

# 锌肥对烤烟红花大金元生长发育的影响

自启泉<sup>1</sup>, 杨应娟<sup>2</sup>, 徐成龙<sup>1</sup>, 王德勋<sup>3</sup>, 苏家恩<sup>3\*</sup> (1. 大理州烟草公司祥云县分公司, 云南祥云 672100; 2. 大理州烟草公司永平县分公司, 云南祥云 672100; 3. 云南省烟草公司大理州公司, 云南大理 671000)

**摘要** [目的]研究锌肥的施用量对烤烟红花大金元大田生育期内生长发育的影响,改善烟叶大田生长管理措施,进一步提高烟叶质量增加烟农收入。[方法]对红花大金元施用不同量的硫酸锌,并对大田生育期内的烤烟农艺性状、干物质积累量、硝酸还原酶的活性以及可溶性糖的含量进行测定。[结果]随着硫酸锌施用量增加,红花大金元的各农艺性状有着不同的变化趋势,但总体呈现先增后减的趋势。且在使用量为 200 mg/株时表现最好;烤烟干物质的积累在根系干物质的积累在 T<sub>1</sub> 与 T<sub>2</sub> 处理表现较好,茎秆的干物质积累以施用 300 mg/株时表现最好,叶片的干物质积累在 T<sub>2</sub> 处理较好;施用硫酸锌能提高硝酸还原酶的活性,且施用量为 300 mg/株时显著高于对照;45~75 d 时施用硫酸锌的各处理中,可溶性蛋白含量均高于或者显著高于对照。[结论]在一定范围内,硫酸锌施用量的增加有利于提高烟叶中的农艺性状、干物质积累、硝酸还原酶活性以及可溶性蛋白含量。

**关键词** 锌肥;红花大金元;生长发育;烤烟

**中图分类号** S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)01-0035-03

## Effect of Zn Fertilizer on the Growth and Development of Flue-cured Tobacco Honghuadajinyuan

ZI Qi-quan<sup>1</sup>, YANG Ying-juan<sup>2</sup>, XU Cheng-long<sup>1</sup>, SU Jia-en<sup>3\*</sup> et al (1. Xiangyun County Branch of Dali Prefecture Tobacco Company, Dali, Yunnan 672100; 2. Yongping County Branch of Dali Prefecture Tobacco Company, Dali, Yunnan 672100; 3. Dali Prefecture Branch of Yunnan Tobacco Company, Dali, Yunnan 671000)

**Abstract** [Objective] To study the effects of zinc fertilizer application amount on the growth and development of flue-cured tobacco Honghuadajinyuan, to improve the growth management measures in tobacco field, and to further enhance the tobacco leaf quality and the income of tobacco farmers. [Method] Different amounts of zinc sulfate were applied. And the agronomic characters, dry matter accumulation, nitrate reductase activity and soluble sugar content of Honghuadajinyuan were detected. [Result] With the increase of the amount of zinc sulfate, agronomic traits of Honghuadajinyuan had different change trends, but showed the tendency of first increase and then decrease in general. The best performance appeared at the dosage of 200 mg/plant; dry matter accumulation in flue-cured tobacco root showed better performance in treatments T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub>. Dry matter accumulation in stem showed the best performance at the dosage of 300 mg/plant, dry matter accumulation in leaves was better in treatment T<sub>2</sub>. Application of zinc sulfate enhanced the activity of nitrate reductase, and 300 mg/plant fertilizer had significantly higher activity than the control. Soluble protein contents in zinc sulfate treatments were higher or significantly higher than that of control at 45-75 d. [Conclusion] Within a certain range, increase of zinc sulfate amount is helpful to the enhancement of agronomic characters, dry matter accumulation, nitrate reductase activity and soluble sugar content of tobacco leaves.

**Key words** Zn fertilizer; Honghuadajinyuan; Growth and development; Flue-cured tobacco

烟株正常生长发育需要大量的氮、磷、钾<sup>[1-4]</sup>。另外,一些中、微量元素也是烟草需要的营养元素<sup>[5]</sup>,在提高产量<sup>[6]</sup>、调节烟叶内在成分<sup>[7]</sup>、改善烟叶品质等方面有着不容忽视的作用<sup>[8-11]</sup>。研究表明锌对作物生长发育、产量和品质有重要的影响<sup>[12]</sup>。锌能促进植物体中生长素的合成<sup>[13]</sup>,是植物体内氧化还原反应的催化剂<sup>[14]</sup>,可以促进叶绿素的合成。因此,锌的正常供应可提高光合效率,促进植物生长发育<sup>[15]</sup>。刘国顺等<sup>[16]</sup>研究表明,锌还能提高烟草抵抗花叶病的能力。许春平等<sup>[17]</sup>研究表明,锌决定并影响着数十种酶的活性,在某些酶系统中在酶和基质之间搭桥<sup>[18]</sup>,使之结合并形成特定结构<sup>[19]</sup>,从而影响作物的某些生理功能<sup>[20]</sup>;吕亚琼等<sup>[21]</sup>研究表明,锌参与作物生长素的代谢,影响生长素的合成。然而目前关于锌肥的施用量对烤烟农艺性状、干物质积累量以及硝酸还原酶影响的研究鲜见报道。鉴于此,该试验研究了施用锌肥对红花大金元生长发育的影响,以期合理施用氮肥、培育健壮根群、实现烟草的优质丰产提供理论依据,并为完善烤烟生产的平衡施肥技术提供理论支撑。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 试验于 2015—2016 年在云南省大理州弥渡县红大基地进行,供试品种为红花大金元,试验田土壤类型为红壤土,地势平坦,排灌方便,土壤质地疏松,测定其土壤 pH 6.1,有机质 1.68 g/kg,碱解氮 124.39 mg/kg,速效磷 29.53 mg/kg,速效钾 107.52 mg/kg。

**1.2 方法** 试验设 3 个处理、1 个对照。其中,CK 为当地常规栽培(不使用含锌的肥料);T<sub>1</sub> 为当地常规栽培+施用 100 mg/株的硫酸锌;T<sub>2</sub> 为当地常规栽培+施用 200 mg/株的硫酸锌;T<sub>3</sub> 为当地常规栽培+施用 300 mg/株的硫酸锌。

**1.3 项目测定** 移栽 45、60、75 d 后,分别测量烟株的株高、茎围、有效叶数。现蕾后记载株高、有效叶数。移栽 30、45、60、75 和 90 d 后各取 3 株烟(共 18 株烟),对根、茎、叶称量鲜重后,105 ℃ 条件下杀青 15 min,然后在 60 ℃ 条件下烘干并称量干重。选取功能叶片 2~3 片立即放入冰盒中密封保存,带回实验室做硝酸还原酶与可溶性蛋白的测定<sup>[10-11]</sup>。

**1.4 数据处理** 采用 SPSS 22.0 进行数据分析。

## 2 结果与分析

**2.1 锌肥对烤烟农艺性状的影响** 由表 1 可知,随着硫酸锌施用量的增加,烟株的株高基本上呈先增后减的趋势,各时期 T<sub>2</sub> 处理的株高最高;移栽 45 d 后,T<sub>2</sub> 处理显著高于 T<sub>3</sub> 处理,与 T<sub>1</sub> 处理、CK 间差异不显著;移栽 60、75 d 后,各处理

**基金项目** 云南省烟草公司科技计划项目(2015YN20)。  
**作者简介** 自启泉(1973—),男,大理祥云人,农业技术员,从事烟叶生产技术研究。\*通讯作者,高级农艺师,从事烘烤技术研究及推广。  
**收稿日期** 2016-11-30

均显著高于对照。各处理烤烟茎围的变化与株高有相似的变化趋势,其中45 d时, $T_2$ 处理显著高于其他2个处理与对照,CK、 $T_1$ 及 $T_3$ 处理间差异不显著;在60、75 d时, $T_1$ 与 $T_2$ 处理的茎围显著高于 $T_3$ 处理与CK。有效叶片数在生长45 d时表现为3个处理显著高于CK;而在60、75 d时 $T_2$ 与 $T_3$ 处理的有效叶片数显著高于 $T_1$ 处理与CK。在45 d时, $T_1$ 处理的叶长最大,且显著高于 $T_2$ 、 $T_3$ 处理与CK;在60 d时, $T_2$ 处理的叶长显著高于 $T_1$ 处理与CK,而 $T_1$ 处理显著高于CK;在75 d时, $T_2$ 与 $T_3$ 处理的叶长显著高于CK。叶宽在45 d时有相似的表现,在60 d时 $T_2$ 处理显著高于 $T_1$ 处理、CK,而 $T_1$ 处理、CK则显著高于 $T_3$ 处理,移栽75 d时 $T_1$ 、 $T_3$ 处理显著大于 $T_2$ 处理与CK,而 $T_2$ 处理显著高于CK。烟叶的叶面积在移栽45 d后 $T_1$ 处理的叶面积最大,且显著高于 $T_2$ 、 $T_3$ 处理与CK;在60 d时, $T_2$ 处理的叶面积显著高于 $T_1$ 、 $T_3$ 处理与CK,而 $T_3$ 处理显著高于 $T_1$ 处理与CK;在75 d时, $T_1$ 与 $T_3$ 处

理的叶面积显著高于CK。

**2.2 锌肥对烤烟干物质积累的影响** 由表2可知,喷施硫酸锌后 $T_2$ 处理较优,在45~60 d时对根系的干重积累的促进效果较明显。在75~90 d, $T_2$ 处理对根系的二次发育促进作用较为明显,而 $T_1$ 与 $T_3$ 处理的效果均不明显,与对照相比根系干重增加效果较差。烤烟茎干物质积累量均随着生育期的推迟而逐渐增加,不同硫酸锌用量在75 d时差异较明显,施用100 mg硫酸锌的茎部干物质积累明显较对照多。施用200和300 mg的处理中,茎部干物质积累效果差异也较明显,随着施用硫酸锌量的增加干物质积累减少,表明硫酸锌的施用对烤烟茎部干物质具有一定促进作用。烤烟叶片的干物质积累量随着生育期的推迟逐渐增加,尤其在移栽45 d后叶片干物质的积累效率最高,叶片干物质的积累在 $T_2$ 处理的表现较佳,尤其是在采收期,烟叶的内含物质量增加 $T_2$ 与 $T_3$ 处理显著高于CK。

表1 锌肥对烤烟农艺性状的影响

Table 1 Effects of Zn fertilizer on the agronomic characters of flue-cured tobacco

处理 Treatment	株高 Plant height//cm			茎围 Stem girth//cm			有效叶数 Effective leaf number//片		
	45 d	60 d	75 d	45 d	60 d	75 d	45 d	60 d	75 d
CK	61.67 ab	104.60 c	119.20 c	7.50 b	9.12 ab	10.44 a	10.20 b	17.80 b	24.75 b
$T_1$	60.00 ab	122.00 a	122.40 ab	7.52 b	9.60 a	10.28 ab	11.90 a	18.00 ab	24.75 b
$T_2$	64.13 a	122.00 a	124.50 a	7.66 a	10.04 a	10.72 a	11.30 a	18.70 a	25.40 a
$T_3$	56.44 b	115.20 b	121.00 b	7.46 b	8.80 b	9.76 b	11.50 a	18.90 a	26.10 a

  

处理 Treatment	叶长 Leaf length//cm			叶宽 Leaf width//cm			叶面积 Leaf area//cm <sup>2</sup>		
	45 d	60 d	75 d	45 d	60 d	75 d	45 d	60 d	75 d
CK	52.40 b	64.80 c	69.20 b	25.30 b	30.60 b	30.00 c	827.91 b	1 238.31 c	1 296.46 b
$T_1$	56.80 a	69.80 b	70.40 ab	28.80 a	30.20 b	32.00 a	1 021.58 a	1 316.42 b	1 406.87 a
$T_2$	53.40 b	72.40 a	71.00 a	25.50 b	32.50 a	31.40 b	850.38 b	1 469.45 a	1 392.26 ab
$T_3$	53.80 ab	71.00 ab	71.20 a	25.10 b	28.20 c	32.00 a	843.31 b	1 250.37 c	1 422.86 a

注:同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

表2 锌肥对烤烟干物质积累的影响

Table 2 Effects of Zn fertilizer on the dry matter accumulation of flue-cured tobacco

干物质积累 Dry matter accumulation	处理 Treatment	烤烟大田生长期 Field growth stage of flue-cured tobacco//d				
		30	45	60	75	90
烤烟根系干物质积累 Dry matter accumulation in root	CK	2.43 b	12.47 c	31.22 a	40.53 c	58.51 b
	$T_1$	2.87 a	15.87 a	31.89 a	61.49 a	61.09 a
	$T_2$	2.59 ab	13.51 b	31.06 a	56.42 b	61.53 a
	$T_3$	2.32 b	12.71 c	31.58 a	42.95 bc	60.20 a
烤烟茎干物质积累 Dry matter accumulation in stem	CK	2.37 a	20.10 ab	62.44 b	141.28 b	164.78 ab
	$T_1$	2.08 b	19.46 b	64.74 ab	175.30 a	163.48 ab
	$T_2$	2.24 b	21.88 a	67.71 a	158.02 ab	161.52 b
	$T_3$	1.37 c	19.66 b	63.69 ab	160.22 ab	169.18 a
烤烟叶片干物质积累 Dry matter accumulation in leaf	CK	16.88 c	67.79 b	108.13 c	255.39 c	278.56 b
	$T_1$	18.58 b	68.84 b	113.46 b	231.75 c	282.07 a
	$T_2$	21.68 a	72.12 a	150.54 a	275.54 b	286.48 a
	$T_3$	19.09 ab	67.62 b	113.01 b	285.88 a	288.64 a

注:同列数据后不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

**2.3 锌肥对烤烟叶片硝酸还原酶活性的影响** 由表3可知,施用硫酸锌处理的烤烟在各时期,尤其是烤烟发育的前中期,硝酸还原酶活性明显高于未施用锌肥处理的活性。施用300 mg硫酸锌处理的烤烟各时期硝酸还原酶活性均高于200 mg硫酸锌处理。施用100 mg硫酸锌和不施用硫酸锌的处理各时期表现不一,无特定规律。

**2.4 锌肥对烤烟叶片可溶性蛋白含量的影响** 由表4可

知,烤烟叶片可溶性蛋白含量随着生育期的推迟先升高后下降。各处理叶片可溶性蛋白含量在移栽60 d后达最大值,之后有所下降,施用硫酸锌的处理中移栽60 d可溶性蛋白含量较未施用大,说明施硫酸锌能提高烤烟发育过程中可溶性蛋白的含量。45~75 d施用硫酸锌的各处理可溶性蛋白均高于或显著高于对照,说明在一定范围内,硫酸锌施用量的增加有利于提高烟叶中的可溶性蛋白含量。

表 3 锌肥对烤烟硝酸还原酶活性的影响

处理 Treatment	烤烟大田生长期 Field growth stage of flue-cured tobacco//d				
	30	45	60	75	90
CK	30.00 b	33.07 b	36.38 b	4.53 b	0.54 b
T <sub>1</sub>	34.52 a	34.53 b	37.98 b	4.91 ab	0.91 a
T <sub>2</sub>	29.69 b	35.09 b	38.60 b	5.20 a	0.60 b
T <sub>3</sub>	35.36 a	38.03 a	41.84 a	5.40 a	0.88 a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著  
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

表 4 锌肥对烤烟可溶性蛋白含量的影响可溶性蛋白

处理 Treatment	烤烟大田生长期 Field growth stage of flue-cured tobacco//d				
	30	45	60	75	90
CK	6.38 a	19.04 b	21.26 b	16.66 b	6.02 ab
T <sub>1</sub>	6.22 a	20.01 ab	23.48 ab	17.93 ab	6.41 a
T <sub>2</sub>	5.65 b	20.22 a	24.75 a	18.79 a	5.78 b
T <sub>3</sub>	6.24 a	21.31 a	25.37 a	17.03 ab	6.35 a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著  
Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

### 3 结论与讨论

随着硫酸锌用量增加,红花大金元的各农艺性状呈不同变化趋势,但基本呈先增高后降低的趋势,这与邓超<sup>[22]</sup>的研究结果一致。烤烟下部叶采收时(60 d),T<sub>2</sub>处理的各指标均表现较好,而中部叶采收时(75 d),T<sub>2</sub>处理的株高茎围表现最佳,而 T<sub>2</sub>与 T<sub>3</sub>处理的有效叶片数与叶长表现较好;T<sub>1</sub>与 T<sub>3</sub>处理的叶宽及叶面积表现最佳。可见,施用硫酸锌在一定程度上能改善烤烟的农艺性状,且在施用量为 200 mg/株时表现最好。

不同的硫酸锌施用量对烤烟不同组织干物质的积累有不同程度的影响,在采收前,T<sub>1</sub>与 T<sub>3</sub>处理的根系干物质积累量较大,而进入成熟期后 T<sub>1</sub>与 T<sub>2</sub>处理的积累量较大,这与李贻学等<sup>[23]</sup>的研究有差异,可能是由于品种差异所致。茎秆的干物质积累在施用 300 mg/株硫酸锌时表现最好,这与刘国顺等<sup>[16]</sup>的研究结果一致,叶片的干物质积累在 T<sub>2</sub>处理的积累量最大,可能是由于叶片对硫酸锌的敏感性较强。

施用硫酸锌处理的烤烟在各时期,尤其是烤烟发育的中期,硝酸还原酶活性明显高于未施用处理的活性。施用 300 mg/株硫酸锌处理的烤烟各时期硝酸还原酶活性均高于

200 mg/株的处理。

各处理叶片可溶性蛋白含量在移栽后 60 d 达最大值,之后有所下降,施用硫酸锌的处理 60 d 时可溶性蛋白含量较未施用大,且在 45~75 d 时施用硫酸锌各处理的可溶性蛋白均高于或显著高于对照,表明在一定范围内,硫酸锌施用量的增加有利于提高烟叶中的可溶性蛋白含量。

### 参考文献

- [1] 胡国松,袁志永,傅瑜,等. 石灰性褐土施用硼锌肥对烤烟生长发育及品质的影响[J]. 河南农业大学学报,1998(S1):70-75.
- [2] 吴宗海,柳德普,林翠丽. 锌肥及与其他元素配施锌肥对烤烟产量和质量的影响[J]. 北京农业,2015(20):85-87.
- [3] 刘清,许松林,张邦成. 锌对烤烟烟叶产量品质的影响[J]. 土壤,1991(1):35-36.
- [4] 赵文田. 土壤养分、腐殖酸肥料和锌对烤烟产量和品质的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2009.
- [5] 韩冰,郑克宽. 镁、锌、硼、锰元素对烤烟产量及质量影响的研究[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),1999(1):72-77.
- [6] 韦凤杰,张国显,常思敏,等. 锌对豫西烤烟香气物质含量和评吸质量的影响[J]. 河南农业大学学报,2008,42(3):263-267.
- [7] 赵传良. 烤烟锌肥与关联养分调施技术的探讨[J]. 中国土壤与肥料,2001(3):32-35.
- [8] 李振华. 不同硼、锌供给水平对烤烟生理特性以及硼、锌吸收和分配的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2008.
- [9] 陈雨鹏,沈晗,刘晓颖,等. 腾冲火山灰植烟土壤增施镁、锌、硼肥对烤烟产量和质量的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2013,39(6):591-596.
- [10] 田苗,戴林建,钟喜,等. 施肥对湘南烟区玉米茬烤烟烟叶产量与品质的影响[J]. 作物研究,2013,27(3):263-265.
- [11] 王全明,纪春涛,刘帅,等. 不同锌肥喷施供给水平对红花大金元生长发育及产质量的影响[J]. 安徽农学通报,2016,22(2):46-49.
- [12] 柴云霞,耿少武,邹阳,等. 增施中微量元素肥料对烤烟生长发育及烟叶品质的影响[J]. 湖南农业科学,2016(1):27-29.
- [13] 党锋,江荣风,夏立江. Cd Zn 处理对烤烟生长和烟株 Cd 含量的影响[J]. 农业环境科学学报,2007,26(2):713-717.
- [14] 孙彦敏,何元胜,亚平,等. 锰肥及锰、锌、硼肥配施对烤烟 K326 生长和产质量的影响[J]. 安徽农业科学,2014,42(23):7855-7856.
- [15] 齐永杰,徐茂华,潘武宁,等. 硼锌钼肥及其配施对烤烟上部叶香气物质含量的影响[J]. 天津农业科学,2015,21(6):116-119.
- [16] 刘国顺,王芳,韦凤杰,等. 饼肥用量对烤烟微量元素矿质元素吸收的影响[J]. 中国农学通报,2006,22(9):255-259.
- [17] 许春平,贾可,郑坚强,等. 仟禾福叶面肥对烤烟镁铁钾锌含量的影响[J]. 西南农业学报,2013,26(5):1920-1923.
- [18] 叶协锋,凌爱芬,喻奇伟,等. 活化有机肥对烤烟生理特性和品质的影响[J]. 华北农学报,2008,23(5):190-193.
- [19] 郑劲民,李嵩震,付瑜,等. 烟区土壤养分状况及钾肥对烤烟产量和质量的影响[J]. 土壤,1997(6):315-321.
- [20] 宋牧,赵万鹏. 几种中微量元素肥料对烤烟产量及品质的影响[J]. 北京农业,2012(15):86-87.
- [21] 吕亚琼,郭常德,刘冬梅,等. 叶面喷施中微量元素对麒麟区烤烟产量质量的影响[J]. 云南农业,2009(1):32.
- [22] 邓超. 不同镁肥品种和用量对烤烟生长发育和产量质量的影响[D]. 合肥:安徽农业大学,2009.
- [23] 李贻学,刘太杰,宋承鉴,等. 施肥对玉米茬烤烟农艺性状、产量和质量的影响[J]. 中国烟草科学,2002(3):11-14.

(上接第 34 页)

- [3] 张俊灵,孙美荣,张东旭,等. 山西省农科院谷子研究所小麦品种改良及系谱分析[J]. 山西农业科学,2011,39(3):217-220,224.
- [4] 中国农业科学院作物科学研究所,农业部作物品种资源质量监督检验测试中心. 小麦抗旱性鉴定评价技术规范:GB/T21127—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [5] 杨子光,张灿军,冀天会,等. 小麦抗旱性鉴定方法及评价指标研究 V 苗期抗旱指标的比较研究[J]. 中国农学通报,2008,24(1):156-159.
- [6] 冀天会,张灿军,谢惠民,等. 小麦品种抗旱性鉴定产量指标的比较研

- 究[J]. 中国农学通报,2006,22(1):103-106.
- [7] 吴振录,黄光宏,樊哲儒,等. 小麦水分高效利用种质的筛选方法探讨[J]. 麦类作物学报,2005,25(5):143-146.
- [8] 杨和平,张润辛,魏俊侠,等. 小麦品种抗腥黑穗病接种鉴定试验[J]. 中国种业,2012(10):64-65.
- [9] 王建军,刘建华,张建宏,等. 晋南旱垣小麦品种生态适应性及抗旱性鉴定研究[J]. 陕西农业科学,2011,57(6):35-38.
- [10] 裴自友,温辉芹,王晋. 山西中部小麦育种现状与思考[J]. 中国农业科技导报,2009,11(S2):13-17.