

不同类型紫色土交换性钙镁含量及对烟叶钙镁分布的影响

唐先干^{1,2}, 苏金平^{1,2}, 何宽信³, 韩延⁴, 李祖章^{1,2*}, 谢邦金⁴, 杨启冰⁴

(1.江西省农业科学院土壤肥料与资源环境研究所,南昌 330200;2.江西省农业科学院国家红壤改良工程技术研究中心,南昌 330200;3.江西省烟草公司,南昌 330045;4.江西省烟草公司抚州市公司,江西 抚州 344000)

摘要:为探讨江西紫色土交换性钙、镁含量及对烟叶钙、镁含量分布的影响,于2009年在江西紫色土烟区点对点采集土样和烟样进行了化验分析。结果表明,江西紫色土交换性钙含量丰富但变异较大,交换性镁含量偏低且交换性钙、镁比值较大,导致烟叶含钙量变异较大且烟叶含镁量较低;烟叶含镁量为中性紫色土>酸性紫色土>碱性紫色土;中性紫色土烤烟不同叶位烟叶含钙、镁量差异不大,但碱性与酸性紫色土烤烟均为上部烟叶含钙、镁量高于中下部叶;土壤交换性钙、镁之间呈极显著正相关,交换性钙、镁与土壤pH、有机质和氮、磷、钾、硫之间具有一定的相关性,但交换性钙与微量元素呈极显著负相关。

关键词:紫色土;烤烟;养分分布;交换性钙;交换性镁

中图分类号:S572.06

文章编号:1007-5119(2013)04-0001-04

DOI:10.3969/j.issn.1007-5119.2013.04.001

Exchangeable Ca and Mg Contents in Various Purple Soils and their Effects on Ca and Mg Contents in Flue-cured Tobacco

TANG Xiangan^{1,2}, SU Jinping^{1,2}, HE Kuanxin³, HAN Yan⁴, LI Zuzhang^{1,2*}, XIE Bangjin⁴, YANG Qibing⁴

(1. Soil & Fertilizer and Environmental & Resources Research Institute, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; 2. National Engineering and Technology Research Center for Red Soil Improvement, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; 3. Jiangxi Provincial Tobacco Company, Nanchang 330200, China; 4. Fuzhou Tobacco Company of Jiangxi Province, Fuzhou, Jiangxi 344000, China)

Abstract: In order to understand the contents of exchangeable Ca and Mg in different types of purple soils of Jiangxi and their effects on nutrients (Ca, Mg) distribution of flue-cured tobacco, the soil and tobacco samples were collected by point to point approach (namely the location of soil sample was same to that of the tobacco sample) in purple soil area of Jiangxi and were then determined in 2009. The results showed that in Jiangxi's purple soils, the exchangeable Ca was sufficient and greatly variable, while the exchangeable Mg was low and the ratio of exchangeable Ca to Mg was high, so the concentration of Ca in leaves was variable and the concentration of Mg was low; the concentration of Mg in tobacco leaves was neutral purple soil > acid purple soil > alkaline purple soil. In the neutral purple soil, the concentrations of Ca and Mg in difference position of leaves were not significant difference, but in the acidic and alkaline purple soils the concentrations of Ca and Mg in the upper leaf were higher than those in the middle and lower leaves. Soil exchangeable Ca was significantly positive correlation to Mg, and also was positively correlative to pH, organic matter, nutrients (N, P, K, S), and was extremely significant and negative correlated to soil trace elements.

Keywords: purple soil; flue-cured tobacco; nutrient distribution; exchangeable Ca; exchangeable Mg

钙、镁是影响烤烟产量和品质的重要中量营养元素。钙是烤烟吸收量仅次于钾的矿质元素^[1],是细胞代谢的总调节者,维持着烟株正常生长所需要的细胞pH^[2-4]。缺钙烟叶中氮含量明显减少,非蛋白态氮大量增加,烟草品质变劣^[5-7]。镁是叶绿素的

重要成分,适量的镁可促进烤烟的生长发育,有利于烟叶内在品质的提高^[8-10],缺镁会导致光合产物的运输速率下降,严重时烟叶的蛋白质合成受阻,蛋白态氮减少;缺镁烟叶,烘烤后发暗,呈无光泽的挂灰装,质地似薄纸状,无弹性韧性^[11]。

基金项目:江西省烟草公司科技专项[赣(2009)6号];国家科技支撑计划(2011BAD41B01)

作者简介:唐先干,男,助理研究员,主要从事土壤调查与烟草栽培方面的研究。E-mail:tangxiangan707@126.com,*通信作者,E-mail:lzztfs@126.com

收稿日期:2012-05-16

紫色土在中国土壤系统分类中名紫色正常新成土 (*Purpli-Orthic Primosols*)^[12-13], 因其疏松多孔, 矿质营养丰富, 尤其是钾素含量高, 是优良的植烟土壤。紫色土根据其 pH 和碳酸钙含量可分为酸性紫色土 ($\text{pH}<6.5$), 中性紫色土 ($6.5<\text{pH}<7.5$) 和碱性紫色土 ($\text{pH}>7.5$) 三大类^[12]。不同酸碱性的紫色土, 其土壤质地、土壤肥力间差异较大。江西省赣南地区有大量紫色土分布, 是江西优质烤烟种植区, 然而关于江西省烤烟不同类型紫色土钙镁营养规律的研究十分缺乏, 因此本研究于 2009 年分别在江西省紫色土烟区通过点对点方法采集土样与烟样进行化验分析, 探讨江西不同类型紫色土交换性钙、镁含量差异及其对烤烟钙镁分布规律的影响, 为江西紫色土烤烟平衡施肥技术提供科学理论依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

土壤样品采集时根据具体采样地块的形状和大小, 确定适当的采样路线和方法。取样时间均在烟草施用底肥和移栽以前, 以反映采样地块的真实养分状况和供肥能力, 同时注意避开雨季。采样深度为 20 cm, 每个地块一般取 10~15 个小样点 (即一钻土样) 土壤, 制成 1 个混合样。采集的各小样点土壤在田间用“四分法”弃去多余部分, 最后保留 0.5 kg, 经过风干、磨细、过筛、装袋后备用。

紫色土一般长期处于幼年发育阶段, 且大多富含碳酸盐, 但碳酸盐含量差异大, 由 1 g/kg 至 180 g/kg 不等, 其含量差异与母岩性状相关, 也是判定土壤类型分异的重要依据^[12]。在降雨量与日照丰富的亚热带江西地区, 紫色土以酸性和中性土壤为主, 碱性紫色土偏少。这也是本次采样过程中碱性紫色土样品偏少的原因。

烟叶样品采集是在土壤样品采集对应的地块, 烟叶取样点同土壤采样范围保持一致。每套烟叶样品包括下部叶 (X2F)、中部叶 (C3F)、上部叶 (B2F) 3 个等级。每个烤烟等级取 1.5 kg 烟叶。烟叶样品

为同一烤烟品种 K326。根据土壤样品的地块也对应采集了 41 套烟叶样品。

1.2 测定方法

土壤样品测定的项目包括: 有机质、pH、交换性钙、交换性镁、全氮、全磷、全钾、碱解氮、有效磷、速效钾、有效硫、有效铜、有效锌、有效铁、有效锰, 测定方法均按常规方法统一进行^[14]。烟叶样品测定项目包括钙、镁, 测定方法为常规方法^[15]。

1.3 数据分析

使用 SPSS 11.5 进行数据的统计分析。

2 结果与讨论

2.1 土壤钙、镁含量

从表 1 结果可知, 交换性钙含量在 615~6040 mg/kg, 变异较大, 平均含量为 4501.6 mg/kg。其中碱性紫色土交换性钙平均含量最高 (4880.0 mg/kg), 其次是中性紫色土 (4502.2 mg/kg) 和酸性紫色土最低 (4348.8 mg/kg)。交换性镁含量在 32.5~195.40 mg/kg, 平均含量为 83.6 mg/kg (表 1)。其中碱性紫色土交换性镁平均含量为 80.5 mg/kg, 高于酸性紫色土 (64.85 mg/kg), 但低于中性紫色土 (91.0 mg/kg)。

根据土壤中交换性钙、镁含量的丰缺评价指标标准 (600 mg/kg 和 50 mg/kg)^[16-17], 江西不同类型紫色土交换性钙较丰富, 但部分紫色土中交换性镁含量较低。有研究认为, 土壤中的交换性钙、镁比值也可作为植物镁营养失调的重要特征, 若土壤中交换性钙、镁比值较大, 尽管土壤中交换性镁含量较高, 植物仍可能出现镁营养失调症状^[1], 一般认为, 交换性钙与交换性镁的比值在 10 左右时, 植物可较好的吸收土壤中的镁^[18]。本调查结果显示紫色土中交换性钙、镁比值在 10.8~97.5, 较高的比值可能会影响烤烟对镁的吸收。

2.2 交换性钙、镁含量与土壤养分的相关性

由表 2 可知, 紫色土交换性钙、镁之间呈极显著正相关 ($r = 0.45, p < 0.01$)。紫色土中交换性钙、镁与土壤 pH、有机质和植物所需的大量营养元素

表 1 不同类型紫色土中交换性钙、镁含量及其比值 mg/kg
Table 1 Exchangeable Ca and Mg contents in different types of purple soil

| 统计量 | 紫色土 | 酸性紫色土 | 中性紫色土 | 碱性紫色土 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 交换性钙 | | | |
| 平均值 ± 标准差 | 4502 ± 1127 | 4349 ± 606 | 4502 ± 1337 | 4880 ± 283 |
| 范围 | 615~6040 | 2912~5109 | 615~6040 | 4642~5280 |
| | 交换性镁 | | | |
| 平均值 ± 标准差 | 83.6 ± 36.5 | 64.9 ± 11.4 | 91.0 ± 39.6 | 80.5 ± 46.8 |
| 范围 | 32.5~195.4 | 50.8~81.3 | 34.3~195.4 | 32.5~144.8 |
| | 交换性钙/交换性镁 | | | |
| 平均值 ± 标准差 | 36.2 ± 14.9 | 41.2 ± 7.6 | 32.4 ± 11.9 | 49.0 ± 30.5 |
| 范围 | 10.8~97.5 | 25.0~49.7 | 10.8~57.4 | 19.6~97.5 |

注：交换性钙/交换性镁是摩尔比。

表 2 紫色土交换性钙、镁含量与其他土壤养分的简单相关系数
Table 2 The correlations between exchangeable Ca, Mg and other soil nutrients in purple soils

| 土壤养分 | pH | 有机质 | 全氮 | 全磷 | 全钾 | 碱解氮 | 有效磷 |
|------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|
| 交换性镁 | 0.39* | 0.33* | 0.26 | 0.57** | 0.36* | 0.37* | 0.57** |
| 交换性钙 | 0.19 | 0.26 | -0.04 | 0.43** | 0.30 | 0.16 | 0.20 |
| 土壤养分 | 速效钾 | 有效硫 | 有效铜 | 有效锌 | 有效铁 | 有效锰 | 交换性钙 |
| 交换性镁 | 0.46** | 0.48** | 0.08 | -0.01 | 0.02 | -0.01 | 0.45** |
| 交换性钙 | 0.42** | 0.44** | -0.53** | -0.63** | -0.38* | -0.59** | 1 |

注：*和**分别表示差异达显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$) 水平。

(氮、磷、钾、硫)之间具有较好的相关性,其中交换性镁与 pH、有机质、全钾、碱解氮呈显著正相关,与全磷、有效磷、速效钾、有效硫呈极显著正相关。交换性钙与全磷、速效钾、有效硫呈极显著正相关,与土壤有效态铜、锌、铁、锰呈极显著负相关。由于土壤中氮、磷、钾养分较交换性钙、镁等养分元素易调控,因此,可根据土壤中养分之间的相关性,通过调节土壤养分氮、磷、钾含量使土壤钙、镁达到适宜的协调状态,从而更有利于优质烟叶品质的形成^[19-20]。根据紫色土中交换性钙与微量元素呈极显著负相关的关系,也可通过提高土壤交换态钙含量而达到调节土壤中微量元素含量的目的。

2.3 烟叶钙、镁含量与分布

紫色土烟叶含钙量的变异较大,在 4.6~38.4 g/kg,含钙量最高值是最低值的 9 倍。与其他省份烟叶含钙量相比,调查区烟叶的平均含钙量与云南烟叶含钙量相当,低于邻省安徽烟叶的含钙量,高于邻省湖北烟叶的含钙量^[1]。与其他省份烟叶含钙量相比^[1],调查区紫色土上生长的烟叶含钙量很低,平均仅为 2.6 g/kg。由于烟叶含钙量低于 1.5 g/kg 时

易出现缺钙症状,本次调查中烟叶含钙量最低值仅为 0.42 g/kg,因此在调查区紫色土上种植烤烟要注重钙肥的施用。

中性紫色土上生长的烤烟不同叶位烟叶钙、镁含量差异均不显著,但碱性与酸性紫色土均为上部叶烟叶钙、镁含量高于中下部叶(表 3)。酸性紫色土烟叶含钙量平均为 28.7 g/kg,与中性紫色土烟叶含钙量平均值(28.2 g/kg)相当,稍高于碱性紫色土烟叶含钙量(27.3 g/kg)。

化验分析表明,烟叶含钙量中性紫色土(3.24 g/kg) > 酸性紫色土(3.09 g/kg) > 碱性紫色土(2.75 g/kg)。此可能是因为中性紫色土中交换性钙含量高于酸性与碱性紫色土,而且中性紫色土中交换性钙、镁比值相对较小(表 1),导致烤烟易于吸收土壤中的钙。而酸性和碱性紫色土中丰富的钙抑制了烤烟对钙的吸收,从而使烤烟中钙含量下降。此说明在调查区紫色土上生长的烤烟,土壤交换性钙、镁的比值会显著影响烟叶含钙量。

3 结 论

调查区紫色土交换性钙含量丰富且变异较大,导致烟叶含钙量变异较大。交换性钙含量较低且交

表3 烤烟不同部位烟叶钙、镁含量 g/kg
Table 3 Leaf Ca and Mg contents at different positions of tobacco

| 指标 | 统计量 | 酸性紫色土 | | | 中性紫色土 | | | 碱性紫色土 | | |
|----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 上部烟 | 中部叶 | 下部叶 | 上部烟 | 中部叶 | 下部叶 | 上部烟 | 中部叶 | 下部叶 |
| 烟叶含 Ca 量 | 平均 | 30.3a | 28.3b | 27.4b | 28.2a | 27.8a | 28.6a | 29.4a | 24.8b | 27.7a |
| | 最大 | 35.0 | 34.4 | 34.9 | 38.8 | 38.4 | 37.4 | 40.3 | 38.3 | 37.6 |
| | 最小 | 18.5 | 4.6 | 3.9 | 5.0 | 6.6 | 8.5 | 19.7 | 6.2 | 14.0 |
| 烟叶含 Mg 量 | 平均 | 3.37a | 2.90b | 3.00b | 3.30a | 3.19a | 3.24a | 3.34a | 2.42b | 2.49b |
| | 最大 | 6.02 | 4.08 | 5.12 | 7.06 | 5.41 | 7.10 | 4.91 | 4.13 | 3.61 |
| | 最小 | 2.36 | 0.42 | 0.35 | 0.61 | 0.42 | 0.56 | 2.13 | 0.67 | 1.59 |

注：不同字母表示差异达到 0.05 的显著水平。

换性钙、镁的比值较大，导致紫色土部分烟叶含镁量较低，在烤烟生产过程中应重视镁肥的施用。不同类型紫色土烤烟含钙量差异不大，但烟叶含镁量中性紫色土 > 酸性紫色土 > 碱性紫色土。中性紫色土不同叶位烟叶含钙、镁量差异不大，但碱性与酸性紫色土均为上部叶烟叶的含钙、镁量高于中下部叶。紫色土交换性钙、镁之间呈极显著正相关，交换性钙、镁与土壤 pH、有机质、氮、磷、钾、硫之间具有一定的相关性，交换性钙与微量元素呈极显著负相关，因此，可以通过调节土壤中钙含量达到降低微量元素对烟草危害的目的。

参考文献

- [1] 胡国松, 郑伟, 王震东, 等. 烤烟营养原理[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [2] Tan W, Meng Q, Brestic M, et al. Photosynthesis is improved by exogenous calcium in heat-stressed tobacco plants [J]. J Plant Physiol, 2011, 168(17): 2063-2071.
- [3] Pandey G K, Reddy V S, Reddy M K, et al. Transgenic tobacco expressing Entamoeba histolytica calcium binding protein exhibits enhanced growth and tolerance to salt stress[J]. Plant Science, 2002, 162(1): 41-47.
- [4] 韩锦峰. 烟草栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [5] Ruiz J M, Rivero R M, Garcia P C, et al. Role of CaCl₂ in nitrate assimilation in leaves and roots of tobacco plants (*Nicotiana tabacum* L.) [J]. Plant Science, 1999, 141(2): 107-115.
- [6] Lopez-Lefebvre L R, Rivero R M, Garcia P C, et al. Effect of calcium on mineral nutrient uptake and growth of tobacco[J]. J Sci Food Agric, 2001, 81(14): 1334-1338.
- [7] Lopez-Lefebvre L R, Ruiz J M, Rivero R M, et al. Role of CaCl₂ on ammonium assimilation in roots of tobacco plants (*Nicotiana tabacum* L) [J]. J Plant Physio, 2001, 156(5/6): 672-677.
- [8] 冯小虎, 董建新, 熊萍, 等. 不同形态镁肥对江西烟区烤烟质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(6): 53-55.
- [9] 崔国明, 张小海, 李永平, 等. 镁对烤烟生理生化及品质和产量的影响研究[J]. 中国烟草科学, 1998, 29(1): 5-7.
- [10] 徐茜, 陈爱国, 戴培刚, 等. 镁肥合理施用对烤烟生长及产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(2): 33-37.
- [11] 曹志洪, 凌云霄, 李仲林, 等. 烤烟营养及失调症状图谱[M]. 南京: 江苏科技出版社, 1993.
- [12] 龚子同. 中国土壤系统分类: 理论·方法·实践[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 756-760.
- [13] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组, 中国土壤系统分类课题研究协作组. 中国土壤系统分类检索[M]. 3版. 合肥: 中国科技大学出版社, 2001.
- [14] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 112-478.
- [15] 肖协忠. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1997: 162-250.
- [16] 周米良, 邓小华, 刘逊, 等. 湘西植烟土壤交换性钙含量及空间分布研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(18): 9697-9699.
- [17] 尹永强, 何明雄, 韦峥宇, 等. 烟草镁素营养研究进展[J]. 广西农业科学, 2009, 40(1): 60-66.
- [18] 鲁耀, 郑波, 段宗颜, 等. 钙镁比调控对烟叶产量、化学品质及镁吸收的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(11): 69-74.
- [19] 许自成, 黎妍妍, 肖汉乾, 等. 湖南烟区土壤交换性钙、镁含量及对烤烟品质的影响[J]. 生态学报, 2007, 27(11): 4425-4433.
- [20] 韦忠, 沈方科, 王蕾, 等. 施用钙镁对烤烟钾吸收、循环和含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(4): 66-70.