

粤桂甘蔗产区不同类型土壤 pH 值及其酸性改良 数学方程

陈菁 曾辉

(中国热带农业科学院南亚热带作物研究所,广东湛江 524091)

摘要 采集粤桂甘蔗主要产区不同类型土壤,测其 pH 值,并测定调节土壤 pH 值至 5.5、6.0、6.5 需要的碳酸钙和白云石粉用量,并且以要调至土壤 pH 值减去原值数值为自变量(x)、需要碳酸钙量为因变量(y)进行数学模拟,得出不同类型土壤酸性改良数学方程,为不同土壤类型酸性土壤改良提供参考。结果表明,粤桂甘蔗产区土壤 pH 值为 3.72~5.50,调节至土壤 pH 值 5.5、6.0、6.5 需要施用碳酸钙或白云石粉量因土壤类型而存在较大差异,以玄武岩类型需要量最少。不同类型土壤酸性土改良与碳酸钙用量数学方程及相关系数:第四纪红土为 $y=3\ 388.5x-1\ 599.75$,相关系数 $R=1$;浅海沉积物发育而成土壤为 $y=3\ 391.95x-720.105$,相关系数 $R=0.999\ 6$;玄武岩发育而成土壤为 $y=2\ 742.6x-1\ 041.96$,相关系数 $R=0.990\ 5$ 。

关键词 土壤类型;pH 值;酸性改良;数学方程;粤桂甘蔗产区

中图分类号 S156 文献标识码 A

文章编号 1007-5739(2021)02-0147-03

DOI:10.3969/j.issn.1007-5739.2021.02.062

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



pH Value of Different Soil Types in Sugarcane Producing Areas of Guangdong and Guangxi and Its Mathematical Equation of Acid Improvement

CHEN Jing ZENG Hui

(South Subtropical Crops Research Institute of CATAS, Zhanjiang Guangdong 524091)

Abstract The pH values of different soil types in the main sugarcane producing areas of Guangdong and Guangxi were measured, and the amounts of calcium carbonate and dolomite powder needed to adjust the soil pH value to 5.5, 6.0 and 6.5 were measured. The original value subtracted from the adjusted pH value was selected as the independent variable (x), and the application amount of calcium carbonate was selected as the dependent variable (y), and the mathematical simulation was carried out to obtain the mathematical equation of acid improvement of different types of soil, so as to provide references for the improvement of different types of acid soil. The results showed that the soil pH value in the sugarcane producing area of Guangdong and Guangxi was 3.72~5.50, and the amount of calcium carbonate or dolomite powder needed to be applied to adjust to the soil pH value (5.5, 6.0 and 6.5) was greatly different due to the soil type, and the requirement of basalt soil was the least. The mathematical equation and correlation coefficient of the acid soil improvement were as follows: for quaternary red clay, $y=3\ 388.5x-1\ 599.75$, $R=1$; for shallow-sea sediments derived soil, $y=3\ 391.95x-720.105$, $R=0.999\ 6$; for basalt derived soil, $y=2\ 742.6x-1\ 041.96$, $R=0.990\ 5$.

Keywords soil type; pH value; acid soil improvement; mathematical equation; sugarcane producing area of Guangdong and Guangxi

甘蔗(*Saccharum officinarum* L.)是重要的糖料和能源作物^[1],我国甘蔗种植面积和产量仅次于巴西和印度,是全球第三大甘蔗种植国家^[2]。我国甘蔗主要栽植在广西、广东、云南^[3],其栽植地土壤大多呈酸性或强酸性,影响了甘蔗产量提高,因而需要调节土壤 pH 值,以提高甘蔗产量和种植经济效益。

不同类型土壤对碱性物质的反应差异较大,调节

土壤 pH 值时需要根据不同土壤类型施用不同数量碱性物质。在酸性土壤改良中,需要测定土壤 pH 值或土壤酸量,然后再使用碱性物质调节至目标土壤 pH 值,计算需要的碱性物质数量^[4]。针对我国甘蔗产区不同类型土壤,通过数学方程计算调节至土壤目标 pH 值所需碱性物质用量的研究尚未见报道。本研究通过采集我国粤桂甘蔗主产区不同类型土壤,通过测定产区土壤 pH 值及其分布状况,并且使用碱性物质碳酸钙、白云石粉调节 pH 值至 5.5、6.0、6.5 需要用量,建立数学方程,以期在生产中酸性土壤改良提供简单计算方法。

基金项目 国家重点研发计划项目(2018YFD0201100)。

作者简介 陈菁(1973—),男,广东化州人,副研究员,从事热带作物营养与施肥研究工作。

收稿日期 2020-07-21

1 材料与方法

1.1 土样采集方法

在我国甘蔗主产区广西扶绥、广东遂溪、雷州、徐闻,分别在第四纪红土发育而成红壤、浅海沉积物、玄武岩发育而成砖红壤甘蔗园采集土壤,其中扶绥3个乡镇(山圩镇、东门镇、邕盆乡)、遂溪2个(城月、北坡)、雷州2个(调风、龙门)、徐闻1个(前山),每个乡镇随机选择同一土壤类型10个甘蔗地块进行采样,每个甘蔗地块随机选择2个点,先刮去表面杂物,然后用锄头挖一个垂直剖面,深度为20 cm,用不锈钢铲垂直均匀采集0~20 cm土,每个点采集约0.3 kg,将10个地块采集土壤混合成一个样,带回样品处理室风干,挑去杂物后称重,磨碎过2 mm筛,称重,备用测定。

1.2 测定方法

以常规方法测定所采土壤pH值^[9]作为原值,然后再称供试土壤40 g,置于300 mL三角瓶,加蒸馏水100 mL,逐一加入碳酸钙或白云石粉,搅拌,静置,用土壤pH值计测定,直至调到相应pH值(分别为5.5、6.0、6.5),记下碳酸钙或白云石粉用量(g)。

1.3 数学模拟

计算应施用碳酸钙或白云石粉量(kg/hm²)。以调到相应pH值减去原值差值为自变量(x),需要施用的碳酸钙量为因变量(y),进行不同类型土壤数学模拟,得出其数学方程和相关系数。

1.4 数据处理与分析

用Excel 2010和SPSS 13.0进行数据处理与分析。

2 结果与分析

2.1 甘蔗产区不同类型土壤pH值及调节到弱酸性、中性需要的石灰性物质质量

表1结果表明,我国甘蔗主产区广西、广东不同类型土壤pH值存在较大差异,以第四纪红土pH值最低,其pH值范围为3.72~3.90,浅海沉积物发育而成土壤pH值范围为4.26~5.10,玄武岩发育而成土壤pH值范围为4.50~5.50。从表1还可以算出,白云石粉用量为碳酸钙用量的1.66倍左右。

表2结果表明,当调节到甘蔗酸害阈值pH值5.5时,广西第四纪红土发育而成土壤需要碳酸钙量为3 354~4 935 kg/hm²,平均值为4 137 kg/hm²;浅海沉积物发育而成土壤需要碳酸钙量为973.5~3 112.5 kg/hm²,

表1 40 g不同类型土壤调节pH值至5.5~6.5需要的碳酸钙和白云石粉量

地点	土壤类型及名称	土壤pH值	调节到pH值=5.5		调节到pH值=6.0		调节到pH值=6.5	
			碳酸钙/g	白云石粉/g	碳酸钙/g	白云石粉/g	碳酸钙/g	白云石粉/g
广西扶绥山圩镇	第四纪红土发育而成黏土	3.90	0.109 0	0.181 0	0.153 0	0.254 0	0.218 1	0.362 4
广西扶绥东门镇	第四纪红土发育而成黏土	3.72	0.075 0	0.124 5	0.098 8	0.164 0	0.113 0	0.187 5
广西扶绥邕盆乡	第四纪红土发育而成黏土	3.76	0.098 0	0.163 0	0.146 0	0.242 8	0.181 8	0.302 3
广东遂溪城月	浅海沉积物发育而成砂壤土	4.26	0.058 0	0.096 3	0.089 0	0.147 7	0.118 4	0.196 5
广东遂溪北坡	浅海沉积物发育而成壤土	5.10	0.018 4	0.030 6	0.053 2	0.088 4	0.085 4	0.141 8
广东徐闻前山	玄武岩发育而成黏土	4.50	0.026 0	0.040 0	0.052 0	0.085 0	0.086 0	0.143 0
广东雷州调风	玄武岩发育而成黏土	5.00	0.013 5	0.022 4	0.028 7	0.047 7	0.052 7	0.087 6
广东雷州龙门	玄武岩发育而成黏土	5.50			0.010 0	0.017 0	0.024 0	0.040 0

表2 不同类型土壤调节pH值至5.5~6.5需要的碳酸钙和白云石粉量

地点	土壤类型	过2 mm筛土占比/%	用量/kg·hm ⁻²					
			调节到pH值=5.5		调节到pH值=6.0		调节到pH值=6.5	
			碳酸钙	白云石粉	碳酸钙	白云石粉	碳酸钙	白云石粉
广西扶绥山圩镇	第四纪红土发育而成黏土	80.5	4 935.0	8 196.0	6 928.5	11 502.0	9 876.0	16 410.0
广西扶绥东门镇	第四纪红土发育而成黏土	79.5	3 354.0	5 568.0	4 417.5	7 333.5	5 053.5	8 385.0
广西扶绥邕盆乡	第四纪红土发育而成黏土	74.8	4 123.5	6 858.0	6 142.5	10 216.5	7 648.5	12 720.0
广东遂溪城月	浅海沉积物发育而成砂壤土	95.4	3 112.5	5 167.5	4 776.0	7 926.0	6 354.0	10 545.0
广东遂溪北坡	浅海沉积物发育而成壤土	94.0	973.5	1 618.5	2 812.5	4 674.0	4 515.0	7 497.0
广东徐闻前山	玄武岩发育而成黏土	98.5	1 440.0	2 217.0	2 881.5	4 710.0	4 765.5	7 923.0
广东雷州调风	玄武岩发育而成黏土	98.0	744.0	1 234.5	1 582.5	2 629.5	2 905.5	4 828.5
广东雷州龙门	玄武岩发育而成黏土	98.3			553.5	940.5	1 327.5	2 212.5

注:1 hm²地土壤质量=2 250 t土×过2 mm筛土占比,需要施用碳酸钙或白云石粉数量(kg/hm²)=1 hm²土壤质量/(40/1 000)×40 g土调pH值至5.5~6.5需要碳酸钙和白云石粉量(g)。

平均值为2 043 kg/hm²;玄武岩发育而成土壤需要碳酸钙量为744~1 440 kg/hm²,平均值为1 092 kg/hm²。可见粤桂甘蔗园土壤以广西第四纪红土需要施用碱性物质质量最大,其次为浅海沉积物。

2.2 不同类型土壤酸性土改良与碳酸钙用量数学方程

以要调节土壤目标pH值(5.5、6.0、6.5)减去原值

(即酸性土改良前pH值)数值为自变量(x),需要碳酸钙量为因变量(y,单位为kg/hm²),进行数学模拟,得出不同类型土壤数学方程。通过此数学方程,可根据测出酸性土壤pH值和要调到土壤pH值,计算出需要施用碳酸钙量,如施用白云石粉,则用碳酸钙量乘以系数1.66。第四纪红土:y=3 388.5x-1 599.75,相关系数

$R=1$ 。浅海沉积物发育而成土壤: $y=3\ 391.95x-720.105$, 相关系数 $R=0.999\ 6$ 。玄武岩发育而成土壤: $y=2\ 742.6x-1\ 041.96$, 相关系数 $R=0.990\ 5$ 。从相关系数看, 3 种土壤类型相关系数都超过 0.99, 第四纪红土甚至达到 1, 可见通过数学方程计算酸性土壤需要碱性物质质量是可行的。

3 结论与讨论

我国甘蔗主要种植在广西、广东、云南, 蔗区土壤大多为酸性, 其中以广西种植面积最大, 达 73.33 万 hm^2 以上^[6], 广西甘蔗产区土壤母质主要为第四纪红土、石灰岩等, 第四纪红土所占比例较大。广东甘蔗产区土壤母质主要为玄武岩和浅海沉积物。分析测定结果表明, 广西蔗区第四纪红土发育而成土壤 pH 值最低, 其范围为 3.72~3.90, 浅海沉积物发育而成土壤 pH 值范围为 4.26~5.10, 玄武岩发育而成土壤 pH 值范围为 4.50~5.50。甘蔗生长最适土壤 pH 值为 5.5 以上, 由此可见粤桂甘蔗产区土壤大多需要进行酸性改良, 提高土壤 pH 值。当调节到甘蔗酸害阈值 pH 值 5.5 时, 广西第四纪红土发育而成土壤需要碳酸钙平均值为 4 137 kg/hm^2 , 浅海沉积物发育而成土壤需要碳酸钙平均值为 2 043 kg/hm^2 , 玄武岩发育而成土壤需要碳酸钙平均值为 1 092 kg/hm^2 。粤桂甘蔗园土壤以广西第四纪红土需要施用碱性物质质量最大, 其次为浅海沉积物。

同一土壤母质不同甘蔗地块, 由于施用化肥量不同, 因而土壤 pH 值也存在较大差异。在进行酸性土壤

改良前, 先采集需改良的土壤, 处理后用 pH 计测定其 pH 值, 然后加入碱性物质调节至目标 pH 值, 计算碱性物质需要量; 或用中性盐或弱酸强碱盐类溶液浸提土壤, 并用标准碱滴定, 根据消耗的碱量换算为交换性酸量, 再计算需要施用石灰或其他碱性物质质量^[4]。这需要一定试验条件且不利于快速测定。在缺乏试验条件下, 需要一种简单方法来决定施用碱性物质数量。粤桂甘蔗酸性土壤产区可直接应用上面研究结果来施用碱性物质, 即广西第四纪红土发育而成土壤需要碳酸钙平均值为 4 137 kg/hm^2 , 浅海沉积物发育而成土壤需要碳酸钙平均值为 2 043 kg/hm^2 , 玄武岩发育而成土壤需要碳酸钙量平均值为 1 092 kg/hm^2 。为精确施用碱性物质, 可简单测定蔗田土壤 pH 值后, 利用不同类型土壤数学方程计算出需要施用碳酸钙的用量, 其他碱性物质施用量可通过与碳酸钙换算计得。

4 参考文献

- [1] LIANG Y, ZHANG P, ZHANG L, et al. Study of sugarcane pieces as yeast supports for ethanol production sugarcane juice and molasses[J]. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, 2008, 35(12): 1605-1613.
- [2] 李杨瑞, 杨丽涛. 20 世纪 90 年代以来我国甘蔗产业和科技的新发展[J]. 西南农业学报, 2009, 22(5): 1469-1476.
- [3] 邓军, 蔡晓琳, 付思明, 等. 中国蔗糖产业布局及发展对策[J]. 甘蔗糖业, 2011(1): 57-60.
- [4] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 175-177.
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [6] 毛岚. 广西调研: 甘蔗种植面积小幅增加[N]. 期货日报, 2020-5-27(008).
- [7] 皮梦, 刘心志, 张书平, 等. 城市污泥与水稻秸秆混合热解特性及动力学分析[J]. 能源研究与利用, 2019(6): 37-44.
- [8] 韩剑宏, 李艳伟, 姚卫华, 等. 玉米秸秆和污泥共热解制备的生物质炭及其对盐碱土壤理化性质的影响[J]. 水土保持通报, 2017, 37(4): 92-98.
- [9] 卢再亮, 李九玉, 姜军, 等. 生活污水污泥制备的生物质炭对土壤酸度的改良效果及其环境风险[J]. 环境科学, 2012, 33(10): 3585-3591.
- [10] 刘凯传, 刘佳欢, 孙甲玉, 等. 污泥-秸秆混合基生物炭对土壤性质和植物生长的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2018, 49(6): 1015-1019.
- [11] 朱赫男, 王志朴, 邢文龙, 等. 污泥与生物质共热解制备生物质炭工艺优化及吸附性能[J]. 化工进展, 2018, 37(增刊 1): 199-204.
- [12] 邓辉, 李政家, 金志文, 等. 棉秆与污泥共热解制备生物炭工艺优化及其结构与吸附性能[J]. 农业工程学报, 2016, 32(24): 248-254.
- [13] 何莹, 舒威, 廖筱锋, 等. 污泥-秸秆基活性炭的制备及其对渗滤液 COD 的吸附[J]. 环境工程学报, 2015, 9(4): 1663-1669.
- [14] 殷志源, 张双全, 范恒亮, 等. 城市污泥与玉米秸秆共热解及炭粉吸附特性研究[J]. 可再生能源, 2011, 29(2): 74-77.
- [15] 王志朴, 朱赫男, 邢文龙, 等. 污泥与秸秆共热解制备生物质炭工艺优化及其对 Cr(VI) 的吸附[J]. 环境工程, 2019, 37(2): 138-143.
- [16] 王忠科, 陆江银, 王建俊. 响应面法优化污泥-花生壳共热解工艺条件[J]. 环境工程学报, 2017, 11(10): 5663-5670.

(上接第 146 页)

2020, 114: 225-233.

- [4] 皮梦, 刘心志, 张书平, 等. 城市污泥与水稻秸秆混合热解特性及动力学分析[J]. 能源研究与利用, 2019(6): 37-44.
- [5] 韩剑宏, 李艳伟, 姚卫华, 等. 玉米秸秆和污泥共热解制备的生物质炭及其对盐碱土壤理化性质的影响[J]. 水土保持通报, 2017, 37(4): 92-98.
- [6] 卢再亮, 李九玉, 姜军, 等. 生活污水污泥制备的生物质炭对土壤酸度的改良效果及其环境风险[J]. 环境科学, 2012, 33(10): 3585-3591.
- [7] 刘凯传, 刘佳欢, 孙甲玉, 等. 污泥-秸秆混合基生物炭对土壤性质和植物生长的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2018, 49(6): 1015-1019.
- [8] 朱赫男, 王志朴, 邢文龙, 等. 污泥与生物质共热解制备生物质炭工艺优化及吸附性能[J]. 化工进展, 2018, 37(增刊