

毛家伟,张翔,叶红朝,等. 土壤改良剂配施氮肥对烤烟 SPAD 值、根系活力及经济性状的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):112-114.

# 土壤改良剂配施氮肥对烤烟 SPAD 值、根系活力及经济性状的影响

毛家伟<sup>1</sup>,张翔<sup>1</sup>,叶红朝<sup>2</sup>,李国平<sup>1</sup>,王闷灵<sup>2</sup>,江凯<sup>2</sup>,孙洪魁<sup>2</sup>,孔德辉<sup>2</sup>

(1. 河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所,河南郑州 450002; 2. 河南省洛阳市烟草公司,河南洛阳 471000)

**摘要:**通过田间小区试验,研究土壤改良剂配施氮肥对烤烟 SPAD 值、根系活力及经济性状的影响。结果表明,施用土壤改良剂能提高烟株的各项农艺性状指标,促进烤烟生长发育;各个处理叶绿素含量随生育期的推移而先升高后递减,在施土壤改良剂相同条件下,移栽后 35、60 d,SPAD 值随施氮量增加而增大;在相同施氮水平下,施用土壤改良剂能提高烟株根系活力;从经济性状看,施用土壤改良剂可显著提高烤烟产量和产值,产量提高 132~188 kg/hm<sup>2</sup>,产值增加 1 724~3 897 元/hm<sup>2</sup>。综合分析,烟叶生产中施用 30 kg/hm<sup>2</sup> 土壤改良剂、氮肥用量 60.0 kg/hm<sup>2</sup>,可以在豫西烟区进行推广应用。

**关键词:**土壤改良剂;SPAD 值;根系活力;烤烟;氮肥;经济性状

**中图分类号:** S572.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)10-0112-03

氮是影响烤烟生长、发育及烟叶质量的重要元素之一<sup>[1]</sup>。近年来,有关氮对烟叶生长发育影响的研究报道较多<sup>[2-9]</sup>。豫西烟区是河南省主要的优质烟叶生产基地之一<sup>[10]</sup>,该地区现有的烤烟施肥习惯是无机肥料特别是氮肥施用量偏大,造成植烟土壤物理性状恶化,土壤养分供应失调,失去生态平衡,对烟叶的产量和质量产生不利影响,进一步导致烤后烟叶内在品质下降,工业可用性变差,严重阻碍了当地烟草业的健康持续发展。

目前,烟叶生产上应用较多的土壤改良方法主要有种植绿肥、合理轮作、增施有机肥和实行精耕细作等栽培措施,这些方法在豫西烟区均存在一定的局限性。种植绿肥受气候条件影响较大,豫西属于干旱地区,在降水不足的条件下种植绿肥,会因绿肥生物量较低而影响改良效果;轮作由于受到耕地面积的限制,也不宜大范围推广;施用有机肥由于肥源缺乏而应用面积不大。施用土壤改良剂是在现代化工基础上发展起来、有别于传统土壤改良的新方法,在一定程度上能够松土、保湿、改良土壤理化性状,促进植物对水分和养分的吸收<sup>[11]</sup>。因此,针对豫西烟区不合理烤烟施肥习惯和烟田土壤现状,研究了土壤改良剂配施氮肥对烤烟 SPAD 值、根系活力及经济性状的影响,旨在为豫西烟区氮肥合理施用和烟田土壤改良提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2013 年在河南省洛宁县小界乡王村试验基地进

行,供试烤烟品种为中烟 100。试验基地土壤 pH 值为 7.66,有机质含量 12.5 g/kg,速效氮、速效磷、速效钾含量分别为 58.6、9.5、168.5 mg/kg;地势平坦,灌排方便,肥力中等,土质良好,在该烟区代表性较强。试验前茬为烟草。

### 1.2 试验设计

试验采用裂区设计,设土壤改良剂用量(A)和施氮量(N)双因素。土壤改良剂为主处理,设 2 个水平,分别为:A<sub>0</sub>不施土壤改良剂、A<sub>1</sub>施用土壤改良剂,用量为 30 kg/hm<sup>2</sup>。施氮量为副处理,总纯氮用量设 4 个水平,分别为:N<sub>0</sub>,不施氮;N<sub>1</sub>,37.5 kg/hm<sup>2</sup>;N<sub>2</sub>,60.0 kg/hm<sup>2</sup>;N<sub>3</sub>,82.5 kg/hm<sup>2</sup>。试验共设 8 个处理 A<sub>0</sub>N<sub>0</sub>、A<sub>0</sub>N<sub>1</sub>、A<sub>0</sub>N<sub>2</sub>、A<sub>0</sub>N<sub>3</sub>、A<sub>1</sub>N<sub>0</sub>、A<sub>1</sub>N<sub>1</sub>、A<sub>1</sub>N<sub>2</sub>、A<sub>1</sub>N<sub>3</sub>,每个处理 3 次重复,小区面积为 72 m<sup>2</sup>。各处理磷、钾用量固定为 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 90 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 180 kg/hm<sup>2</sup>。试验肥料种类有硝酸铵(N 34%)、重过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 45%)、硫酸钾(K<sub>2</sub>O 50%)和土壤改良剂,通过计算得到各处理对应肥料施用量。基肥采取起垄前条施和移栽时穴施相结合,重过磷酸钙全部条施,硝酸铵 40%条施、35%穴施、25%追施,硫酸钾 30%穴施、70%追施。烟株于 5 月 6 日移栽,追肥在移栽后 35 d 进行,在烟株根部两侧随水一次性施入,10 月 8 日采收结束;其他各项田间生产管理统一按当地规范化措施进行。

### 1.3 测定项目与数据分析

每个小区选取有代表性的烟株 5 株挂牌作标记,分别在移栽后 35、60、80 d 测定记录株高、茎围、叶片数、最大叶长和叶宽等农艺性状,并在每烟株相同部位取 1 张烟叶,用 SPAD-502 叶绿素测定仪分别测定叶基、叶中、叶尖 3 个部位叶绿素 SPAD 值;在移栽后 35、60、80 d 取各处理烟株根系冲洗干净,采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法<sup>[12]</sup>测定根系活力;单独对各小区计产、分级,并计算产量和产值。叶面积计算公式:叶面积=叶片长×叶片宽×叶面积指数,叶面积指数取 0.634 5。

数据分析采用 Excel 2010 和 DPS 软件对试验数据进行统计分析,并采用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

收稿日期:2013-12-18

基金项目:国家烟草专卖局特色优质烟叶开发重大专项;河南省烟草专卖局科技项目(编号:HYKJ201108、HYKJ201002);河南省洛阳市烟草公司科技项目。

作者简介:毛家伟(1981—),男,湖北广水人,硕士,助理研究员,从事植物营养与施肥研究与推广。E-mail:maojw1981@126.com。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对烟株农艺性状的影响

由表1可见,在移栽后35 d,在相同施用改良剂条件下,各处理的株高、茎围和叶面积均随着施氮量的增加而增加;在相同的施氮量条件下,与不施改良剂相比,施用改良剂烟株的

叶片数和叶面积均有所增加;在移栽后60 d,施用改良剂的株高增加1.8~4.6 cm,叶片数平均增加0.2~1.4张,茎围和叶面积均以 $A_1N_3$ 处理最高,分别达7.7 cm和763.2  $cm^2$ ;在移栽后80 d,相同施氮量条件下,施用土壤改良剂烟株株高和茎围增加分别为4.85、0.26 cm,除 $N_3$ 水平外,施用土壤改良剂能使叶面积增加62.6~206  $cm^2$ 。

表1 不同处理对烟株农艺性状的影响

处理	移栽后35 d				移栽后60 d				移栽后80 d			
	株高 (cm)	茎围 (cm)	叶片数 (张)	叶面积 ( $cm^2$ )	株高 (cm)	茎围 (cm)	叶片数 (张)	叶面积 ( $cm^2$ )	株高 (cm)	茎围 (cm)	叶片数 (张)	叶面积 ( $cm^2$ )
$A_0N_0$	17.8	5.7	9.6	316.1	55.6	6.8	15.4	631.8	124.2	8.2	21.6	689.8
$A_0N_1$	21.3	6.1	10.4	386.5	63.2	7.3	16.0	692.7	132.8	8.8	22.2	981.2
$A_0N_2$	24.1	6.4	10.8	411.5	69.0	7.3	16.2	720.3	137.6	9.4	23.2	1 170.4
$A_0N_3$	24.6	6.5	10.8	418.7	73.6	7.5	17.4	720.4	144.4	9.5	24.2	1 259.5
$A_1N_0$	19.8	5.8	10.6	369.3	60.2	6.9	16.0	653.2	133.2	8.5	22.8	815.9
$A_1N_1$	20.8	6.0	10.4	391.7	66.6	7.3	16.8	728.4	134.6	8.8	23.4	1 187.2
$A_1N_2$	23.4	6.5	11.0	418.3	72.2	7.5	17.6	717.0	143.0	9.6	22.4	1 233.0
$A_1N_3$	25.0	6.6	11.2	441.7	75.4	7.7	17.6	763.2	147.6	10.1	24.6	1 251.6

### 2.2 不同处理对烟叶 SPAD 的影响

叶绿素是光合作用的重要色素,其含量和降解产物的积累量与烟叶的香气物质和品质有密切关系,SPAD值可代表叶绿素含量<sup>[13]</sup>。由表2可见,各个处理叶绿素含量的总体变化趋势是随生育期的推移而先升高后递减,各处理SPAD值均表现为移栽后60 d > 移栽后35 d > 移栽后80 d;在移栽后35 d,施土壤改良剂条件相同,SPAD值随氮用量增加而增加,施氮条件相同,施用土壤改良剂SPAD值均高于不施用土壤改良剂处理;在移栽后60 d,土壤改良剂因素对各处理SPAD值的影响不显著,施氮量因素对SPAD值的影响显著,施改良剂各施氮量水平的SPAD值表现为 $N_3 > N_2 > N_1 > N_0$ ;在移栽后80 d,以 $A_0N_0$ 处理SPAD值最低,施氮量 $N_2$ 和 $N_3$ 水平对烟叶SPAD值影响差异不显著。

表2 不同处理对烟叶 SPAD 值的影响

处理	SPAD 值		
	移栽后35 d	移栽后60 d	移栽后80 d
$A_0N_0$	41.8f	42.8f	27.9c
$A_0N_1$	43.8cd	46.4c	33.1b
$A_0N_2$	43.0cd	45.5d	36.4ab
$A_0N_3$	43.8cd	47.8ab	39.8a
$A_1N_0$	42.5ef	44.4e	33.0b
$A_1N_1$	44.4bc	46.3c	36.0ab
$A_1N_2$	45.1ab	47.4b	39.1a
$A_1N_3$	46.0a	48.4a	39.0a

  

方差分析(F)			
A因素	38.89**	4.62	4.06
N因素	27.65**	17.16*	10.35*
A×N	3.87	6.50**	2.00

注:小写字母表示不同处理间有显著性差异,\*和\*\*分别表示因素间有显著和极显著差异。下同。

### 2.3 不同处理对烤烟根系活力的影响

根系活力是植物根系是否良好生长发育的重要指标之一,可以用来衡量根系的生命力,是反映根系吸收功能的一项综合指标<sup>[14]</sup>。由表3可知,各处理烤烟根系活力随生育进程

的推进,表现出先增强后减弱的趋势,均以移栽后60 d根系活力最强;移栽后35 d,在施土壤改良剂条件下,烤烟根系活力随着氮用量的增加而增强,在相同施氮量条件下,施用土壤改良剂处理较不施用改良剂相比,根系活力均显著增强,增强23.8~43.2  $\mu g/(g \cdot h)$ ;移栽后60 d,土壤改良剂和施氮量对烤烟根系活力的影响极显著,在施土壤改良剂条件下,根系活力随着氮用量的增加而增强,但 $N_2$ 和 $N_3$ 水平间差异不显著;移栽后80 d,土壤改良剂对根系活力的影响不显著,在施土壤改良剂条件下,各施氮量水平间根系活力表现为 $N_2 > N_3 > N_1 > N_0$ , $N_2$ 和 $N_3$ 水平间差异不显著。

表3 不同处理对烤烟根系活力的影响

处理	根系活力 [ $\mu g/(g \cdot h)$ ]		
	移栽后35 d	移栽后60 d	移栽后80 d
$A_0N_0$	172.9e	286.1d	124.1d
$A_0N_1$	217.2d	316.5c	165.6b
$A_0N_2$	274.1c	356.2b	196.7a
$A_0N_3$	294.3b	371.3b	190.7a
$A_1N_0$	203.5d	311.7c	148.8c
$A_1N_1$	260.4c	356.0b	174.2b
$A_1N_2$	297.9b	398.4a	200.7a
$A_1N_3$	321.6a	392.8a	195.5a

  

方差分析(F)			
A因素	54.82**	39.90**	4.75
N因素	158.93**	58.50**	34.40**
A×N	1.26	1.41	1.72

### 2.4 不同处理对烤烟经济性状的影响

由表4可见,各处理以 $A_1N_3$ 处理产量最高,达3 084  $kg/hm^2$ ,在相同施用土壤改良剂条件下,产量均随施氮量的增加而增加,以 $N_3$ 水平最高,平均达2 990  $kg/hm^2$ ,各施氮水平间的差异达极显著水平;在相同施氮水平下,施用土壤改良剂的处理能显著提高烟叶产量132~188  $kg/hm^2$ ;在不施土壤改良剂条件下,产值随施氮量增加而增加, $N_2$ 水平和 $N_3$ 水平间产值差异不显著;在施用土壤改良剂条件下,以 $N_2$ 水平处理产值最高,达49 677元/ $hm^2$ ;施用土壤改良剂能显著

提高烟叶的产值 1 724 ~ 3 897 元/hm<sup>2</sup>; 均价和上等烟比例均以 A<sub>1</sub>N<sub>2</sub> 处理最高, 分别达 17.62 元/kg 和 31.49%。

表 4 不同处理对烤烟经济性状的影响

处理	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	产值 (元/hm <sup>2</sup> )	均价 (元/kg)	上等烟比例 (%)
A <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	2 230e	3 8136e	17.10ab	15.40e
A <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	2 446d	42 588d	17.41 ab	20.56cd
A <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	2 687c	45 931b	17.09ab	26.76b
A <sub>0</sub> N <sub>3</sub>	2 896b	46 521b	16.07c	24.01bc
A <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	2 405d	42 033d	17.48ab	18.83de
A <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	2 620c	44 312c	16.92b	23.64bc
A <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	2 819b	49 677a	17.62a	31.49a
A <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	3 084a	49 608a	16.09c	24.39b
方差分析(F)				
A 因素	48.55**	85.40**	0.51	12.42**
N 因素	144.04**	128.43**	17.10**	36.54**
A × N	0.25	2.16	2.47	1.23

### 3 小结

施用土壤改良剂能改善土壤结构, 促进植物生长<sup>[15-16]</sup>。本试验结果表明, 在相同的施氮量条件下, 移栽后 35 d, 施用改良剂处理烟株的叶片数和叶面积均有所增加; 移栽后 80 d, 施用土壤改良剂处理较不施处理的烟株株高和茎围平均分别增加 4.85、0.26 cm, 除 N<sub>3</sub> 水平外, 施用土壤改良剂能增加烟叶面积。施用土壤改良剂能提高烟株的各项农艺性状指标, 促进烤烟生长发育。

叶绿素仪是一种新型便携式仪器, 可在田间无损检测作物叶片的叶绿素含量, 从而了解作物的氮供应状况, 为简便、快速、准确地进行氮肥推荐提供一种新的思路<sup>[17]</sup>。王新发等发现, 烟草叶片叶绿素和类胡萝卜素 2 种质体色素含量均表现为随氮用量增加而增加的趋势, 成熟期烟草叶片叶绿素含量在 3 个氮用量间均存在显著差异<sup>[18]</sup>。本试验中各处理叶绿素含量的总体变化趋势是随生育期的推移而先升高后降低, 在施土壤改良剂条件下, 在移栽后 35、60 d, SPAD 值随氮用量增加而增加的趋势; 移栽后 80 d, N<sub>2</sub> 和 N<sub>3</sub> 水平间 SPAD 值差异不显著。从方差分析看, 移栽后 35 d 土壤改良剂对 SPAD 值影响极显著; 移栽后 60、80 d 时, 对 SPAD 值影响则不显著。

曹健等发现, 烤烟根系对养分的吸收高峰期在 35 ~ 75 d, 根系活力随施氮量的增加呈现先增后减的趋势<sup>[19]</sup>。本研究以移栽后 60 d 烤烟根系活力最强; 移栽后 35、60 d, 烤烟根系活力随氮用量的增加而增强, 移栽后 80 d, 各施氮量水平间根系活力表现为 N<sub>2</sub> > N<sub>3</sub> > N<sub>1</sub> > N<sub>0</sub>, N<sub>2</sub> 和 N<sub>3</sub> 水平间差异不显著; 在相同施氮量水平下, 施用土壤改良剂能增强烤烟根系活力。

从各处理经济性状来看, 施用土壤改良剂可显著提高烤烟产量和产值, 产量提高 132 ~ 188 kg/hm<sup>2</sup>, 产值增加 1 724 ~ 3 897 元/hm<sup>2</sup>; 在施用土壤改良剂的条件下, 产值以施氮量 N<sub>2</sub> (60.0 kg/hm<sup>2</sup>) 水平最高, 产值达 49 677 元/hm<sup>2</sup>。施氮量在 N<sub>2</sub> (60.0 kg/hm<sup>2</sup>) 水平时, 烤烟达到最佳产值和上等烟比例, 这与张翔等的研究结论<sup>[6]</sup>一致。

为改良豫西烟区植烟土壤环境, 在种植绿肥、合理轮作等措施都有一定局限的情况下, 当地在烟叶生产中十分重视有机肥的施用, 特别是商品有机肥 (主要是饼肥) 的施用。土壤改良剂可以人工合成, 来源广, 配合有机肥施用, 不仅可以改善土壤结构, 还可弥补有机质来源不足的问题。在豫西烟区, 在烟叶生产中施用土壤改良剂 30 kg/hm<sup>2</sup>、氮肥施用量 60.0 kg/hm<sup>2</sup> 可以进行推广应用。

### 参考文献:

- [1] 智磊, 罗定棋, 熊莹, 等. 施氮量对烤烟叶片组织结构和细胞发育的影响[J]. 烟草科技, 2012(7): 81-85.
- [2] 刘国顺, 赵春华, 叶协锋, 等. 氮素对烤烟烟苗蛋白质组含量、硝酸还原酶活性和干质量积累的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(2): 71-74.
- [3] 谢晋, 陈建军, 吕永华, 等. 烤烟氮、碱量的冠层光谱检测[J]. 江苏农业学报, 2013, 29(4): 776-771.
- [4] 韩富根, 沈铮, 李元实, 等. 施氮量对烤烟经济性状、化学成分及香气质量的影响[J]. 中国烟草学报, 2009, 15(5): 38-42.
- [5] 李洪臣, 杨志晓, 武云杰, 等. 氮肥用量和施用方式对烟草中部叶碳氮代谢的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(3): 65-68.
- [6] 张翔, 毛家伟, 李彰, 等. 氮用量及基追比例对烟叶产量、品质及氮肥利用效率的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(6): 1518-1523.
- [7] 曹杰, 温玉转, 姚继盛, 等. 不同施氮水平对香料烟生长及烟叶产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(4): 92-94.
- [8] 袁家富, 徐祥玉, 赵书军, 等. 不同施肥方式对植烟土壤有效氮、烟株氮累积量和速率的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(增刊1): 76-81.
- [9] 薛刚, 杨志晓, 张小全, 等. 不同氮肥用量和施用方式对烤烟生长发育及品质的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(6): 98-102.
- [10] 黄元炯, 张翔, 毛家伟. 豫西烟区土壤养分现状及其演变与烤烟施肥技术[J]. 中国烟草学报, 2009, 15(4): 39-42.
- [11] 雷波, 赵会纳, 陈懿, 等. 不同土壤改良剂对烤烟生长及产质量的影响[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(4): 110-113.
- [12] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [13] 胡娟, 邱慧珍, 张文明, 等. 微生物有机肥配施氮肥对烤烟 SPAD 值、烟叶酶活性及根系活力的影响[J]. 土壤学报, 2012, 49(3): 620-623.
- [14] 闫伸, 符云鹏, 曾宇, 等. 液体地膜覆盖对植烟土壤和烟株根系影响的研究进展[J]. 江西农业学报, 2013, 25(4): 161-163.
- [15] 陈厚才. 施用石灰改良酸性土壤提高烤烟产质[J]. 烟草科技, 1996(6): 36-37.
- [16] 王志玉, 刘作新. 土壤改良剂 MDM 对草甸碱土和水稻生长的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(2): 31-34.
- [17] 魏彬, 曾繁东, 林建委, 等. 基于 SPAD 仪的精准施肥模式对烤烟叶片生长发育及产量性状的影响[J]. 广东农业科学, 2012, 39(16): 13-16.
- [18] 王新发, 杨铁钊, 殷金玉, 等. 氮用量对烟叶质体色素及中性香气基础物质的影响[J]. 华北农学报, 2010, 25(1): 185-189.
- [19] 曹健, 屠乃美, 易迪. 施氮量和留叶数对烤烟根系活力与氮磷钾含量的影响[J]. 作物研究, 2012, 26(4): 355-358.