

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.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.108

贵州中部山区植烟土壤交换性钙镁含量分布特征

宋文静¹, 孟 霖^{1,2}, 王程栋¹, 邹 焱³, 徐宜民¹

(1. 中国农业科学院烟草研究所/农业部烟草生物学与加工重点实验室/中国农业科学院青岛烟草资源与环境野外科学观测试验站, 山东青岛 266101; 2. 中国农业科学院研究生院, 北京 100081; 3. 贵州省烟草科学研究院, 贵州贵阳 550081)

摘要:利用 GPS 定位在贵州中部山区采集了 165 个代表性土壤样品, 对贵州中部山区不同成土母质发育形成的不同土层中土壤交换性钙 (Ca) 和交换性镁 (Mg) 的剖面分布进行了比较分析, 结果表明: (1) 贵州中部山区烟田耕层土壤交换性 Ca 含量平均值为 9.00 cmol/kg, 变异系数 64.71%, 交换性 Ca 缺乏和较缺乏 (<6 cmol/kg) 的土样占土样总数的 34.21%; 土壤交换性 Mg 含量平均值为 1.70 cmol/kg, 变异系数 79.95%, 交换性 Mg 缺乏和较缺乏 (<1.6 cmol/kg) 的土样占土样总数的 59.01%。(2) 植烟土壤交换性 Ca 和 Mg 含量在不同成土母质间存在显著性差异, 第四纪红土发育形成的土壤交换性 Ca 和 Mg 含量较高, 而沟谷堆积物发育形成的土壤交换性 Mg 含量较低。(3) 在剖面垂直分布上, 不同成土母质发育形成的土壤交换性 Ca 含量均表现出自上而下依次递减的规律, 而不同成土母质发育形成的土壤交换性 Mg 含量分布规律不明显。(4) 植烟土壤交换性 Ca 和 Mg 含量随海拔高度的升高而呈下降趋势, 低海拔土壤的交换性 Ca、Mg 含量显著高于高海拔地区。从本试验结果可推论, 土壤的成土母质和海拔高度是影响土壤交换性 Ca 和 Mg 含量分布的主要因素。

关键词: 贵州中部山区; 土壤交换性钙; 土壤交换性镁; 成土母质; 分布

中图分类号: S151.9; S158.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0334-04

Ca 和 Mg 是烤烟生长所必需的中量营养元素, 对烤烟的生长发育、生理代谢、产质量均有重要影响, 其在土体中的迁移过程也可表征营养元素的淋溶强度^[1-3]。相关研究表明, 烟叶 Ca 和 Mg 含量和土壤中交换性 Ca 和 Mg 含量呈显著正相关^[4]; 土壤交换性 Ca 有利于烟株对硼和氯素的吸收, 而土壤交换性 Mg 有利于烟叶总糖的积累, 对氮和磷素的吸收有一定的抑制作用^[5]。也有相关研究表明, 降低土壤中交换性 Mg 的含量可能会提高烟叶中钾含量, 从而使得烟叶钾和 Mg 含量达到较好的平衡^[6]。

成土母质在土壤形成和发育上具有重要的作用, 能直接影响土壤的矿物组成和土壤颗粒组成, 并在很大程度上影响着土壤的理化性质以及肥力。有研究表明, 成土母质在阐述土壤养分空间变异上比其他因素更为重要, 土壤 Ca 和 Mg 含量分布也受成土母质的影响^[7]。土壤交换性 Ca 和 Mg 的剖面分布在一定程度上可以反映土壤中营养元素的输入、输出和循环^[8]。相关研究表明, 土壤交换性 Ca 和 Mg 剖面分布受不同土地利用方式变更条件下植被变化与根系深度变化等对土壤理化性质的综合影响^[9]。就植烟土壤而言, 现有研究多集中于耕层土壤交换性 Ca 和 Mg 含量的空间分布及影响因素上^[10-13], 但在土壤交换性 Ca 和 Mg 分布与海拔高度、成土母质及其在烟田剖面中垂直分布方面的报道较少。本试验重

点研究了贵州中部山区烟田土壤的交换性 Ca 和 Mg 含量与成土母质、海拔高度之间的关系以及在剖面中的垂直分布特征, 旨在为植烟土壤的科学施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域

贵州中部山区属喀斯特低山丘陵地貌, 位于 105°33′~108°12′E 和 25°35′~27°13′N 之间, 研究区域海拔范围为 850~1 400 m, 是我国传统中间香型烤烟最典型生态区^[14]。研究选取遵义县、余庆县、凯里县、黔西县、贵定县、开阳县、西秀县共 7 县, 为贵州中部山区典型烤烟风格特征的代表性取样区。

1.2 样品采集

在典型烟田内, 耕层采用随机多点法取样, 各点采样充分混匀, 四分法留取 2 kg 土壤作为待测样品。在相同的典型烟田地块内, 挖掘标准土壤剖面 (宽 1.0~1.2 m×深 1.2~1.5 m), 按划分的发生层分别采集农化样和环刀样用于测定土壤容重。

1.3 土壤样品分析及交换性钙镁含量分级标准

土样经室内风干、去杂, 研磨后过 100 目筛。土壤容重环刀样于 105℃烘干测定。土壤交换性 Ca 和 Mg 含量采用 1 mol/L NH₄OAc 浸提, 利用原子吸收分光光度计 (上海-4530F 型) 测定, 测定波长分别为 285.2 nm 和 422.7 nm^[15-17]。土壤养分含量丰缺判定根据全国第二次土壤普查肥力评价标准^[18-19] (表 1)。

1.4 数据处理

采用 SPSS 17.0 统计软件进行数据分析, 用 Microsoft Excel 2010 软件绘图。

收稿日期: 2014-11-24

基金项目: 中国烟草总公司特色优质烟叶开发重大专项 (编号: TS-02-20110012)。

作者简介: 宋文静 (1983—), 男, 博士, 助理研究员, 主要从事烟草栽培与营养方向研究。E-mail: songwenjing@caas.cn。

通信作者: 徐宜民, 研究员, 主要从事烟草生态方向研究。E-mail: yiminx@sohu.com。

表 1 我国植土土壤养分丰缺指标

指标	土壤养分(cmol/kg)			
	缺乏	较缺乏	适中	高
交换性 Ca	<4.0	[4.0,6.0]	[6.0,10.0]	>10.0
交换性 Mg	<0.8	[0.8,1.6]	[1.6,3.2]	>3.2

2 结果与分析

2.1 烟田耕层土壤交换性 Ca 和 Mg 含量总体状况

表 2 贵州中部山区典型烟田耕层土壤交换性 Ca 含量

调查区域	交换性 Ca 含量 (cmol/kg)	变异系数 (%)	土壤交换性钙含量分布频数(%)			
			缺乏	较缺乏	适中	高
遵义	8.76 ±4.07ab	46.43	14.29	14.29	14.29	57.13
贵定	3.06 ±2.92b	95.46	54.55	36.36	9.09	0
黔西	10.20 ±1.71a	16.74	0	0	47.06	52.94
余庆	14.48 ±7.41a	51.19	0	0	23.07	76.93
开阳	10.03 ±4.14a	41.28	0	11.11	44.44	44.44
西秀	2.31 ±2.44b	105.60	40.00	40.00	0	20.00
凯里	14.18 ±5.05a	35.64	0	0	50.00	50.00
平均	9.00 ±5.83	64.71	18.42	15.79	34.21	31.58

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 3、表 4 同。

由表 3 可知,贵州中部山区烟田耕层土壤交换性 Mg 含量为 0.02 ~ 11.82 cmol/kg,平均为 1.70 cmol/kg,变异系数 79.95%。交换性 Mg 缺乏和较缺乏(<1.6 cmol/kg)的土样占土样总数的 59.01%,各植烟点普遍都存在交换性 Mg 缺乏的烟田,其中西秀区域土样总体缺乏,各取样区域比例由高至

从表 2 可以看出,贵州中部山区烟田耕层土壤交换性 Ca 含量平均值为 9.00 cmol/kg,变异系数 64.71 %。交换性 Ca 缺乏和较缺乏(<6 cmol/kg)的土样占土样总数的 34.21%,贵定、西秀、遵义和开阳存在交换性钙缺乏和较缺乏的烟田,缺乏和较缺乏总比例由高至低的地区依次为贵定、西秀、遵义和开阳,分别为 90.91%、80.00%、28.58% 和 11.11%。余庆、凯里、黔西土壤交换性 Ca 含量较高,均高于 10 cmol/kg,平均含量依次为 14.48、14.18、10.20 cmol/kg。

低的地区依次为西秀、贵定、余庆、开阳、黔西、遵义和凯里,缺乏和较缺乏总比例分别为 100.00%、91.91%、56.47%、55.55%、47.05%、42.86%、20.00%。贵定、西秀土壤交换性 Mg 平均含量较低,均低于 0.8 cmol/kg,平均含量分别为 0.70、0.63 cmol/kg。

表 3 贵州中部山区典型烟田耕层土壤交换性 Mg 含量

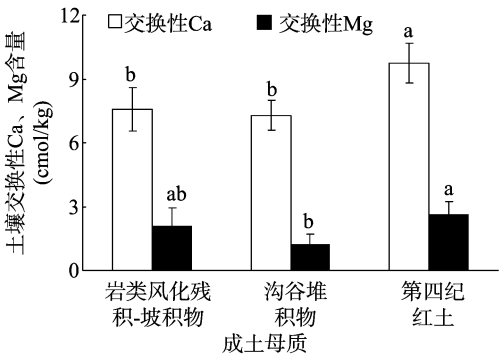
调查区域	交换性 Mg 含量 (cmol/kg)	变异系数 (%)	土壤交换性镁含量分布频数(%)			
			缺乏	较缺乏	适中	高
遵义	2.28 ±0.84ab	36.99	0	42.86	57.14	0
贵定	0.70 ±0.66bc	93.28	72.73	18.18	7.09	0
黔西	1.33 ±0.94b	70.55	0	47.05	29.41	23.52
余庆	1.40 ±0.46b	32.87	18.28	38.19	43.53	0
开阳	1.43 ±0.45b	31.75	22.22	33.33	44.44	0
西秀	0.63 ±0.31c	96.99	60.00	40.00	0	0
凯里	4.13 ±2.08a	50.32	0	20.00	20.00	60.00
平均	1.70 ±1.36	79.95	21.31	37.70	22.95	18.03

2.2 不同成土母质耕层土壤交换性 Ca 和 Mg 含量

贵州中部山区基本上均属于混合岩石区,成土母岩主要为碳酸岩或碳酸岩夹碎屑岩,局部地区有碎屑岩、浅变质变岩、页岩、黏土岩分布。典型烟田所处的地形部位主要有山坡和沟谷两大类,山坡上的成土母质一般为各类岩性风化物残积-坡积物和第四纪红土,沟谷中的成土母质一般为各类岩性风化物、第四纪红土经过搬运后在沟谷中堆积而成。本研究将贵州中部山区土壤的成土母质类型划分为第四纪红土、岩类风化残积-坡积物和沟谷堆积物三大类。

贵州中部山区不同成土母质土壤耕层交换性 Ca 和 Mg 含量分析结果见图 1,不同成土母质发育而来的土壤交换性 Ca 和 Mg 含量存在一定的差异。与其他成土母质相比,第四纪红土发育形成的土壤交换性 Ca 含量较高,与其他 2 类成土母质发育的土壤间的差异达显著水平;土壤交换性 Mg 含量

以第四纪红土和岩类风化残积-坡积物发育形成的土壤较高,沟谷堆积物土壤交换性 Mg 含量较低。



柱图上方不同小写字母表示不同成土母质间差异显著($P<0.05$)

图1 不同成土母质土壤交换性 Ca 和 Mg 含量

2.3 不同成土母质土壤交换性 Ca 和 Mg 含量剖面垂直分布

贵州中部山区不同成土母质发育的典型烟田土壤剖面各层次的交换性 Ca 和 Mg 含量见表 4。不同成土母质发育形成的土壤在土层数和土壤厚度上有较大差异,岩类风化残积-坡积物形成的土壤由于一般位于山坡上,由其发育形成的土壤较浅,发生层一般划分出 3~4 层;沟谷堆积物形成的土壤多位于河谷中,其形成的土壤较深,发生层一般划分出 5 层左右;第四纪红土发育的土壤 pH 值较高,黏粒含量高,发生层

一般划分出 4 层。不同成土母质发育形成的土壤交换性 Ca 含量均表现出由上而下逐次递减的规律,其中,第四纪红土发育形成的土壤耕作层(Ap 层)交换性 Ca 含量略高于其他 2 个母质,而不同母质发育形成的土壤黏化层或雏形层(B 层)交换性 Ca 含量差异不显著;而不同成土母质发育形成的土壤交换性 Mg 含量表现出自上而下依次递减的规律不明显,与其他 2 个母质相比较,沟谷堆积物发育形成的土壤 Ap 层、B 层交换性 Mg 含量较低,两者差异显著。

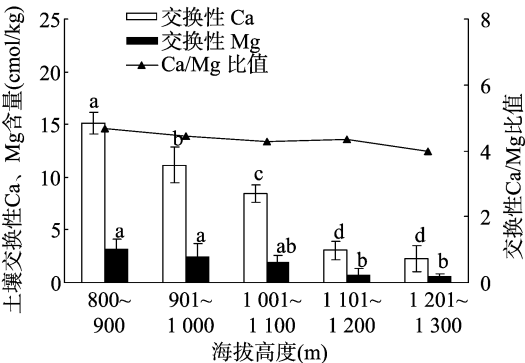
表 4 不同成土母质典型烟田交换性 Ca、Mg 含量的剖面层次分布

成土母质	样品数 (个)	土层数 (层)	土层	土层深度 (平均值±标准差)(cm)	交换性 Ca (cmol/kg)	交换性 Mg (cmol/kg)
岩类风化残积-坡积物	25	3.58	Ap	27.35±5.04	9.78±2.93a	2.16±0.75a
			AB	15.00±2.87	6.72±1.77a	1.92±0.59a
			B1	28.14±5.89	6.39±1.80ab	1.47±0.94a
			BC	33.24±7.27	5.34±2.00a	1.65±0.85a
沟谷堆积物	9	4.78	Ap	25.14±4.30	9.79±1.05a	1.35±0.56a
			AB	17.20±2.28	7.85±5.08a	1.11±0.59a
			B1	25.33±4.96	7.31±2.18ab	0.99±0.85a
			B2	28.80±9.73	6.02±1.93b	0.97±0.15a
			B3	20.25±7.32	5.86±1.65b	0.99±0.85a
第四纪红土	7	4.14	Ap	26.00±4.69	10.43±2.79a	2.62±1.67a
			AB	18.00±1.41	9.20±6.63a	2.23±1.03a
			B1	27.00±8.54	7.93±3.58ab	2.11±1.12a
			B2	32.33±8.73	6.91±1.23b	2.05±1.05a

注:土层 Ap:耕作层;AB:过渡层;B:黏化层或雏形层;BC:过渡层;C:母质。

2.4 不同海拔典型烟田耕作层土壤交换性 Ca 和 Mg 含量分布

贵州中部山区典型烟田的土壤分布于 800~1 300 m 海拔范围,土壤交换性 Ca、Mg 含量随海拔高度的变化见图 2。土壤交换性 Ca 和 Mg 含量 Ca/Mg 比值随海拔高度升高呈下降趋势。土壤交换性 Ca/Mg 比值随海拔的升高而降低的趋势较小,土壤交换性 Ca/Mg 比值与海拔高度相关性不显著。表明海拔高度影响交换性 Ca 和 Mg 含量的分布。



柱图上方不同小写字母表示不同海拔高度间差异显著(P<0.05)

图2 不同海拔土壤交换性 Ca、Mg 含量

3 讨论与结论

土壤交换性 Ca 和 Mg 含量主要受成土母质及土壤形成过程中迁移过程的影响^[20-21],人为耕作制度对土壤交换性 Ca 和 Mg 的含量也有一定的影响^[22-24]。同时,土壤交换性

Ca/Mg 比值的大小反映了土壤生态过程的变化及 Ca 和 Mg 的生物有效性^[25]。本研究结果表明,贵州中部山区典型烟田土壤约 1/3 的土壤交换性 Ca 缺乏和较缺乏,同时 1/2 以上的土壤交换性 Mg 缺乏和较缺乏。主要原因为贵州属于多雨省份,而贵州中部山区的贵定和西秀多以山地和丘陵为主,沟谷地更有利于水分的保持,土壤含水量相对较高;贵定和西秀的土壤 pH 值较低,均值分别为 5.30 和 5.24,土壤 Ca 和 Mg 淋失程度较高,导致土壤交换性 Ca 和 Mg 含量较低。针对贵州中部山区土壤交换性 Ca 和 Mg 含量偏低的情况,烟田可施用钙镁磷肥,以满足烤烟对交换性 Ca 和 Mg 的需求。贵州中部山区不缺 Ca 和 Mg,原因可能是有施用钙镁磷肥的习惯;其次可能是自然降雨由山上向下流动,流经石灰岩和白云岩山体溶解一部分钙镁带入经过的烟田的耕作层。

本研究结果还表明,不同成土母质发育而来的土壤交换性 Ca 和 Mg 含量存在一定的差异。与其他成土母质比较,第四纪红土发育形成的土壤交换性 Ca 含量较高;而第四纪红土和岩类风化残积-坡积物发育形成的土壤交换 Mg 含量较高,沟谷堆积物土壤交换 Mg 含量较低。主要是第四纪红土发育的土壤类型中黏粒较多,黏粒与有机质形成复合体降低了 Ca 和 Mg 的淋失。尚斌等研究表明,第四纪红土发育的土壤有机质含量较高,而黏粒与有机质形成复合体降低了有机质的矿化,促进了土壤有机质的积累^[14];李军等研究表明,石灰岩母质和页岩母质发育的土壤各种养分含量均较高,这主要是其土壤黏粒较多,而花岗岩母质和砂岩母质发育的土壤砂粒较多,因此土壤养分含量相对较低^[22]。同时不同母质发育的土壤交换性 Ca 和 Mg 含量不同,与土壤的矿物类型有

关,不同的土壤矿物土壤交换性 Ca 和 Mg 含量存在本质的差异^[26]。

土壤交换性 Ca 和 Mg 含量与海拔高度具有一定的相关性,邱学礼等研究发现,土壤交换性 Ca、Mg 含量随海拔高度的升高而呈下降趋势研究^[27],本研究结果与其基本一致。徐宜民等研究表明,贵州中部山区降雨量随海拔高度的升高而增加,烟田坡度相对越陡,土壤中交换性 Ca、Mg 的淋失程度越高,导致贵州中部山区植烟土壤交换性 Ca 和 Mg 含量随海拔高度的升高而降低。

母质类型影响土层深度和养分的剖面分布,第四纪红土发育形成的土壤土层较深且各个发生学层次养分含量较高,沟谷堆积物和岩类风化残积-坡积物发育形成的土壤土层相对较浅且各个发生学层次养分含量较低^[28]。本研究对不同成土母质发育土壤的研究表明,典型剖面交换性 Ca 含量表现出自上而下依次递减的规律,而不同成土母质发育形成的土壤交换性 Mg 含量表现出自上而下依次递减的规律不明显。对于农田来说,施肥主要集中在表土层,而土壤的微生物群落大部分也在表土层,所以土壤养分的迁移和转化主要发生在表土层,长期施肥导致表土层养分含量升高,自然降雨由山上向下流动,流经石灰岩和白云岩山体溶解一部分 Ca、Mg 带入经过的烟田的耕作层。对不同成土母质发育土壤的研究表明,典型剖面交换性 Ca 含量表现出自上而下依次递减的规律^[29-30],因随着土壤深度的增加,人为施肥的影响也越来越小,残留在土壤中的植物根系数量越来越少,导致典型剖面交换性 Ca 含量表现出自上而下依次递减的规律。

贵州中部山区植烟土壤交换性 Ca 和 Mg 含量随海拔高度的升高呈下降趋势;第四纪红土发育形成的土壤交换性 Ca 含量较高;而第四纪红土和岩类风化残积-坡积物发育形成的土壤交换性 Mg 含量较高,沟谷堆积物土壤交换性 Mg 含量较低;不同成土母质发育的土壤交换性 Ca 含量均呈由上往下逐次递减的规律,而不同成土母质发育形成的土壤交换性 Mg 含量分布特征规律不明显。

参考文献:

- [1] 李品芳,白海峰,郭世文,等. 栗钙土碳酸钙含量的空间分布特征[J]. 土壤学报,2014,51(2):402-406.
- [2] 陈留美,张甘霖. 土壤时间序列的构建及其在土壤发生研究中的意义[J]. 土壤学报,2011,48(2):419-428.
- [3] Pang J L, Huang C C. Mid-Holocene soil formation and the impact of dust input in the middle reaches of the Yellow River, Northern China[J]. Soil Science, 2006, 171(7):552-563.
- [4] 张大庚,李天来,依艳丽,等. 沈阳市郊温室土壤钙素特征的初步研究[J]. 水土保持学报,2009,23(4):200-203,212.
- [5] 侯玲利,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.
- [6] 侯玲利. 乌龙茶园土壤供镁能力及镁肥施用效果研究[D]. 福州:福建农林大学,2008.
- [7] 于群英. 安徽沿淮地区土壤交换性镁含量及镁对大豆营养的影响[J]. 安徽农学通报,2002,8(6):60-62.
- [8] 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.

- [9] 郑庆福,刘艇,赵兰坡,等. 东北黑土耕层土壤黏粒矿物组成的区域差异及其演化[J]. 土壤学报,2010,47(4):734-746.
- [10] 蔡方平,胡雪峰,杜艳,等. 安徽郎溪黄棕色土-红土二元结构土壤剖面的成因与长江流域第四纪晚期古气候演变[J]. 土壤学报,2012,49(2):220-229.
- [11] 危锋,郝明德. 长期氮磷化肥配施对不同种植体系土壤交换性镁分布与累积的影响[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2012,38(2):204-210.
- [12] 徐海,王益权,王浩,等. 氮肥施用对石灰性土壤交换性钙含量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2011,29(5):174-177,218.
- [13] 张玉革,梁文举,姜勇. 不同利用方式下潮棕壤交换性钙镁的剖面分布[J]. 应用生态学报,2008,19(4):813-818.
- [14] 尚斌,邹焱,徐宜民,等. 贵州中部山区植烟土壤有机质含量与海拔和成土母质之间的关系[J]. 土壤,2014,46(3):446-451.
- [15] 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.
- [16] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1978.
- [17] 张甘霖,龚子同. 土壤调查实验室分析方法[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [18] 中华人民共和国农业部. NY/T 1615—2008 石灰性土壤交换性盐基及盐基总量的测定[M]. 北京:中国农业出版社,2008.
- [19] 全国土壤普查办公室. 中国土壤普查技术[M]. 北京:农业出版社,1992:85-116.
- [20] 陈江华,刘建利,李志宏,等. 中国植烟土壤及烟草养分综合管理[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [21] 秦松,闫献芳,冯勇刚,等. 贵州植烟土壤交换性钙镁特征研究[J]. 土壤通报,2005,36(1):143-144.
- [22] 李军,梁洪波,宛祥,等. 烟田土壤养分状况及其与成土母质的关系研究[J]. 中国烟草科学,2013,34(3):21-25.
- [23] 胡建新,袁家富,彭成林,等. 攀枝花烟区土壤交换性钙、镁含量评价[J]. 现代农业科技,2011,24(6):274-275.
- [24] Scarciglia F F, Terribile F, Colombo C. Micromorphological evidence of paleo-environmental changes in Northern Cilento (South Italy) during the Late Quaternary[J]. Catena, 2003, 54(3):515-536.
- [25] Chen T H, Xu H F, Xie Q Q. Characteristics and Genesis of maghemite in Chinese loess and paleosols[J]. Earth and Planetary Science Letters, 2005, 240(3/4):790-802.
- [26] 姜林,耿增超,李珊珊,等. 祁连山西水林区土壤阳离子交换量及盐基离子的剖面分布[J]. 生态学报,2012,32(11):3368-3377.
- [27] 邱学礼,高福宏,李忠环,等. 昆明市植烟土壤交换性钙镁特征分析[J]. 烟草科技,2013(1):81-84.
- [28] 胡宁,娄翼来,张晓珂,等. 保护性耕作对土壤交换性盐基组成的影响[J]. 应用生态学报,2010,21(6):1492-1496.
- [29] Jobbagy E G, Jackson R B. The distribution of soil nutrients with depth: Global patterns and the imprint of plants[J]. Biogeochemistry, 2001, 53(1):51-77.
- [30] Jiang Y, Zhang Y G, Liang W J, et al. Pedogenic and anthropogenic influence on Calcium and Magnesium behaviors in Stagnic Anthrosols[J]. Pedosphere, 2005, 15(3):341-346.