

增施锌肥对烤烟农艺性状、光合特性及产量的影响

王 俊^{1*}, 胡蓉花², 尼金玉¹, 沈雪婷³, 潘瑞朋², 李亚纯³, 王子璇¹, 郑 云¹, 杨祥飞¹, 郑九洲¹, 朱肖文¹, 刘齐元^{1#}

¹江西农业大学农学院, 作物生理生态与遗传育种教育部重点实验室, 江西 南昌

²江西省烟草公司吉安市公司, 江西 吉安

³吉安市烟草公司安福分公司, 江西 吉安

Email: 1411736849@qq.com, #qiyuan@126.com

收稿日期: 2020年9月1日; 录用日期: 2020年9月18日; 发布日期: 2020年9月25日

摘 要

为探究增施锌肥对烤烟生长发育及品质的影响, 以云烟87为试验材料, 按锌肥施用量及施肥方法不同设7个处理, T1(CK)-T5为小培土时分别施硫酸锌: 0、7.5、15.0、22.5、30.0 kg/hm²; T6: 移栽后15天喷施一次硫酸锌(按3 kg/hm²用量配制0.2%的浓度的硫酸锌); T7: 移栽后15天、30天各喷施一次硫酸锌(按3 kg/hm²用量配制0.2%的浓度的硫酸锌)7种不同的处理。研究不同处理对烟草农艺性状、光合速率、SPAD值、烟叶产质量和产值的差异。结果表明: (1) T4处理在叶面积、株高、茎围和节距较对照分别增加了15.83%、6.75%、2.61%和1.81%; 移栽至团棵期T5、T6处理有效叶片数显著增长, 较对照增加14.62%和10.6%, 最大叶长和最大叶宽无显著差异; 团棵期至现蕾期, T2处理有效叶片数比T1显著增长5.97%; 现蕾期至打顶期, T2、T3、T4、T5、T6、T7处理均显著高于T1 ($p < 0.05$), 最大叶长和叶宽也均高于T1。(2) 增施锌肥能够有效提高光合能力, 增加质体色素的含量, T4和T7处理的光合能力显著增强($p < 0.05$), SPAD值显著增加。(3) 与T1相比, T7和T4处理的产量较对照分别增加7.55%和6.46%, T7和T4处理的产值较对照增收3328.65元/hm²和3298.92元/hm²。结果表明增施锌肥能够有效促进烟叶的生长发育, 增强烟叶的光合能力并提高烟叶的产值。

关键词

烟草, 锌肥, 农艺性状, 产值

Effects of Adding Zinc Fertilizer on Agronomic Characteristics, Photosynthetic Characteristics and Yield of Flue-Cured Tobacco

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 王俊, 胡蓉花, 尼金玉, 沈雪婷, 潘瑞朋, 李亚纯, 王子璇, 郑云, 杨祥飞, 郑九洲, 朱肖文, 刘齐元. 增施锌肥对烤烟农艺性状、光合特性及产量的影响[J]. 植物学研究, 2020, 9(5): 502-510. DOI: 10.12677/br.2020.95063

Jun Wang^{1*}, Ronghua Hu², Jinyu Ni¹, Xueting Shen³, Ruipeng Pan², Yachun Li³, Zixuan Wang¹, Yun Zheng¹, Xiangfei Yang¹, Jiuzhou Zheng¹, Xiaowen Zhu¹, Qiyuan Liu^{1#}

¹Key Laboratory of Crop Physiology, Ecology and Genetic Breeding, Ministry of Education, College of Agriculture, Jiangxi Agricultural University, Nanchang Jiangxi

²Ji'an City Branch of Jiangxi Tobacco Company, Ji'an Jiangxi

³Anfu Branch of Ji'an Tobacco Company, Ji'an Jiangxi

Email: 1411736849@qq.com, #qiyuanl@126.com

Received: Sep. 1st, 2020; accepted: Sep. 18th, 2020; published: Sep. 25th, 2020

Abstract

In order to explore the effect of increasing zinc fertilizer on the growth, development and quality of flue-cured tobacco, Yunyan 87 was used as the test material to set up 7 treatments according to the amount of zinc fertilizer and the method of fertilization. T1(CK)-T5 is small soil cultivation when the application of zinc sulphate is: 0, 7.5, 15.0, 22.5, 30.0 kg/hm²; T6: spray zinc sulfate once 15 days after transplanting (prepared with a concentration of 0.2% zinc sulfate at a dosage of 3 kg/hm²); T7: 15 days and 30 days after transplanting, zinc sulfate (zinc sulfate with a concentration of 0.2% at a dosage of 3 kg/hm²) was sprayed once for 7 different treatments. To study the differences of different treatments on tobacco agronomic characteristics, photosynthetic rate, SPAD value, tobacco leaf quality and output value, the results showed that: (1) Compared with the control, the leaf area, plant height, stem circumference and pitch of T4 treatment increased by 15.83%, 6.75%, 2.61% and 1.81% respectively; in transplanting to the group stage, the effective leaf number of T5 and T6 treatments increased by 14.62% and 10.6% compared with the control, and they increased significantly, and there was no significant difference in the maximum leaf length and maximum leaf width. The maximum leaf length and maximum leaf width were not significantly different; the effective leaf number of T2 treatment from the group stage to the budding stage increased by 5.97% compared with T1; the budding stage to the topping stage T2, T3, T4, T5, T6, T7 treatments are significantly higher than T1 ($p < 0.05$); the maximum leaf length and leaf width are also higher than T1. (2) Increased application of zinc fertilizer can effectively increase photosynthetic capacity and increase the content of plastid pigment; the photosynthetic capacity of T4 and T7 was significantly enhanced ($p < 0.05$), and the SPAD value was significantly increased. (3) Compared with T1, the yield of T7 and T4 treatments increased by 7.55% and 6.46%, respectively, and the yield of T7 and T4 treatments increased by 3328.65 yuan/hm² and 3298.92 yuan/hm² compared with the control. The results showed that increased application of zinc fertilizer can effectively promote the growth and development of tobacco leaves, enhance the photosynthetic capacity of tobacco leaves and increase the output value of tobacco leaves.

Keywords

Tobacco, Zinc Fertilizer, Agronomic Traits, Output Value

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

烟草的生长需要多种营养元素，合理的营养元素配比对烤烟生长发育及产质量有十分重要的影响[1]

[2]。适当增施锌肥可以促进烟叶的生长发育,改善烟株的农艺性状,促进光合产物的累积,提高烟叶的产量和产值[3][4]。一直以来烟农过分重视 N、P、K 等大量元素的施用比例,从而忽略微量元素的供给,造成肥料配比不均衡,这也导致土壤养分矛盾日益加重。研究表明[5][6],当烟株大田生长期矿物质元素供应不足时,会引起植株根系生长不良,生育期延迟和生长势较差等情况,从而引起烟叶生长发育迟缓产量降低和品质变差。烟株在生长发育过程中,需要全面合理的营养物质,才能获得产量和品质俱佳的烟叶[7][8]。锌肥对烟叶的生命活动具有重要的意义,其含量的多少在一定程度上影响烤烟品质的好坏[9][10]。因此,本实验以锌肥为试验材料,研究增施锌肥对烤烟生长发育、光合特征和产量产值的影响,以期为促进烟叶生长、提高烟叶产量产值提供合理的施肥依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验概况

试验地在安福县寮塘乡思塘村烟田(E114°59'5", N 27°23'13.32")进行。该地区年平均温度为 17.7℃,年降水量为 1553 毫米,平均降雨日 166 天,平均日照时数 1649 小时,年无霜期 279 天。试验田土壤类型为白泥田,土壤肥力中等,肥力均匀,地势平坦,排灌方便,无病虫害,前茬作物为水稻,前茬未使用高残留除草剂。土壤理化性状为:pH 6.79,有机质 24.6 g/kg,水解性氮 131 mg/kg,有效磷 12.7 mg/kg,速效钾 184 mg/kg,交换性镁 0.95 cmol/kg,交换性钙 4.81 cmol/kg,有效硼 0.32 mg/kg,有效硫 4.76 mg/kg,有效铜 1.88 mg/kg,有效锌 1.63 mg/kg,有效铁 213 mg/kg,有效锰 6.88 mg/kg,水溶性氯 34.6 mg/kg。

2.2. 试验设计

试验品种为当地主栽品种云烟 87,种植密度为 16500 株/hm²,按锌肥施用量及施肥方法不同设 7 个处理,T1(CK)-T5 分别为小培土时施硫酸锌:0、7.5、15.0、22.5、30.0 kg/hm²;T6:移栽后 15 天喷施一次硫酸锌(按 3 kg/hm²用量配制 0.2%的浓度的硫酸锌);T7:移栽后 15 天、30 天各喷施一次硫酸锌(按 3 kg/hm²用量配制 0.2%的浓度的硫酸锌) 7 种不同的处理。2019 年 3 月 14 日对烟苗进行移栽,小区面积 50 m²,随机区组排列,3 次重复。各处理操作方法分别为:T2、T3、T4、T5 分别于小培土时,用细土 10~15 kg 拌匀后结合小培土环施。T6、T7 叶面喷施处理,按设计时间用 0.2%硫酸锌溶液对叶片正反面喷施,喷施时在晴天下午四时后进行。其它栽烟密度、施肥及其他大田管理均按当地生产技术方案操作,所有农事操作均在同一天进行。

2.3. 试验测定项目及方法

2.3.1. 农艺性状的调查方法

按照中华人民共和国烟草行业标准 YC/T142-2010 烟草农艺性状调查方法对烤烟进行农艺性状测定和记载,分别在烟草生长的团棵期(此时叶片达到 12~13 片,叶片横向生长的宽度与纵向生长的高度比例约为 2:1 形似半球状时为团棵期)、现蕾期(植株的花蕾完全露出的时间)、打顶期(植株可以打顶的时期)测量烟株的最大叶长、最大叶宽和有效绿叶数,测定各处理烟株最大叶长和叶宽,烤烟叶面积采用矫正叶面积系数法(叶面积 = 叶长 × 叶宽 × 0.6345) [11],于收后测定其株高、茎围和节距等农艺性状。

2.3.2. SPAD 值的测定

分别在烟草生长的团棵期、现蕾期、打顶期在每个小区定点选取 5 株烟叶进行测定取其平均值进行分析。

2.3.3. 光合指标测定

于烟叶打顶期, 在光照条件充足的早上 9:00~12:00, 每个小区选择 5 株生长一致的烟株的中部叶进行光合指标的测定, 使用 CI-340 便携式光合作用测定仪测定。

2.3.4. 产量的测定

经济性状在烟叶成熟期以小区为单位单独采收烘烤、分级计产。统计各小区烟叶产量、上中等烟比例、计算平均均价和单位面积产值。

2.4. 数据处理与分析

试验数据采用 SPSS24.0、Excel2016 进行统计分析, origin2018 进行绘图。

3. 结果与分析

3.1. 增施锌肥对烤烟不同时期农艺性状的影响

由表 1 可知, 团棵期, T2、T3、T7 叶面积显著大于 T1(CK), T4、T5、T6 叶面积则与 T1 无显著差异, 除对照外, 其它 6 个处理的叶面积不存在显著差异; 现蕾期, T2、T3、T6、T7 叶面积也显著大于 T1, T4、T5 叶面积则与 T1 无显著差异, 除对照外, 其它 6 个处理的叶面积不存在显著差异; 打顶期, T2、T3、T6、T7 叶面积也显著大于 T1, T4、T5 叶面积则与 T1 无显著差异, 除对照外, T4 处理的叶面积显著大于其它处理的叶面积。烤烟采收后, 各个处理的茎围和节距不存在显著差异; T2、T3、T4、T5、T6 采收后的株高显著大于 T1, 但其 6 个处理间无显著差异。

Table 1. The effects of different treatments on the leaf area of flue-cured tobacco and the plant height, stem circumference and pitch after harvest at different periods

表 1. 不同处理在不同时期对烤烟叶面积及采收后株高、茎围和节距的影响

处理	叶面积(cm ²)			株高(cm)	茎围(cm)	节距(cm)
	团棵期	现蕾期	打顶期			
T1	722.86b	1070.02b	1443.23d	101.73b	10.33a	3.86a
T2	891.51a	1315.36a	1600.29bc	106.00a	10.80a	3.82a
T3	878.91a	1324.29a	1660.66b	104.73a	11.07a	3.87a
T4	837.29ab	1205.13ab	1796.31a	108.60a	10.60a	3.93a
T5	833.31ab	1178.77ab	1568.53bcd	106.33a	10.53a	3.96a
T6	848.96ab	1266.12a	1496.11cd	105.53a	10.67a	3.98a
T7	870.51a	1255.34a	1642.17b	109.67ab	10.67a	3.89a

注: 不同小写字母表示差异达到 0.05 显著水平。

由表 2 可知, 团棵期, T5、T6 有效叶片数显著大于 T1(CK), T2、T3、T4、T7 与 T1 无显著差异, 除对照外其余 6 个处理无显著差异; T2、T3、T4、T5、T6、T7 最大叶宽显著大于 T1, 但 T2、T3、T4、T5、T6、T7 之间无差异, 各处理中最大叶长和最大叶宽无显著差异。现蕾期, T2、T3、T4、T5 有效叶片数显著大于 T1, T7 与 T1 无显著差异, 除对照外其余 6 个处理无显著差异, T2 最大叶长显著大于 T1, 除对照外其余 6 个各处理间无显著差异; 打顶期, T2、T3、T4、T5、T6、T7 有效叶片数显著大于对照, 除对照外其余 6 个处理间无显著差异; T2 和 T5 最大叶长显著大于 T1, T2、T3、T4、T6、T7 最大叶宽显著大于 T1, 其中 T4 处理的最大叶宽显著大于 T5。

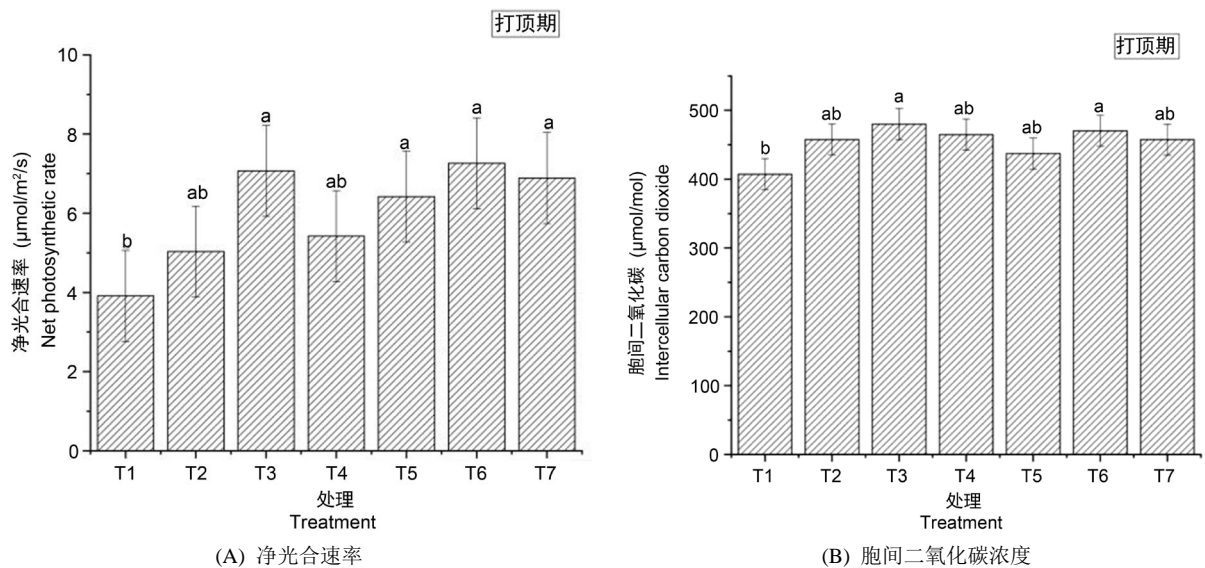
Table 2. Effects of different treatments on leaf length, leaf width and number of leaves of flue-cured tobacco at different stages
表 2. 不同处理对烤烟不同时期叶长、叶宽和叶片数的影响

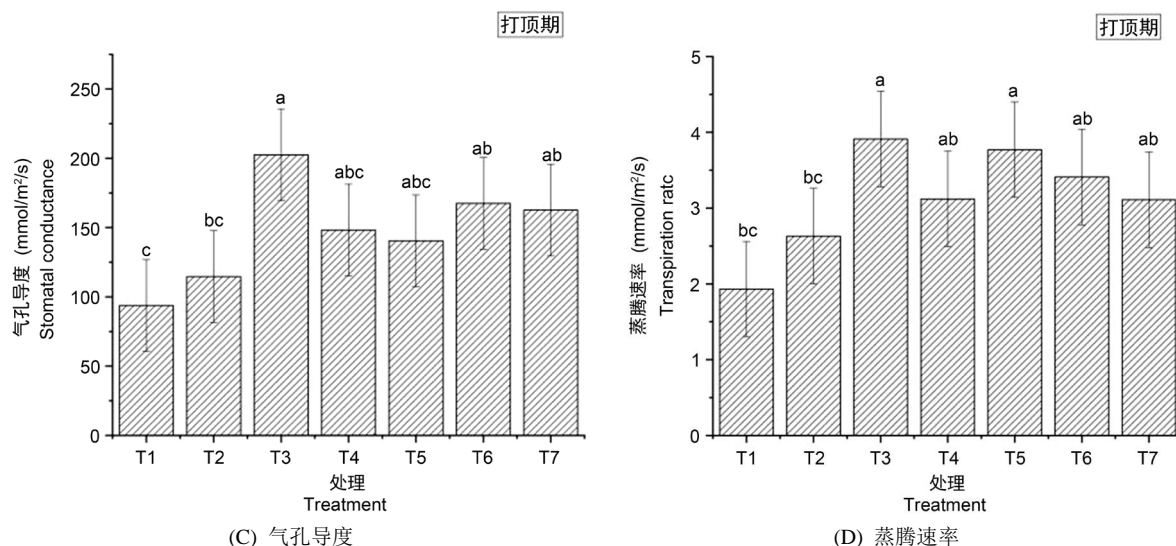
处理	团棵期			现蕾期			打顶期		
	有效叶片数	最大叶长 (cm)	最大叶宽 (cm)	有效叶片数	最大叶长 (cm)	最大叶宽 (cm)	有效叶片数	最大叶长 (cm)	最大叶宽 (cm)
T1	13.20 b	48.40a	23.47b	17.93c	70.00b	31.60a	22.53b	72.67b	30.53c
T2	14.07ab	51.20a	26.47a	19.00ab	72.40a	33.33a	24.13a	75.73a	34.00ab
T3	14.07ab	50.87a	27.20a	18.47a	71.20ab	33.20a	23.47a	75.07ab	33.93ab
T4	14.13ab	50.73a	25.93a	18.60ab	71.20ab	32.27a	23.67a	74.33ab	36.33a
T5	15.13a	49.73a	26.27a	18.80ab	71.33ab	32.33a	23.53a	75.80a	32.87bc
T6	14.60a	50.73a	26.07a	18.53abc	71.47ab	32.40a	23.47a	73.93ab	33.53ab
T7	14.27ab	52.00a	27.03a	18.20bc	71.13ab	32.47a	23.40a	75.33ab	33.53ab

注：不同小写字母表示差异达到 0.05 显著水平。

3.2. 不同处理对烟叶光合指标的影响

烟株的光合作用指标能反映出生长期间光合作用的情况，净光合速率是反映烟叶光合能力强弱的参数，气孔导度与蒸腾速率密切相关，而蒸腾速率是反映单位时间内单位面积蒸发的水分含量，胞间二氧化碳浓度的高低则能反映为叶片光合反映提供原料能力的强弱。在打顶期测定挂牌的每株烟苗上倒 6、8、10 叶位的光合速率、胞间二氧化碳浓度、气孔导度、蒸腾速率。从图 1(A)中可以看出，在打顶期 T3、T5、T6、T7 净光合速率显著大于 T1(CK)，除对照外其余 6 个处理间无明显差异；从图 1(B)中可以看出 T3、T6 胞间二氧化碳显著高于 T1，除对照外其它 6 个处理间无显著差异；从图 1(C)中可以看出 T3、T6、T7 显著大于 T1，但除对照外其它 6 个处理无显著差异；从图 1(D)中可以看出 T3、T5 处理的蒸腾速率显著大于 T1，除对照外 T3、T5 显著大于 T2；由图 1(A)、图 1(B)、图 1(C)、图 1(D)中可以看出 T3 净光合速率、胞间二氧化碳、气孔导度显著高于对照，表明增施锌肥可以起到补充烟叶养分提高光合能力的作用。





注：不同小写字母表示差异达到 0.05 显著水平。

Figure 1. The effect of different treatments on photosynthesis of tobacco leaf during topping

图 1. 不同处理对烟叶打顶期光合作用的影响

3.3. 不同处理烟株 SPAD 值比较

叶绿素含量是植物生理活性的重要指标，便携式叶绿素测定仪能够在田间准确、直观、无损、快速的测出 SPAD 值，从而反映出植物叶片的叶绿素含量。团棵期，T3、T5、T7 处理的 SPAD 显著高于 T1(CK)，除对照外的 6 个处理中 T3、T5 显著高于 T2；现蕾期 T2、T6 处理的 SPAD 值显著高于 T1，剩余 4 个与对照间无显著差异；打顶期，T2、T3、T4、T5、T6、T7 处理的 SPAD 值显著高于 T1，且 T6 显著高于 T2、T3、T4、T5、T7 处理(表 3)。

Table 3. Comparison of SPAD values of different treatment tobacco plants

表 3. 不同处理烟株 SPAD 值比较

处理	团棵期	现蕾期	打顶期
T1	30.92c	31.43b	35.00c
T2	31.54bc	34.89a	38.25b
T3	33.87a	33.88ab	37.65b
T4	32.47abc	32.99ab	37.16b
T5	34.15a	33.75ab	37.90b
T6	32.47abc	35.09a	40.19a
T7	34.28ab	34.68ab	37.76b

注：不同小写字母表示差异达到 0.05 显著水平。

从表 3 可以看出，增施锌肥的处理 SPAD 值与净光合速率测定值的趋势基本一致。在烤烟生长后期，增施锌肥的各个处理较不施锌肥处理表现出显著的差异性。缺锌会导致烟叶叶绿素合成不足。

3.4. 不同处理对烟叶经济性状比较

从表 4 可以看出, 就产量而言 T4、T7 处理产量达到 1218.74 kg/hm² 和 1231.32 kg/hm², 较对照增加 6.46% 和 7.55%, T2、T3、T4、T5、T6、T7 均高于 T1 但无显著差异; 在产值中, 与对照相比所以处理均有所提高, 其中 T7 表现最好, 较对照提高了 10.56%, T4 表现次之, 较对照提高了 10.48%, 各处理产值大小依次是 T7 > T4 > T5 > T3 > T2 > T6 > CK; 与 T1(CK) 相比各处理烟叶均价都有不同程度提高, 但各处理间无显著差异; T2、T3、T4、T5、T6、T7 上等烟比例均高于 T1, 其中 T4 处理较对照差异性达到显著, 其余各处理与对照差异性不显著, 各处理上等烟比例大小依次是: T4 > T7 > T5 > T3 > T6 > T2 > T1; 各处理上中等烟比例较对照之间未达到显著差异性水平, 其中增施锌肥的各个处理(T2、T3、T4、T5、T6、T7)均高于 T1, 各处理上中等烟比例大小依次是 T4 > T7 > T3 > T5 > T2 > T6 > T1。可见无论是基施还是喷施锌肥都能提高烤烟的经济性状。

Table 4. Economic characteristics of tobacco leaves in different treatments

表 4. 不同处理烟叶经济性状

处理	产量(kg/hm ²)	产值(元/hm ²)	均价(元/kg)	上等烟比例(%)	上中等烟比例(%)
T1	1144.84a	31534.44a	27.54a	67.90b	97.73a
T2	1177.66a	32947.76a	27.98a	71.78ab	98.44a
T3	1202.96a	33431.38a	27.79a	72.74ab	98.71a
T4	1218.74a	34838.36a	28.59a	76.14a	99.05a
T5	1212.82a	33918.94a	27.97a	74.28ab	98.61a
T6	1163.28a	32289.28a	27.76a	72.39ab	98.37a
T7	1231.32a	34863.09a	28.31a	75.91ab	99.00a

注: 不同小写字母表示差异达到 0.05 显著水平。

4. 讨论

4.1. 增施锌肥对烤烟农艺性状的影响

锌是烟叶的生长发育不可或缺的微量元素, 充足的锌肥供应是烟叶优质高产的重要条件, 据杨波等 [12] [13] [14] 研究显示当植烟土壤含锌量在 1.96 mg/kg 左右时有利于烟苗的生长和发育。本试验从团棵期、现蕾期和打顶期中的叶面积、最大叶长、最大叶宽和有效叶片数来看都表现出增长的趋势。根据各处理不同生育期的农艺性状来看, T7 综合表现最好。随着锌肥施用量的增加, 叶面积、最大叶宽和最大叶长都有增长, 但有效叶片数增长不太明显, 这与锌肥能否促进叶片的产生和田间管理选留叶片有一定的关系。增施锌肥的处理与对照相比较在叶面积、最大叶长、最大叶宽和有效叶片数均有不同程度的增加, 说明增施锌肥对烟叶农艺性状具有一定的促进作用, 就不同施肥方式来说喷施效果较好 [15] [16]。

4.2. 增施锌肥对烤烟光合特性的影响

烟叶的光合产物决定着烟叶的产量的多少和质量的好坏。有研究表明 [17] [18] [19], 锌作为碳酸酐酶的辅助因子可以调节酶的活性, 能够有效的促进光合反应。本试验发现, 在净光合速率方面, T3、T5、T6、T7 显著大于 T1, 说明锌肥在一定程度上能够促进烟株的净光合速率。在胞间二氧化碳方面, T3、T6 显著高于 T1, T2、T4、T5、T7 较 T1 无显著性差异, 表明锌肥对叶片光合反应提供二氧化碳的效果

并不明显。气孔导度和蒸腾速率方面两者指标是相互关联的,在气孔导度中,T3、T6、T7显著大于T1,在蒸腾速率方面T3、T5显著高于T1,说明锌肥对提高光合反应具有一定的促进作用,这与邓小鹏等人[20][21][22]研究结果相一致。烟叶中叶绿素对烤烟的产质量及生长发育进程都有重要的影响。本研究发现在各个生育时期中,SPAD值呈现出增长的趋势,说明适当增施锌肥能较大提高烟叶中质体色素的含量,可以提高光合能力,这与前人[23][24][25][26]研究结果基本一致。

4.3. 增施锌肥对烤烟经济性状的影响

试验结果表明,增施锌肥的处理(T2、T3、T4、T5、T6、T7)在产量、产值、均价、上等烟比例和中上等烟比例均高于未增施锌肥的处理(T1)。与T1相比,T4处理分别使产量、产值、均价、上等烟比例和中上等烟比例提高6.46%、10.48%、3.81%、12.14%和1.35%,T7处理较T1分别使产量、产值、均价、上等烟比例和中上等烟比例提高7.55%、10.56%、2.8%、11.8%和1.3%,就施肥量和施肥方式来看T4处理要优于T7,T4处理对均价、上等烟比例和中上等烟比例提高幅度较大,T7处理对产量和产值提高幅度较大效果较好,这与前人[27][28][29]的研究结果基本一致。

5. 结论

增施锌肥在烟草生长前期(团棵期)的促进效果并不明显,在进入旺长期后,对促进烟株生长效果显著,增施锌肥对烟草的株高和叶面积具有积极的影响[30][31]。就整个生育期而言,增施锌肥能够增强烟叶的光合能力,增加光合产物,提高烟叶内质体色素的含量,增施锌肥对提高烤烟产量、产值和均价在上中等烟比例上的效果不明显,但能显著促进烟株的生长发育,至于能否提高烟叶品质将是下一步的研究重点。

基金项目

国家自然科学基金项目(编号:31260350);江西省吉安市烟草专卖局科技项目(吉烟科[2018]4号);江西农业大学研究生创新专项资金项目(编号:NDYC2019-S012)。

参考文献

- [1] 方秀,范艺宽,许自成,张森,魏壮状,任志广.烟草锌素营养研究进展[J].中国农学通报,2017,33(19):46-51.
- [2] 范稚莲,石圣杰,周文亮,赖洪敏,莫良玉,刘洋,黄侯铭,廖丽婷.碳基有机肥对烟草生长和土壤性状的影响[J].浙江农业科学,2020,61(4):692-694.
- [3] 李渊博,穆童.植烟土壤生态因子研究进展[J].现代农业科技,2020(2):164-165.
- [4] 韩秋静.腐熟秸秆还田对洛阳烟区植烟土壤特性及烤烟生长发育的影响[D]:[硕士学位论文].郑州:河南农业大学,2019.
- [5] 秦焱鹤.不同施肥措施对植烟土壤特性和烟株生长发育的影响[D]:[硕士学位论文].郑州:河南农业大学,2019.
- [6] 熊斌,程玉渊,张学伟,杨懿德,李常军,宁尚辉,王生才,景延秋,王林.稀土肥不同施用方式对烟草品质的影响[J].土壤通报,2019,50(2):381-386.
- [7] 魏小慧,倡国涵,王勇,石方斌,李爱华,苗春雨,刘耀,张凯,杨继龙.5种微量元素对十堰烤烟产质量的影响[J].安徽农业科学,2018,46(1):47-51.
- [8] 柯美福,崔志燕,李爱梅,刘海伦,唐永红,李天卫,金保锋,张立新.打顶后喷施矿质元素对烤烟经济性状及品质的影响[J].西南农业学报,2017,30(9):2130-2135.
- [9] 姚倩,范艺宽,许自成,张珂,白晓婷,邵惠芳.施锌对烟草含氮化合物积累的影响[J].植物生理学报,2017,53(6):1023-1029.
- [10] 廖伟.烤烟锌营养诊断和土壤锌丰缺指标的研究[D]:[硕士学位论文].武汉:华中农业大学,2014.

- [11] 龚丝雨, 钟思荣, 张世川, 聂亚平, 梁喜欢, 杨帅强, 刘齐元. 增施生物炭对烤烟生长及产量、质量的影响[J]. 作物杂志, 2018(2): 154-160.
- [12] 杨波, 祖朝龙, 李斌, 姚忠达, 郭东峰, 姜超强, 沈嘉. 锌、硼对烟草生长发育及其他矿质元素积累的影响[J]. 中国农学通报, 2014, 30(10): 218-222.
- [13] 董宇, 张贵华, 马卫玲, 石艳梅, 李本奇, 周杨全. 生物有机-无机复混肥对富源烟区烤烟农艺性状和经济性状的影响[J]. 现代农业科技, 2020(13): 1-2.
- [14] 杜传印, 王德权, 夏磊, 高政绪, 席元肖, 方敏, 王大海, 高凯, 王玉华, 闫凯, 杨少杰. 滴灌条件下减氮施肥对烤烟农艺性状及叶绿素含量的影响[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(6): 957-959 + 962.
- [15] 康蓉, 牛建彪, 陈政仁, 崔银花, 张继祖. 不同锌肥组合处理对玉米农艺性状和产量的影响[J]. 大麦与谷类科学, 2019, 36(4): 35-38.
- [16] 冯圭如, 季泽顺, 张转勇, 桑应华, 黄云志, 胡家田, 韩博文, 刘彦中, 罗以贵. 不同中微量元素配施对烤烟农艺性状、两糖积累及品质的影响[J]. 山东农业科学, 2019, 51(2): 81-86.
- [17] 邓小鹏, 童文杰, 徐照丽, 何泉, 晋艳. 钾锌叶面施用对缺素烤烟光合色素及品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(6): 70-75.
- [18] 魏双雨, 吉文丽, 杨丹怡. 叶施硼、锌对油用牡丹“凤丹”光合特性和矿质元素含量的影响[J]. 西北林学院学报, 2019, 34(2): 140-147.
- [19] 白羽祥, 杨焕文, 徐照丽, 李正风, 王戈, 史普西, 张金峰, 韦俊, 谭小兵, 吕世保. 不同锌肥水平对烤烟光合特性和产量及质量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2017(2): 102-106.
- [20] 邓小鹏, 童文杰, 徐照丽, 何泉, 晋艳. 钾锌叶面施用对缺素烤烟光合色素及品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(6): 70-75.
- [21] 张衡锋, 李成忠, 高利利, 汤庚国. 叶面喷施微肥对藏红花光合特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(12): 285-287.
- [22] 蔡鑫鑫, 杨克军, 王玉凤, 吕晓丽, 张崎峰. 锌肥对寒地春玉米幼苗生长发育及光合特性的影响[J]. 中国西部科技, 2014, 13(1): 51-53.
- [23] 陈春玲. 锌及锌与其他元素配施对烤烟产量质量的影响[J]. 云南农业, 2017(6): 54-56.
- [24] 纪春涛, 王全明, 刘帅, 李锐, 朱文桥, 李刚, 钟晓田. 不同锌肥供给水平对烟草“红大”生长发育及产质量的影响[J]. 安徽农学通报, 2016, 22(8): 43-46.
- [25] 吴宗海, 柳德普, 林翠丽. 锌肥及与其他元素配施对烤烟产量和质量的影响[J]. 北京农业, 2015(20): 85-87.
- [26] 伏秋庭. 锌肥施用方式对烤烟生长发育及产量品质的影响[D]: [硕士学位论文]. 雅安: 四川农业大学, 2013.
- [27] 田苗, 戴林建, 钟喜, 覃萧. 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.
- [28] 周和, 周冀衡, 何伟, 陈习羽, 张一扬, 杨中义, 张发明, 肖志新. 基质浸润施硼对烟草硼吸收及其生长发育相关指标的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2012, 27(4): 540-544.
- [29] 周和. 烤烟基质浸润法施用硼、锌、钼的研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南农业大学, 2012.
- [30] 金灵娜, 姜雯, 赵明, 樊堂群, 郭文善. 锌肥对旱稻苗期锌吸收分配和干物质积累的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2006(3): 40-43.
- [31] 洪松, 曾祥政. 锌肥对烤烟的增值效应[J]. 四川农业科技, 1989(1): 18-19.