

# 肥料“活化剂”对烤烟生长发育及产质量的影响

杨正权<sup>1</sup>, 梁 民<sup>1</sup>, 徐兴阳<sup>2\*</sup>, 秦春丽<sup>1</sup>, 李华勇<sup>1</sup>, 方正粉<sup>1</sup>, 杨丽琼<sup>1</sup>

(1. 云南省烟草公司昆明市公司 寻甸分公司, 云南 寻甸 655200;

2. 云南省烟草公司昆明市公司 技术中心, 云南 昆明 650051)

**摘要:** 为探索能有效提升烟叶产质量的新途径, 试验采用随机区组设计, 3次重复, 以常规生产措施为生产对照、仅施用硝酸钾为空白对照, 通过在农家肥、复合肥、硫酸钾和叶面有机钾肥中添加“活化剂”, 跟踪调查统计各处理间的差异。结果表明, 肥料中添加“活化剂”有利于提高烟株的早生快发能力、生长活力和产质量, 其中以添加“活化剂”至复合肥的效果最佳; 复合肥中添加“活化剂”作基肥, 与生产对照(CK1)相比, 烤烟产量、产值分别提高15.8%和44.5%, 烟叶钾质量分数增加幅度为53.5%, 还能改善烟叶的两糖比、糖碱比和氮碱比。研究结果可为改善烟株抗逆能力、提升烟叶产质量, 特别是提高烟叶钾质量分数提供参考依据。

**关键词:** 烤烟; 肥料活化剂; 生长发育; 产质量

**中图分类号:** S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5639 (2020) 06-0007-06

**DOI:** 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2020.06.002

## Effects of Fertilizer Activator on the Growth, Yield and Quality of Flue-cured Tobacco

YANG Zhengquan<sup>1</sup>, LIANG Ming<sup>1</sup>, XU Xingyang<sup>2\*</sup>, QIN Chunli<sup>1</sup>, LI Huayong<sup>1</sup>, FANG Zhengfen<sup>1</sup>, YANG Liqiong<sup>1</sup>

(1. Xundian Subsidiary Company of Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Xundian, Yunnan, China 655200;

2. Technical Centre, Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Kunming, Yunnan, China 650051)

**Abstract:** In order to explore a new way to effectively improve the yield and quality of tobacco leaves, a randomized block design was used in the experiment with repetition three times in conventional production measures as the production control and potassium nitrate as the blank control. Adding activator into farmyard manure, compound fertilizer, Potassium sulfate and foliage organic Potash fertilizer were studied by investigation and statistic. The results showed that adding the activator to the fertilizers were beneficial to improve the early growth and rapid development ability, growth vigor, yield and quality of tobacco plants, among which the effect of adding the activator to compound fertilizer was the best. Compared to the production control (CK1), the yield and output value of flue-cured tobacco were increased by 15.8% and 44.5% respectively by adding the activator to the compound fertilizer, and the potassium content of tobacco leaves increased by 53.5%, and the ratio of reducing sugar to total sugar, ratio of total sugar to nicotine and ratio of total nitrogen to nicotine were also improved. The research results provide a reference for improving the stress resistance of tobacco plants, improving the yield and quality of tobacco leaves, especially the potassium quality content of tobacco leaves.

**Key words:** flue-cured tobacco; fertilizer activator; growth; production and quality

促进烟株生长发育和提高烟叶单产水平是优质烟叶生产的一项重要措施, 烟叶钾含量是反映烟叶内在品质的一项重要指标, 因此, 提高烟叶产质量及烟叶钾含量, 一直是烟草工业、农业科技工作者关心的问

题。据报道<sup>[1]</sup>, 烟叶钾含量会随着施钾量的增加而提高, 但每公顷施270 kg与300 kg的烟叶钾含量差异无统计学意义, 说明这一施用量已经是烤烟钾肥用量的一个极限。有试验表明, 硝酸钾分次施用<sup>[2]</sup>和叶面喷

收稿日期: 2020-10-08

基金项目: 中国烟草总公司云南省公司科技计划项目(2017YN12)。

作者简介: 杨正权(1966—), 男, 云南寻甸人, 农艺师, 主要从事烤烟生产新技术、新方法研究。

\* 通讯作者: 徐兴阳(1974—), 男, 云南盐津人, 高级农艺师, 硕士, 主要从事烟草新品种、新技术、新方法研究, E-mail: yy\_xxy@sina.com.

施钾肥<sup>[3]</sup>可以在一定程度上提高烟叶产量、产值及钾含量。但以上这些措施仅是通过增加施肥量或改变施肥方法,且对提高烟叶钾含量很有限。以往研究<sup>[4-5]</sup>表明,肥料吸收活化剂与肥料拌匀施用,可以促进烟株生长发育、提高烟叶光合作用和产质量,特别是可以大幅度提高烟叶含钾量。为此,本试验拟在不同肥料中添加肥料“活化剂”,进一步验证其生产应用效果,为提高烟叶产质量提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

2019年,试验安排在昆明寻甸科技试验基地,栽培烤烟品种为红花大金元。增钾抗病肥料活化剂(简称“活化剂”),来自国家发明专利配方产品(专利号 ZL 03131598.4),主要成分为维生素和氨基酸。田间试验所需烟苗均为2月18日播种,4月16日同一天移栽,所有处理均以复合肥和农家肥作基肥施用,于栽后20 d 硝酸钾作为提苗肥以5 g/株(5%的水溶液)进行根部追施,其余田间农事操作按照当地优质烟生产措施执进行。

### 1.2 试验设计

试验设置7个处理,3次重复,共21个小区,每个处理75株,3行区。各处理如下:

F1. 复合肥、农家肥(添加“活化剂”),旺长初期追施硫酸钾10 g/株,硝酸钾5 g/株;

F2. 复合肥(添加“活化剂”)、农家肥,旺长初期追施硫酸钾10 g/株,硝酸钾5 g/株;

F3. 复合肥、农家肥,旺长初期追施硫酸钾(添加“活化剂”)10 g/株,硝酸钾5 g/株;

F4 (CK1). 基肥(复合肥)、农家肥,旺长初期追施硫酸钾10 g/株,硝酸钾5 g/株。属于F1~F3的生产对照;

F5. 复合肥、农家肥,旺长初期追施硫酸钾10 g/株,叶面喷施有机钾(添加“活化剂”),硝酸钾5 g/株;

F6 (CK2). 复合肥、农家肥,旺长初期追施硫酸钾10 g/株,叶面喷施有机钾,硝酸钾5 g/株。属于F5的生产对照;

F7 (CK0). 空白对照,仅施用硝酸钾5 g/株。

### 1.3 “活化剂”的使用方法

按照1公顷烟田施用的某种肥料中添加“活化剂”246 g即可。其中:针对农家肥、复合肥和硫酸

钾等固体肥,采用将“活化剂”兑水完全溶解后拌匀喷施到肥料中;针对叶面肥(有机钾),则将“活化剂”兑少量水完全溶解后再与有机钾水溶液混合均匀,分别于团棵期和旺长初期各喷施1次。

### 1.4 观测指标及标准

大田期观测农艺性状、田间抗逆性、产质量。调查标准主要参照《烟草农艺性状调查测量方法》(YC/T 142—2010)、《烟草病虫害分级及调查方法》(GB/T 23222—2008)、《烤烟分级》(GB 2635—92);调制后烟叶以检测钾含量(质量分数)为主,兼顾总糖、还原糖、烟碱、总氮、氯含量(质量分数)等5项常规化学成分,同时计算两糖比、糖碱比和氮碱比。

### 1.5 统计分析方法

试验数据采用Excel进行整理,DPS软件进行分析,方差分析的多重比较采用最小显著差数法LSD进行测验。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要生物学性状调查结果

#### 2.1.1 主要生育期调查

移栽后各生育期调查结果列于表1。从表1看出,从移栽后到中心花开放期不同处理表现出一定的差异,而对成熟期几乎没有影响。其中,各处理进入团棵期的时间均早于空白对照F7,F5略比其余处理延迟;空白对照F7现蕾期和中心花开放期最晚,F1和F4次之,其余处理较早。由此说明:低营养水平(CK0)的处理不利于烟株的早生快发;肥料中添加“活化剂”有利于烟株早生快发,并能够让烟株现蕾期和中心花开放期适当提前。

#### 2.1.2 主要农艺性状调查

于中心花开放期至第1青果期调查烟株的农艺性状,调查分析结果列于表2~表4。从表2~表4看出,不同处理在株高、叶数和茎围差异有统计学意义,而节距、腰叶长、腰叶宽差异无统计学意义。其中,F6株高最高,F4叶数最多,F2茎围最粗,均与空白对照F7差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。综合而言,与F4和F6相比,F1、F2、F3、F5农艺性状表现差异不明显,仅空白对照F7表现最差。由此说明,肥料中添加“活化剂”对农艺性状改善不明显,但低营养水平(CK0)处理不利于烟株的生长发育。

表1 各处理主要生育期调查结果

处理	团棵期	现蕾期	中心花开放期	脚叶成熟期	顶叶成熟期	大田生育期/d
F1	5月28日	7月3日	7月5日	7月14日	8月16日	128
F2	5月28日	6月27日	6月29日	7月14日	8月16日	128
F3	5月28日	6月27日	6月28日	7月14日	8月16日	128
F4-CK1	5月28日	7月2日	7月4日	7月14日	8月16日	128
F5	5月29日	6月29日	6月30日	7月14日	8月16日	128
F6-CK2	5月28日	6月29日	7月1日	7月14日	8月16日	128
F7-CK0	5月31日	7月11日	7月13日	7月14日	8月16日	128

表2 各处理株高与叶数调查结果

处理	自然株高/cm	差异显著性			处理	自然叶数/片	差异显著性		
		10%	5%	1%			10%	5%	1%
F6-CK2	88.8	a	a	A	F4-CK1	22.5	a	a	A
F4-CK1	88.1	ab	a	A	F2	22.1	a	ab	A
F3	85.0	ab	a	A	F6-CK2	21.8	ab	ab	A
F5	83.8	ab	a	A	F5	21.5	ab	ab	A
F2	83.1	ab	a	A	F3	21.5	ab	ab	A
F1	82.3	ab	a	A	F1	21.3	ab	ab	A
F7-CK0	80.1	ab	a	A	F7-CK0	20.6	b	b	A

表3 各处理节距与茎围调查结果

处理	节距/cm	差异显著性			处理	茎围/cm	差异显著性		
		10%	5%	1%			10%	5%	1%
F6-CK2	4.1	a	a	A	F2	9.0	a	a	A
F3	4.0	a	a	A	F6-CK2	8.9	ab	a	A
F4-CK1	3.9	a	a	A	F1	8.9	ab	a	A
F5	3.9	a	a	A	F3	8.8	ab	a	A
F7-CK0	3.9	a	a	A	F4-CK1	8.7	ab	a	A
F1	3.9	a	a	A	F5	8.6	ab	a	A
F2	3.8	a	a	A	F7-CK0	8.4	b	a	A

表4 各处理腰叶长与腰叶宽调查结果

处理	最大腰叶长/cm	差异显著性			处理	最大腰叶宽/cm	差异显著性		
		10%	5%	1%			10%	5%	1%
F1	59.9	a	a	A	F6-CK2	24.5	a	a	A
F2	59.6	a	a	A	F2	23.4	a	a	A
F6-CK2	59.6	a	a	A	F5	23.4	a	a	A
F3	59.1	a	a	A	F1	23.3	a	a	A
F4-CK1	57.6	a	a	A	F3	23.2	a	a	A
F5	57.5	a	a	A	F7-CK0	23.2	a	a	A
F7-CK0	56.7	a	a	A	F4-CK1	22.5	a	a	A

## 2.2 田间抗逆性调查结果

### 2.2.1 田间生长势调查结果

各处理大田期烟株生长势调查结果列于表5。从表5看出,各处理田间生长势有一定差异。其中,F4和空白对照F7田间生长势表现一般,而其余处理田间生长势表现较好。由此说明,低营养水平(CK0)不利于烟株的生长,根际肥料中添加“活化剂”更有利于提高烟株的生长活力。

### 2.2.2 田间抗病性调查结果

各处理大田期烟株主要病害调查结果列于表

6。从表6看出,大田期主要发生番茄斑萎病毒病(简称TSWV)和黑胫病,各处理间差异有统计学意义。其中:TSWV以F3、F4和空白对照F7发病较轻,显著低于发病最重的处理F5( $P < 0.05$ ),其余处理发病中等;黑胫病以空白对照F7发病最轻,显著低于发病最重的处理F3( $P < 0.01$ ),其余处理发病中等。因此,肥料中添加“活化剂”对增强烟株的抗病性没有表现出明显的规律性,但总体而言,低营养水平(CK0)的烟株两种病害发病均较轻,这可能与较低营养水平有关。

表5 各处理田间烟株生长势调查结果

处理	团棵期			现蕾期		
	叶色	整齐度	生长势	叶色	整齐度	生长势
F1	正绿	较整齐	强	正绿	较整齐	强
F2	正绿	较整齐	强	正绿	较整齐	强
F3	正绿	较整齐	强	正绿	较整齐	强
F4-CK1	正绿	较整齐	强	正绿	整齐	中
F5	正绿	较整齐	强	正绿	较整齐	强
F6-CK2	正绿	较整齐	强	正绿	整齐	强
F7-CK0	正绿	较整齐	中	浅绿	较整齐	弱

表6 各处理田间主要病害病指调查结果

处理	TSWV	差异显著性			处理	黑胫病	差异显著性		
		10%	5%	1%			10%	5%	1%
F5	4.00	a	a	A	F3	5.78	a	a	A
F6-CK2	2.22	ab	ab	A	F5	4.35	ab	a	A
F2	1.78	ab	ab	A	F6-CK2	3.85	ab	a	A
F1	1.78	ab	ab	A	F4-CK1	3.80	ab	a	A
F7-CK0	0.89	b	b	A	F2	2.66	ab	a	A
F4-CK1	0.89	b	b	A	F1	2.27	ab	a	A
F3	0.89	b	b	A	F7-CK0	1.38	b	a	A

### 2.3 主要经济性状调查结果

于调制后调查初烤烟叶的经济性状,调查分析结果列于表7~表8。从表7~表8看出,所考查的产量、产值、上等烟和上中等烟比例4项指标,差异均有统计学意义。其中,产量以F1、F3和F6处于第1档次,与处于第2档次的空白对照F7差异有统计学意义,其余处理处于第2档次;产值以F1、F2和F3处于第1档次,与处于第3档次的F4和空白对照F7差异有统计学意义,其余处理处于第2档次;上等烟比例以F1、F2处于第1档次,

与处于第3档次的F4、F5、F6、F7差异有统计学意义,F3处于第2档次;上中等烟比例以F2、F3处于第1档次,与处于第3档次的F1、F4、F6、F7差异有统计学意义,F5处于第2档次。综合而言,F1、F2和F3的综合表现最优,F5和F6表现中等,F4、F7表现最差。由此表明,肥料中添加“活化剂”,产量、产值可分别较CK1增加8.6%~15.8%和15.7%~44.5%,其中以复合肥和硫酸钾中添加“活化剂”对提高烟叶的经济效益效果最佳,添加至农家肥的效果次之,添加在叶

面肥的效果不明显。

2.4 内在化学成分检测结果

各处理初烤烟叶主要化学成分检测结果列于表9。从表9看出, 与空白对照(F7)相比, 各处理的各项化学指标均有改善。其中, 所有“活化剂”处理均能够通过降低总糖来实现提高两糖比, 还能

提升烟叶钾质量分数(含量), 其中以F2处理增钾效果最佳。由此表明, 在肥料中添加“活化剂”, 有利于改善烟叶的内在化学品质, 以添加至复合肥的效果最佳(钾质量分数分别较对照CK0和CK1提高35.7%和53.5%), 添加至农家肥及硝酸钾和叶面肥的效果次之。

表7 单位面积产量与产值统计结果

处理	产量/ (kg · hm <sup>-2</sup> )	差异显著性			处理	产值/ (元 · hm <sup>-2</sup> )	差异显著性		
		10%	5%	1%			10%	5%	1%
F1	1 405.8	a	a	A	F2	18 876.9	a	a	A
F6-CK2	1 394.8	a	a	A	F3	18 390.3	a	a	A
F3	1 372.8	ab	a	A	F1	16 987.9	a	a	AB
F2	1 328.8	ab	ab	A	F6-CK2	15 842.8	a	ab	AB
F5	1 247.0	abc	ab	A	F5	15 109.9	ab	abc	AB
F4-CK1	1 148.0	abc	ab	A	F4-CK1	13 064.2	c	bc	AB
F7-CK0	1 084.6	bc	ab	A	F7-CK0	8 966.0	c	c	B

表8 上等烟与上中等烟比例统计结果

处理	上等烟比例/%	差异显著性			处理	上中等烟比例/%	差异显著性		
		10%	5%	1%			10%	5%	1%
F2	6.69	a	a	A	F2	60.20	a	a	A
F1	4.39	a	ab	A	F3	57.00	ab	ab	A
F3	3.54	ab	ab	A	F5	45.40	bc	bcd	AB
F5	0.00	b	b	A	F6-CK2	44.40	c	bcd	AB
F6-CK2	0.00	b	b	A	F1	41.80	cd	cde	AB
F4-CK1	0.00	b	b	A	F4-CK1	31.20	de	de	B
F7-CK0	0.00	b	b	A	F7-CK0	28.50	e	e	B

表9 不同处理烟叶(C3F)化学成分检测结果

处理	总糖/%	还原糖/%	总氮/%	烟碱/%	氧化钾/%	水溶性氮/%	两糖比	糖碱比	氮碱比
F1	32.50	28.60	1.94	2.54	1.22	0.20	0.88	12.78	0.76
F2	33.50	30.70	1.99	2.15	1.52	0.29	0.92	15.60	0.93
F3	32.30	31.10	1.77	2.33	1.20	0.18	0.96	13.82	0.76
F4-CK1	34.20	31.40	2.14	2.10	0.99	0.17	0.92	16.29	1.02
F5	36.10	31.50	1.62	2.18	1.29	0.18	0.87	16.53	0.74
F6-CK2	39.40	34.00	1.64	2.32	1.16	0.41	0.86	17.00	0.71
F7-CK0	41.20	34.80	3.05	1.99	1.12	0.19	0.85	20.70	1.53

3 小结与讨论

3.1 讨论

20世纪40年代以来, 利用植物生长调节剂调

控植物的生长发育成为农业生产的一项重要措施, 而且有研究<sup>[6]</sup>表明, 其与肥料复配使用能有效提高肥料利用率。但是根据我国2001年《农药管理条例》规定, 植物生长调节剂属于农药管理范畴,

使用时需按照登记批准标签上标明的使用剂量、时期和方法实行。若添加到肥料中进行使用,势必会扰乱市场秩序、危害农作物安全。为此,2019年,国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会发布了《肥料中植物生长调节剂的测定高效液相色谱法》(GB/T 37500—2019)标准,规定若肥料中检出植物生长调节剂,一律按假农药处理,该标准为监管在肥料里添加植物生长调节剂的违法行为提供了技术支撑<sup>[7]</sup>。众所周知,公认的植物体内有细胞分裂素、生长素、赤霉素、乙烯利和脱落酸5大激素,人们利用化学合成或生物发酵方法生产出与植物激素化学结构和作用相同或相似的化合物统称为植物生长调节剂<sup>[6]</sup>。而本研究提到的“活化剂”,其主要成分为肌醇和赖氨酸,分别属于一种维生素<sup>[8]</sup>和一种氨基酸<sup>[9]</sup>,因此不属于生长调节剂范畴。

在烟叶生长过程中,若每棵烟株都能获取全面的营养,并且在每个发育阶段中能够稳定均衡地供给其所需的营养,这样烟株就会生长健壮,具有抵抗病害的能力,并将其称之为营养抗病性<sup>[10]</sup>。对于营养抗病性已有许多报道,比如:充足的磷肥对烟草野火病具有抗病性<sup>[11]</sup>;充足的氮肥对烟草根结线虫具有抗病性<sup>[12]</sup>;补充适量的微量元素锌可以提高烟草对花叶病的抗性<sup>[13]</sup>。当然,营养抗病性也不是绝对的,如蚜虫喜欢营养旺盛的顶叶部位,因此不排除以蓟马传毒导致的TSWV病害会表现出负营养抗性,亦有可能蓟马也像蚜虫一样喜欢营养充足的嫩绿烟株,但具体原因尚待进一步研究。

对于肥料中添加“活化剂”能够增加烟叶产质量,这一研究结果与以往报道基本一致,且明显优于发明人报道的结果<sup>[4]</sup>;而对于肥料中添加“活化剂”能够增加烟叶钾含量,这一研究结果总趋势与以往报道基本一致,但与发明人报道的钾含量可以提高82%尚有较大差距<sup>[4]</sup>,这可能与当地土壤、气候等生态环境关系密切,具体原因尚不清楚。

### 3.2 结论

烟用肥料中添加“活化剂”对提升烤烟产质

量效果显著,以添加至烟草专用复合肥中的应用效果最佳,从而为烟叶生产上有效提升烟叶产质量提供了一条新途径。主要表现在以下几个方面:一是有利于提高烟株的早生快发能力和生长活力,但对改善农艺性状效果不明显;二是可以明显提高烤烟的产量、产值和上等烟比例;三是可以改善烟叶的内在化学品质,烟叶钾含量(质量分数)明显增加,两糖比、糖碱比和氮碱比均有一定改善。

### [参考文献]

- [1] 罗建新,萧汉乾.钾肥施用量与施用期对烤烟产量和品质的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),1997(2):132-136.
- [2] 曹志洪,周季如,李仲林,等.我国烟叶含钾量状况及其与土壤田间的关系[J].中国烟草科学,1990,11(3):6-13.
- [3] 李强,刘建峰,易克,等.喷施3种叶面钾肥对烤烟产质量的影响研究[J].昆明学院学报,2019,41(3):26-29.
- [4] 王伟,谢德平.肥料吸收活化剂在烟草生产中的应用[J].烟草科技,1996(3):30-31.
- [5] 江力,汤一卒,张荣铨,等.肥料吸收活化剂对烟叶抗坏血酸-谷胱甘肽循环系统及钾含量的影响[J].南京农业大学学报,2000,23(4):13-16.
- [6] 刘伟,郑建国,王兆燕.植物生长调节剂与肥料复配的研究与应用[J].磷肥与复肥,2015,30(3):28-29.
- [7] 佚名.肥料中检出植调剂按假农药处理[N].南方农村报,2019-07-18(6).
- [8] 汪多仁.肌醇的开发与应用进展[J].中国饲料添加剂,2005(4):19-22.
- [9] 周伟.浅谈赖氨酸行业现状和发展趋势[J].发酵科技通讯,2007,36(3):31-35.
- [10] 谈文,蒋士君,刘俊,等.烟草个体发育中营养抗病性的研究综述[J].烟草科技,1996(1):46-48.
- [11] 王绍坤.实用烟草病虫害综合防治手册[M].昆明:云南科技出版社,1994.
- [12] 贾利华,文国松,李永忠,等.氮磷钾肥对烟草根结线虫病抗性研究[J].现代农业科学,2009,16(1):62-65.
- [13] 谈文,刘骏,李鹏昆.应用硫酸锌系统防治烟草花叶病的研究[J].烟草科技,1990(1):37-39.