

楚雄植烟土壤交换性镁含量及空间分布研究

胡小东,陈 岗,邹 阳,方 亮

(云南省烟草公司 楚雄州公司,云南 楚雄 675000)

摘要:为了解云南楚雄植烟土壤交换性镁含量分布情况,测试楚雄州 10 县市 400 个土壤样本的交换性镁含量,分析楚雄州植烟土壤交换性镁含量适宜样本分布,县域差异,土壤类型差异、海拔差异及空间分布,并探讨了不同前作、不同 pH 环境和不同有机质含量情况下交换性镁含量的分布特征。结果表明:(1)楚雄烟区植烟土壤交换性镁含量平均值为 $2.186\text{ cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$,主要为适中到丰,不同市县之间的交换性镁含量差异达到极显著水平;楚雄州植烟土壤交换性镁含量分布规律不明显,总体上呈现斑块状分布。以 $1.179\sim 2.540\text{ cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 为主要分布面积。在大姚、楚雄和姚安出现斑块状高值区域;(2)7 个 pH 组和 8 个有机质组的植烟土壤交换性镁含量随着 pH 升高而升高,不同组别之间差异极显著,pH 与交换性镁含量存在强相关关系,有机质与交换性镁含量之间存在弱相关关系,不同组别之间变异系数均较大,离散程度较高;(3)4 种土壤中交换性镁含量差异达到显著水平,紫色土交换性镁含量显著低于黄壤和红壤;不同前作田土壤交换性镁含量不存在显著差异,前作为小麦、大麦和油菜的植烟土壤交换性镁表现较好;(4)4 种海拔高度植烟土壤交换性镁含量没有显著差异。海拔在 1 700 m 以下的植烟土壤交换性镁含量较为适宜;(5)楚雄烟区植烟土壤有 12% 的样品钙镁比大于 10,在生产中应注意通过改变施肥种类和施肥方式来改善钙镁比。

关键词:楚雄;交换性镁;空间分布;反距离权重插值法

中图分类号:S572.061 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)05-0053-07 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.05.0053

烟草含镁量一般占干重的 $0.48\%\sim 0.98\%$,

其含量与磷相近。镁是叶绿素分子中仅有的矿质组分,是核糖体的结构组分,还能激活氨基酸生成多肽链,碳水化合物代谢中几乎每种磷酸化酶的最大活性都需要镁来激活,涉及到 ATP 转移的大多数反应都需要镁,所以镁在烟草代谢中都有重要作用^[1]。烟株内镁的营养来源主要是土壤,其供应的丰缺与土壤镁含量、酸碱度、土壤离子组

收稿日期:2016-03-17
基金项目:云南省烟草公司科技计划资助项目(2010YN22, 2011YN24,2013YN25)
第一作者简介:胡小东(1984-),男,四川省南部县人,硕士,农艺师、统计师,从事烟叶生产技术研发和推广工作。E-mail:hxd20030100101@163.com。

Effect of Different Proportions of N,P,K on Growth and Yield of Rice

TIAN Yan-hong,ZHAO Xiao-feng,HUAI Bao-dong,GAO Ying,SUI Wen-zhi

(Institute of Agricultural and Poultry Products Comprehensive Utilization, Heilongjiang Academy of Land Reclamation Sciences,Jiamusi,Heilongjiang 154007)

Abstract: Studied on the effects of the different fertilization proportions on growth and yield of rice by testing the photosynthetic rate,the nutrient accumulation,and the growth situation in the same total nutrient condition and three proportions of N,P,K with plot experiment method,during 2015,in order to promote rational fertilization of rice in Heilongjiang province. The results showed that the model 2 was the best,which the total amount of fertilizer was urea $266\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,diammonium phosphate $120\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,potassium sulfate $158\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,and the total nutrient was $278\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ with the proportion of N, P_2O_5 and K_2O was $2.6:1.0:1.4$. This condition could promote plant photosynthesis effectively,increase plant nutrient accumulation,promote plant growth,tiller number increased 1 per hole, grains increased 3 per spike, grain weight increased 1.2 g per hole, straw ratio increase 0.19, the yield increased by 3.8% and the differences between the treatments did not reach significant level. Improved the quality of rice, milled rice rate and head rice rate increased by 1.1% and 15.2% individually, and the chalk rate decreased by 17.8%.

Keywords: the proportion of fertilizer;rice;yield;quality

成和土壤阳离子交换量有密切关系。土壤中的镁包括交换性镁和水溶性镁,其中交换性镁占绝大部分,其余土壤供镁能力密切相关,因此,土壤交换性镁的含量是衡量土壤中镁丰缺程度的指标^[2-4]。

楚雄彝族自治州位于云南省中部偏北,地跨 $N24^{\circ}13' \sim 26^{\circ}30'$ 、 $E100^{\circ}43' \sim 102^{\circ}32'$,属云贵高原西部、滇中高原的主体部位,属亚热带亚湿润高原季风气候。楚雄州是传统的老烟区,属于滇中高原烤烟区^[5],州内海拔高度 $1\,400 \sim 2\,300\text{ m}$ 均有烤烟种植^[6]。所产烤烟质量优良,是云南清香型烟叶的典型代表。烟叶香气质好,香气量足,劲头中等,余味净,具典型的清香型烟叶特征,香味清香醇和,是主要的主料烟叶原料之一。楚雄具有典型的生态多样性和独特的立体气候,生产出来的优质烟叶具有不同的质量风格特色。

秦松等、黄元炯等、陈星峰等、张国等、徐畅等、匡传富等、谢鹏飞等、黎娟等分别对贵州省、河南省、福建省、湖南省、重庆市和湖南省长沙市、宁乡县、湘西自治州等地区植烟土壤交换性镁含量进行了分析^[7-14]。但关于楚雄烟区植烟土壤交换性镁含量分布特点,特别是交换性镁含量的空间分布及其影响因素的研究尚未见报道。该文分析楚雄烟区植烟土壤交换性镁含量的丰缺状况、空间分布及其影响因素 pH 和有机质含量,以期为楚雄烟区的植烟土壤改良、平衡施肥及特色优质烟叶开发提供参考。

1 材料与方法

1.1 样品采集

2012 年在楚雄州 10 个县市 90 个植烟乡镇采集有代表性的土壤样品 400 个,其中楚雄市 66 个,大姚县 39 个,禄丰县 55 个,牟定县 36 个,南华县 40 个,双柏县 42 个,武定县 43 个,姚安县 35 个,永仁县 25 个,元谋县 19 个,具体分布情况见图 1。土壤样品的采集选择在前茬作物收获后,烤烟移栽起垄施肥前进行,采样同时用 GPS 确定采样点地理坐标和海拔高度。随机采集耕作层土壤表层 $0 \sim 20\text{ cm}$ 处土样,根据地块形状采取梅花形或者 S 形取 $5 \sim 8$ 个点的混合样,用四分法留取 1 kg 土壤样品,登记编号,室内自然风干、磨细、过筛、混匀、装瓶备测,室内样品分析在昆明市土壤肥料分析测试中心进行。

1.2 植烟土壤交换性镁含量测定方法

按照参考文献^[15]执行,用 $1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙酸铵

溶液($\text{pH}7.0$)反复处理土壤,使土壤成为铵离子饱和土,过量的乙酸铵用 95% 乙醇洗去,然后加氧化镁,用定氮蒸馏的方法进行蒸馏。蒸馏出的氨用硼酸溶液吸收,以标准酸液滴定,根据铵离子的量计算土壤盐离子(钙、镁、钾、钠)交换量。

根据楚雄烟区植烟土壤实际情况,将土壤样本的 pH 按 <5.0 、 $5.0 \sim 5.5$ 、 $5.5 \sim 6.0$ 、 $6.0 \sim 6.5$ 、 $6.5 \sim 7.0$ 、 $7.0 \sim 7.5$ 、 >7.5 分为 7 组,有机质按照含量 <15 、 $15 \sim 20$ 、 $20 \sim 25$ 、 $25 \sim 30$ 、 $30 \sim 35$ 、 $35 \sim 40$ 、 $40 \sim 45$ 、 $>45\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 分为 8 组,分别统计不同 pH、有机质组的植烟土壤交换性镁含量的平均值和标准差等。

1.3 植烟土壤交换性镁含量分级标准

参照陈江华等、罗建新等、赵晓绕等^[16-18]建立的植烟土壤养分分级方法,结合楚雄植烟土壤交换性镁含量实际情况,将其划分为缺($<0.8\text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$)、适中($0.8 \sim 1.6\text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$)、丰($1.6 \sim 3.2\text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$)、很丰($>3.2\text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$)4 级。

1.4 数据分析

数据处理采用 Excel 2007,统计描述、异常值剔除、方差分析、相关分析、多重比较和聚类分析,采用 SPSS Statistics 19.0,异常值剔除依据拉依达准则(3σ 准则),多重比较采用新复极差法(Duncan's),聚类方法为平方欧氏距离(Euclidean)。利用 ArcGis 软件提供的反距离权重插值方法(IDW)生成空间分析图。

2 结果与分析

2.1 楚雄州不同县市植烟土壤交换性镁含量分布概况和聚类分析

从表 1 中可以看出,楚雄烟区植烟土壤交换性镁含量平均值为 $2.186\text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$,总体偏高。10 个县(市)植烟土壤中交换性镁含量平均为 $1.477 \sim 3.167\text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$,各县(市)按照高低顺序来看依次是:姚安 $>$ 武定 $>$ 大姚 $>$ 元谋 $>$ 禄丰 $>$ 牟定 $>$ 楚雄 $>$ 永仁 $>$ 南华 $>$ 双柏。其中永仁、南华和双柏植烟土壤交换性镁属于适中水平,其余市县属于丰水平,没有市县土壤交换性镁含量平均值超过 $3.2\text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。方差分析和多重比较结果表明不同市县之间的交换性镁含量差异达到极显著水平($F=9.970$, $\text{Sig}=0.000$),姚安县植烟土壤交换性镁含量较高,与楚雄、禄丰、牟定、南华、双柏、永仁 6 县(市)达到极显著差异。

楚雄烟区植烟土壤交换性镁含量变异系数为

62.44%,属强变异。各县(市)变异系数从大到小依次为武定>双柏>牟定>禄丰>永仁>大姚>

楚雄>姚安>南华>元谋,其中,元谋、南华、姚安属于中等变异,其余县(市)属于强变异。

表 1 楚雄州各县市植烟土壤交换性镁含量分析

Table 1 Exchangeable magnesium contents of tobacco-growing soil of different counties in Chuxiong									
县(市) County (city)	样本数 Sample	交换性镁含量/ (cmol·kg ⁻¹)		95%置信区间 95% range of confidence	变异系 数/% CV	各级分布/% Percentages of every levels			
		Exchangeable magnesium contents	标准误 SE			<0.8	[0.8~1.6)	[1.6~3.2)	≥3.2
楚雄 Chuxiong	66	1.773±0.738 A	0.091	1.592~1.955	41.59	4.55	39.39	48.48	7.58
大姚 Dayao	39	2.587±1.161 BC	0.186	2.211~2.963	44.88	5.13	12.82	56.41	25.64
禄丰 Lufeng	55	2.439±1.276 B	0.172	2.094~2.784	52.33	1.82	29.09	45.45	23.64
牟定 Mouding	36	1.856±1.023 A	0.171	1.51~2.202	55.13	13.89	30.56	38.89	16.67
南华 Nanhua	40	1.554±0.546 A	0.086	1.379~1.729	35.14	5.00	55.00	40.00	0
双柏 Shuangbai	42	1.477±0.842 A	0.130	1.214~1.739	57.04	23.81	33.33	38.10	4.76
武定 Wuding	43	3.05±2.559B C	0.390	2.262~3.838	83.92	0	13.95	55.81	30.23
姚安 Yaoan	35	3.167±1.203 C	0.203	2.754~3.58	38.00	2.86	2.86	45.71	48.57
永仁 Yongren	25	1.611±0.805 A	0.161	1.279~1.943	49.95	20.00	28.00	52.00	0
元谋 Yuanmou	19	2.580±0.832 BC	0.191	2.179~2.981	32.23	0	10.53	68.42	21.05
楚雄州 Chuxiong prefecture	400	2.186±1.365	0.068	2.052~2.32	62.44	7.25	27.50	47.75	17.50

楚雄州植烟土壤交换性镁含量处于适中范围的占 27.50%,低占 7.25%,丰占 47.75%,很丰占 17.50%。由此可见,楚雄州植烟土壤的交换性镁含量主要为适中到丰(二者合计占比 75.25%),供应量较足。按照陈江华^[19]的划分,云南、贵州烟区属于轻度缺镁地区,缺镁土壤在 20%左右,与此相比,楚雄州植烟土壤交换性镁含量较为充足,只有 7.25%属于缺镁土壤,需要补充镁肥,其它地区烟株一般不会出现缺镁现象。需要注意的是,晋艳等^[20]的研究表明,烟草栽培中镁对钾、钙是拮抗的,所以在土壤含镁很丰的区域应适当注意补充钾肥。就县域分布情况来看,植烟土壤交换性镁含量处于适宜范围且高于全州平均水平的有南华、楚雄、双柏、牟定、禄丰和永仁,特别是南华县,有 55.00%的土壤交换性镁含量处于适宜范围。姚安、大姚、武定和元谋等县大部分处于低或者较低水平。但是需要注意的是,虽然楚雄州植烟土壤交换性镁含量较为充足,但双柏和永仁依然有 20%左右的土壤缺镁,需要适当补充镁肥。

根据数据,通过 Z score 标准化后采用 SPSS 进行系统聚类分析(见图 1),从中可看出,楚雄州

不同县市根据植烟土壤交换性镁含量可分为 3 类(距离 5),第一类县市植烟土壤交换性镁含量较低,变异性较大,含量≥3.2 cmol·kg⁻¹的样本较少,<0.8 的样本分布较多,需要适当补充镁肥,包括双柏、永仁、牟定、楚雄和南华;第二类县市植烟土壤交换性镁含量较高,变异性较大,含量≥3.2 cmol·kg⁻¹的样本较多,<0.8 的样本分布较少,土壤交换性镁含量充足,基本不需要补充镁肥,包括禄丰、元谋、姚安和大姚;第三类县市植烟土壤交换性镁含量较高,变异性很大,含量≥3.2 cmol·kg⁻¹的样本较多,<0.8 的样本分布较少,土壤交换性镁含量虽充足但分布不均,如武定,部分地区交换性镁含量超标但个别地区需要补充镁肥。

2.2 基于反距离权重插值方法的楚雄州植烟土壤交换性镁空间分布

为进一步了解楚雄州植烟土壤交换性镁含量的生态地理分布差异,采用 Arc GIS9 软件绘制了楚雄州植烟土壤交换性镁含量空间分布图。可看出楚雄州植烟土壤交换性镁含量分布规律不明显,总体上呈现斑块状分布。以 1.179~2.540 cmol·kg⁻¹为主要分布面积。在大姚、楚雄

和姚安出现斑块状高值区域。

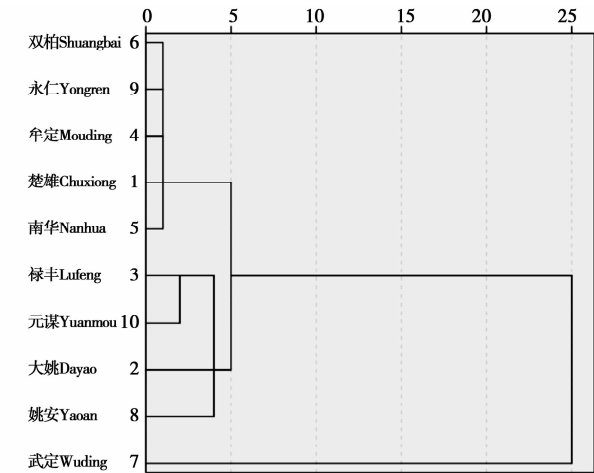


图 1 楚雄州植烟土壤交换性镁含量聚类分析

Fig.1 The hierarchical cluster figure of exchangeable magnesium contents of tobacco-growing soil in Chuxiong

2.3 楚雄植烟土壤 pH、有机质对交换性镁含量的影响

由表 2 可知,7 个 pH 组的植烟土壤交换性镁平均含量在 1.087~3.198 cmol·kg⁻¹,随着 pH 升高而升高,土壤 pH 与交换性镁含量的相关系数 r=0.521,P=0.000,在 a=0.01 水平下线性关系为强相关。方差分析和多重比较结果表明,7 个 pH 组的植烟土壤交换性镁含量差异极显著(F=26.334,Sig=0.000),以 pH5.5 和 7.0 为界限,<5.5 和大于 7.0 三组之间存在极显著差异。由表 3 可知,8 个有机质组的植烟土壤交换性镁平均含量在 1.541~2.598 cmol·kg⁻¹,随着有

机质含量的升高而升高,土壤有机质含量与交换性镁含量的相关系数 r=0.212,P=0.000,在 a=0.01 水平下线性关系为弱相关。方差分析和多重比较结果表明,8 个有机质组的植烟土壤交换性镁差异极显著(F=3.013,Sig=0.004),以 pH5.5 和 7.0 为界限,<5.5 和大于 7.0 三组之间存在极显著差异。有机质含量>25 g·kg⁻¹、<15 g·kg⁻¹与其它含量组之间差异较大。不同组之间变异系数均较大,离散程度较高。

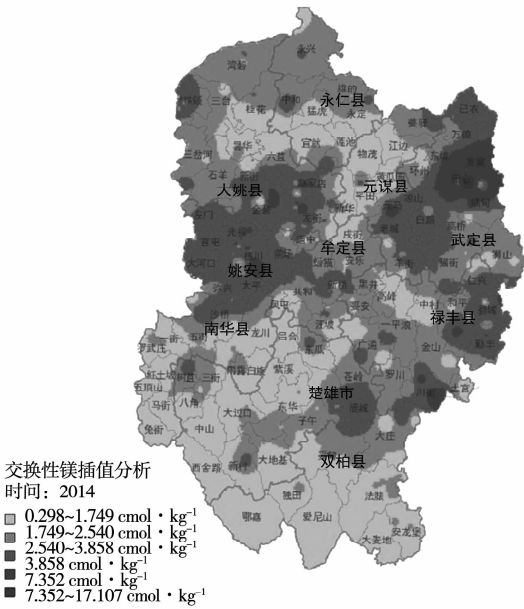


图 2 楚雄州植烟土壤交换性镁空间分布

Fig.2 Spatial distribution of exchangeable magnesium contents of tobacco-growing soil in Chuxiong

表 2 楚雄州不同 pH 的植烟土壤交换性镁含量比较

Table 2 Comparison on exchangeable magnesium contents in different pH values of tobacco-growing soil in Chuxiong

pH	样本数 Sample	平均值±标准差/(cmol·kg ⁻¹) Mean±SD	标准误 SE	95%置信区间 95% range of confidence	变异系数/% CV
<5.0	25	1.087±0.586 A	0.117	0.845~1.329	53.92
[5.0~5.5)	77	1.321±0.57 A	0.065	1.191~1.450	43.19
[5.5~6.0)	75	1.853±0.836 B	0.097	1.661~2.046	45.09
[6.0~6.5)	52	2.091±0.977 B	0.136	1.818~2.363	46.75
[6.5~7.0)	52	2.314±0.79 B	0.110	2.095~2.534	34.12
[7.0~7.5)	36	3.198±1.198 C	0.200	2.793~3.603	37.46
≥7.5	83	3.16±1.959 C	0.215	2.733~3.588	61.99
汇总 Total	400	2.186±1.365	0.068	2.052~2.320	62.44

土壤中钙镁比过大(>10)也会导致作物对镁素吸收不足,这是因为土壤中阳离子竞争性吸收的缘故,施钾量过高也可能诱发作物缺镁^[19]。楚

雄植烟土壤钙镁比平均值为 6.87±8.05,峰度为 33.03,属尖顶峰,偏度为 5.15,正偏,变异系数为 117.18%,有 12%的样品钙镁比>10,在生产中