

## 不同质地植烟土壤氮素矿化的差异性

陆琳<sup>1</sup>,米艳华<sup>1</sup>,王树会<sup>2</sup>,邹炳礼<sup>3</sup>,余志勇<sup>1</sup>

<sup>1</sup>云南省农业科学院质量标准与检测技术研究所,昆明 650223;

<sup>2</sup>云南省烟草科学研究院,云南玉溪 653100;

<sup>3</sup>云南省农业科学院农业环境与资源研究所,昆明 650205)

**摘要:**为深入研究植烟土壤的氮素矿化特征,通过设置不同质地土壤的烤烟盆栽实验,研究不同土壤质地对植烟土壤氮素矿化规律以及对烤烟生长的影响,为优质烤烟生产中氮素营养调控提供科学依据。结果表明,不同质地的土壤在烤烟不同生育期氮矿化量的差异都极显著。供试土壤中氮矿化速率分为前高后低型、双高型和前低后高型,前高后低型以黏土及砂土为主,有利于烤烟产质量的形成;而前低后高型土壤氮矿化率最高峰出现在烤烟采收期,对烟叶品质形成极为不利。土壤颗粒组成中尤以1~0.25 mm的粗砂粒和<0.001 mm的黏粒与烤烟不同生育期的土壤氮素矿化量二次显著相关。适当容沙,使土壤<0.001 mm的细黏粒占比降至37.0%以下,0.05~0.01 mm的粗粉粒占比高于5.5%、低于16.3%,1~0.25 mm的粗砂粒占比控制在8.5%以下,将会使土壤氮素矿化量更加适应优质烤烟产量和质量形成的需求。

**关键词:**土壤质地;颗粒组成;烤烟;氮矿化特征;烟叶品质

中图分类号:S152.3

文献标志码:A

论文编号:2010-2197

### Effect of Soil Character on Nitrogen Mineralization of Tobacco Soil

Lu Lin<sup>1</sup>, Mi Yanhua<sup>1</sup>, Wang Shuhui<sup>2</sup>, Zou Bingli<sup>3</sup>, Yu Zhiyong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Institute of Quality Standards and Testing Technology, Kunming 650223;

<sup>2</sup>Yunnan Tobacco Science Research Institute, Yuxi Yunnan 653100;

<sup>3</sup>Institute of Agricultural Environment & Resources, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205)

**Abstract:** The effect of soil character on nitrogen mineralization of the tobacco soil by pot culture in greenhouse. The results showed that the nitrogen mineralization accumulation is remarkably different between the different soil types and the different tobacco grows stages. And the nitrogen mineralization rate are divided into three types during the tobacco growth stages: the from high to low type, from high to high type and from low to high type, there are clay and sandy soil in the from high to low type, which is beneficial to form the quality of tobacco; But when the nitrogen mineralization rate from low to high, which is extremely harmful to the tobacco quality formation. It is second significant correlation between the nitrogen mineralization accumulation and the soil grain composition, especially to the coarse sand (1~0.25 mm) and the clay soil (<0.001 mm) during the tobacco growth stage. It is better to the tobacco fields and quality formation when the soil composition with fine clay (<0.001 mm) under 37.0%, coarse silt (0.05~0.01 mm) composition with 5.5% to 16.3%, coarse sand (1~0.25 mm) with below 8.5%.

**Key words:** soil texture; grain composition; tobacco; nitrogen mineralization; quality of flue-cured tobacco leaves

基金项目:云南省烟草专卖局(公司)科技项目(08A01)。

第一作者简介:陆琳,女,1976年出生,实验师,本科,主要从事农田环境研究,荣获云南省科学技术进步奖一等奖一项,发表论文10余篇。通信地址:650223 云南昆明市学云路9号 云南省农业科学院质量标准与检测技术研究所, Tel: 0871-5148394, E-mail: lu\_lin2005@sina.com。

通讯作者:王树会,女,1970年出生,助理研究员,女,博士,主要从事烟草营养与栽培研究,荣获云南省科学技术进步奖三等奖1项,发表论文10余篇。通信地址:653100 云南省玉溪市南祥路14号 云南省烟草农业科学研究院, Tel: 0877-2075041, E-mail: wangshuhui@yntsti.com。

收稿日期:2010-07-19,修回日期:2010-08-30。

## 0 引言

土壤质地是影响烤烟矿质营养吸收与累积的重要环境因素<sup>[1]</sup>。一般认为,质地较轻的砂壤、轻壤和中壤能为烟株的生长发育提供良好的水、肥、气、热环境条件,适宜生产优质烟叶<sup>[2-5]</sup>。云南在较为黏重的红壤、黄壤、石灰岩红黄壤、紫色土和水稻土上,生产出优质烟叶<sup>[6]</sup>,与土壤质地有密切关系。质地结构优良的砂壤土,既有保水保肥能力,又有一定的排水通气性能,土温回升快、肥料分解快,有利于烟株前期早生快发,中期旺盛生长,后期适时落黄,符合烤烟生长发育要求;而质地黏重的土壤,排水通气性差,土温不易上升,微生物活动差,养分供应能力迟缓,会使烟株生长缓慢,成熟延迟<sup>[7]</sup>。

氮是影响烟株生长和烟叶品质的关键因素之一。烤烟全生育期吸收的氮素中约2/3是来自于土壤矿化氮<sup>[8]</sup>,土壤的通气状况和水分状况之间的相对平衡,控

制了烟叶的大部分品质因素,包括外观和内在质量,而土壤的水、气、热和养分状况又都受到与质地和有机质含量密切相关的土质(根系生长的物理环境)的影响<sup>[9]</sup>。土壤的通透性因素是决定土壤水分、温度和氧分压的主要内因,必然对土壤氮素矿化有显著的影响。在反映土壤通透性的指标中,尤以土壤颗粒组成(质地)、容重、空隙度和土壤团粒结构的影响最为显著<sup>[10]</sup>。该试验通过不同质地土壤栽培烤烟的盆栽实验,研究土壤质地对土壤氮素矿化以及烤烟生长的影响,为优质烤烟生产中氮素营养控制提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试烤烟品种为K326。

供试土壤采自云南4个烤烟主产区0~40 cm的耕层土壤,包括了6种土壤类型。供试土壤基本情况见表1。

表1 供试土壤类型及理化性状

样品编号	取样地点和土样名称	容重/(g/cm <sup>3</sup> )	pH	OM/(g/kg)	碱解氮/(mg/100g)	有效磷/(mg/kg)	有效钾/(mg/kg)
1	澄江新村黄壤	1.13	5.51	1.46	9.8	19.1	273
2	澄江右所水稻土	1.04	7.59	5.44	24.3	67.9	431
3	石林所各邑黄壤	1.30	5.90	1.25	6.4	8.55	104
4	石林小糯黑村红壤	0.91	6.56	2.56	11.1	12.9	105
5	宜良草弯村黄壤	1.18	4.72	1.54	10.8	29.4	67.9
6	宜良江头村红壤	1.19	4.79	1.09	6.3	128	16.4
7	禄丰小村紫色土	1.28	7.29	2.02	8.6	11.3	46.5
8	澄江右所掺沙土	1.25	8.15	0.60	5.1	—	—

注:8号土壤为人为掺沙土,掺沙比例为75%的澄江水稻土+25%山沙。

### 1.2 方法

1.2.1 盆栽试验设计 试验地点在云南省农科院质标所试验基地,试验设置8个不同质地土壤的烤烟栽培试验处理,4次重复。分处理称取过3 mm孔筛的风干土40 kg,装入直径为40 cm,高45 cm的塑料盆;烤烟移栽前测定土壤的颗粒组成、pH、有机质等土壤常规指标。烤烟移栽时分别取每盆0~20 cm深土样,混合均匀;用所取土样一半测试移栽前土壤硝态氮、铵态氮,另一半土样装入封口塑料袋中埋入取土位置进行培养。烤烟栽培过程中参照云南省优质烤烟生产技术进行统一的肥水管理。

#### 1.2.1 项目测定

(1)烤烟农艺性状指标:烤烟封顶时观测烟株株高、茎围、节距、叶数、和叶面积。

(2)土壤物理性状及质地:环刀法<sup>[10]</sup>取样测定土壤物理性状,比重计法<sup>[11]</sup>测定土壤颗粒组成,按中国制质

地分类供试土壤。

(3)土壤氮素含量:全氮测定用半微量开氏定氮法,土壤铵态氮用KCl提取蒸馏法<sup>[10]</sup>。土壤硝态氮用反射仪-硝酸根试纸法。

(4)土壤氮素矿化量测定:分别于烤烟移栽后21, 39, 58, 87, 107天及148天分别取培养土样置于冰盒中,当天带回实验室进行土壤硝态氮、铵态氮含量的检测。视培养前后矿质氮(硝态氮+铵态氮)的差值为氮矿化量。土壤氮矿化率=土壤氮矿化量/培养天数。

## 2 结果与分析

### 2.1 供试土壤颗粒组成和质地

采用比重计法测定供试土壤的颗粒组成,根据中国土壤颗粒组成命名及质地分类制进行了质地分类,参试土壤颗粒分析结果见表2。其中,澄江右所掺沙土为面砂土,肥力极低;澄江右所水稻土和楚雄禄丰小村紫色土为黏壤土,质地较好,肥力一高一低;石林所

表2 土壤颗粒组成和质地分类

样品编号	颗粒组成/%						土壤质地分类
	砂粒		粉粒		黏粒		
	粗砂粒	细砂粒	粗粉粒	细粉粒	粗黏粒	黏粒	
	1~0.25 mm	0.25~0.05 mm	0.05~0.01 mm	0.01~0.005 mm	0.005~0.001 mm	<0.001 mm	
1	2.68	15.62	14.18	6.45	15.12	45.95	黏土
2	2.96	14.83	22.92	9.84	23.02	26.43	黏壤土
3	4.88	32.71	9.51	3.64	10.26	39.18	壤黏土
4	9.25	10.14	12.32	5.9	11.98	50.41	黏土
5	0.52	28.15	13.53	6.28	14.59	36.81	壤黏土
6	0.48	32.44	8.14	3.79	9.02	46.13	黏土
7	2.3	24.40	21.55	9.33	21.77	20.65	黏壤土
8	52.39	30.97	4.91	2.91	6.52	2.3	面砂土

各邑村黄色砂黏土和宜良草弯村黄色黏性土,为壤黏土,肥力偏低;澄江新村黄色黏性土,石林小糯黑村红色黏性土和宜良江头村红色黏性土为黏土,质地最差,肥力一般。8个供试土被分为4种质地类型,基本可以代表云南植烟土壤的质地类型。

2.2 烤烟生育期间土壤氮素矿化量的动态变化

烤烟不同生育期土壤氮素矿化量测定结果见表3。从不同土壤的氮素矿化量平均值来看,澄江右所掺沙土土壤氮素矿化量最高,宜良草弯村黄壤土样其次,

澄江右所水稻土和宜良江头村红壤土氮素矿化量较高,石林小糯黑村红壤、澄江新村黄壤和石林所各邑村黄壤土壤氮矿化量偏低,禄丰小村紫色土最低。澄江右所掺沙土是在氮素矿化量较高的土壤的基础上人为掺沙形成,氮素矿化量最高。方差分析表明(表4),无论不同土壤样品间还是烤烟不同生育时期,土壤氮素矿化量的差异都极显著。

不同时期土壤氮素矿化量平均值显示,除石林小糯黑村红壤和禄丰小村紫色土外,在烤烟团棵期(移栽

表3 烤烟不同生育时期不同土壤的氮素矿化量

mg/kg

样号	土壤质地	土壤氮素矿化测定时期(烤烟移栽后时间)						平均值	SD
		21d	39d	58d	87d	107d	148d		
1	黏土	19.1	72.9	112.2	99.8	54.5	70.1	71.4	33.2
4	黏土	66.1	110.2	89.6	77.8	148.1	159.5	108.5	38.1
6	黏土	40.1	257.9	99.6	186.2	102.6	109.9	132.7	77.0
3	壤黏土	24.4	85.7	65.5	129.4	31.5	59.1	65.9	38.4
5	壤黏土	22.0	357.1	266.5	172.9	186.5	209.3	202.4	111.1
2	黏壤土	111.3	289.3	105.4	54.1	167.6	180.1	151.3	81.6
7	黏壤土	9.7	8.7	41.0	9.7	62.9	80.8	35.5	31.2
8	面砂土	160.4	468.1	429.7	126.6	419.2	438.5	340.4	153.8
平均值		56.6	206.2	151.2	107.1	146.6	163.4	138.5	119.0
SD		53.4	161.0	131.2	59.4	123.7	123.8		

表4 烤烟不同生育时期不同土壤氮素矿化量的方差分析

差异源	SS	df	MS	F	P-value	F <sub>0.05</sub> crit
质地	397915.5	7	56845.08	12.21017	8.83E-08	2.285235
不同生育时期	104978.6	5	20995.72	4.509825	0.002814	2.485143
误差	162944.3	35	4655.551			
总计	665838.4	47				

后第39天前)至烤烟旺长期(移栽后第58天左右),土壤氮素矿化达到高峰,其中石林所各邑村黄壤高峰期偏后。高峰期之后,土壤氮素矿化量降低,在旺长期出现一个低点,宜良江头村红壤的低点出现最早,在旺长初期(移栽后第58天左右),澄江新村黄壤和石林所各邑村黄壤的土壤氮素矿化量低点则出现在采收初期(移栽后第107天左右),其他参试土壤在烤烟产量和质量形成的关键时期旺长期先后出现氮素矿化量的低潮期。

### 2.3 植烟土壤氮素矿化率的动态变化与烤烟生长发育的关系

烤烟移栽后不同时期测定的供试土壤氮矿化率,按烤烟生育期土壤氮素矿化率变化类型分类,比较土壤氮素矿化率与烤烟产质量形成的关系,结果见图1、图2、图3。

图1显示,澄江新村黄壤、宜良江头村红壤和石林所各邑黄壤肥力偏低,氮矿化率偏低,但表现前高后低。在烤烟团棵期和旺长期氮矿化率高,有利于烤烟

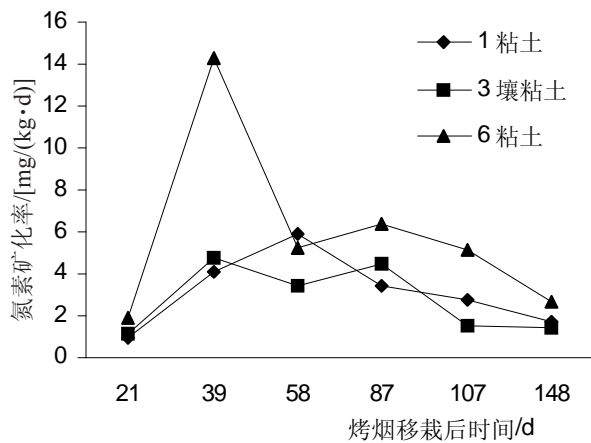


图1 烤烟生育期土壤氮素矿化率前高后低类型

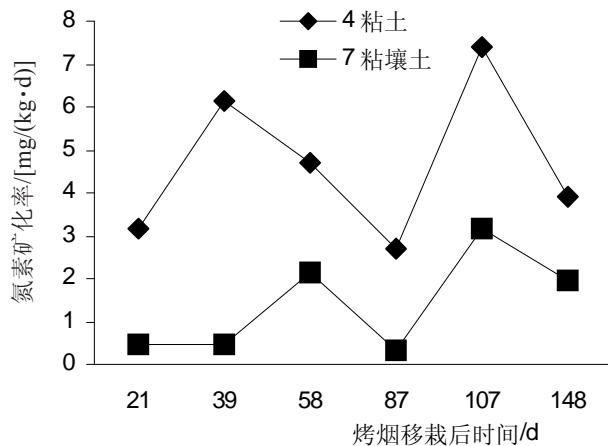


图3 烤烟生育期土壤氮素矿化率前低后高类型

产量的形成;当烤烟进入采收期,土壤氮素矿化率逐步降低,有利于烟叶正常落黄,保证烟叶质量。

图2显示,澄江右所水稻土、宜良草弯村黄壤和澄江右所掺沙土,肥力较高,氮矿化率较高,土壤在烤烟移栽后氮矿化率有2个高峰期,一个在烤烟移栽后39天前,大约在烤烟团棵期,并延续到旺长期,另一个高峰期在烤烟移栽后58~87天左右,烤烟处于旺长期,两次氮矿化率高峰对烤烟产量的形成极为有利。此后随着烤烟进入采收期,土壤氮素矿化率迅速降低,有利于烟叶正常落黄,保证烟叶质量。

图3显示,石林小糯黑村红壤肥力较高,禄丰小村紫色土肥力较低,与图2土壤类似,烤烟移栽后土壤氮矿化率也有2个高峰期,不同的是后一次氮矿化率高峰强于前一次,氮矿化率呈现前低后高。氮矿化率最高峰出现在烤烟采收期,对烟叶品质形成不利。烤烟生育期间土壤氮矿化率前高后低型的土壤质地大都为黏土以及砂土,说明在质地黏重的红黄壤地带依然能像砂质土壤上栽培出优质烟叶,关键是调节土壤的氮

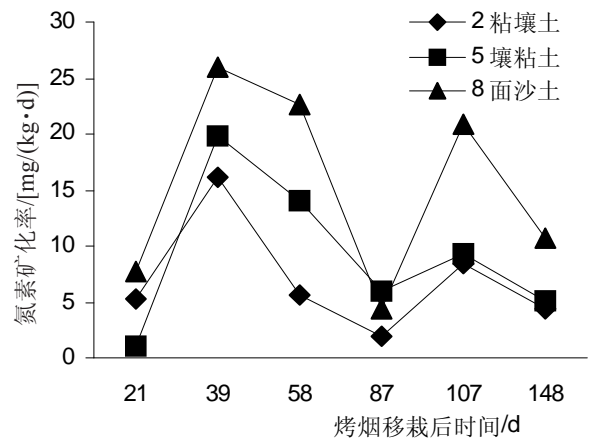


图2 烤烟生育期土壤氮素矿化率双高类型

素矿化与烤烟的需氮规律保持一致。

### 2.4 不同质地土壤烤烟旺长期叶面积与氮矿化量相关性分析

烤烟种植由于海拔高度、土壤质地、速效氮含量及气候条件各异,烟草各生长阶段对氮素的吸收利用情况也不相同,现蕾期吸收氮量最多,团棵期最少<sup>[12]</sup>。表5可看出,在烤烟生长初期(移栽后21天)和生长后期(移栽后107天),氮矿化量对下二棚叶、腰叶及上二棚叶面积影响较大,呈显著正相关关系。而在烤烟生长中期(移栽后56~84天)氮矿化量对烤烟的下二棚叶、腰叶面积的影响不大,相关性不显著;在整个烤烟生长周期中,氮矿化量与下二棚叶面积呈显著正相关关系,当烤烟种植到还苗期开始,烟叶的上二棚叶面积就随

表5 烤烟旺长期叶面积与氮矿化量的相关性分析

烤烟生长期	R值				
	第21天	第39天	第58天	第87天	第107天
下二棚叶面积	0.8451**	0.6801*	0.463	0.598	0.7733*
腰叶面积	0.905**	0.5909	0.405	0.6027	0.6657*
上二棚叶面积	0.8705**	0.8058**	0.809**	0.725*	0.8336**
顶叶面积	0.6114	0.706*	0.634	0.16	0.578

注:自由度 $f=7$ ,当 $\alpha \geq 0.7977$ ,两变量0.01水平的相关显著,当 $\alpha \geq 0.6664$ ,两变量0.05水平的相关极显著。(引自《肥料试验与统计分析》P303附表9检验相关系数表)

着氮矿化量的增加而增加;而顶叶面积与氮矿化量的相关性只在移栽后35天显著相关,其他时期均不显著。由此可知,氮矿化量对生长初期的烟叶面积影响较大,并在整个生长期间其与上二棚叶面积呈显著相关关系,而腰叶和上二棚叶是烤烟烟叶的主要组成部分,因此,氮矿化量对烟叶的产量与质量具有较大的影响。

## 2.5 土壤颗粒含量与烤烟生长过程中土壤氮素矿化量的相关分析

通过对土壤颗粒组成与氮素矿化量的(线性)相关性进行分析,结果表明(表6),土壤中砂粒和黏粒的占比与土壤的氮素矿化量有密切的关系,其中尤以1~

0.25 mm的粗砂粒和<0.005 mm的黏粒含量与土壤氮素矿化量关系最为密切。土壤粗砂粒占比分别与烤烟苗期、旺长初期、采收期及收后土壤氮素矿化量呈极显著的正相关,与烤烟团棵期土壤氮素矿化量接近显著的正相关;相反,土壤黏粒占比分别与烤烟苗期、旺长初期土壤氮素矿化量显著负相关,与烤烟采收期和采收后土壤氮素矿化量极显著负相关,与团棵期土壤氮素矿化量接近显著的负相关。而粉粒、细砂粒和粗黏粒只与旺长中期土壤氮素矿化量负相关显著。可以看出,砂粒占比高,黏粒占比低的土壤,氮素矿化量高。这类土壤在烤烟团棵期和旺长期有利于烤烟产量的形成,但在采收期则不利于烟叶优良品质的形成。

表6 土壤颗粒组成与氮素矿化量的(线性)相关系数

土壤颗粒	氮素矿化测定时期(烤烟移栽后时间)					
	第21天	第39天	第58天	第87天	第107天	第148天
砂粒						
1~0.05 mm 砂粒	0.6352	0.6271	0.8060**		0.7816*	0.7965*
1~0.25 mm 粗砂粒	0.8052**	0.5944	0.8144**		0.8776**	0.8840**
0.25~0.05 mm 细砂粒				0.7434*		
粉粒						
0.05~0.005 mm 粉粒				-0.7461*		
0.05~0.01 mm 粗粉粒				-0.7434*		
0.01~0.005 mm 细粉粒				-0.7475*		
黏粒						
<0.005 mm 黏粒	-0.6885*	-0.5998	-0.7626*		-0.7986**	-0.8130**
<0.001 mm 细黏粒	-0.6340		-0.6217		-0.6982*	-0.7118*
0.005~0.001 mm 粗黏粒				-0.7233*		

注:\* :相关显著( $t=8, P=0.05, r_0=0.666$ ); \*\* :相关极显著( $t=8, P=0.01, r_0=0.798$ )。

对土壤颗粒组成与氮素矿化量进行二次回归分析,结果更为明确和细致地反映了土壤颗粒组成与氮素矿化量的关系(表7)。其中有两条拟合曲线开口向下,分别是土壤1~0.25 mm粗砂粒含量与烤烟苗期(烤烟移栽后第21天前)土壤氮素矿化量和土壤0.05~0.01 mm粗粉粒含量与烤烟旺长中期(烤烟移栽后第87天左右)土壤氮素矿化量,其余二次回归曲线皆开口向上。一般栽培土壤粗砂粒占比都低于前一条曲线的极点73.8%,而粗粉粒占比又都高于后一条曲线的

极点5.5%。因此,在烤烟苗期,土壤氮素矿化量随粗砂粒占比的增长而增加;同时随粗粉粒和细黏粒占比的增加而减少,此时烤烟需氮不高,并不需要过高的土壤氮素矿化量,因此偏沙的土壤并非最佳选择。而在烤烟旺长中期,与土壤氮素矿化量密切相关的只有土壤粗粉粒含量,当土壤粗粉粒占比大于5.5%,随着土壤粗粉粒占比的增长,土壤氮素矿化量降低。这可能是植烟土壤在烤烟旺长期出现低潮的原因之一。在烤烟团棵期,与土壤氮素矿化量密切相关的只有土壤粗

表7 土壤粗砂粒、粗粉粒和细黏粒占比与氮素矿化量的二次回归分析

土壤颗粒	氮素矿化测定时期	二次回归方程	相关系数( $R^2$ )	曲线开口方向	极点
1~0.25 mm 粗砂粒	第21天	$Y=-0.0262X^2+3.869X+29.544$	0.6523**	向下	73.8
	第39天	$Y=0.5837X^2-26.285X+244.33$	0.5660*	向上	22.5
	第58天	$Y=0.3649X^2-13.761X+149.81$	0.7884**	向上	18.9
	第87天				
	第107天	$Y=0.165X^2-2.7996X+113.71$	0.7990**	向上	8.5
	第148天	$Y=0.1662X^2-2.8078X+130.15$	0.8106**	向上	8.4
0.05~0.01 mm 粗粉粒	第21天	$Y=1.1755X^2-36.146X+289.61$	0.6255*	向上	15.4
	第39天				
	第58天				
	第87天	$Y=-0.3909X^2+4.2635X+133.39$	0.6033*	向下	5.5
	第107天	$Y=2.1663X^2-70.725X+631.02$	0.5214*	向上	16.3
	第148天	$Y=2.1464X^2-70.296X+646.29$	0.5196*	向上	16.4
<0.001 mm 细黏粒	第21天	$Y=0.1024X^2-7.6262X+173.67$	0.6018*	向上	37.2
	第39天				
	第58天	$Y=0.2555X^2-18.836X+436.94$	0.5928*	向上	36.9
	第87天				
	第107天	$Y=0.2663X^2-19.718X+447.28$	0.7397**	向上	37.0
	第148天	$Y=0.2581X^2-19.385X+464.03$	0.7429**	向上	37.6

注\*: 相关显著( $n=8, P=0.05, r_0=0.666$ ); \*\*: 相关极显著( $n=8, P=0.01, r_0=0.798$ )。

砂粒含量,二次回归曲线开口向上,当粗砂粒占比低于22.5%时,大多数土壤如此,随着土壤粗砂粒占比的增长,土壤氮素矿化量降低。此时烤烟对氮素营养的需求逐步转旺,因此,偏沙的土壤对烤烟产质量的形成并不利。烤烟进入旺长初期,需氮量大增,土壤1~0.25 mm的粗砂粒含量高于18.9%,<0.001 mm的细黏粒含量大于36.9%的土壤,其氮素矿化量随粗砂粒和细黏粒的增加而增大。烤烟进入采收期后,烤烟需氮量降低,烟叶要求正常脱氮落黄。而此时1~0.25 mm的粗砂粒含量高于8.5%,0.05~0.01 mm的粗粉粒含量高于16.3%,<0.001 mm的细黏粒含量大于37.0%的土壤,其氮素矿化量将随粗砂粒、粗粉粒和细黏粒的增加而增大。因此对于有秋发症状的黏土,适当客沙是控制土壤氮素矿化在烤烟采收期出现高峰的有效措施。

土壤颗粒组成对土壤氮素矿化的影响既密切又复杂。其中尤以1~0.25 mm的粗砂粒和<0.001 mm的黏粒与烤烟不同生育期的土壤氮素矿化量二次回归分析相关显著。对那些旺长期氮素矿化量出现低点的植烟土壤而言,旺长期追肥仍然是必要的。对于有秋发症状的黏土,适当客沙是控制土壤氮素矿化在烤烟采收期出现高峰的有效措施。二次回归分析得出,适当客沙,使土壤<0.001 mm的细黏粒占比降至37.0%以下,0.05~0.01 mm的粗粉粒占比高于5.5%,低于16.3%,1~

0.25 mm的粗砂粒占比控制在8.5%以下,将会使土壤氮素矿化量更加适应优质烤烟产量和质量的需求。

### 3 结论

(1)不同质地土壤在烤烟不同生育时期,土壤氮素矿化量差异都极显著。

(2)1号、3号、6号土壤在烤烟团棵期氮素矿化率高,当烤烟进入采收期后,土壤氮素矿化率逐步降低,有利于烟叶正常落黄,保证烟叶质量。

(3)2号、5号、8号土壤氮素矿化率呈现出2个高峰期,即在烤烟移栽39天前(团棵期),另一个高峰期在烤烟移栽后58~87天左右,烤烟处于旺长期,2次氮矿化率高峰对烤烟产量的形成极为有利。

(4)4号和7号土壤氮矿化率也有2个高峰期,不同的是后一次氮矿化率高峰强于前一次,氮矿化率最高峰出现在烤烟采收期,对烟叶品质形成不利。

(5)烤烟生育期间在团棵期和旺长期土壤氮矿化率高,有利于烤烟产量的形成;当烤烟进入采收期后,土壤氮素矿化率逐步降低,有利于烟叶正常落黄,保证烟叶质量。在试验中发现土壤氮矿化率前高后低型的土壤质地大都为黏土以及砂土,说明在质地黏重的红黄壤地能像砂壤那样栽培出优质烟叶,关键是调节土壤的氮素矿化与烤烟的需氮规律保持一致。

(6)土壤颗粒组成对土壤氮素矿化量的影响既密

切又复杂。其中尤以1~0.25 mm的粗砂粒和<0.001 mm的黏粒与烤烟不同生育期的土壤氮素矿化量二次回归分析相关显著。

(7)对于有秋发症状的黏土,适当客沙是控制土壤氮素矿化在烤烟采收期出现高峰的有效措施。二次回归分析得出,适当客沙,使土壤<0.001 mm的细黏粒占比降至37.0%以下,0.05~0.01 mm的粗粉粒占比高于5.5%,低于16.3%,1~0.25 mm的粗砂粒占比控制在8.5%以下,将会使土壤氮素矿化量更加适应优质烤烟产量和质量的需求。

(8)大多数黏土在烤烟产量和质量形成的关键时期——旺长期土壤先后出现氮素矿化量的低潮期,此时为烤烟营养关键期,根据烟株长势和土壤肥力状况,适当追肥仍然是必要的。

#### 4 讨论

(1)氮是植物生长主要营养物质之一,植物主要通过根系从土壤中吸收营养物质。土壤中的氮包括有机态和无机态两大类,绝大部分为有机态氮,无机态氮含量不到1%。土壤有机氮又可分为两类,一类是植物难以利用甚至无效的氮,含量高达80%,它们很稳定,难以被微生物分解;另一类是对植物有效的有机氮,这类氮存在于土壤中死的或活的生物体中,或刚从生物体中游离出来尚未被矿化,主要有蛋白质、核酸、氨基酸、酰胺和氨基糖,它们极容易被矿化,是土壤矿化氮的主要来源。因此,以往的研究主要集中在秸秆还田等肥料对烟田土壤氮矿化的影响研究<sup>[13-14]</sup>,到目前为止,不同土壤质地对植烟土壤氮矿化速率的影响仍未见报导。郝葳等<sup>[15]</sup>研究表明:优质烟区适宜的土壤质地为砂壤土至中壤土,其中以砂砾质土壤最好。李天福等<sup>[16]</sup>的研究认为,土壤质地越黏重则烟叶钾含量越低,烟叶钾含量与土壤粒径1~0.2 mm的土粒含量呈极显著正相关。所以,选择砂壤土或壤土种植烟草,对提高烟叶质量具有重要的意义。云南烟区主要植烟土壤多为中性或微酸性红壤、黄壤、石灰性土、紫色土和水稻土,为进一步明确这几种土壤质地的氮矿化速率及氮矿化量,对部分不同土壤质地氮矿化速率及氮矿量进行了分析,通过试验可看出,不同质地土壤的氮矿化率差异较大,沙土和黏壤土氮矿化速率相对较大,且有利于烤烟的生长,是一种适合于烤烟种植的土壤类型之一。盆栽试验结果符合前期研究成果。

(2)对于优质烟叶氮素管理来说,不仅应考虑烤烟全生育期的氮素矿化量,而且要考虑不同生育阶段的矿化量,特别是打顶后的土壤氮素矿化量<sup>[17]</sup>。中国植烟土壤类型复杂,许多植烟土壤质地黏重,有机质含量

偏高。根据李志宏等<sup>[18]</sup>对中国植烟土壤养分状况普查结果,全国50%以上的植烟土壤有机质含量超过25.0 g/kg,加之烟株生育后期高温高湿的气候条件,由此推测中国植烟土壤氮的矿化量可能较高,对烟草氮素供应和品质形成将会产生重要影响。近年来,在这方面虽然也开展一些相关研究,但总体来看,有关中国植烟土壤氮素矿化特性和供氮能力的研究目前尚较薄弱,在研究区域代表性和系统性等方面存在较大欠缺。因此,深入开展中国植烟土壤供氮能力的研究,对提高中国烟叶品质,实现烟叶生产可持续发展有重要意义。

#### 参考文献

- [1] 石俊雄,王发鹏,陈雪等.黄壤质地对烤烟氮素吸收累积研究[J].西南农业学报,2009,22(3):697-701.
- [2] 雷永利,施永超,雷丽萍,等.云南白肋烟栽培与调制[M].昆明:云南科技出版社,1994:15-22.
- [3] 郭培国,陈建军,郑燕玲.应用<sup>15</sup>N示踪法研究烤烟的氮素营养[J].中国烟草学报,1998,4(2):64-68.
- [4] 唐年鑫,沈金雄.应用<sup>36</sup>Cl、<sup>15</sup>N示踪研究烟草对氯化铵养分的吸收与分布[J].中国烟草,1994(4):34-37.
- [5] Zhu Z L. Mineralization of soil nitrogen//Zhu Z L, Wen Q X, Freney J R. Nitrogen in soils of China[M]. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers,1997:43-66.
- [6] 云南省烟草农业科学研究院.基于GIS的云南烤烟种植区划研究[M].北京:科学出版社,2009:20-35.
- [7] 杨宇虹,晋艳,段玉琪.土壤质地对烤烟生长的影响[J].烟草科学研究,1996(5):36-38.
- [8] 郭培国,陈建军,郑燕玲.应用<sup>15</sup>N示踪法研究烤烟的氮素营养[J].中国烟草学报,1998,4(2):64-68.
- [9] 黎成厚,刘元生,何腾兵等.土壤质地等对烤烟生长及钾素营养的影响[J].山地农业生物学报,1999,18(4):203-208.
- [10] 严旭升.土壤肥力研究方法[M].北京:农业出版社,1988:16-41,287-319,241-258.
- [11] 全国农业技术推广服务中心.土壤分析技术规范[M].北京:中国农业出版社,2006:26-35.
- [12] 宋少堂,窦逢科,孙清祯.应用<sup>15</sup>N示踪技术研究烟草对氮素肥料的吸收与分配[J].河南农业科学,1993(3):19-21.
- [13] 谷海红,张继宗,李岩,等.稻草还田对土壤氮素矿化及烟叶品质的影响[J].中国土壤与肥料,2009(2):34-46.
- [14] 彭宇,易建华,蒲文宣,等.长期稻草还田对烟田土壤氮素矿化特征的影响[J].中国农学通报,2006,22(10):230-233.
- [15] 郝葳,田孝华.优质烟区土壤物理性状分析与研究[J].烟草科技,1996(5):36-38.
- [16] 李天福,冉邦定,陈萍,等.云南烤烟经济合理施肥建议[J].云南烟草,1999(2):45-46.
- [17] 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[J].植物营养与肥料学报,2007,13(2):331-337.
- [18] 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[J].中国农业科学,2004,37(S):36-421.