

云南曲靖植烟土壤交换性钙、镁与关联土壤属性的特征研究^①

余小芬¹, 李军营², 韩小女³, 解 燕⁴, 刘加红⁴, 张瑞勤⁴, 吕亚琼⁴,
马淑琴⁵, 陈秀华⁵, 杨树明¹, 闫 辉¹, 邱学礼^{1*}

(1 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 昆明 650205; 2 云南省烟草农业科学研究院, 昆明 650021; 3 宣威市农业技术推广中心, 云南宣威 655400; 4 云南省烟草公司曲靖市公司, 云南曲靖 655000; 5 云南省农业科学院粮食作物研究所, 昆明 650205)

摘 要: 利用 GPS 定位采集云南曲靖核心烟田耕层土壤样品 651 个, 测定土样交换性钙、镁及 pH、有机质、全氮、全磷、全钾含量, 研究交换性钙、镁分布特征及其与土壤其他属性的关系。结果表明: ①交换性钙、镁含量均值分别为 3 054.3、258.12 mg/kg, 变异幅度较大, 且两者含量属适宜的占比低, 仅为 6.3% 和 29.8%, 总体含量丰富。不同烟区间交换性钙、镁含量差异较大; ②交换性钙、镁含量与 pH 及有机质、全氮、全磷含量呈显著正相关, 交换性钙含量与全钾含量相关性不显著, 交换性镁含量与全钾含量呈极显著正相关。采用曲线估计分析每两个属性之间的回归关系, 共建立 9 个拟合曲线函数方程, 决定系数为 0.118~0.285, 拟合误差均在 3% 以内, 拟合优度较好, 调节土壤 pH、有机质、全氮、全磷和全钾含量对钙镁养分的平衡有重要影响。

关键词: 植烟土壤; 交换性钙; 交换性镁; 曲线拟合

中图分类号: S152.2 **文献标识码:** A

土壤良好的养分供应和协调营养及环境条件的能力是生产优质烤烟的基础。钙、镁既是烤烟生长所必需的中量营养元素, 又是品质元素, 对烤烟的生长发育、产量和质量的形成有重要作用。适量的钙能促进烟叶叶绿素和烟碱积累及硼、氯的吸收^[1], 低钙则导致烟株叶片反转卷曲呈畸形症状^[2]。镁对改善烟叶香气质量, 提高烟叶燃烧品质, 对氮、磷的吸收有一定的抑制作用^[3]。镁含量匮乏会导致烟叶叶绿素含量下降, 光合强度降低, 碳水化合物合成受阻^[4]。土壤交换性钙、镁是烟叶中钙镁的重要来源, 烟叶含镁量与土壤交换性镁呈显著正相关, 与钙镁比呈极显著负相关^[5]。土壤交换性钙含量过高以及钙镁比偏高均可诱导土壤交换性镁含量丰富地区的烟叶缺镁^[6]。钙镁比则可反映土壤中钙、镁元素的有效性、协调性和生态过程的变化^[7]。土壤交换性钙、镁含量受土壤类型^[8]、成土母质、海拔高度的影响^[9], 与有机质、水解性氮、有效磷含量密切相关^[10], 也受离子间协同或拮抗效应影响^[11]; 土壤 pH 与交换性钙、镁含量显著正相关^[12]。

曲靖是云南乃至全国最大的烤烟产区, 适宜烤烟

种植面积 $56.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 年均产烟叶量达 $1.8 \times 10^5 \text{ t}$, 烤烟产量约占全国的 1/10。曲靖也是中国优质烤烟产区之一, 所产烤烟香味清雅, 烟气醇和、细腻, 在卷烟中独具特色, 已成为许多高端卷烟品牌配方中不可或缺或短缺的原料。关于云南曲靖植烟土壤交换性钙和镁分布及其与烟叶钙镁之间关系已有报道^[10,13], 但由于研究目标不同、样点布局差异及样本数少等原因, 致使研究结果全面性和系统性不足。鉴于目前曲靖存在的烟区转移、烟田轮作压力加大等突出问题, 以及在国家“2020 年化肥零增长计划”的大背景下, 曲靖烤烟平衡施肥仍是一个值得关注的方面。为此, 本研究基于曲靖植烟土壤背景调查获取的数据, 分析其核心烟区土壤交换性钙、镁分布特征及其与土壤其他属性之间的关系, 以期进一步为科学管理烟田、合理施肥提供依据。

1 材料与方法

1.1 土样采集

按曲靖市行政区划, 土壤类型、质地、地形地貌

①基金项目: 中国烟草总公司云南省公司科技计划项目(2019530000241050; 2019530000241014; 2017YN18; 2018530000241017) 和云南省科技厅重点研发项目(2018BB019)资助。

* 通讯作者(nkyqx101@126.com)

作者简介: 余小芬(1970—), 女, 云南陆良人, 助理研究员, 主要从事土壤肥料与农业环境研究。E-mail: jdhyxf2007@163.com

和空间分布均匀性等原则,选取代表性烟田,于 2014 年采用 GPS 定位,在云南曲靖 9 个植烟县(区)合计采集 651 个核心烟田土样,包括:麒麟区 46 个、陆良县 108 个、沾益区 69 个、马龙县 10 个、宣威市 124 个、富源县 58 个、罗平县 110 个、师宗县 85 个、会泽县 41 个。具体取样方法为:在烟地尚未施基肥前,采用“S”形随机 5 点取样,取 0~20 cm 耕层土壤,去掉杂质充分混匀后,按四分法留取 1 kg 土样,经编码登记、室内风干、研磨、过不同孔径筛后留存待测。

1.2 土样测定与指标分级

土壤 pH 采用电位法测定,有机质采用重铬酸钾容量法-外加加热法测定,全氮采用凯氏定氮法测定,全磷采用 NaOH 熔融-钼锑抗比色法测定,全钾采用氢氧化钠熔融法-火焰光度计法测定,交换性钙、镁含量采用乙酸铵浸提-原子吸收分光光度法测定,具体测定过程详见参考文献[14]。参考全国第二次土壤普查土壤肥力划分指标和相关资料^[15-16],确定曲靖核心烟田土壤属性分级(表 1)。

1.3 数据分析

利用 Microsoft Excel 2010 和 IBM Statistics SPSS 19.0 软件进行数据处理与统计分析。

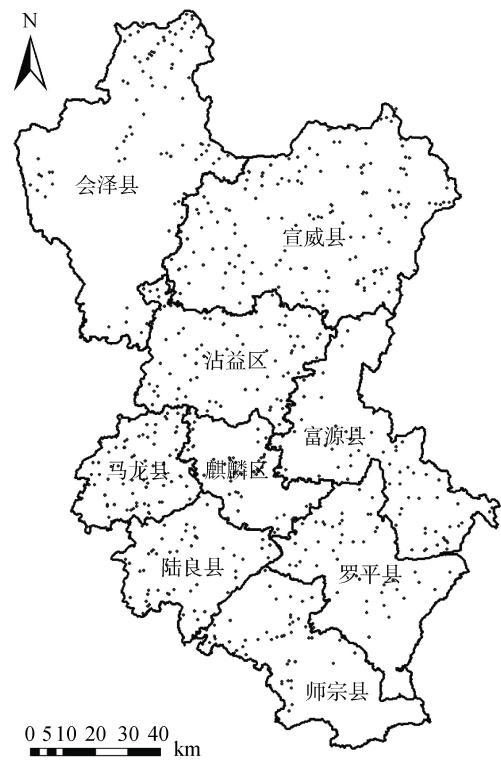


图 1 曲靖核心烟田取样点位空间分布
Fig. 1 Spatial distribution of sampling sites of typical tobacco-planting field in Qujing

表 1 曲靖烟田土壤属性分级表
Table 1 Grades of soil properties for tobacco-planting fields in Qujing

指标分级	很低	低	中等	高	很高
pH	<4.5(极强酸)	4.5~5.5(强酸)	5.5~6.5(微酸)	6.5~7.5(中性)	7.5~8.5(微碱)
有机质(g/kg)		<15	15~25	25~35	>35
全氮(g/kg)	<0.75	0.75~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	>2.0
全磷(g/kg)	<0.8	0.8~1.2	1.2~1.6	1.6~2.0	>2.0
全钾(g/kg)	<12	12~18	18~24	24~30	>30
交换性钙(mg/kg)	<400	400~800	800~1 200	1 200~2 000	>2 000
交换性镁(mg/kg)	<50	50~100	100~200	200~400	>400

2 结果与分析

2.1 曲靖植烟土壤交换性钙、镁分布

由表 2 可知,曲靖植烟土壤交换性钙、镁含量分别为 3 054.3 mg/kg 和 258.12 mg/kg,变异系数分别为 59.1% 和 72.61%。交换性钙、镁偏度系数分别为 1.222 和 1.209,峰度系数为 1.451 和 1.176,两种系数均大于零,分布形态呈现正偏斜的尖顶峰。根据交换性钙、镁丰缺指标(表 1),曲靖烟田土壤交换性钙含量处于丰富水平,以很高(>2 000 mg/kg)和高(1 200~2 000 mg/kg)级别为主,合计占 89.56%,而低(400~800 mg/kg)和很低(<400 mg/kg)级别合计仅占 4.15%。交换性镁含量相对较低,很高(>400 mg/kg)

和高(200~400 mg/kg)级别合计占 51.61%,低(50~100 mg/kg)和很低(<50 mg/kg)级别合计占 18.58 %。可见,缺镁现象比缺钙相对更为普遍。

2.2 曲靖不同烤烟产区土壤交换性钙、镁分布

从图 2 可知,曲靖不同烤烟产区植烟土壤交换性钙含量高低依次为:宣威市>富源县>会泽县>罗平县>师宗县>麒麟区>沾益区>陆良县>马龙县,其中马龙县交换性钙含量平均为 1 233.99 mg/kg,接近适宜范围,其他八产区交换性钙显著高于适宜范围($P<0.05$)。交换性镁含量高低依次为:师宗县>会泽县>富源县>罗平县>麒麟区>宣威市>沾益区>陆良县>马龙县,其中陆良县和马龙县交换性镁平均含量在适宜范围内,分别为 141.61、127.39 mg/kg;沾益区、宣威市交换性镁含量

表 2 曲靖植烟土壤交换性钙镁含量分布
Table 2 Distribution of exchangeable Ca, Mg contents in soils of tobacco-planting fields in Qujing

交换性钙分级 (mg/kg)	比例 (%)	均值±标准差 (mg/kg)	变异系数 (%)	交换性镁分级 (mg/kg)	比例 (%)	均值±标准差 (mg/kg)	变异系数 (%)
<400	0.46	325.22 ± 23.17	7.12	<50	6.14	36.29 ± 7.89	21.74
400 ~ 800	3.69	660.78 ± 93.07	14.08	50 ~ 100	12.44	74.77 ± 14.83	19.83
800 ~ 1200	6.30	999.10 ± 107.44	10.75	100 ~ 200	29.80	146.08 ± 27.73	18.98
1200 ~ 2000	21.51	1 653.79 ± 238.34	14.41	200 ~ 400	33.18	289.34 ± 57.53	19.88
>2000	68.05	3 834.81 ± 1 670.38	43.56	>400	18.43	580.74 ± 133.59	23.00
总体	—	3 054.30 ± 1 805.22	59.10	总体	—	258.12 ± 187.42	72.61

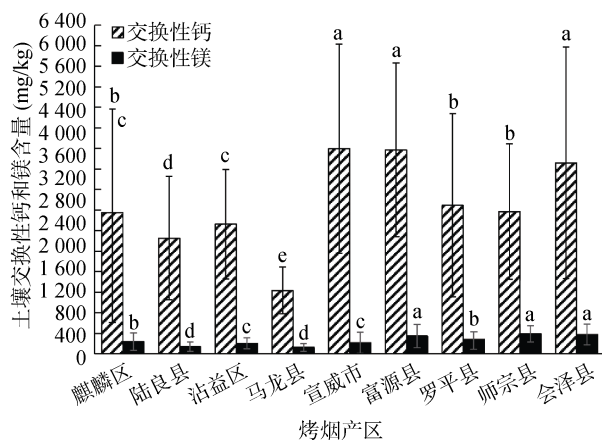


图 2 曲靖不同烤烟产区的土壤交换性钙和镁含量分布
Fig. 2 Distribution of soil exchangeable Ca and Mg contents in different tobacco-planting regions in Qujing

分别为 202.85、218.24 mg/kg，接近适宜范围，其他 5 个地区交换性镁含量显著高于适宜范围($P<0.05$)。

2.3 土壤交换性钙、镁与其他属性指标的关系
2.3.1 土壤交换性钙、镁与其他属性指标的相关性 由表 3 可知，土壤交换性钙含量与 pH 及有机质、全氮、全磷含量呈极显著正相关，与全钾含量相关性不显著；土壤交换性镁含量与 5 个指标均呈极显著正相关。以往研究表明，pH 影响着土壤养分的有效性^[17]，土壤中氮含量高可导致叶片中的钙镁含量升高，磷可降低烟叶钙镁含量^[18]，而过多的钙会抑制烟株对镁、钾离子的吸收^[13]。为此，本文选择 pH、有机质、全氮、全磷、全钾来分析其与交换性钙、镁的关系。

表 3 植烟土壤交换性钙、镁含量与土壤其他指标的相关性
Table 3 Correlation coefficients between exchangeable Ca, Mg contents and other soil properties

指标	pH	有机质	全氮	全磷	全钾
交换性钙	0.533**	0.305**	0.287**	0.190**	0.043
交换性镁	0.328**	0.099**	0.205**	0.182**	0.288**

注：**表示达 $P<0.01$ 极显著水平。

2.3.2 土壤交换性钙、镁与其他属性指标的曲线方程 以 pH 及有机质、全氮、全磷、全钾含量为自变量，交换性钙、镁含量为因变量，分别绘制两个属性之间的拟合曲线图(图 3)，并建立 9 个拟合曲线函数方程(表 4)。从图 3 来看，交换性钙、镁含量与 pH 及有机质、全氮、全磷含量，以及交换性镁含量与全钾含量之间均有曲线关系，总体趋势为交换性钙、镁含量随土壤 pH 及有机质、全氮含量升高而增加，随全磷含量增加先升高后趋于平缓，交换性镁含量随土壤全钾含量增加呈先升高，后趋于平稳增加。根据土壤属性分级指标(表 1)，在 pH、有机质、全氮、全磷、全钾适宜时，交换性钙含量较丰富，在 2 357.50 ~ 3 455.21 mg/kg；在土壤 pH、全氮处于中等适宜水平时，交换性镁含量接近适宜水平，分别为 216.26、202.82 mg/kg；当全磷含量很低(<0.8 g/kg)时，交换性镁含量最适宜，为 178.74 mg/kg。各土壤属性间适宜水平并不完全吻合，说明在实际生产中，调节土壤 pH 及有机质、全氮、全磷和全钾含量对钙镁养分平衡有不同程度的影响。从表 4 可知，9 个拟合曲线函数方程均有统计学意义($P<0.01$)，决定系数为 0.118 ~ 0.285，拟合误差均在 3%以内，说明拟合优度很好，各拟合曲线能很好地反映土壤交换性钙、镁与其他属性指标的数学关系。

3 讨论

本研究表明，曲靖植烟土壤交换性钙含量总体处于丰富或极丰富等级，仅少数土壤(占 4.15 %)处于极缺乏或缺乏状态；交换性镁含量以适宜或丰富等级为主，部分土壤处于极缺乏或缺乏(占 18.58 %)状态。二者整体含量丰富(表 2)，主要受成土母质和生态环境的影响^[7-9,17]。曲靖烟区主要为石灰岩红壤区，土壤呈偏酸性，母质中钙镁风化形成交换性离子形态，这是形成土壤中交换性钙镁总体上水平偏高的主要原因；曲靖烟区纬度跨度大，形成的生态气候类型复

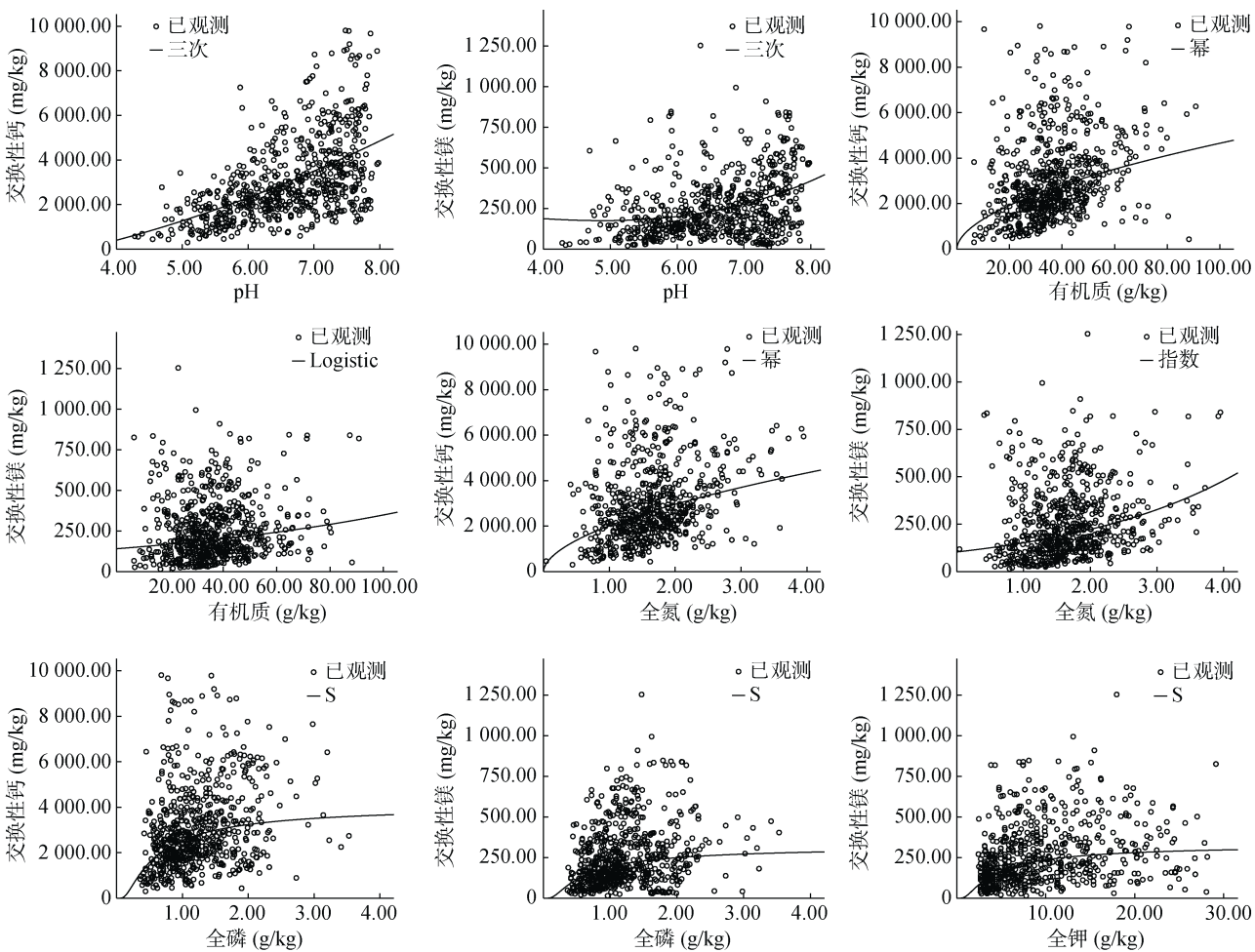


图 3 植烟土壤交换性钙、镁与土壤其他属性的拟合曲线图
Fig.3 Curve fit between exchangeable Ca, Mg and other soil properties in tobacco-growing soil

表 4 植烟土壤交换性钙、镁与土壤其他指标的拟合曲线模型
Table 4 Curve fit model between exchangeable Ca, Mg and other soil properties in tobacco-growing soil

自变量	相关方程	曲线模型	R^2	标准误	F	P
pH	$Y_{Ca}=-1203.480+105.802 X^2-1.401 X^3$	三次函数	0.285	2.386	129.252	0.000
pH	$Y_{Mg}=323.890-18.297 X^2+2.475 X^3$	三次函数	0.118	1.082	43.531	0.000
有机质	$Y_{Ca}=371.406X^{0.549}$	幂函数	0.134	0.055	100.061	0.000
有机质	$Y_{Mg}=(1/\mu+0.0069X)^{-1}$	逻辑函数	0.165	0.002	16.624	0.000
全氮	$Y_{Ca}=2020.526X^{0.546}$	幂函数	0.129	0.565	96.513	0.000
全氮	$Y_{Mg}=108.957 e^{0.350X}$	指数函数	0.176	0.761	53.378	0.000
全磷	$Y_{Ca}=e^{(8.323-0.482/X)}$	S 形曲线	0.119	0.052	86.511	0.000
全磷	$Y_{Mg}=e^{(5.771-0.509/X)}$	S 形曲线	0.177	0.069	53.737	0.000
全钾	$Y_{Mg}=e^{(5.806-3.440/X)}$	S 形曲线	0.158	0.311	122.147	0.000

杂且南北差异显著，常年温度、降雨等气候差异造成不同产区交换性钙镁含量差异。土壤交换性钙镁分别以宣威市、师宗县最高，以马龙县接近适宜范围，这与他人研究结果一致^[10,13]，其中红壤(沾益、师宗、富源)、紫色土(会泽、宣威)、水稻土(麒麟区、马龙、陆良)、黄壤(罗平)均分布在不同烟区；部分土壤长期种植烟草、玉米等喜镁作物引起镁素缺乏，同时，部分土壤前作为蔬菜、油菜、万寿菊，钙镁磷肥施入较多，导致土壤钙镁增加，钙镁比平衡被破坏。研究证明，钙过高可增加烟叶地方性杂气^[6]，但延长烤烟营

养生长,推迟成熟,干物质量下降^[18],烤烟吸收过量钙将打破体内钙-钾平衡^[11]。土壤交换性镁含量过高直接影响卷烟品质^[19],导致烟叶储存时吸湿性增强,严重时引起烟叶生理性缺镁现象^[1]。已有研究表明,随着烤烟种植年限的增加,土壤中钙镁比呈升高趋势,轮作能充分利用土壤养分,提高施肥效益,烤烟轮作以光叶紫花苕、玉米最好^[7]。综合来看,在曲靖烟叶生产中应警惕交换性钙、镁过高造成对烤烟生长发育、产量和质量形成的影响。因此,为提高烤烟产量和质量,在土壤交换性钙、镁含量偏高的宣威、会泽、师宗、陆良、富源、麒麟等地区,可推广绿肥、玉米轮作,并辅助施用镁肥提高烟叶镁含量,从而改善烟叶品质。此外,对于少数土壤处于交换性钙或镁缺乏的状态,应考虑增施钙、镁肥料。

研究表明,土壤交换性钙、镁含量与 pH 及有机质、全氮、全磷含量呈极显著正相关,交换性镁含量与全钾含量呈极显著正相关(表 3),交换性钙含量与全钾含量相关不显著,这与他人研究结果相一致^[10-12]。经回归分析,除交换性钙含量与全钾含量外,各土壤属性间存在曲线关系(图 3 和表 4),呈现交换性钙、镁含量随土壤 pH 及有机质、全氮含量升高而增加,随全磷含量增加先升高后趋于平缓,交换性镁含量随土壤全钾含量增加呈先升高后变化平稳(图 3),说明土壤 pH 及有机质、全氮、全磷和全钾含量对钙镁养分平衡均有不同程度的影响。同时,不同土壤属性间适宜水平并不完全吻合,主要原因可能是不同土壤内部各种元素或属性之间存在复杂的拮抗作用或协同作用^[11,20],各属性空间变异也受气候、环境、耕地利用方式等影响^[21]。因此,在生产中,可以考虑一是调节土壤 pH,适度控制有机质、全氮、全磷含量,从而使钙、镁与其他土壤属性指标处于适宜状态;二是轮作喜钙(花生)、喜镁(玉米)作物,以及减施或不施钙镁磷肥,使土壤交换性钙、镁含量降至适宜水平;三是因地制宜,推广测土施肥和平衡施肥以调整钙、镁、磷、钾等肥料的均衡。

4 结论

1)云南曲靖植烟土壤交换性钙镁含量丰富,其中很高(>2 000 mg/kg)和高(1 200 ~ 2000 mg/kg)级别占 89.56%;交换性镁含量低(50 ~ 100 mg/kg)和很低(<50 mg/kg)级别合占 18.58%。不同烤烟产区之间存在显著差异,其中马龙县交换性钙含量较符合优质烟叶生长的要求,陆良县、马龙县、沾益区和宣威市交换性镁含量处于适宜或接近适宜水平,其他区县二者

含量偏高。

2)土壤交换性钙、镁含量与 pH 及有机质、全氮、全磷含量,以及交换性镁含量与全钾含量相关性较密切。本研究建立的 9 个拟合曲线函数方程,决定系数为 0.118 ~ 0.285,拟合误差均在 3% 以内,拟合优度较好。在 pH、有机质、全氮、全磷、全钾适宜时,交换性钙含量均丰富。曲线关系中最适宜 pH(5.5 ~ 6.5)、全氮(1.0 ~ 1.5 g/kg)有利于交换性镁的平衡。当全磷含量很低(<0.8 g/kg)时,交换性镁含量为最适宜。

参考文献:

- [1] 江厚龙,李华川,王红锋,等. 植烟土壤中微量元素空间变异性及适宜性评价[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(12): 12-17
- [2] 秦华,程森,吴家森,等. 烤烟烟叶卷曲症状的诊断及其机理研究 II. 组织分析和水培试验[J]. 土壤学报, 2007, 44(6): 1090-1096
- [3] 候玲利,陈磊,郭雅玲,等. 福建省铁观音茶园土壤镁素状况研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(1): 133-138
- [4] 朱列书,赵松义. 烟草营养学[M]. 长春:吉林科学技术出版社, 2004
- [5] 王雅妮,梁洪波,王树声,等. 陇南植烟土壤交换性镁与烟叶中镁含量特征及关系分析[J]. 中国农学通报, 2015, 31(4): 50-54
- [6] 许自成,黎妍妍,肖汉乾,等. 湖南烟区土壤交换性钙、镁含量对烤烟品质的影响[J]. 生态学报, 2007, 27(11): 4425-4433
- [7] 朱英华,屠乃美,肖汉乾,等. 烟-稻复种连作年限对土壤钙镁硫含量的影响[J]. 华北农学报, 2012, 27(1): 218-222
- [8] 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, 9846
- [9] 宋文静,孟霖,王程栋,等. 贵州中部山区植烟土壤交换性钙镁含量分布特征[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(3): 334-337
- [10] 李卫,解燕,周冀衡,等. 不同海拔高度植烟土壤交换性钙镁的分布状况——以云南曲靖烟区为例[J]. 土壤, 2010, 42(6): 946-951
- [11] 石翔,夏志林,管世栓,等. 遵义市部分烟区烤烟中、微量元素含量及其空间分布[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(3): 765-773
- [12] 邓小华,张瑶,田峰,等. 湘西植烟土壤 pH 和主要养分特征及其相互关系[J]. 土壤, 2017, 49(1): 49-56
- [13] 刘坤,周冀衡,李强,等. 植烟土壤交换性钙镁含量及对烟叶钙镁含量的影响[J]. 西南农业学报, 2017, 30(9): 2065-2070
- [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: 166-187

- [15] 杨荣生. 曲靖市植烟土壤分析与评价[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 70–71
- [16] 谭军, 周冀衡, 古琦, 等. 文山植烟土壤交换性钙镁分布特征及影响因素分析[J]. 烟草科技, 2017, 50(9): 15–22
- [17] 李强, 周冀衡, 刘晓颖, 等. 曲靖烤烟镁含量特征及其影响因素[J]. 土壤, 2017, 49(3): 565–571
- [18] Farhat N, Elkouni A, Zorring W, et al. Effects of magnesium deficiency on photosynthesis and carbohydrate partitioning[J]. *Acta Physiology Plantarum*, 2016, 38(6): 145.
- [19] Combrink N J J. Yield and quality of flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) as affected by calcium, magnesium, potassium and boron[J]. *South African Journal of Plant & Soil*, 1988, 5(3): 161–163.
- [20] 唐梦迎, 丁建丽, 夏楠, 等. 干旱区典型绿洲土壤有机质含量分布特征及其影响因素[J]. 土壤学报, 2017, 54(3): 759–766
- [21] 江叶枫, 叶英聪, 郭熙, 等. 江西省耕地土壤氮磷生态化学计量空间变异特征及其影响因素[J]. 土壤学报, 2017, 54(6): 1527–1539

Study on Characteristics Between Exchangeable Calcium, Magnesium and Related Soil Properties of Tobacco-growing Soil in Qujing

YU Xiaofen¹, LI Junying², HAN Xiaonü³, XIE Yan⁴, LIU Jiahong⁴, ZHANG Ruiqin⁴, LÜ Yaqiong⁴, MA Shuqin⁵, CHEN Xiuhua⁵, YANG Shuming¹, YAN Hui¹, QIU Xueli^{1*}

(1 *Agricultural Resources & Environment Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China*; 2 *Yunnan Academy of Tobacco Agricultural Sciences, Kunming 650021, China*; 3 *Agricultural Technology Extension Center of Xuanwei City, Xuanwei, Yunnan 655400, China*; 4 *Qujing Branch of Yunnan Tobacco Company, Qujing, Yunnan 655000, China*; 5 *Food Crops Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China*)

Abstract: 651 soil samples were collected from typical tobacco-planting fields in Qujing, Yunnan Province, with sampling sites were located by GPS technology. The contents of exchangeable calcium (Ca), magnesium (Mg), pH, organic matter (OM), total nitrogen (TN), total phosphorus (TP) and total potassium (TK) were determined. The distribution characteristics of exchangeable Ca, Mg and their relationship with other soil properties were studied. The results showed that: 1) The average contents of exchangeable Ca, Mg in soil were 3 054.3 mg/kg and 258.12 mg/kg, respectively, both were in abundant levels with large variation, and the proportion below the appropriate levels were 6.3% and 29.8%. The contents of exchangeable Ca and Mg were differed from among 9 tobacco-growing areas. 2) There was significantly positively correlation between exchangeable Ca, Mg and pH, OM, TN and TP. Ca was not significantly correlated with TK, while Mg was significantly positively related to TK. The regression relationship between each two attributes was analyzed using curve estimation method, and a total of 9 curve fit function equations were established, with coefficient of determination varied from 0.118 to 0.285. The fit error was within 3%, which showed the goodness of fit was better. The adjustment of soil pH, OM, TN, TP and TK contents had important impact on the balance of Ca and Mg nutrients.

Key words: Tobacco-growing soil; Exchangeable calcium; Exchangeable magnesium; Curve fit