

贵州省主要植烟黄壤氮素矿化潜力研究*

张恒 王晶君 石俊雄[†]

(贵州省烟草科学研究所, 贵阳 550081)

摘要 采用 Stanford 间歇淋洗好气培养法研究了贵州省 9 个主要烤烟产区的 943 份植烟黄壤样品的氮素矿化势, 并抽取典型代表样品 93 份测定了矿化率常数。结果表明, 贵州省主要植烟黄壤的氮矿化速率常数平均为 $0.031 \text{ mg kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$, 氮素矿化势平均为 92.8 mg kg^{-1} , 变幅在 $10.2 \sim 280.5 \text{ mg kg}^{-1}$ 。不同植烟区域氮素矿化势差异较大, 安顺、毕节、贵阳、六盘水、黔东南、黔南、黔西南、铜仁和遵义的土壤矿化势分别为 $103.5, 90.6, 71.0, 116.2, 91.1, 89.0, 79.6, 84.6$ 和 99.6 mg kg^{-1} 。贵州省主要植烟黄壤的潜在供氮能力以中部地区较低, 向四周辐射潜在供氮能力增强, 六盘水和黔东南部分烟区潜在供氮能力过高。土壤有机质含量与植烟黄壤潜在供氮能力呈显著正相关, 可采用指数函数模型对植烟黄壤氮素矿化势进行初步估测。在宏观上把握贵州省主要植烟黄壤的潜在供氮能力, 可以为贵州省烤烟种植的合理布局提供依据。

关键词 烤烟; 植烟黄壤; 氮素矿化

中图分类号 S158

文献标识码 A

贵州省烤烟种植面积仅次于云南居全国第二, 常年植烟面积达 20 万 hm^2 以上, 烤烟已成为贵州省农民的重要经济来源, 也是贵州许多地区的支柱产业。烤烟生产过程中, 氮素营养对产量和品质影响最大^[1], 适量的氮素供应, 对烤烟生长、烟叶产量及烟叶品质均有较好的影响^[2]。通过多年来平衡施肥技术的推广应用, 贵州省烤烟产、质量均得到了明显的改善, 但仍存在烟叶中氮素积累过量和烟碱浓度偏高的问题;¹⁵N 示踪研究表明, 烟株全生育期氮素吸收总量的 60% 以上来源于土壤氮的矿化, 上部叶中土壤供氮所占比例高达 80% 以上^[3-4]; 贵州植烟土壤以黄壤为主, 占全省植烟土壤的 80% 左右^[5]。因此, 对贵州省主要植烟黄壤氮素矿化特性与潜在供氮能力了解不足, 是影响贵州省烟叶质量提升的关键问题之一。

1972 年, Stanford 与 Smith^[6] 对土壤氮素矿化进行了深入研究, 并提出土壤氮素矿化势 (N_0) 的概念和一阶动力学模型。矿化势 (N_0) 是指在既定条件下经过无限长时间后, 土壤氮素矿化可释放的最大氮量, 是土壤氮素矿化的重要指标参数, 它反映了土壤的潜在供氮能力^[7], 并与植物吸氮量

呈显著正相关^[8-9], 可作为土壤供氮能力的指标^[10]。1974 年, Stanford 发现预培养 1~2 周后再正式培养两周的矿化氮量通过一阶动力学模型能够有效预测矿化势, 并在矿化势的研究中得到了广泛应用。

近年来, 针对旱地粮田土壤供氮量的研究相对较多, 如白志坚和赵更生^[11] 的研究结果显示, 黄绵土、黑垆土、塿土的氮素矿化潜力分别为 $73 \pm 19, 85 \pm 12, 97 \pm 23 \text{ mg kg}^{-1}$ 。吕珊兰等^[12] 应用好气培养方法研究了山西土壤氮矿化势并对土壤供氮量进行了预测, 结果发现耕层土壤 (0~20 cm) 可矿化氮量平均为 73.2 kg hm^{-2} , 并且可以用土壤有机质含量来预测土壤供氮量。朱兆良等^[13] 通过总结以往的研究结果, 认为我国土壤的潜在供氮量变动于 $34.5 \sim 126 \text{ kg hm}^{-2}$ 之间, 约占高产作物吸氮量的 45%~83%。近年来虽然在全国范围内也开展了一些相关研究工作^[14], 但有针对性的在贵州全省范围开展植烟黄壤供氮能力的相关研究相对较少。因此, 本文研究贵州主要植烟黄壤的潜在供氮能力, 旨在为贵州烟草平衡施肥技术的补充完善, 以及烤烟种植区划的确定, 提供理论依据。

* 贵州省烟草专卖局科研项目“我省主要植烟土壤氮素矿化特性与供氮潜力及应用研究”资助 合同编号: (05-06)

[†] 通讯作者: 石俊雄 (1966—), 男, 江苏常熟人, 研究员, 从事烟草营养与土壤肥料研究。Tel: 13985409962, E-mail: sjx2196@163.com

作者简介: 张恒 (1979—), 男, 贵州贵阳人, 助理研究员, 主要从事烟草营养方面的研究工作。Tel: 13511981707, E-mail: ftt0467@126.com

收稿日期: 2012-04-11; 收到修改稿日期: 2012-07-03

1 材料与方法

1.1 样品采集

2008年在贵州省9个主要植烟区采集943份黄壤样品。样品在施底肥和烤烟移栽前采集,以比

较可靠地反映采集地氮素供应潜势;采集深度为0~20 cm;采样点数根据取样面积和土壤养分的变异系数求得($n = CV/m^2$),随机、均匀地布置采样点;为有效控制采样误差,每个地块取10~20个小样点,组成一个混合样;之后用GPS确定采样点的地理坐标。采样点的具体分布如图1所示。

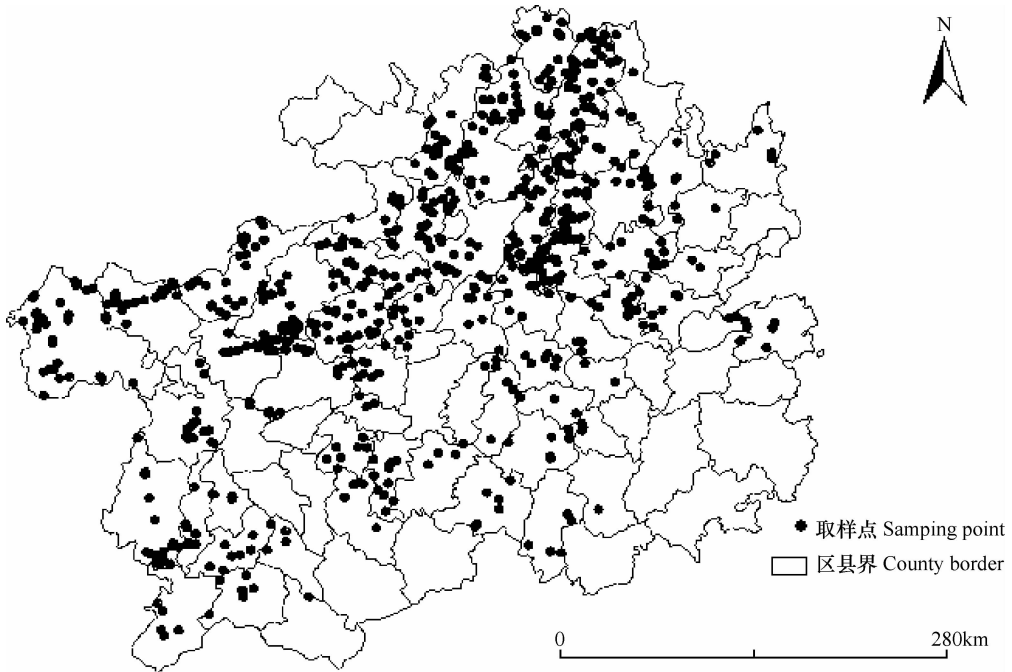


图1 采样点分布

Fig. 1 Distribution of soil sampling points

1.2 测定方法

矿化速率常数测定:常用的土壤培养方法较多^[6,15-17],本研究采用长期好气间歇淋洗法进行。在全省943份黄壤样品中,抽取具有典型代表性的样品93份,进行矿化速率常数测定。即称取15.0 g土壤($\Phi 2$ mm)和等量石英砂($\Phi 1 \sim 2$ mm),加少量蒸馏水(3 ml左右),湿润后充分混匀,然后转入60 ml塑料注射器中(底部预装有玻璃珠和20 g石英砂),上铺少量玻璃丝和20 g石英砂。用100 ml 0.01 mol L^{-1} CaCl_2 溶液分4次等量淋洗土壤^[18],淋洗后加入25 ml无氮营养液(0.002 mol L^{-1} $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0.002 mol L^{-1} MgSO_4 , 0.005 mol L^{-1} $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $0.0025 \text{ mol L}^{-1}$ K_2SO_4 的混合液),盖上橡胶塞,在60 mmHg的负压下抽去多余营养液,时间约1 h,而后用封口膜包扎注射器顶端,并在其上扎3个小孔,使其保持良好通气,培养期间用重量法维持水分。预培养1周后,于第2、3、5、7、9、12、15、17周收集淋洗液测定其中的 NO_3^- 和 NH_4^+ 。将测得的 N_t 值代入

Stanford等提出的一阶动力学模型: $N_t = N_0 [1 - \exp(-kt)]$,对矿化速率常数 k 进行拟合,求得最佳 k 值。

矿化势测定:采用短期好气间歇淋洗方法(淋洗步骤同长期好气间歇淋洗方法),时间为3周,即预培养1周,取出淋洗,而后继续培养2周,淋洗并收集淋洗液,测定其中的 NH_4^+ 、 NO_3^- 。将测得的 N_t 值代入Stanford等提出的土壤氮矿化势方程: $N_0 = N_t / [1 - \exp(-kt)]$,式中,矿化速率常数 k 值为长期培养的拟合值, t 为培养天数,取值14 d。

有机质测定:采用重铬酸钾容量法—外加热法。

1.3 数据分析

应用Excel2007和SPSS16.0统计软件,对数据进行统计分析。

2 结果

2.1 贵州省主要植烟黄壤潜在供氮能力整体状况

通过对贵州省具有典型代表性的植烟黄壤样

品 93 份进行长期好气间歇淋洗培养,并采用一阶动力学模型对培养数据进行拟合,拟合效果良好,决定系数平均达 0.969。表 1 结果显示,矿化速率常数(k)平均为 $0.031 \text{ mg kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$,变幅在 $0.01 \sim 0.06 \text{ mg kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$ 之间,其中 $0.02 \sim 0.04 \text{ mg kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$ 的分布频率达到 76.34%,变异系数为 29.03%。虽然贵州不同植烟黄壤氮素矿化速率存在较大差异,但是利用矿化速率常数均值计算的矿化势与拟合的矿化势相关性极显著,相关系数 $r = 0.536$,经 t 检验两者之间无显著性差异($p = 0.153$)。因此,可以利用平均矿化速率常数($k = 0.031 \text{ mg kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$),通过短期培养来计算贵州省主要植烟黄壤的氮素矿化势。

表 1 贵州省植烟土壤氮素矿化势及矿化速率常数

Table 1 Nitrogen mineralization potential and mineralization rate constant of the soils in Guizhou Province

参数 Parameter	矿化势 Mineralization potential (mg kg^{-1})	矿化速率常数 k Mineralization rate constant ($\text{mg kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
样本数 Number	943	93
均值 Mean	92.8	0.031
标准差 Std. deviation	40.7	0.01
偏度 Skewness	0.883	0.18
偏度标准误 Std. Error of Skewness	0.080	0.25
峰度 Kurtosis	1.408	0.93
峰度标准误 Std. Error of Kurtosis	0.159	0.50
最小值 Minimum	10.2	0.01
最大值 Maximum	280.5	0.06
变异系数 CV (%)	43.89	29.03

通过对全省 943 份植烟黄壤样品进行短期好气性培养,结果表明,贵州省土壤的平均矿化势为 92.8 mg kg^{-1} ,若以 $0 \sim 20 \text{ cm}$ 表层黄壤容重 1.21 g cm^{-3} 计^[19],潜在供氮量可达 224.6 kg hm^{-2} ,是贵州烤烟推荐施氮量(90 kg hm^{-2})的 2 倍多。贵州植烟黄壤潜在供氮能力较强,是造成烤烟生长后期土壤供氮过量的主要原因之一。贵州植烟黄壤矿化势总体呈偏正态分布(图 2),变幅在 $10.2 \sim 280.5 \text{ mg kg}^{-1}$ 之间,最大值是最小值的几十倍,变异系数 43.89%。从矿化势的分布频率上来看,76%的植烟黄壤矿化势分布在 $50 \sim 150 \text{ mg kg}^{-1}$ 之间,分散中呈现集中趋势。

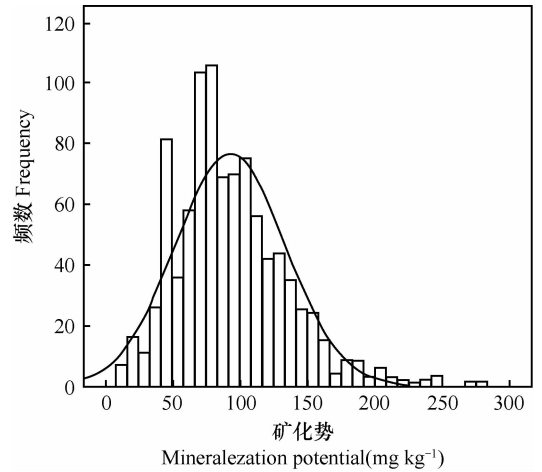


图 2 贵州省植烟黄壤氮素矿化势分布频率

Fig. 2 Distribution frequency of nitrogen mineralization potential of the tobacco planting yellow earths in Guizhou Province

2.2 贵州省不同植烟区域植烟黄壤潜在供氮能力

从贵州省各植烟地区的植烟黄壤氮素矿化势来看(表 2),不同植烟区域氮素矿化势差异较大,安顺、毕节、贵阳、六盘水、黔东南、黔南、黔西南、铜仁和遵义的土壤矿化势分别为 103.5 、 90.6 、 71.0 、 116.2 、 91.1 、 89.0 、 79.6 、 84.6 和 99.6 mg kg^{-1} 。不同地区植烟黄壤矿化势的分布频率也不尽相同,安顺地区在不同的矿化势分布范围内均有所分布;毕节、六盘水、遵义地区矿化势分布情况类似,矿化势主要分布在 $50 \sim 150 \text{ mg kg}^{-1}$ 范围内,分布频率分别占该地区的 78.4%、72.5%、85.0%;贵阳、黔西南地区矿化势分布情况类似,矿化势主要分布在 $0 \sim 100 \text{ mg kg}^{-1}$ 范围内,分布频率分别占该地区的 79.1%、75%;黔东南、铜仁地区矿化势分布情况类似,矿化势在 $100 \sim 150 \text{ mg kg}^{-1}$ 范围内分布频率占 50%以上,其余范围内有一定的分布;黔南地区矿化势在 $0 \sim 150 \text{ mg kg}^{-1}$ 呈均匀分布。

2.3 贵州主要植烟黄壤潜在供氮能力预测

通过对全省 943 份短期培养样品进行检测发现,贵州主要植烟黄壤有机质含量在 $5.5 \sim 73.5 \text{ g kg}^{-1}$ 之间,最大值是最小值的 13 倍多,土壤中黏粒含量在 5.9%~29.7%之间,最大值是最小值的 5 倍,相对而言主要植烟黄壤的有机质含量变幅较大。经偏相关分析发现,贵州省主要植烟黄壤氮素矿化势与土壤中黏粒含量之间相关性不显著,偏相关系数 $r = 0.035$ ($p = 0.598$);矿化势与有机质含量存在极显著的正相关,偏相关系数为 $r = 0.276$ ($p < 0.01$)。因此,在本研究中,主要以土壤有机质含量对矿化势预测。

表 2 贵州省不同植烟区植烟黄壤土壤矿化势及分布频率

Table 2 Nitrogen mineralization potentials and distribution frequencies of yellow earths in different tobacco planting areas in Guizhou Province

地区 Region	样本数 Number	平均值 Mean (mg kg ⁻¹)	最小值 Minimum (mg kg ⁻¹)	最大值 Maximum (mg kg ⁻¹)	变异系数 CV (%)	分布频率 Distribution frequency				
						< 50 mg kg ⁻¹	50 ~ 100 mg kg ⁻¹	100 ~ 150 mg kg ⁻¹	150 ~ 200 mg kg ⁻¹	> 200 mg kg ⁻¹
安顺 Anshun	16	103.5	37.1	203.5	59.5	37.5	12.5	18.8	18.8	12.5
毕节 Bijie	268	90.6	10.2	202.7	39.8	16.0	44.8	33.6	5.2	0.4
贵阳 Guiyang	43	71.0	16.3	238.9	59.8	34.9	44.2	18.6	0.0	2.3
六盘水 Liupanshui	40	116.2	44.1	241.9	44.7	2.5	45.0	27.5	17.5	7.5
黔东南 Southeast Guizhou	60	91.1	14.3	246.4	57.6	13.3	56.7	16.7	6.7	6.7
黔南 South Guizhou	73	89.0	30.0	157.0	42.4	31.5	21.9	45.2	1.4	0.0
黔西南 Southwest Guizhou	56	79.6	15.0	215.3	55.1	33.9	41.1	17.9	3.6	3.6
铜仁 Tongren	74	84.6	23.9	280.5	50.0	17.6	58.1	18.9	2.7	2.7
遵义 Zunyi	313	99.6	21.6	269.1	36.0	4.5	53.7	31.3	9.3	1.3

植烟黄壤矿化势随着土壤有机质含量的增加而显著增加,两者呈显著的正相关($r=0.339$)。当土壤有机质含量在 $0 \sim 20 \text{ g kg}^{-1}$ 范围内,土壤氮素矿化势随有机质含量的增加而迅速增加,当有机质含量超过 30 g kg^{-1} 后矿化势的增加趋势趋于缓和(图 3)。

通过曲线估计分析发现,指数函数、幂函数、三次方程、二次方程、逆函数和对数函数模型的决定系数均高于简单的线性模型,其中以指数函数的拟合效果最好,决定系数为 $0.177 (p < 0.01)$,其模型方程为 $Y = e^{(5.04 - 12.93/OM)}$ 。

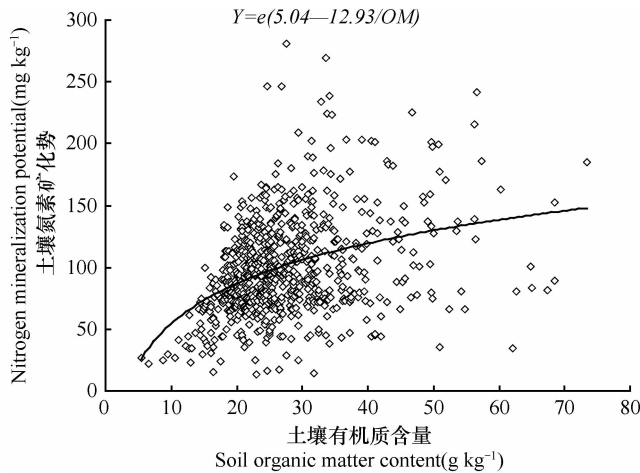


图 3 植烟黄壤氮素矿化势与土壤有机质含量的关系

Fig. 3 Relationship between nitrogen mineralization potential and organic matter content in yellow earth

3 讨论

3.1 贵州省主要植烟黄壤氮素矿化势频率分布及变异

许多研究发现,土壤氮素矿化势存在正态分布

的特征。Cambardella 等^[20]研究发现,土壤氮素矿化势呈对数正态分布;Robertson 等^[21]研究发现,土壤中的净矿化氮呈对数正态分布,并且土壤中的许多物理、化学及生物特性也呈类似的分布。但近期也有研究认为,土壤氮素矿化势也并非完全呈正态分布,研究者认为非正态分布的原因是人为因素的影响,并且目前尚未有明确的研究结论。本研究中通过对覆盖全省 9 个植烟地区的 943 个土壤样品进行了矿化势的测定,结果发现土壤氮素矿化势呈偏正态分布。

本研究中发现,贵州省主要植烟黄壤氮素矿化势变异系数达到 43.89%,高于其他研究者的研究结果。Goovaerts 等^[22]在 0.16 hm^2 试验田中采集 73 个土壤样品,分析发现两次采样的土壤氮素矿化势变异系数分别为 36.4% 和 29.5%;Cambardella 等^[20]在 10 hm^2 的试验田中采集 72 个土壤样品,分析发现土壤氮素矿化势变异系数为 24%;Mahmoudjafari 等^[23]在 1.7 hm^2 土地上采集 108 个土壤样品,分析发现土壤氮素矿化势变异系数仅为 15%。由于本研究中取样范围广,取样数量大,另外贵州省地理环境特殊,所取样品的土壤理化性质差异较大,因此贵州省主要植烟黄壤的氮素矿化势变异较大。

3.2 贵州省植烟土壤供氮能力的空间分布

刘青丽等^[24]通过研究发现,我国植烟土壤氮素矿化势与纬度有关,呈现出南北高中间低的趋势。而从本文研究结果来看(图 4),因贵州南北纬度差异相对较小,贵州省植烟土壤氮素矿化势受纬度的影响较小,从贵州南部至北部并未呈现出明显的变化趋势。Mahmoudjafari 等^[23]通过对湿热、湿冷、干热、干冷 4 种气候研究发现,湿热、湿冷有利于投入

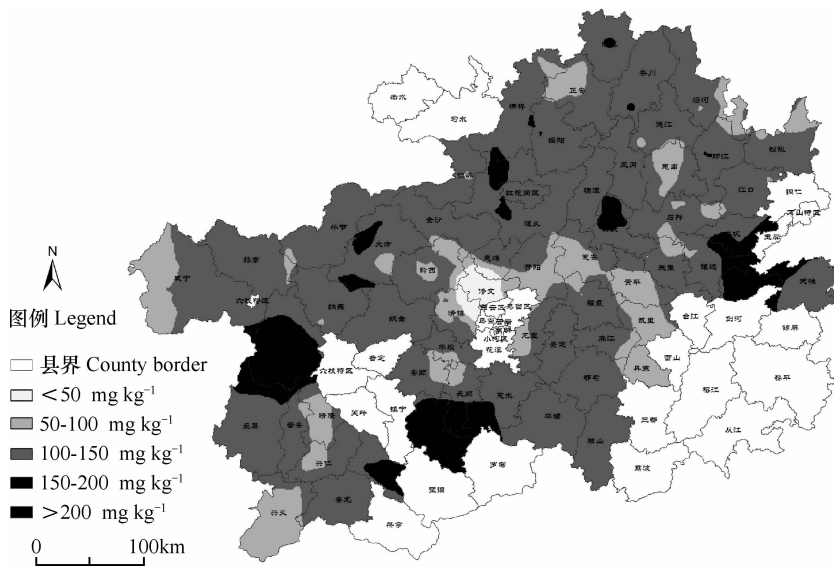


图4 贵州省植烟土壤氮素矿化空间分布

Fig. 4 Spatial distribution of nitrogen mineralization of tobacco planting soil in Guizhou Province

外源有机质的累积,而干热有利于土壤有机质的矿化。由于贵州烤烟生产中有配施有机肥的习惯,因此六盘水地区的湿冷气候和黔东南部分地区的湿热气候下有机质积累较多,土壤的潜在供氮能力相对较强,而在中部地区相对气候较干燥,土壤有机质积累相对较低,土壤的潜在供氮能力亦相对较低。可见,贵州省植烟土壤的供氮能力以中部较低,向四周辐射土壤供氮能力增强,部分植烟区域受到特殊气候条件的影响土壤的潜在供氮能力较强。

3.3 贵州省植烟土壤矿化势的预测

目前土壤氮素矿化势的测定主要是通过室内培养的方法进行,但室内培养不仅周期较长,还存在工作量较大的问题,因此通过简单的土壤指标对土壤氮素矿化势进行预测是目前研究的热点之一。许多研究表明,土壤的有机质含量与土壤氮素矿化势之间存在着显著的相关性,许多研究者利用这一关系来进行土壤氮素矿化势的预测,其中吕珊兰等^[12]分析了26个土壤样品,有机质含量在 $6 \sim 24 \text{ g kg}^{-1}$ 之间,通过回归分析发现 $N_0 = 13.21 + 1.2268OM (r = 0.7608)$ 。马宏瑞和赵之重^[25]通过对7个土壤样品的分析发现, $N_0 = 9.21 + 11.97OM$ 。在本研究中,有机质含量与矿化势之间同样存在着显著的正相关性,并且线性模型的拟合度低于曲线模型,曲线模型中又以指数函数模型拟合度最高,这可能与本研究中土壤样品数量大有机质质量差异大有关。 t 检验发现,通过有机质含量得到的估测值和实测量值之间差异性显著,因此仅利用有机质含量来预测

贵州省主要植烟黄壤的矿化势与培养结果仍然有一定差距,仅能作为初步预测,如何更为准确地预测土壤氮素矿化势还有待进一步的深入研究。

4 结 论

贵州省主要植烟黄壤的氮素矿化速率常数(k)平均为 $0.031 \text{ mg kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$,氮素矿化势平均为 92.8 mg kg^{-1} ,变幅在 $10.2 \sim 280.5 \text{ mg kg}^{-1}$,变幅较大。不同植烟区域植烟黄壤氮素矿化势差异较大。贵州省植烟黄壤的潜在供氮能力以中部地区较低,向四周辐射植烟黄壤的潜在供氮能力增强,其中以六盘水和黔东南的部分区域植烟黄壤的潜在供氮能力过高。土壤有机质含量对贵州主要植烟黄壤的潜在供氮能力有着显著的影响,可采用指数函数模型 $Y = e^{(5.04 - 12.93/OM)}$ 对主要植烟黄壤土壤的矿化势进行初步估测。

宏观把握好贵州省主要植烟黄壤的供氮潜力,对贵州省烤烟生产的合理布局以及平衡施肥技术的深入推广意义重大,针对土壤供氮能力过高的区域应进行适当的调整,土壤供氮能力偏高的区域可采取相应的农艺措施来提高烤烟生长前期的土壤供氮能力并降低烤烟生长后期土壤供氮能力,土壤供氮能力适宜的区域可优先考虑烤烟发展烤烟生产种植。

参 考 文 献

[1] 李春俭,张福锁,李文卿,等. 我国烤烟生产中的氮素管理及

- 其与烟叶品质的关系. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(2): 331—337. Li C J, Zhang F S, Li W Q, et al. Nitrogen management and its relation to leaf quality in production of flue-cured tobacco in China (In Chinese). *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2007, 13(2): 331—337
- [2] 韩锦峰, 郭培国. 氮素用量、形态、种类对烤烟生长发育及产量品质影响的研究. 河南农业大学学报, 1990, 24(3): 275—285. Han J F, Guo P G. Study of the effects of applied different rates, forms and kinds of fertilizer N on growth, development, yield and quality of flue-cured tobacco (In Chinese). *Journal of Henan Agricultural University*, 1990, 24(3): 275—285
- [3] 刘卫群, 郭群召, 张福锁, 等. 氮素在土壤中的转化及其对烤烟上部叶烟碱含量的影响. 烟草科技, 2004(5): 36—39. Liu W Q, Guo Q Z, Zhang F S, et al. Nitrogen transformation in soil and its effects on nicotine content of upper flue-cured tobacco leaves (In Chinese). *Tobacco Science & Technology*, 2004(5): 36—39
- [4] 陈萍, 李天福, 张晓海, 等. 利用¹⁵N示踪技术探讨烟株对氮素肥料的吸收与分配. 云南农业大学学报, 2003, 18(1): 1—4. Chen P, Li T F, Zhang X H, et al. Exploring tobacco plants absorption and distribution of nitrogen fertilizers by using ¹⁵N tracing technique (In Chinese). *Journal of Yunnan Agricultural University*, 2003, 18(1): 1—4
- [5] 冯勇刚, 石俊雄. 贵州省烟草平衡施肥研究. 贵阳: 贵州科技出版社, 2005: 21—22. Feng Y G, Shi J X. *Balanced fertilization study on planting tobacco in Guizhou* (In Chinese). Guiyang: Guizhou Science and Technology Press, 2005: 21—22
- [6] Stanford G, Smith S J. Nitrogen mineralization potentials of soils. *Soil Sci Soc Am Proc*, 1972, 36(3): 465—472
- [7] 王涌清, 洛德梅尔 H, 里希特 J. 我国黄土、褐土和潮土土壤中的氮素矿化潜力. 土壤学报, 1986, 23(1): 1—9. Wang Y Q, Nordmeyer H, Richter J. Nitrogen mineralization potential of loessal soil cinnamon soil and fluvo-aquic soil in China (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 1986, 23(1): 1—9
- [8] 杜建军, 王新爱, 王夏晖, 等. 旱地土壤氮素、有机质状况及与作物吸氮量的关系. 华南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 26(1): 11—15. Du J J, Wang X A, Wang X H, et al. The relationship between soil N, organic matter and N uptaken by crops on dry land (In Chinese). *Journal of South China Agricultural University: Natural Science Edition*, 2005, 26(1): 11—15
- [9] 唐玉琢, 袁正平, 肖永兰, 等. 不同稻作制下红壤性水稻土氮矿化特性的研究. 湖南农学院学报, 1991, 17(增刊): 233—241. Tang Y Z, Yuan Z P, Xiao Y L, et al. Effects of the cropping systems on nitrogen mineralization of paddy soil derived from quarterenary red clay (In Chinese). *Journal of Hunan Agricultural College*, 1991, 17(Suppl): 233—241
- [10] 叶优良, 张福锁, 李生秀. 土壤供氮能力指标研究. 土壤通报, 2001, 32(6): 273—277. Ye Y L, Zhang F S, Li S X. Study on soil nitrogen supplying indexes (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 2001, 32(6): 273—277
- [11] 白志坚, 赵更生. 陕西省主要耕种土壤的氮矿化势. 土壤通报, 1981, 12(4): 26—29. Bai Z J, Zhao G S. The nitrogen mineralization potential of cultural soil in Shaanxi Province (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 1981, 12(4): 26—29
- [12] 吕珊兰, 杨熙仁, 张耀东, 等. 山西土壤氮矿化势与供氮量的预测. 中国农业科学, 1996, 29(1): 21—26. Lu S L, Yang X R, Zhang Y D, et al. Nitrogen mineralization potential and forecast of the content of nitrogen supplied in the soils of Shanxi Province (In Chinese). *Scientia Agricultura Sinica*, 1996, 29(1): 21—26
- [13] 朱兆良, 文启孝. 中国土壤氮素. 南京: 江苏科学技术出版社, 1992: 37—59. Zhu Z L, Wen Q X. *Soil nitrogen of China* (In Chinese). Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1992: 37—59
- [14] 李志宏, 徐爱国, 龙怀玉, 等. 中国植烟土壤肥力状况及其与美国优质烟区比较. 中国农业科学, 2004, 37(增刊): 36—42. Li Z H, Xu A G, Long H Y, et al. The fertility status of soil and planting tobacco and the comparison with American (In Chinese). *Sic Agric Sin*, 2004, 37(Suppl): 36—42
- [15] Sierra J, Marban L. Nitrogen mineralization pattern of an oxisol of Guadeloupe, French West Indies. *Soil Sci Soc Am J*, 2000, 64(6): 2002—2010
- [16] Fierer N, Schimel J P. Effects of drying-rewetting frequency on soil carbon and nitrogen transformations. *Soil Biol Biochem*, 2002, 34(6): 777—787
- [17] Hatch D J, Bhogal A, Lovell R D. Comparison of different methodologies for field measurement of net nitrogen mineralization in pasture soils under different soil conditions. *Biol Fertile Soils*, 2002, 32(4): 287—293
- [18] 邵孝侯, 胡鸾堂. 0.01 mol L⁻¹ CaCl₂ 作为土壤不同 N 素形态浸提剂的研究. 土壤学报, 1991, 28(1): 32—38. Shao X H, Hu A T. Aspects of the study of 0.01 mol L⁻¹ CaCl₂ as extracting solution for different N fractions in soils (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 1991, 28(1): 32—38
- [19] 蒋大明, 魏朝富, 谢德体, 等. 贵州中部喀斯特地区黄壤持水性性能的研究. 水土保持学报, 2006, 20(6): 25—29. Jiang T M, Wei C F, Xie D T, et al. Study on water holding capacity of yellow soil in karst area of central Guizhou (In Chinese). *Soil and Water Conservation*, 2006, 20(6): 25—29
- [20] Cambardella C A, Moorman T B, Novak J M. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Sci Soc Am J*, 1994, 58(5): 1501—1511
- [21] Robertson G P, Crum J R, Ellis G B. The spatial variability of soil resources following long-term disturbance. *Oecologia*, 1993, 96(4): 451—456
- [22] Goovaerts P, Chang C N. Temporal persistence of spatial patterns for mineralizable nitrogen and selected soil properties. *Soil Sci Soc Am J*, 1993, 57(2): 372—381
- [23] Mahmoudjafari M, Kluitenberg G J, Havlin J. Spatial variability of nitrogen mineralization at the field scale. *Soil Sci Soc Am J*, 1997, 61(4): 1214—1221
- [24] 刘青丽, 任天志, 李志宏, 等. 我国主要植烟土壤氮素矿化潜力研究. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(6): 1266—1272. Liu Q L, Ren T Z, Li Z H, et al. Nitrogen mineralization

potential of major soil planting tobacco in China (In Chinese). Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2009, 15(6): 1266—1272

[25] 马宏瑞, 赵之重. 青海农区钙层土氮矿化势和供氮速率常数的估测. 青海大学学报: 自然科学版, 1997, 15(2): 25—

27. Ma H R, Zhao Z Z. The constant estimate of nitrogen mineralization potential and nitrogen supply rate of calcium soil in Qinghai agricultural area (In Chinese). Journal of Qinghai University: Natural Science Edition, 1997, 15(2): 25—27

NITROGEN MINERALIZATION POTENTIAL OF YELLOW SOIL, A MAJOR TOBACCO PLANTING SOIL IN GUIZHOU

Zhang Heng Wang Jingjun Shi Junxiong[†]

(Guizhou Tobacco Science Research Institute, Guiyang 550081, China)

Abstract A total of 943 yellow earth samples were collected from 9 major flu-cured tobacco production regions in Guizhou for analysis of nitrogen (N_0) using the Stanford intermittent leaching-aerobic incubation method, and of the soil samples, 93 typical ones were picked for determination of mineralization rate constant. Results show that of the soils the nitrogen mineralization rate constants averaged $0.031 \text{ mg kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$, and the nitrogen mineralization potential averaged 92.8 mg kg^{-1} , and varied sharply from region to region in the range of $10.2 \sim 280.5 \text{ mg kg}^{-1}$. The potential was 103.5, 90.6, 71.0, 116.2, 91.1, 89.0, 79.6, 84.6 and 99.6 mg kg^{-1} for the soil of Anshun, Bijie, Guiyang, Liupanshui, Southeast Guizhou, South Guizhou, Southwest Guizhou, Tongren, Zunyi, respectively. Of the 9 tobacco growing regions of Guizhou, the potential N supply capacity was relatively low in the center of the province, and increased gradually towards all directions geographically, and turned out to be a bit too high in some regions in Liupanshui and Southeast. The potential N supply capacity of yellow earth was found to be positively related to the content of organic matter. It is, therefore, feasible to make primary assessment of nitrogen mineralization potential of tobacco-growing yellow earths using the exponential function model. The macroscopic knowledge of the potential nitrogen supply capacity of the tobacco-growing yellow earths in Guizhou will help provide a sound basis for rational arrangement of flu-cured tobacco cultivation in the province.

Key words Tobacco; Planting tobacco yellow soil; Nitrogen mineralization

(责任编辑: 卢 萍)