

恩施山区土壤酸化治理技术模式与效果评价

龙 飞 杨红梅 王 贵 邹 芳

咸丰县农业农村局,湖北 咸丰 445600

摘要:恩施山区土壤酸化程度严重,pH 值小于 5.5 的土壤面积超过 50%。近年来,在相同的田间施肥管理模式下,对 pH 值小于 5.5 土块分别采用增施有机肥、增施化肥、增施有机肥+石灰、有机肥+增施化肥的处理方式进行田间施肥管理,探索最有效的土壤酸化治理种植技术。结果表明,单独增施有机肥和单一增施化肥有一定的增产效果,但有机肥和化肥搭配施用的增产更加明显。采用施加“有机肥+石灰”(推荐用量为每亩施有机肥 500 kg、石灰 100 kg)的土壤酸化治理模式后,作物亩增产 49.12 kg,增幅达到 10.32 %,增产幅度最大,且能显著提高土壤 pH 值、增加土壤有机质含量,该治理模式可以在山区酸化土壤治理上推广。

关键词:恩施山区;土壤酸化;技术模式;效果评价

中图分类号:S156.99

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.03.016

0 引言

恩施土家族苗族自治州位于湖北省西南部,地处鄂、湘、黔、渝四县(市)交汇处^[1],境内大部为山地,海拔落差大,山地季风性湿润小气候特征明显,现存农用地 218 万 hm^2 ^[2]。

随着农村经营管理体系、耕作制度、种植结构、产量水平、有机肥和化肥施用总量与品种结构等的巨大变化^[3],耕地质量和土壤肥力发生重大改变。加之恩施山区气候温暖、多雨湿润,降水量大大超过蒸发量,域内土壤酸化日趋严重^[4],pH 值小于 5.5 的土壤面积超过 50%。土壤酸化导致农作物生长发育失常、土传病虫害增多、耕地产出效益下降,进而导致土地抛荒、田园荒芜。

为全面落实党中央、国务院提出的“坚守耕地红线,提高耕地产能,藏粮于土,保障谷物基本供给”战略决策,推广土壤酸化治理及改良培肥技术迫在眉睫^[5]。近年来,笔者借助“湖北省化肥减量增效”项目的实施,持续开展土壤酸化治理技术模式试验研究,探索推广增施“有机肥+生石灰”进行土壤酸化治理及改良培肥模式。

1 玉米增施有机肥试验

1.1 试验地点

试验地设置在咸丰县忠堡镇马倌屯村 4 组朱池建承包地,面积 3.2 亩($2\,135\text{ m}^2$)。

1.2 试验处理

处理方式。玉米播种前,施用底肥情况如下^[6]:①有机肥(225 kg/亩)+复合肥(25 kg/亩);②有机肥(450 kg/亩);③复合肥即氯化钾复合肥(50kg/亩,N:P:K=15:15:15);④不施肥(对照)。后期追

肥相同,四周设置保护区。

1.3 试验设计

采用随机区组排列,区域长 9 m、宽 4 m,株行距为 0.3 m 和 0.8 m,单作,每块种植 150 株,亩株数为 2 778,四周设置保护区,见表 1。

表 1 玉米有机肥试验地田间布置图

I-1	I-2	I-3	I-4
II-4	II-1	II-2	II-3
III-3	III-4	III-1	III-2

1.4 试验地及管理情况

试验地海拔 770 m,为水田改成的旱地,土地平坦,地力均匀,土壤肥力中上等,前茬作物为蔬菜,供试品种为万玉 168。

1.4.1 试验处理

①有机肥 12.15 kg+复合肥 1.35 kg;②有机肥 24.3 kg;③复合肥 2.7 kg;④不施肥(对照组)。

1.4.2 田间管理

土壤处理以底肥沟施,点播,株行距为 0.3 m 和 0.8 m,亩株数为 2 770。

播种(2770 株/亩)。种子按规格播种 2 粒以上确保苗全,每穴留 1 苗,苗期长势均匀。

追肥。第一次苗肥复合肥(15 kg/亩)+尿素(10 kg/亩)。第二次追肥复合肥(25 kg/亩,N:K=30:5)。锄草覆土 2 次,即追肥一次、锄草覆土一次。

防治虫害。分别在 4 月 25 日、5 月 5 日防治地下害虫,6 月 8 日施药防治草地贪夜蛾及玉米螟。

1.5 生育期及主要经济性状

1.5.1 生育期

各处理于 4 月 12 日播种,4 月 19 日出苗,8 月

29日成熟,9月1日收获。出苗至收获全生育期132 d,各处理生育期基本一致(表2)。

表2 玉米有机肥试验中生育期及植株形态特征

	有机肥+复合肥	有机肥	复合肥	不施肥
株高(cm)	267	269	273	268
穗位高(cm)	104	103	104	97
茎粗(cm)	2.67	2.63	2.55	2.41
叶片数	17.27	17.14	17.05	17.14
播种期	4月12日			
出苗期	4月19日			
拔节期	6月8日			
抽雄期	6月24日			
吐丝期	6月30日			
成熟期	8月29日			
收获期	9月1日			
生育期(d)	132			
株型	平展			

1.5.2 经济性状

农作物的主要经济性状见表3。

(1)穗长。施加有机肥+复合肥的穗长最大,为19.74 cm,其次是不施肥的19.33 cm,施加有机肥、复合肥的穗长为18.9 cm、18.74 cm。

(2)穗粒数。施加有机肥+复合肥的穗粒最多,为570.64粒/穗,其次有机肥的547.86粒/穗,不施肥为542.45粒/穗,列第三,复合肥为541.17粒/穗。

(3)千粒重。施加有机肥+复合肥的千粒重最大,为289.67g,其次为有机肥的273.77g,施加复合肥的为273.4g,列第三,不施肥的为267.5g。

(4)穗数。施加有机肥+复合肥的穗数最大,为3103穗/亩,其次为有机肥的3050穗/亩,复合肥第三,为2962穗/亩,不施肥为2915穗/亩。

表3 玉米有机肥试验中主要经济性状

	有机肥+复合肥	有机肥	复合肥	不施肥
穗长(cm)	19.74	18.94	18.74	19.33
秃顶长(cm)	1.21	1.12	1.11	1.52
穗粗(cm)	5.08	5.13	5.15	5.08
穗轴粗(cm)	2.92	2.96	2.91	2.84
穗行数	17.15	16.57	16.87	16.57
行粒数	33.27	33.06	32.08	32.74
穗粒数	570.64	547.86	541.17	542.45
千粒重(g)	289.67	273.77	273.4	267.5
亩穗数	3103	3050	2962	2915
穗产量(g)	164.99	150.81	145.52	145.11
理论产量(kg/亩)	512	460	431	423

1.6 方差分析

数据的方差分析见表4。

表4 玉米有机肥试验中方差分析表

	I	II	III	方差
有机肥+复合肥	26.23	26.65	27.1	0.1893
有机肥	24.03	24.77	24.83	0.1985
复合肥	23.17	23.83	21.89	0.9729
不施肥	22.06	23.2	21.5	0.7505
方差	3.1204	2.2612	6.9618	

1.6.1 处理间

处理I的有机肥+复合肥的变异系数最小,为0.1893;其次为处理II即有机肥变异系数,为0.1985,试验效果差异显著。处理III的变异系数为0.9729,处理IV变异系数为0.7505,试验效果差异不显著。

1.6.2 重复间

处理II的重复变异系数最小,为2.2612;其次为处理I(重复变异系数为3.1204);处理III的重复变异系数为6.9618,差异最大。

1.7 试验结果

1.7.1 产量

4种处理的产量变幅为412.08~493.69 kg/亩,其中,有机肥+复合肥的亩产为493.69 kg,居首位,较对照组增产81.61 kg,增幅19.8%;其次是有机肥的454.53 kg,较对照增产42.45 kg,增幅10.30%;仅使用复合肥的425.27 kg较对照略增3.20%(表5)。

表5 玉米有机肥试验中玉米试验实收产量汇总

		有机肥+复合肥	有机肥	复合肥	不施肥
区块 产量 (kg)	I	26.23	24.03	23.17	22.06
	II	26.65	24.77	23.83	23.20
	III	27.10	24.83	21.89	21.5
	S	79.98	73.63	68.89	66.76
	A	26.66	24.54	22.96	22.25
折亩产(kg)		493.69	454.53	425.27	412.08
增产(kg/亩)		81.61	42.45	13.19	
增产(%)		19.80	10.30	3.20	
位次		1	2	3	4

1.7.2 土壤pH值

试验结果表明,施用有机肥对土壤pH值变化有明显的影 响,可降低土壤的酸性。经土酸碱度pH值测定,施用有机肥后,有机肥的pH值为5.27,较种植前的4.61提高0.66,较不施肥的增加0.58;有机肥+复合肥的pH值5.14,较种植前的

4.61 提高 0.49,较不施肥的增加 0.41;施加复合肥、不施肥的 pH 值变化仅为 0.10 和 0.08 的变化,见表 6。

表 6 玉米有机肥试验中土壤 pH 值检测结果

处理	试验前	试验后	变化量
有机肥+复合肥	4.61	5.14	0.49
有机肥		5.27	0.66
复合肥		4.71	0.10
不施肥		4.69	0.08

1.7.3 土壤有机质

如表 7 所示,施用有机肥可提高土壤有机质含量,亩施 450 kg 商品有机肥后,土壤有机质含量由施用前的 31.5 g/kg,提高至 31.9 g/kg。亩施 225 kg 商品有机肥加 25 kg 后,土壤有机质含量由施用前的 31.5 g/kg,提高至 31.7 g/kg。仅施加化肥对土壤有机质没有影响。

表 7 玉米有机肥试验中土壤有机质含量检测结果 g/kg

	试验前	试验后	变化量
有机肥+复合肥	31.5	31.9	0.2
有机肥		31.7	0.4
复合肥		31.5	0
不施肥		31.5	0

2 玉米土壤酸碱性试验

2.1 试验地点

试验地安排在忠堡镇马倌屯村四组朱池建承包地,面积为 2 135 m²。

2.2 试验处理

- ①每亩施用有机肥 500 kg(对照组)。
- ②每亩施用有机肥 500 kg、石灰 100 kg。单作,株行距为 0.3 m 和 0.8 m,大区对比试验。

2.3 试验设计

试验田尺寸为 32.7 m×20.5 m。

2.4 试验地及管理情况

试验地海拔 770 m,为水田改造的旱地,土地平坦,地力均匀,土壤肥力中上等,前作蔬菜。

2.4.1 土壤处理

- ①每亩施用有机肥 500 kg(对照组)。
- ②每亩施用有机肥 500 kg、石灰 100 kg。

2.4.2 田间管理

- ①玉米供试品种为万玉 168。
- ②种植规格。株行距 0.3 m 和 0.8 m,亩播 2 770 株。
- ③播种。底肥沟施再拌土,种子按规格播种 2

粒以上确保苗全,极少数缺苗后及时补苗。

④追肥。第一次苗肥为复合肥(15 kg/亩)、尿素(10 kg/亩),追肥为复合肥(25 kg/亩,N∶K＝30∶5)。锄草覆土 2 次。

⑤防治虫害。分别于 4 月 25 日、5 月 5 日防治地下害虫,6 月 8 日施药防治草地贪夜蛾、玉米螟。

2.5 试验结果

2.5.1 产量

如表 8 所示,施加有机肥+石灰的产量为 525.28 kg/亩,较仅施用有机肥增产 49.12 kg/亩,增幅 10.32 %,增产效果显著。

表 8 玉米土壤酸碱性实收产量

		0.05 亩的验收产量 (kg)	折亩产量 (kg/亩)
有机肥	1	22.90	458.00
	2	23.63	472.59
	3	24.89	497.88
	S	71.42	1 428.47
	A	23.81	476.16
有机肥+石灰	1	26.58	531.51
	2	26.38	527.52
	3	25.84	516.80
	S	78.8	1 575.83
	A	26.27	525.28

2.5.2 生育期

如表 9 所示,出苗至收获全生育期 132 d,4 月 12 日播种,4 月 19 日出苗,8 月 29 日成熟,各处理生育期基本一致。

表 9 玉米土壤酸碱性试验中生育期及植株形态特征

	有机肥	有机肥+石灰
株高(cm)	260	275
穗位高(cm)	101.7	104.3
茎粗(cm)	2.4	2.6
叶片数	18.1	18.2
播种期	4 月 12 日	
出苗期	4 月 19 日	
拔节期	6 月 8 日	
抽雄期	6 月 24 日	
吐丝期	6 月 30 日	
成熟期	8 月 28 日	
收获期	9 月 1 日	
生育期(d)	132	
株型	平展	

2.5.3 主要经济性状

如表 10 所示,有机肥+石灰处理的穗粒数为 616.46 粒/穗,较对照组的 548.09 粒/穗增加了 68.37 粒/穗;有机肥+石灰的千粒重为 29.68 g,较对照组的 29.37g 增加 0.31g;有机肥+石灰的穗数 3 020 为穗/亩,较对照组的 3 070 穗/亩减少 50 穗/亩。

表 10 玉米土壤酸碱性试验中主要经济性状

	有机肥	有机肥+石灰
穗长(cm)	19.76	18.52
秃顶长(cm)	1.27	0.94
穗粗(cm)	5.21	5.30
穗轴粗(cm)	2.98	2.93
穗行数	16.13	17.40
行粒数	33.61	35.43
穗粒数	548.09	616.46
千粒重(g)	29.37	29.68
亩穗数	3070	3020
穗产量(g)	160.97	178.62
理论产量(kg/亩)	494.18	539.43

2.5.4 土壤酸碱度

试验结果表明,施用有机肥、有机肥+石灰对土壤酸碱度有明显的影响,可降低土壤的酸度。施用有机肥后,pH 值为 5.09,较种植前的 pH 值 4.61 增大 0.48;施用有机肥+石灰后,pH 值为 5.20,较种植前的 pH 值 4.61 增大 0.59,如表 11 所示。

表 11 玉米土壤酸碱性试验中土壤的 pH 值

	试验前	试验后	变化量
有机肥	4.61	5.09	0.48
有机肥+石灰		5.20	0.59

2.5.5 土壤有机质

施用有机肥可提高土壤有机质含量,亩施 500 kg 商品有机肥后,土壤有机质含量由试验种植前的 31.5 g/kg,提高至 31.9 g/kg;亩施 500 kg 商品有机肥+100 kg 石灰后,土壤有机质含量由试验种植前的 31.5 g/kg,提高至 31.8 g/kg,如表 12 所示。

表 12 玉米土壤酸碱性试验中土壤有机质含量 g/kg

	试验前	试验后	变化量
有机肥	31.5	31.9	0.4
有机肥+石灰		31.8	0.3

3 结论

恩施山区土壤酸化程度严重,pH 值小于 5.5 的土壤面积超过 50%。近年来,在相同的田间施肥管理模式下,笔者对 pH 值小于 5.5 土块分别采用增施有机肥、增施化肥、增施“有机肥+石灰”、“有机肥+增施化肥”的方式进行田间施肥管理,探索最有效的土壤酸化治理种植技术。试验结果看出,在相同的田间施肥管理模式下,对 pH 值小于 5.5 的土块仅增施化肥有一定的增产效果,但土壤有机质含量无变化,pH 值变化较小,增产效果不佳;仅增施有机肥的土壤有机质含量有所增加,pH 值提高较为明显,但产量不如“有机肥+化肥”搭配施用的效果;施用“商品有机肥+石灰”后,作物增产 49.12 kg/亩,增幅达到 10.32%,增产幅度最大,石灰可显著提高土壤 pH 值,有机肥能有效增加土壤有机质含量,极大提高土壤对 pH 值的稳定和缓冲作用,是最为适合酸化严重土壤的一种治理模式。该模式可以在山区酸化土壤治理上推广,推荐用量为亩施有机肥 500 kg、石灰 100 kg。

此次试验在供试农作物经济性状、土壤改良效果上反映了酸化土壤不同治理模式的可行性,但缺少对肥料利用率和施用量对酸性土壤改良效果的研究,这个问题将通过进一步的试验研究加以完善。

参考文献:

[1] 严顺,杨祎,严展飞,等.恩施山区辣椒病虫害发生及绿色防控技术探讨[J].湖北植保,2023(4):92-95.

[2] 向永生,黄飞跃,张军强,等.恩施州耕地资源评价与利用[M].北京:中国农业科学技术出版社,2013.

[3] 瞿虎.中国粮食安全国家战略研究[M].北京:中国农业科学技术出版社,2011.

[4] 湖北省耕地质量与肥料工作总站.中低产田土壤障碍及改良技术[M].北京:中国农业出版社,2018.

[5] 刘建平,杨双喜,黄兆普,等.土肥站工作规范标准自动模式创新建设与测土配方平衡施肥养分调控应用技术手册[M].北京:中国土地出版社,2022.

[6] 杨志福,王景宏,钱正,等.肥料施用二百题[M].北京:农业出版社,1992.

作者简介:龙 飞,男,1987 年生,助理农艺师。研究方向为测土配方施肥、耕地质量保护。