

赤霉素(GA<sub>3</sub>)喷施时期对烤烟上部叶生长及产质量的影响

卜令铎, 计思贵, 李江舟, 张立猛\*, 田云伟, 罗永寿 (云南省烟草公司玉溪市公司, 云南玉溪 653100)

**摘要** [目的]明确赤霉素不同喷施时期对烤烟上部叶开片的影响,进一步完善烤烟上部叶田间调控关键技术。[方法]采用田间试验,以喷施清水为对照(CK),设打顶后0 d(打顶当天)、1、2、3、4、6、8、10 d,共8个喷施时期处理,分析上部叶农艺性状、经济性状及化学成分的变化。[结果]相比各喷施清水对照,烤烟打顶3 d内喷施赤霉素均可有效促进上部叶开片,烟株上部叶面积和叶重增幅随喷施时间后移先升后降,各叶位增幅均以打顶后2~3 d喷施赤霉素处理最大。打顶后2 d喷施赤霉素,上部1~6叶平均叶面积和叶重增幅分别为24.8%和24.4%,上等烟比例、上等烟产量、总产量和产值分别提高2.7%、11.49%、7.24%和11.27%;烟碱降幅和总钾增幅最大,化学成分最为协调。[结论]在打顶后2 d喷施赤霉素最有利于烤烟上部叶开片和产质量的提高。根据天气情况,打顶后3 d内合理喷施赤霉素可有效避免降雨的影响,这对烤烟上部叶的有效调控具有实际意义。

**关键词** 烤烟;上部叶;开片;赤霉素;喷施时期

**中图分类号** S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)09-0045-04

Effects of Gibberellin (GA<sub>3</sub>) Spraying Time on the Growth, Yield and Quality of Tobacco Upper Leaves

BU Ling-duo, JI Si-gui, LI Jiang-zhou et al (Yuxi Branch of Yunnan Tobacco Company, Yuxi, Yunnan 653100)

**Abstract** [Objective] To study the effects of spraying times of gibberellin (GA<sub>3</sub>) on the growth of tobacco upper leaves, and to further perfect the key regulation technology for tobacco upper leaves in field. [Method] Field test was carried out. A total of eight spraying treatments were designed, including clean water (CK), 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8 and 10 days after topping. The changes of agronomic characters, economic characters and chemical components of upper leaves were analyzed. [Result] Compared with the controls, spraying GA<sub>3</sub> from 0 to 3 d after topping could effectively promote the leaf expansion of tobacco upper leaves. Leaf area and leaf weight firstly enhanced and then reduced as the spraying time prolonged. The increasing rate of each leaves reached the maximum at 2-3 d after topping. Spraying GA<sub>3</sub> on 2 d after topping, the increasing rates of average leaf area and leaf weight of upper 1-6 leaves were 24.8% and 24.4%, respectively. And the proportion and yield of first-class tobacco, the total yield and the output value enhanced by 2.7%, 11.49%, 7.24% and 11.27%, respectively; the decreasing rate of nicotine and the increasing rate of total potassium were the maximum, and the chemical components were the most coordinate. [Conclusion] Spraying GA<sub>3</sub> on 2 d after topping was the most beneficial to promote the expansion, yield, and quality of tobacco upper leaves. Based on the weather conditions, spraying GA<sub>3</sub> from 0 to 3 d after topping could effectively avoid the influence of rainfall, which was of practical significance to effectively regulating the tobacco upper leaves.

**Key words** Flue-cured tobacco; Upper leaves; Expansion; Gibberellin (GA<sub>3</sub>); Spraying time

烤烟上部叶开片不佳、叶片偏厚、内在化学成分不协调是当前烟叶质量进一步提升的重要限制因素<sup>[1-3]</sup>。通过外源喷施赤霉素(GA<sub>3</sub>)等植物激素可有效维持烤烟打顶后的顶端优势<sup>[4-6]</sup>,促进顶叶开片<sup>[7-8]</sup>,降低上部叶含碱量,提高烟叶含钾量<sup>[9-12]</sup>,是改善烤烟上部叶质量的有效调控手段。大量研究探讨了打顶期喷施赤霉素的效果<sup>[10,13-15]</sup>,而针对赤霉素施用时期影响上部烟叶的系统评价鲜有报道。因此,进一步明确赤霉素对烤烟上部叶的影响机制对完善烤烟上部叶调控技术,实现区域性烟叶产质量提升具有重要意义。近30年来,玉溪烟区烤烟品种K326逐步推广,因栽培环境和品种特性等因素,部分产区烤烟上部叶存在开片差、叶片过厚、烟碱含量过高的问题,影响了烟叶的可用性和烟农的经济效益。鉴于此,笔者立足玉溪烟区特有生态条件和烤烟生产实际,开展赤霉素不同喷施时期田间试验,旨在明确烤烟上部叶生长发育和产质量对赤霉素喷施时期的响应机制,以进一步解决上部叶开片、降碱、提质的问题,完善上部叶田间调控关键技术,确保玉溪优质烟叶提质增效和可持续发展。

## 1 材料和方法

## 1.1 试验材料 供试烤烟品种为玉溪市主栽烤烟品种

**基金项目** 云南省烟草公司科技项目“玉溪烟土壤养分变化及施肥对策研究与应用”(2015YN13)。

**作者简介** 卜令铎(1982—),男,黑龙江五大连池人,农艺师,博士,从事植物营养学方面研究。\*通讯作者,高级农艺师,博士,从事烟草栽培和生物防治研究。

**收稿日期** 2017-11-30

K326。试验用外源赤霉素为4% GA<sub>3</sub>水剂,规格5 g/包(净含量200 mg),为贵州省遵义市泉通化工厂生产。试验肥料为烟草专用复合肥(12:6:24)和钾肥(K<sub>2</sub>O,50%)。

**1.2 试验设计** 试验于2016年玉溪市华宁县青龙镇中营村进行,烟田面积为5 500 m<sup>2</sup>左右。试验采取裂区式设计,分喷施赤霉素处理和清水对照(CK)2个大区,每个大区分8个处理小区,每个小区植烟500株左右,试验地外围及各处理间均设保护行。在赤霉素处理区,按照喷施时间设打顶后0 d(打顶当天)、1、2、3、4、6、8、10 d,共8个喷施时间处理(表1);赤霉素处理浓度统一为20 mg/L,即每10 g赤霉素兑清水20 L,喷施于烟株顶部第1~6片叶正面。在清水对照区,各清水对照处理对应各赤霉素处理的喷施时间,喷施等量清水。

坝地和山地2类烟田统一采用膜下小苗栽培,移栽期理墒、打塘,墒高30 cm左右,塘大小约为40 cm × 40 cm,移栽株距50 cm,行距1.2 m。各处理施肥量统一按纯养分N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=90:45:300 kg/hm<sup>2</sup>,施肥方法和其他田间操作统一按照玉溪优质烟叶生产规程管理。

## 1.3 测定项目与方法

**1.3.1 生育期记载。**记录各处理的移栽期、团棵期、旺长期、现蕾期、打顶期、喷药日期、上部叶统一采收期和大田生育天数。

**1.3.2 上部叶调查。**各处理片区选取长势均匀一致的10株代表性烟株,于上部叶统一采收期,对各处理1~6片上部

叶的叶长和叶宽进行测量,计算叶面积,叶片面积 = 0.634 5 × 叶长 × 叶宽。

**1.3.3 采收烘烤。**各处理上部叶 1~6 片统一采收,以小区为单位,单独烘烤。选取 10 株代表性烟株上部 1~6 片叶单独扎把烘烤,单独编号标记,室内称取单叶重。

表 1 赤霉素不同施用时期试验设计  
Table 1 Test design of GA<sub>3</sub> spraying times

序号 Number	处理 Treatment			对照 Control	
	编号 Code	喷施时期 (打顶后天数) Spraying time (days after topping) 天	赤霉素 浓度 GA <sub>3</sub> Concen- tration mg/L	编号 Code	赤霉素 浓度 GA <sub>3</sub> Concen- tration g/L
1	T <sub>1</sub>	0	20	CK <sub>1</sub>	0
2	T <sub>2</sub>	1	20	CK <sub>2</sub>	0
3	T <sub>3</sub>	2	20	CK <sub>3</sub>	0
4	T <sub>4</sub>	3	20	CK <sub>4</sub>	0
5	T <sub>5</sub>	4	20	CK <sub>5</sub>	0
6	T <sub>6</sub>	6	20	CK <sub>6</sub>	0
7	T <sub>7</sub>	8	20	CK <sub>7</sub>	0
8	T <sub>8</sub>	10	20	CK <sub>8</sub>	0

**1.3.4 经济性状统计。**对各处理的产量、产值、中上等烟比例、上等烟比例等经济性状进行统计。同时单独统计各处理

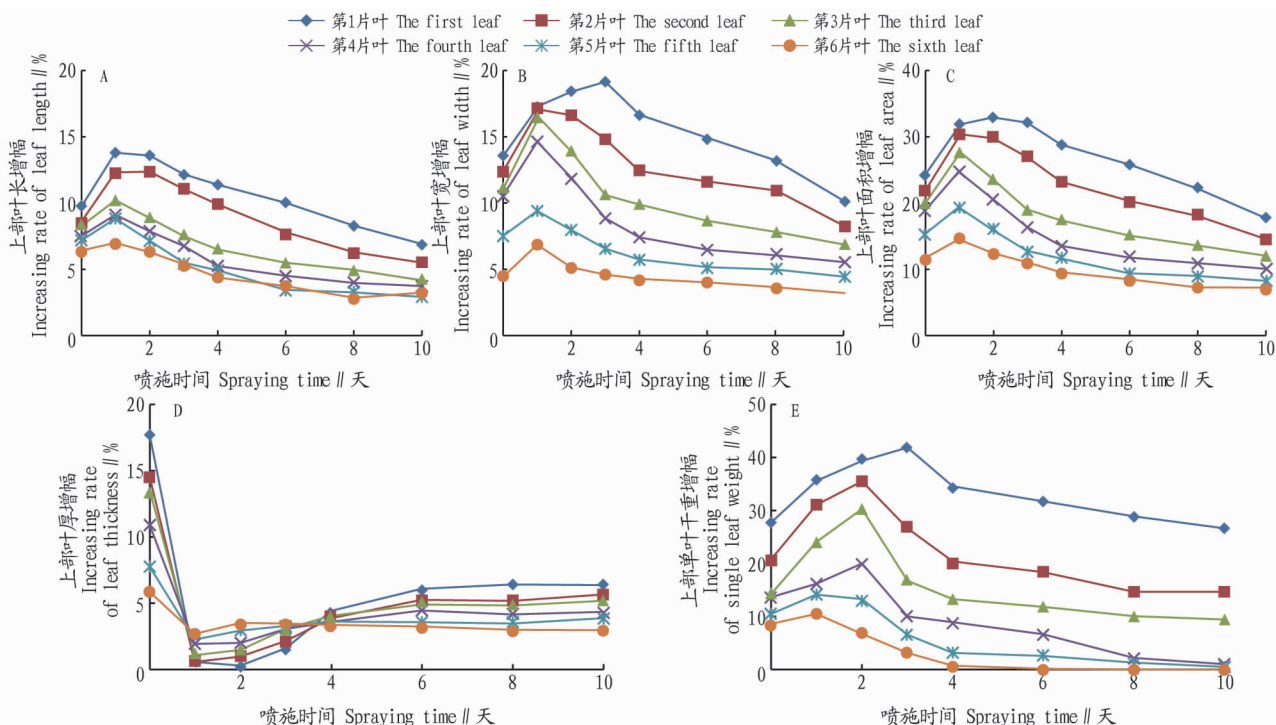
上部叶的产量、产值、中等烟比例、上等烟比例等。

**1.3.5 化学品质测定。**烤后上部烟叶按照国家烤烟分级标准分级,每处理选择 B2F 样品,测定烤烟上部叶化学品质。总糖含量参照 YC/T 159—2002;烟碱含量参照 YC/T 160—2002;总氮含量参照 YC/T 161—2002;总钾含量参照 YC/T 217—2007 的方法进行测定。

**1.4 数据处理** 采用 Excel 2010 进行试验数据处理,SPSS 17.0 进行方差分析,新复极差法(Duncan)进行多重比较,统计结果采用 Sigmaplot 10.0 软件进行绘图。

## 2 结果与分析

**2.1 不同开片剂喷施时期对烤烟上部叶生长发育的影响** 烟株上部 1~6 叶田间农艺性状对比结果表明,上部各叶位叶长(图 1A)、叶宽(图 1B)、叶面积(图 1C)增幅随赤霉素喷施时期的后移均呈先升后降的趋势,喷施时间为打顶后 6~10 d,处理间差异相对较小;相同赤霉素喷施时期下,顶叶增幅最大,且随上部叶位下移逐渐减小。打顶后 1 d 喷施赤霉素处理(T<sub>2</sub>),烟株上部各叶位叶长增幅均达峰值,顶叶增幅最大,为 13.76%;叶宽增幅峰值除顶叶为打顶后 3 d 喷施处理(T<sub>4</sub>)外,其他叶位增幅均以 T<sub>2</sub> 处理(T<sub>3</sub>)最高;总体上叶宽增幅大于叶长,烟株上部各叶面积增幅变化与叶宽相似。



注:A. 叶长增幅; B. 叶宽增幅; C. 叶面积增幅; D. 叶厚增幅; E. 单叶重增幅

Note: A. Increasing rate of leaf length; B. Increasing rate of leaf width; C. Increasing rate of leaf area; D. Increasing rate of leaf thickness; E. Increasing rate of single leaf weight

图 1 不同开片剂喷施时期对烟株上部叶农艺性状的影响

Fig. 1 Effects of GA<sub>3</sub> spraying time on the agronomic characters of tobacco upper leaves

各喷施时期处理烟株上部各叶位厚度均有所增加(图 1D),增幅随着赤霉素喷施时期后移呈先降后回升的趋势,叶厚增幅的变幅随叶位下移而减小。打顶当天喷施赤霉素处理,烟株上部各叶位厚度均有明显增加,以顶叶增幅最大,为

17.69%,随叶位下移叶厚增幅逐渐减小;T<sub>2</sub> 处理各叶位叶厚增量大幅下降,降幅随叶位下移而减小,从而顶叶厚增幅最小;随着赤霉素喷施时期的后移,各叶位叶片厚度增幅逐渐回升,回升幅度随叶位下移而减小,自打顶后 6~10 d 喷施,

顶叶厚度增幅回升至 6.0%~6.5%。各时期喷施赤霉素后,烟株上部各叶位烟叶干重(图 1E)均有不同程度的增加,增幅均随赤霉素喷施时期后移呈先升后降趋势,相同赤霉素喷施时间下,以顶叶增幅最大并随上部叶位下移逐渐减小。T<sub>4</sub> 处理增幅最大,为 41.83%;上部 2~4 叶干重增幅以 T<sub>3</sub> 处理最大,分别为 35.55%、30.40%、20.29%;上部 5~6 叶干重增幅以 T<sub>2</sub> 处理最大,分别为 14.15%、10.42%。

由图 2 可知,上部 1~6 叶平均叶面积、叶干重增幅均随赤霉素喷施时期后移先升后降,平均叶面积增幅以 T<sub>2</sub> 处理最大,为 24.81%,上部叶平均叶干重增幅以 T<sub>3</sub> 处理最大,为 24.36%;上部 1~6 叶厚度增幅随赤霉素喷施时期后移先下降、后回升,以打顶当天喷施处理(T<sub>1</sub>)增幅最大,为 11.66%,以 T<sub>2</sub> 处理增幅最小,为 1.57%。从赤霉素促进烟株上部叶开片角度分析,打顶后 1~2 d 喷施赤霉素最有利于促进上部叶生长和开片,并能有效控制上部叶厚度,提高工业可用性。

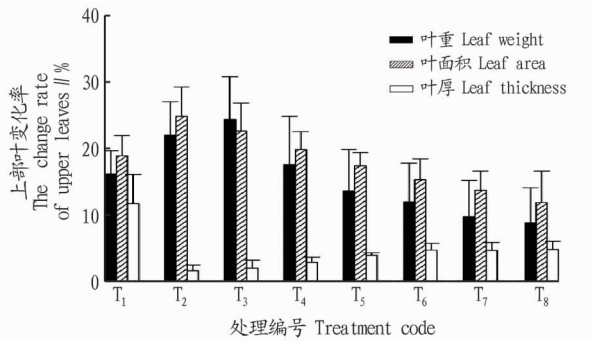


图 2 不同处理对上部烟叶开片的影响

Fig. 2 Effects of different treatments on the expansion of tobacco upper leaves

**2.2 不同赤霉素喷施时期对烟叶经济性状的影响** 由表 2 可知,随着赤霉素喷施时期的后移,烟株上部叶上等烟产量、上等烟比例、产量、产值和评价单价均呈先升后降的变化趋势。与喷施清水(CK)相比,赤霉素喷施时间为打顶当天至打顶后 3 d 处理的经济性状均有不同程度的提高。其中,上等烟产量、上等烟比例、总产量和总产值均以 T<sub>3</sub> 处理增加量最大,分别为 83.0 kg/hm<sup>2</sup>、2.7%、76.2 kg/hm<sup>2</sup> 和 2 805.0 元/hm<sup>2</sup>,均价以 T<sub>4</sub> 处理增量最大,为 1.0 元/kg。

由表 3 可知,随赤霉素喷施时期的后移,上部叶上等烟产量、总产量和产值增幅均先升后降。其中,T<sub>3</sub> 处理增幅最大,分别为 11.49%、7.24% 和 11.27%。上部叶上等烟产量、总产量对全株增量贡献率以 T<sub>3</sub> 处理最大,分别为 78.62%、97.25%;上部叶对全株产值增加的贡献率以 T<sub>2</sub> 处理最大,为 93.21%。这说明打顶后 1~2 d 喷施赤霉素处理,其全株烟叶经济性状的增加主要来源于上部叶。

**2.3 不同赤霉素喷施时期烟株上部叶化学成分的影响** 由表 4 可知,与喷施清水(CK)相比,各赤霉素喷施时期处理烟株上部叶总糖、还原糖、两糖差、烟碱含量均有不同程度的降低,而总氮、总钾含量普遍升高。随着赤霉素喷施时期后移,两糖差下降量先降后升,以打顶当天和打顶后 10 d 喷施赤霉素处理下降量相对较大,分别为 2.80% 和 3.18%。烟碱含量的下降量随赤霉素喷施时期后移持续减小,以打顶当天喷施赤霉素处理下降量最大,为 0.44%。总氮和总钾含量的增加量均随赤霉素喷施时期后移先升后降,以打顶后 2 d 喷施赤霉素处理增量最大,分别为 0.33% 和 0.45%。上部叶糖碱比和氮碱比均以打顶后 2 d 喷施赤霉素处理最优。这说明打顶当天至打顶后 2 d 喷施赤霉素最有利于上部 1~6 片烟叶内

表 2 不同赤霉素喷施时期对上部烟叶产量特征的影响

Table 2 The effects of GA<sub>3</sub> spraying times on the economic characters of tobacco upper leaves

处理编号 Treatment code	上等烟产量 Yield of first- class tobacco kg/hm <sup>2</sup>	上等烟比例 Proportion of first-class tobacco//%	中等烟比例 Proportion of middle-class tobacco//%	产量 Yield g/hm <sup>2</sup>	产值 Output value 元/hm <sup>2</sup>	均价 Average price 元/kg
T <sub>1</sub>	791.7	68.8	27.0	1 151.0	26 490	23.01
T <sub>2</sub>	824.2	70.7	26.9	1 165.1	28 110	24.13
T <sub>3</sub>	805.0	71.3	26.0	1 129.2	27 690	24.52
T <sub>4</sub>	750.5	70.3	26.6	1 067.3	26 085	24.44
T <sub>5</sub>	727.1	68.2	27.2	1 065.5	25 320	23.76
T <sub>6</sub>	722.6	66.7	28.3	1 083.8	24 825	22.91
T <sub>7</sub>	708.7	64.9	29.6	1 092.4	24 405	22.34
T <sub>8</sub>	713.9	63.8	30.8	1 118.9	24 030	21.48
CK <sub>1</sub>	753.5	67.7	27.7	1 112.4	25 515	22.94
CK <sub>2</sub>	747.5	68.2	28.0	1 096.5	25 845	23.57
CK <sub>3</sub>	722.0	68.6	27.8	1 053.0	24 885	23.63
CK <sub>4</sub>	689.5	68.1	27.3	1 012.5	23 760	23.47
CK <sub>5</sub>	699.5	67.5	27.8	1 036.9	24 345	23.48
CK <sub>6</sub>	718.8	68.4	27.4	1 051.3	24 765	23.56
CK <sub>7</sub>	736.4	69.0	27.1	1 067.2	25 260	23.67
CK <sub>8</sub>	757.5	69.2	27.2	1 094.6	25 770	23.54
T <sub>1</sub> - CK <sub>1</sub>	38.1	1.0	-0.6	38.6	975.0	0.1
T <sub>2</sub> - CK <sub>2</sub>	76.7	2.6	-1.2	68.6	2 265.0	0.6
T <sub>3</sub> - CK <sub>3</sub>	83.0	2.7	-1.8	76.2	2 805.0	0.9
T <sub>4</sub> - CK <sub>4</sub>	61.0	2.2	-0.7	54.8	2 325.0	1.0
T <sub>5</sub> - CK <sub>5</sub>	27.6	0.8	-0.6	28.6	975.0	0.3
T <sub>6</sub> - CK <sub>6</sub>	3.8	-1.7	0.9	32.5	60.0	-0.7
T <sub>7</sub> - CK <sub>7</sub>	-27.6	-4.1	2.5	25.2	-855.0	-1.3
T <sub>8</sub> - CK <sub>8</sub>	-43.6	-5.4	3.6	24.3	-1 740.0	-2.1

表3 不同处理上部叶主要经济性状的增幅及其对全株烟叶的贡献率

Table 3 Increasing rate of major economic characters of tobacco upper leaves in different treatments and their contribution rates to whole tobacco leaves

处理编号 Treatment code	增幅 Increasing rate//%			贡献率 Contribution rate//%		
	上等烟产量 Yield of first - class tobacco	产量 Yield	产值 Output value	上等烟产量 Yield of first - class tobacco	产量 Yield	产值 Output value
T <sub>1</sub>	5.06 b	3.47 bc	3.82 c	56.39 c	68.06 c	48.51 d
T <sub>2</sub>	10.26 a	6.25 ab	8.76 b	73.60 ab	90.01 b	93.21 a
T <sub>3</sub>	11.49 a	7.24 a	11.27 a	78.62 a	97.25 a	84.88 b
T <sub>4</sub>	8.85 ab	5.41 b	9.79 ab	61.33 b	57.53 cd	76.73 c
T <sub>5</sub>	3.95 bc	2.76 c	4.00 c	60.06 b	38.05 d	78.31 bc
T <sub>6</sub>	0.53 c	3.09 bc	0.24 d	—	53.62 cd	—
T <sub>7</sub>	-3.75 d	2.36 c	-3.38 e	—	48.08 d	—
T <sub>8</sub>	-5.75 d	2.22 c	-6.75 e	—	61.06 c	—

注: 同列不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences ( $P < 0.05$ )

表4 不同赤霉素喷施时期对上部烟叶化学成分的影响

Table 4 Effects of GA<sub>3</sub> spraying time on the chemical components of tobacco upper leaves

处理编号 Treatment code	总糖 Total sugar %	还原糖 Reducing sugar//%	两糖差 Difference between total sugar and reducing sugar %	总氮 Total nitrogen %	烟碱 Nicotine %	钾 Potassium %	糖/碱 Sugar/ Nicotine	氮/碱 Nitrogen/ Nicotine
T <sub>1</sub>	26.32	25.15	1.17	2.25	3.20	1.95	8.21	0.70
T <sub>2</sub>	26.49	24.60	1.89	2.43	3.15	1.88	8.41	0.77
T <sub>3</sub>	27.93	25.29	2.64	2.47	3.07	1.99	9.09	0.80
T <sub>4</sub>	26.40	24.85	1.56	2.37	3.12	1.74	8.45	0.76
T <sub>5</sub>	27.02	24.70	2.32	2.34	3.28	1.54	8.25	0.71
T <sub>6</sub>	27.01	25.43	1.59	2.33	3.26	1.63	8.28	0.71
T <sub>7</sub>	26.13	24.02	2.11	2.32	3.17	1.54	8.23	0.73
T <sub>8</sub>	25.67	24.61	1.06	2.26	3.13	1.50	8.21	0.72
CK <sub>1</sub>	30.67	26.70	3.97	2.12	3.64	1.61	8.42	0.58
CK <sub>2</sub>	29.21	25.36	3.85	2.16	3.51	1.52	8.32	0.62
CK <sub>3</sub>	30.26	26.63	3.62	2.14	3.43	1.53	8.83	0.62
CK <sub>4</sub>	30.25	26.85	3.40	2.10	3.41	1.43	8.88	0.62
CK <sub>5</sub>	30.86	26.75	4.11	2.12	3.60	1.35	8.58	0.59
CK <sub>6</sub>	30.11	26.28	3.83	2.14	3.56	1.47	8.47	0.60
CK <sub>7</sub>	30.11	25.55	4.56	2.17	3.37	1.41	8.94	0.64
CK <sub>8</sub>	30.67	26.44	4.24	2.13	3.22	1.38	9.53	0.66
T <sub>1</sub> - CK <sub>1</sub>	-4.35	-1.55	-2.80	0.13	-0.44	0.34	-0.21	0.12
T <sub>2</sub> - CK <sub>2</sub>	-2.72	-0.75	-1.97	0.27	-0.36	0.36	0.09	0.16
T <sub>3</sub> - CK <sub>3</sub>	-2.32	-1.34	-0.99	0.33	-0.36	0.45	0.26	0.18
T <sub>4</sub> - CK <sub>4</sub>	-3.85	-2.01	-1.84	0.27	-0.28	0.31	-0.43	0.14
T <sub>5</sub> - CK <sub>5</sub>	-3.84	-2.05	-1.79	0.22	-0.32	0.19	-0.33	0.13
T <sub>6</sub> - CK <sub>6</sub>	-3.09	-0.85	-2.24	0.19	-0.29	0.16	-0.18	0.11
T <sub>7</sub> - CK <sub>7</sub>	-3.98	-1.53	-2.45	0.16	-0.20	0.13	-0.70	0.09
T <sub>8</sub> - CK <sub>8</sub>	-5.00	-1.82	-3.18	0.13	-0.09	0.12	-1.32	0.06

在品质的提高。

### 3 结论与讨论

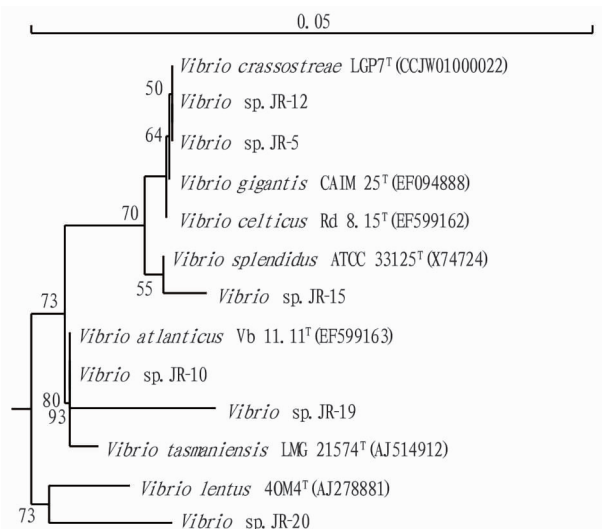
赤霉素促进烤烟上部叶开片的效果已被大量研究证实<sup>[10,13-14]</sup>。然而,云南烟区烤烟打顶期降雨频繁,赤霉素的作用效果易受降雨影响。该研究表明,打顶当天至打顶后2 d 喷施赤霉素均可有效促进烤烟上部叶开片,上部1~6叶平均叶面积和叶重显著提高,叶厚度无明显增加,有利于提高工业可用性;同时,上部叶产量和产值分别提高7.24%和11.27%。这说明在打顶后2 d 喷施赤霉素最有利于上部叶开片、增产、提质。根据天气情况在打顶后3 d 内合理喷施赤霉素可有效避免降雨的影响,对上部叶田间调控具有实际意义。试验结果对烤烟生产后期多雨烟区改善上部叶开片和

工业可用性具有一定的参考和指导价值,而在其他烟区的应用效果仍有待进一步验证。

打顶期喷施赤霉素可有效促进顶叶开片<sup>[10]</sup>,提高钾含量,降低上部烟叶烟碱含量,促进上部叶化学成分更协调<sup>[16-17]</sup>。该研究结果表明,打顶后1~2 d 喷施赤霉素对烤烟上部叶开片、产量及内在化学成分协调的促进作用优于打顶当天喷施赤霉素,同时对全田烟叶经济性性状增加的贡献度最大。原因可能是打顶当天烟株顶部损伤,部分赤霉素因愈伤组织形成所消耗,从而削弱了对叶片细胞的促生作用。这说明打顶后1~2 d 喷施赤霉素最有利于促进烤烟上部叶生长,是促进烤烟上部叶开片、增产、提质的最佳赤霉素喷施

(下转第93页)





注:结点处数字表示 Bootstrap 1 000 次重复检验的自举值(仅显示高于 50% 的数值;括号中为每个 16S rRNA 基因序列的登录号;比例尺代表每 100 bp 5 个碱基替换数

Note: The bootstrap values above 50% from 1 000 replicates are shown. The accession number of each 16S rRNA gene sequence is given in parenthesis. The scale bar represents 5 substitutions per 100 bp

图 2 根据 16S rRNA 基因序列构建的紫泥围垦区海水弧菌代表菌株系统发育树

Fig. 2 Phylogenetic tree of representative *Vibrio* strains from Zi-ni marine aquaculture area based on bacterial 16S rRNA gene

## 参考文献

- [1] FARMER J J, JANDA J, BIRKHEAD K. *Vibrio* [M]//MURRAY P, BARON E, JORGENSEN J, et al. Manual of clinical microbiology, 8th ed. Washington, DC: ASM Press, 2003: 706 - 718.
- [2] JOHNSON C N, BOWERS J C, GRIFFITT K J, et al. Ecology of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in the coastal and estuarine waters of Louisiana, Maryland, Mississippi, and Washington (United States) [J]. Applied & environmental microbiology, 2012, 78(20): 7249 - 7257.
- [3] HLADY W G, KLONTZ K C. The epidemiology of *Vibrio* infections in Florida, 1981 - 1993 [J]. Journal of infectious diseases, 1996, 173(5): 1176 -

(上接第 48 页)

时期。此外,该研究仅在玉溪典型烟区开展,研究结果在其他烟区的适用性需进一步验证。该研究为完善烤烟上部叶提质增效技术体系,提高区域烤烟上部叶可用性的实用技术提供理论支撑。

## 参考文献

- [1] 朱尊权. 提高上部烟叶可用性是促“卷烟上水平”的重要措施[J]. 烟草科技, 2010, 43(6): 5 - 9, 31.
- [2] 王涛, 贺帆, 徐成龙, 等. 提高烤烟上部叶可用性技术的研究进展[J]. 南方农业学报, 2011, 42(9): 1127 - 1131.
- [3] 杨鑫, 易克, 简永兴, 等. 提高烤烟上部叶可用性研究进展[J]. 作物研究, 2011, 25(1): 71 - 75.
- [4] 齐群钢, 郭月清, 韩锦峰. 植物激素和无机营养元素对烟草根系内烟碱生物合成调节机理的研究[J]. 河南农业大学学报, 1990, 24(3): 332 - 339.
- [5] 邹焱, 苏以荣. 打顶及施用植物生长调节剂对烟草内源激素的影响[J]. 烟草科技, 2008(10): 50 - 52, 57.
- [6] 李代强, 刘朝科, 古力, 等. 不同植物生长调节剂对烤烟上部叶品质及可用性的影响[J]. 江西农业学报, 2013, 25(5): 107 - 109.

1183.

- [4] 郑经川. 弧菌性腹泻的若干问题[J]. 中国实用内科杂志, 1995, 14(3): 133 - 135.
- [5] 郑天伦, 王国良, 金珊. 海水养殖动物弧菌病防治的研究进展[J]. 台湾海峡, 2002, 21(3): 372 - 378.
- [6] 陈明霞, 李和阳, 马云飞, 等. 九龙江口沉积物 TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose) 菌群的分布[J]. 微生物学报, 2012, 52(5): 637 - 644.
- [7] 陈明霞, 李和阳, 陈维维, 等. 68 株北极产蛋白酶菌株的筛选、鉴定及部分酶学性质[J]. 微生物学报, 2013, 53(7): 702 - 709.
- [8] DELONG E F. Archaea in coastal marine environments [J]. Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America, 1992, 89(12): 5685 - 5689.
- [9] 李和阳, 陈明霞, 郑天凌, 等. 深圳海域水体和九龙江口沉积物中 TCBS 菌群与弧菌相关性的研究[J]. 台湾海峡, 2011, 30(3): 394 - 399.
- [10] DRANCOURT M, BOLLET C, CARLIOZ A, et al. 16S ribosomal DNA sequence analysis of a large collection of environmental and clinical unidentifiable bacterial isolates [J]. Journal of clinical microbiology, 2000, 38(10): 3623 - 3630.
- [11] DRANCOURT M, BERGER P, RAOULT D. Systematic 16S rRNA gene sequencing of atypical clinical isolates identified 27 new bacterial species associated with humans [J]. Journal of clinical microbiology, 2004, 42(5): 2197 - 2202.
- [12] ROMALDE J L, DIÉGUEZ A L, LASA A, et al. New *Vibrio* species associated to molluscan microbiota: A review [J]. Frontiers in microbiology, 2013, 4(1): 413.
- [13] FAURY N, SAULNIER D, THOMPSON F L, et al. *Vibrio crassostreae* sp. nov., isolated from the haemolymph of oysters (*Crassostrea gigas*) [J]. International journal of systematic & evolutionary microbiology, 2004, 54(6): 2137 - 2140.
- [14] LE ROUX F, GAY M, LAMBERT C, et al. Phylogenetic study and identification of *Vibrio splendidus*-related strains based on *gyrB* gene sequences [J]. Diseases of aquatic organisms, 2004, 58(2/3): 143 - 150.
- [15] DIÉGUEZ A L, BEAZ-HIDALGO R, CLEENWERCK I, et al. *Vibrio atlanticus* sp. nov. and *Vibrio artabrorum* sp. nov. isolated from the clams *Ruditapes philippinarum* and *Ruditapes decussatus* [J]. International journal of systematic & evolutionary microbiology, 2011, 61(10): 2406 - 2411.
- [16] BRUTO M, JAMES A, PETTON B, et al. *Vibrio crassostreae*, a benign oyster colonizer turned into a pathogen after plasmid acquisition [J]. The ISME Journal, 2017, 11(4): 1043 - 1052.
- [17] VATTAKAVEN T, BOND P, BRADLEY G, et al. Differential effects of temperature and starvation on induction of the viable-but-nonculturable state in the coral pathogens *Vibrio shiloi* and *Vibrio tasmaniensis* [J]. Applied & environmental microbiology, 2006, 72(10): 6508 - 6513.
- [18] FARTO R, ARMADA S P, MONTES M, et al. *Vibrio lentus* associated with diseased wild octopus (*Octopus vulgaris*) [J]. Journal of invertebrate pathology, 2003, 83(2): 149 - 156.
- [7] 蔡良勇, 王玉川, 常凯, 等. 施用赤霉素对烟叶生长和品质的影响[J]. 作物研究, 2012, 26(5): 496 - 499.
- [8] 张映翠, 胡小东. 外源赤霉素对滇中旱区烤烟生长和产质量的影响[J]. 云南农业科技, 2012(5): 25 - 26.
- [9] 戴冕. 戴冕烟草科技论文选集 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1996: 62 - 70.
- [10] 史金钟, 赵东方, 尚现超, 等. 外源赤霉素对旱区烤烟叶片生长和品质的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(5): 221 - 225.
- [11] 张学伟, 张玺, 余金恒, 等. 植物生长物质对烤烟上部叶香味品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2009, 28(6): 660 - 663.
- [12] 罗定棋, 张永辉, 谢强, 等. 赤霉素在烤烟栽培上的应用研究[J]. 耕作与栽培, 2010(2): 5 - 6.
- [13] 刘芳, 李永忠, 文国松, 等. 不同植物生长调节剂对烤烟上部叶质量的影响[J]. 广西农业科学, 2005, 36(4): 303 - 305.
- [14] 肖遂, 周冀衡, 何伟, 等. GA 施用方式对烤烟主要产质量指标的影响[J]. 作物研究, 2009, 23(3): 184 - 187.
- [15] 李健忠, 薛立新, 朱金峰, 等. 赤霉素和萘乙酸互作对烤烟生长、碳氮代谢及烟叶品质的影响[J]. 植物生理学报, 2015, 51(9): 1473 - 1481.
- [16] 付鑫钟, 任竹, 李小玲, 等. 赤霉素对烟叶生理特性及产量和质量的影响[J]. 广东农业科学, 2006(6): 23 - 25.
- [17] 李浩亮, 史金钟, 何登峰, 等. 外源赤霉素对烤烟叶片生长和品质的影响[J]. 河南农业科学, 2006, 35(4): 51 - 54.