

Influences of Various Modifiers on Acidity of Brown Red Soil

HU De-chun¹, LI Xian-sheng¹, SHANG Jian¹, TANG Li-bin², DAI Hua-qin²

(1 Xuancheng Soil and Fertilizer Station, Xuancheng, Anhui 242000, China;

2 Langxi Soil and Fertilizer Station, Langxi, Anhui 242100, China)

Abstract: The influences of different modifiers on the acidity of brown red soil in Xuancheng City of Anhui Province were studied. The results showed that white lime power, calcium carbonate power and dolomite power all worked well on improving brown red acidity and increasing cole yield, and the feasible applied amounts of modifiers should be $1125 \sim 1687.5 \text{ kg/hm}^2$ of white lime power, $1500 \sim 2250 \text{ kg/hm}^2$ of calcium carbonate power and $1500 \sim 3000 \text{ kg/hm}^2$ of dolomite powder.

Key words: Modifier, Brown red soil, Acidity, Cole