

# 喷施植物生长调节剂对烤烟品质的影响

高旭<sup>1,2</sup>, 沈子奇<sup>1</sup>, 罗维<sup>2\*</sup>, 王洪春<sup>2</sup>, 杨杰<sup>2</sup>, 胡东华<sup>2</sup>, 李强<sup>1</sup>

(1. 湖南农业大学农学院, 湖南长沙 410128; 2. 四川中烟工业有限责任公司, 四川成都 610017)

**摘要** [目的]通过在现蕾期和打顶期叶面喷施3种植物生长调节剂,研究植物生长调节剂对烟叶含梗率和其他品质指标的影响。[方法]以云烟87为试验材料,研究喷施各植物生长调节剂(6-BA、DA-6、LaCl<sub>3</sub>)对烤后烟叶外观质量、物理指标、化学成分、感官质量、经济性状的影响。[结果]3种喷施植物生长调节剂的处理能显著提升烤烟的外观质量、单叶重、叶质重、钾氯比、氮碱比、糖碱比、感官质量,显著降低烤烟的含梗率和烟碱,3种植物生长调节剂中LaCl<sub>3</sub>对烤烟各项指标提升最为明显。[结论]使用6-BA、DA-6和LaCl<sub>3</sub>等植物生长调节剂在现蕾期和打顶期喷施,可以显著提升烤烟质量,降低含梗率,促进烤烟的生长发育。

**关键词** 烤烟;植物生长调节剂;含梗率

中图分类号 S482.8;S572 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)24-0136-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.24.029



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Effect of Plant Growth Regulators on Quality of Flue-cured Tobacco

GAO Xu<sup>1,2</sup>, SHEN Zi-qi<sup>1</sup>, LUO Wei<sup>2</sup> et al (1. College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128; 2. Sichuan Tobacco Industrial Corporation, Chengdu, Sichuan 610017)

**Abstract** [Objective] To study the effects of plant growth regulators on stemming rate and other quality indexes of tobacco leaves by foliar spraying. [Method] Using Yunyan 87 as the test material, the effects of spraying plant growth regulators (6-BA, DA-6, LaCl<sub>3</sub>) on the appearance quality, physical index, chemical composition, sensory quality and economic shape of tobacco leaves after roasting were studied. [Result] Three treatments sprayed with plant growth regulators could significantly improve the appearance quality, single leaf weight, leaf weight, potassium-chloride ratio, nitrogen-base ratio, sugar-base ratio and sensory quality of flue-cured tobacco, and significantly reduce the stemming rate and nicotine of flue-cured tobacco, and among the three plant growth regulators, LaCl<sub>3</sub> improved the most obvious indicators of flue-cured tobacco. [Conclusion] The use of plant growth regulators such as 6-BA, DA-6 and LaCl<sub>3</sub> in the bud stage and the topping stage can effectively and significantly improve the quality of flue-cured tobacco, reduce the stalk rate, and promote the growth and development of flue-cured tobacco.

**Key words** Flue-cured tobacco; Plant growth regulators; Stemming rate

烤烟株型较大,收获的是叶片,田间中上部烟叶对中下部烟叶的遮蔽效应十分显著,影响中下部烟叶的光合效率,进而导致中下部烟叶内含物质不足,限制中下部烟叶质量提升。植物生长调节剂是一种经过人工合成的,且具有与内源激素相同功效甚至更有效的人工合成类激素<sup>[1]</sup>。研究表明<sup>[2-5]</sup>,喷施具有促进植物光合作用的植物生长调节剂也能促进叶绿素的合成,抑制植物光呼吸,加强营养生长。

喷施6-BA能更好地改善干旱胁迫下苹果砧木的光合能力,提高抗氧化酶活性、增加生物膜的稳定性、达到缓解干旱胁迫的目的<sup>[6]</sup>。烤烟打顶后喷施一定浓度的GA<sub>3</sub>和6-BA能促进烤烟的生长发育,促进烤烟的光合作用<sup>[7]</sup>。外源喷施6-BA溶液和BR溶液在短期(0~12 d)可以提高不同灌溉方式下光合色素含量、净光合速率、气孔导度、蒸腾速率,并降低胞间CO<sub>2</sub>浓度<sup>[8]</sup>。DA-6,己酸二乙氨基乙醇酯,是一种植物生长调节剂,是赤霉素类、腺嘌呤类等调节剂的替代品。不同质量浓度的DA-6处理对北美冬青各品种净光合速率、气孔导度、蒸腾速率均有不同程度的增加<sup>[9]</sup>。叶面喷施DA-6可以有效提高大豆叶片的叶绿素含量、光合速率、水分利用率,进而调节大豆光合作用<sup>[10]</sup>。镧元素是稀土元素中含量相对丰富和重要的元素,对植物的生命活动具有重要的调

节作用<sup>[11]</sup>。在水稻孕穗期和抽穗期喷施一定量外源LaCl<sub>3</sub>,能够明显提高水稻的叶绿素含量<sup>[12]</sup>。

笔者通过喷施植物生长调节剂,研究植物生长调节剂对烟叶含梗率和其他品质指标的影响,以期通过提高烟株光合效率特别是提高中下部烟叶光合效率,提高中下部烟叶质量。

### 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验于2020年5—9月在凉山州会理县太平镇开展,试验地海拔为2 121 m,位于102.47°E, 26.75°N。土壤类型为黄壤,地势平坦,土壤肥力中等均匀,具有代表性,1 km以内无污染源。试验地主要肥力指标:pH 6.12,有机质29.1 g/kg,全氮1.83 g/kg,碱解氮145.65 mg/kg,有效磷24.16 mg/kg,速效钾234.56 mg/kg。

**1.2 试验设计** 试验在凉山州会理县开展;品种为云烟87;肥料为烟草专用基肥、硝酸钾、钙镁磷肥和硫酸钾。采用单因素随机区组设计试验,分别用10 mg/L 6-BA、50 mg/L DA-6、50 mg/L LaCl<sub>3</sub>于现蕾期和打顶期喷施叶面,以不喷药剂为对照,共4个处理(对照),每个小区种烟200株。

### 1.3 样品采集与测试分析

**1.3.1 生育期记载。**移栽期、团棵期、现蕾期、脚叶采收期、顶叶采收期。

**1.3.2 农艺性状。**每处理选取代表性烟株10株,分别调查团棵期、现蕾期和圆顶期株高、叶数、最大叶长、最大叶宽。

**1.3.3 烤后烟叶经济性状。**成熟采收后,按国家烟叶分级标准分级,以小区为单位,计算烟叶产量、产值、中上等烟比例、

**基金项目** 四川中烟工业有限责任公司项目(y1201901)。  
**作者简介** 高旭(1987—),男,河南虞城人,助理农艺师,博士,从事烟草生理生态与栽培调制研究。\*通信作者,硕士,从事烟草原科学研究。  
**收稿日期** 2022-11-02

均价。

**1.3.4 品质指标。**每个小区取上部叶 3~5 叶位、中部叶 8~12 叶位、下部叶 16~18 叶位烤后烟叶各 2 kg 作为测试样品。分别进行外观质量评价、物理特性测定、化学成分检测和感官评吸,均参考文献[8]的方法。外观质量评价包括颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分、色度;物理特性测量包括叶长、叶宽、单叶重、平衡含水率、含梗率、叶质重;化学成分检测包括总糖、还原糖、淀粉、总氮、烟碱、钾、氯。感官评吸包括香气质、香气量、杂气、刺激性、余味、燃烧性、灰色。

## 2 结果与分析

**2.1 植物生长调节剂对烤烟外观质量的影响** 3 种植物生长调节剂均不同程度地改善了烤烟的外观质量。主要表现

为 6-BA 改善了上部叶的成熟度,DA-6 和  $\text{LaCl}_3$  改善了上部叶的油分,各处理对外观质量综合得分影响不显著;6-BA 改善了中部叶的油分,DA-6 改善了中部叶的颜色和油分, $\text{LaCl}_3$  改善了中部叶的颜色、结构和油分,其中  $\text{LaCl}_3$  对外观质量综合得分的改善作用与 CK 相比达显著水平,其他 2 个处理对烟叶外观质量影响不显著。6-BA 改善了下部叶的颜色、成熟度、身份、油分和色度得分,DA-6 改善了下部叶的颜色、成熟度、身份和油分得分, $\text{LaCl}_3$  改善了除结构外下部叶所有外观质量指标得分,各处理均显著提高了下部烟叶的外观质量综合得分。总体上,3 个处理均不同程度地提高了各部位烟叶的外观质量,且随着部位的下降,各处理对烟叶外观质量的提升作用越明显(表 1)。

表 1 各处理对烤烟外观质量的影响

Table 1 Effects of different treatments on the appearance quality of flue-cured tobacco

部位 Position	处理 Treatment	颜色 Colour	成熟度 Maturity	结构 Structure	身份 Identity	油分 Oil content	色度 Chrominance	综合得分 Comprehensive score
上部叶 Upper leaf	CK	7	7	8	7	6	7	70.5 a
	6-BA	7	8	8	7	6	7	73.0 a
	DA-6	7	8	8	7	7	7	74.0 a
	$\text{LaCl}_3$	7	8	8	7	7	7	74.0 a
中部叶 Middle leaf	CK	8	8	8	8	6	7	77.2 b
	6-BA	8	8	8	8	8	7	79.2 ab
	DA-6	9	8	8	8	7	7	81.2 ab
	$\text{LaCl}_3$	9	8	9	8	8	7	83.7 a
下部叶 Lower leaf	CK	6	7	7	6	5	6	63.0 c
	6-BA	7	8	7	7	6	7	71.5 ab
	DA-6	7	8	7	7	6	6	70.7 b
	$\text{LaCl}_3$	8	8	7	8	6	7	75.7 a

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ ).

**2.2 植物生长调节剂对烤烟物理指标的影响** 3 种植物生长调节剂均对烟叶的物理指标有较大影响。就上部叶而言,喷施  $\text{LaCl}_3$  显著提高了上部叶叶宽;与对照相比,所有处理均降低了上部叶烟叶含梗率,但只有  $\text{LaCl}_3$  达显著水平;3 个处理均显著提高了烟叶的叶质重;各处理对烤烟叶长、单叶重

和含水率的影响不显著。就中部叶而言,喷施  $\text{LaCl}_3$  和 DA-6 显著提高了中部叶叶厚;6-BA 显著提高了中部叶单叶重,其他处理与对照差异不显著;3 个处理均不同程度地降低了中部烟叶含梗率,其中  $\text{LaCl}_3$  与对照相比差异达显著水平;6-BA 和  $\text{LaCl}_3$  显著提高了中部叶叶质重,DA-6 与对照相比差

表 2 各处理对烤烟物理指标的影响

Table 2 Effects of different treatments on physical indicators of flue-cured tobacco

等级 Grade	处理 Treatment	叶长 Leaf length cm	叶宽 Leaf width cm	厚度 Thickness mm	单叶重 Single leaf weight//g	含梗率 Stem contain- ing rate//%	含水率 Moisture content//%	叶质重 Leaf weight g/cm <sup>2</sup>
上部叶 Upper leaf	CK	62.61 a	16.13 b	0.13 a	10.91 a	35.47 a	12.45 a	80.82 b
	6-BA	64.22 a	17.13 b	0.14 a	11.17 a	33.58 ab	11.27 a	87.86 a
	DA-6	59.73 a	17.07 b	0.15 a	10.49 a	33.18 ab	11.21 a	89.03 a
	$\text{LaCl}_3$	63.89 a	21.41 a	0.14 a	10.81 a	31.63 b	13.05 a	92.46 a
中部叶 Middle leaf	CK	72.75 a	27.49 a	0.10 b	12.15 b	37.98 a	15.21 a	71.53 b
	6-BA	71.94 a	25.00 a	0.11ab	14.11 a	35.03 ab	14.31 a	77.63 a
	DA-6	74.31 a	24.69 a	0.12 a	12.75 b	35.26 ab	15.42 a	75.22 ab
	$\text{LaCl}_3$	71.80 a	26.39 a	0.13 a	13.15 ab	33.02 b	14.77 a	77.37 a
下部叶 Lower leaf	CK	58.73 a	17.62 a	0.09 b	7.33 b	40.03 a	13.47 a	59.91 b
	6-BA	58.00 a	18.24 a	0.10 ab	8.53 ab	36.24 b	12.69 a	64.58 a
	DA-6	56.47 a	17.45 a	0.10 ab	8.87 a	36.59 b	13.87 a	65.33 a
	$\text{LaCl}_3$	58.25 a	18.18 a	0.11 a	9.45 a	35.34 b	13.98 a	67.73 a

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P < 0.05$ ).

异不显著;各处理对烤烟叶长、叶宽和含水率的影响不显著。就下部叶而言,喷施  $\text{LaCl}_3$  显著提高了下部叶叶厚; $\text{LaCl}_3$  和 DA-6 显著提高了下部叶单叶重,6-BA 与对照差异不显著;3 个处理均显著降低了下部烟叶含梗率,其中以  $\text{LaCl}_3$  降幅最大;3 个处理均显著提高了下部叶叶质重;各处理对烤烟叶长、叶宽、含水率的影响不显著(表 2)。

**2.3 植物生长调节剂对烤烟化学成分的影响** 喷施 3 种植物生长调节剂对烟叶化学成分及其协调性有一定的影响。就上部叶而言,3 个处理均显著提高了烟叶总糖和还原糖含量,显著降低了烟叶的总氮和烟碱含量;喷施 3 种植物生长调节剂均显著提高了烟叶钾含量,但对烟叶氯含量的影响不显著,其中 DA-6 和  $\text{LaCl}_3$  显著提高了烟叶钾氯比;喷施植物

生长调节剂对烟叶氮碱比影响不显著,但显著提高了烟叶糖碱比;喷施植物生长调节剂对烟叶淀粉含量的作用表现为降低的效应,其中,DA-6 和  $\text{LaCl}_3$  表现为显著降低,6-BA 和对照差异不显著。就中部叶而言,3 个处理均显著提高了烟叶总糖和还原糖含量,对总氮含量影响不显著,显著降低了烟碱含量;喷施 3 种植物生长调节剂均显著提高了烟叶钾含量,但对烟叶氯含量和钾氯比影响不显著;喷施植物生长调节剂对烟叶氮碱比影响不显著,但显著提高了烟叶糖碱比;喷施植物生长调节剂对烟叶淀粉含量影响不显著。从化学成分综合评价的结果来看,3 个处理对上部烟叶化学成分的综合得分影响不显著,但显著提高了中部烟叶化学成分综合得分(表 3)。

表 3 各处理对烤烟化学成分的影响

Table 3 Effects of different treatments on the chemical components of flue-cured tobacco

部位 Position	处理 Treatment	总糖 Total sugar//%	还原糖 Reducing sugar//%	总氮 Total nitrogen %	烟碱 Nicotine %	钾 Potassium %	氯离子 Chloride ion//%	钾氯比 Potassium chloride ratio	氮碱比 Nitrogen alkali ratio	糖碱比 Sugar alkali ratio	淀粉 Starch %	CHS
上部叶 Upper leaf	CK	29.13 b	19.53 b	2.00 a	2.79 a	2.08 b	0.19 a	10.74 b	0.72 a	10.43 b	4.54 a	94.85 a
	6-BA	34.62 a	25.96 a	1.73 b	2.64 b	2.41 a	0.25 a	9.56 b	0.66 a	13.13 a	4.27 a	90.22 a
	DA-6	32.07 a	22.37 a	1.84 b	2.68 b	2.46 a	0.20 a	12.46 a	0.69 a	11.95 a	3.27 b	97.84 a
	$\text{LaCl}_3$	33.74 a	22.91 a	1.82 b	2.55 b	2.58 a	0.19 a	13.33 a	0.72 a	13.23 a	3.49 b	97.12 a
中部叶 Middle leaf	CK	24.27 b	18.74 b	2.28 a	3.98 a	1.46 b	0.20 a	7.34 a	0.57 a	6.09 b	4.63 a	72.96 b
	6-BA	27.61 a	22.24 a	2.13 a	3.36 b	1.88 a	0.27 a	6.89 a	0.63 a	8.22 a	4.24 a	85.93 a
	DA-6	27.38 a	21.47 a	2.12 a	3.50 b	1.81 a	0.21 a	8.71 a	0.61 a	7.83 a	4.38 a	85.46 a
	$\text{LaCl}_3$	29.49 a	22.61 a	2.17 a	3.58 b	1.95 a	0.24 a	8.12 a	0.61 a	8.25 a	4.58 a	87.49 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ ).

**2.4 植物生长调节剂对烤烟感官质量的影响** 3 个处理对烤烟感官质量有一定的影响,其中以 DA-6 的改善作用最明

显,6-BA 和  $\text{LaCl}_3$  与对照基本相当,无明显不良作用(表 4)。

表 4 各处理对烤烟中部烟叶感官质量的影响

Table 4 Effects of different treatments on the sensory quality of middle flue-cured tobacco leaves

处理 Treatment	香型 Flavor	特征强度 Characteristic strength	香气质 Aroma quality	香气量 Volume of aroma	杂气 Miscella- neous gas	浓度 Concentration	劲头 Energy	刺激性 Thrill	回甜感 Sweet aftertaste	余味 Aftertaste
CK	清-	欠明显	5.5	5.0	5.0	5.5	5.0	5.5	5.0	5.0
6-BA	清-	欠明显	5.0	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	4.5	5.0
DA-6	清	较明显-	5.5	5.5	5.0	5.5	5.0	5.5	5.5	5.0
$\text{LaCl}_3$	清	较明显-	5.5	5.0	5.0	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0

**2.5 植物生长调节剂对烤烟经济性状的影响** 3 种植物生长调节剂对烤烟的经济性状有一定的影响。从产量和产值来看,各处理均高于对照,其中  $\text{LaCl}_3$  与对照及 6-BA 相比差

异达显著水平;从均价、上等烟比例及中上等烟比例来看,各处理与对照之间差异不显著。表明喷施这 3 种植物生长调节剂对烤烟经济性状有一定的改善效果(表 5)。

表 5 各处理对烤烟经济性状的影响

Table 5 Effects of different treatments on economic characters of flue-cured tobacco

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	产值 Output value//元/hm <sup>2</sup>	均价 Average price 元/kg	上等烟比例 Proportion of top grade cigarettes//%	中上等烟比例 Proportion of top and medium grade cigarettes//%
CK	2 227.80 b	59 883.3 b	26.88 a	34.19 a	76.69 a
6-BA	2 260.35 b	6 0419.1 b	26.73 a	31.31 a	73.12 a
DA-6	2 286.30 ab	63 696.3 ab	27.86 a	35.00 a	77.88 a
$\text{LaCl}_3$	2 333.10 a	64 231.8 a	27.53 a	34.39 a	77.10 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ ).

恢复藜麦体内 ROS 产生与清除的动态平衡,维持 ROS 在较低水平,解除 ROS 的氧化胁迫,使藜麦的机体代偿功能增强,确保藜麦的正常生长和代谢<sup>[14,32]</sup>。

#### 4 结论

该研究表明,硼对 3 个藜麦品种叶片抗氧化酶均有诱导作用。相同生长期,随着硼浓度提高,藜麦叶片中 SOD 活性逐渐降低,POD 活性先升高后降低,CAT 活性逐渐升高;当硼浓度为 0.3% 时,SOD 活性最低,CAT 活性最高。相同硼浓度条件下,随生长期延长,3 种抗氧化酶活性均表现为先升高后降低趋势,SOD、CAT 活性在灌浆期最高。

叶面喷施适宜的硼肥(0.3%),可以优化藜麦的生理特性。0.3% 硼肥可以降低藜麦叶片中 SOD、POD 活性,提高 CAT 活性。微量元素硼的施用对藜麦氧化酶活性有一定调节作用,缓解缺硼对藜麦生长造成的不利影响,能够促进藜麦生长发育,提高藜麦的抗逆性。

#### 参考文献

[1] TANG Y, TSAO R. Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: A review[J]. *Molecular nutrition & food research*, 2017, 61(7): 1-39.

[2] 阿图尔·博汗格瓦, 希尔皮·斯利瓦斯塔瓦. 藜麦生产与应用[M]. 任贵兴, 叶全宝, 等译. 北京: 科学出版社, 2013: 49-50.

[3] 陈树俊, 胡洁, 庞震鹏, 等. 藜麦营养成分及多酚抗氧化活性的研究进展[J]. *山西农业科学*, 2016, 44(1): 110-114, 122.

[4] 顾娟, 黄杰, 魏玉明, 等. 藜麦研究进展及发展前景[J]. *中国农学通报*, 2015, 31(30): 201-204.

[5] 魏爱春, 杨修仕, 么杨, 等. 藜麦营养成分及生物活性研究进展[J]. *食品科学*, 2015, 36(15): 272-276.

[6] FILHO A M, PIROZI M R, BORGES J T, et al. Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects[J]. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2017, 57(8): 1618-1630.

[7] JACOBSEN S E, LIU F L, JENSEN C R. Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)[J]. *Scientia horticulturae*, 2009, 122(2): 281-287.

[8] 卢宇, 张美莉. 藜麦生物活性物质研究进展[J]. *农产品加工*, 2015(19): 58-62.

[9] 董肖昌, 姜存仓, 刘桂东, 等. 低硼胁迫对根系调控及生理代谢的影响研究进展[J]. *华中农业大学学报*, 2014, 33(3): 133-137.

[10] 方益华. 高硼胁迫对油菜光合作用的影响研究[J]. *植物营养与肥料科学*

报, 2001, 7(1): 109-112.

[11] 徐松华. 逆境条件下植物体内活性氧代谢研究进展[J]. *安徽农学通报*, 2021, 27(21): 29-32.

[12] 马旭俊, 朱大海. 植物超氧化物歧化酶(SOD)的研究进展[J]. *遗传*, 2003, 25(2): 225-231.

[13] 白英俊, 李国瑞, 黄凤兰, 等. 活性氧与植物抗氧化系统研究进展[J]. *安徽农业科学*, 2017, 45(36): 1-3.

[14] 李海峰, 王瑞华, 韩琛. 农药胁迫对植物抗氧化系统的研究现状[J]. *农产品加工*, 2018(2): 59-62.

[15] 申圣圣. NaCl 胁迫对藜麦种子萌发和幼苗生长的影响[D]. 太原: 山西师范大学, 2020.

[16] 俞莉莉, 周力, 何小弟. 硼及基质对红掌 SOD、POD 比活性及 MDA 含量影响[J]. *林业科技开发*, 2012, 26(4): 120-122.

[17] 许新廷. 基于土壤养分丰缺指标的章丘市冬小麦-夏玉米轮作推荐施肥技术的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.

[18] 惠薇, 王斌, 李丽君, 等. 钾肥对藜麦生长及养分吸收的影响[J]. *山西农业科学*, 2021, 49(6): 734-738.

[19] 樊卫国, 叶双全. 花期喷硼对刺梨果实产量及品质的影响[J]. *中国南方果树*, 2016, 45(4): 111-113.

[20] 张景全, 周同永. 叶面喷施硼肥对蓝莓产量及品质的影响[J]. *云南农业大学学报(自然科学)*, 2021, 36(3): 553-557.

[21] 黄益宗. 植物对硼素不足的反应及其成因探讨[J]. *土壤与环境*, 2002, 11(4): 434-438.

[22] 段碧辉. 硼对硼胁迫下油菜幼苗生长、活性氧代谢以及养分吸收的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2014.

[23] 祁寒, 孙光明, 李绍鹏, 等. 硼在作物生长过程中的研究现状[J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(16): 6649-6650, 6652.

[24] 姜佰文, 戴建军, 王春宏, 等. 干旱胁迫下硼对大豆植株保护酶活性的影响[J]. *作物杂志*, 2009(1): 50-53.

[25] 刘鹏, 杨玉爱. 钼、硼对大豆叶片膜脂过氧化及体内保护系统的影响[J]. *植物学报*, 2000, 42(5): 461-466.

[26] 李妍, 张超, 王士岭, 等. NaCl 胁迫对芥麦生长及抗氧化酶活性的影响[J]. *现代农业科技*, 2021(1): 9-11, 14.

[27] 宫艳超, 靳华蕾, 郑永丽. 硫化氢对耐毒害下星星草幼苗 SOD、POD 活性的影响[J]. *天津职业院校联合学报*, 2019, 21(9): 96-101.

[28] 何子平, 皮美美, 刘武定. 硼钾营养相互配合对油菜叶片 CAT 和 POD 活性及根膜透性的影响[J]. *华中农业大学学报*, 1993, 12(5): 468-471.

[29] 王娟, 李德全. 逆境条件下植物体内渗透调节物质的积累与活性氧代谢[J]. *植物学通报*, 2001, 36(4): 459-465.

[30] 区焯林, 喻敏, 王灼明, 钼、硅对草坪草海滨雀稗 CAT 和 POD 活性的影响[J]. *韶关学院学报*, 2009, 30(6): 57-60.

[31] 徐建明, 毛善国, 张美圆. 硼对小麦幼苗生长及体内 SOD、POD 活性的影响[J]. *江苏农业科学*, 2006, 34(6): 49-51.

[32] 万春阳, 王丹, 侯俊玲, 等. NaCl 胁迫对甘草生长及抗氧化酶活性的影响[J]. *现代生物医学进展*, 2011, 11(10): 1805-1809.

(上接第 138 页)

#### 3 结论

就外观质量而言,随着烟叶着生部位的下降,各处理对烟叶外观质量的提升作用越明显,总体上以 LaCl<sub>3</sub> 作用效果较好。就物理指标而言,各处理均能显著增加各部位烟叶的叶重,降低烟叶的含梗率,其中 LaCl<sub>3</sub> 能显著增加上部叶的宽度和下部叶的厚度。从化学成分检测结果来看,3 个处理均能显著增加烟叶总糖、还原糖、烟碱和钾含量,降低烟碱,提升糖碱比,对烤烟经济性性状都有一定改善效果。LaCl<sub>3</sub> 与对照及 6-BA 相比,烟叶的产量和产值显著提高,但各处理对烤烟均价、上等烟比例及中上等烟比例的影响不显著。

综上,喷施 6-BA、DA-6 和 LaCl<sub>3</sub> 这 3 种植物生长调节剂对烤烟质量均有一定程度的提升效果,对于各植物生长调节剂复配有协同作用有待进一步研究。

#### 参考文献

[1] 张义, 刘云利, 刘子森, 等. 植物生长调节剂的研究及应用进展[J]. *水生*

生物学报, 2021, 45(3): 700-708.

[2] 杨江山. 氨基酸叶面肥对设施延后‘红地球’葡萄光合特性和品质的影响[J]. *甘肃农业大学学报*, 2012, 47(6): 81-86.

[3] 李瑞海, 徐大兵, 黄自为, 等. 叶面肥对苗期油菜生长特性的影响[J]. *南京农业大学学报*, 2008, 31(3): 91-96.

[4] 申明, 成学慧, 谢荔, 等. 氨基酸叶面肥对砂梨叶片光合作用的促进效应[J]. *南京农业大学学报*, 2012, 35(2): 81-86.

[5] 徐福利, 梁银丽, 杜社妮, 等. 不同施肥结构对日光温室黄瓜发育及产量的影响[J]. *中国农学通报*, 2005, 21(1): 171-174.

[6] 李彩龙, 李毛毛, 高彦龙, 等. 外源 6-BA 对干旱胁迫下苹果砧木 M26 的生理效应[J]. *甘肃农业大学学报*, 2022, 57(5): 126-137.

[7] 谷宇超, 杨懿德, 郇敏, 等. 打顶后喷施不同浓度 GA<sub>3</sub> 和 6-BA 对烤烟农艺性状和化学成分的影响[J]. *作物杂志*, 2021(6): 171-176.

[8] 王英杰, 唐才宝, 潘素君, 等. 外源 6-BA 和 BR 对不灌溉方式下水稻光合特性及产量的影响[J]. *分子植物育种*, 2022, 20(20): 6930-6938.

[9] 邱玉宾, 张海良, 王佰晨, 等. DA-6 对不同品种北美冬青生长和生理特性的影响[J]. *江苏林业科技*, 2021, 48(2): 1-5.

[10] 郝青南, 汪媛媛, 龙泽福, 等. DA-6 对南方大豆品种性状、产量和品质的影响[J]. *大豆科学*, 2021, 40(6): 799-804.

[11] 吴文杰, 潘冰毅. 氯化镧对铜胁迫水稻幼苗生长的缓解作用[J]. *江苏农业学报*, 2012, 28(4): 912-913.

[12] 陈桂华, 刘芬, 王悦, 等. 氯化镧对不同叶色水稻叶绿素含量及抗氧化酶活性的影响[J]. *分子植物育种*, 2020, 18(8): 2695-2701.