

赤霉素 (GA₃) 浓度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*, 罗秀莲, 安建南, 何 泉, 李春林 (云南省烟草公司玉溪市公司, 云南玉溪 653100)

摘要 [目的]明确不同赤霉素(GA₃)浓度对烤烟上部叶生长的影响。[方法]针对山地和坝地烟田,采用一年多点的田间试验,研究了不同 GA₃ 浓度对烤烟上部叶面积、干重、产量和化学成分的影响。[结果]2 类烤烟上部叶面积和干重增幅随 GA₃ 浓度升高均先升后降,随叶位下移逐渐降低。山地以 GA₃ 浓度 20 mg/L 效果最佳,上部平均叶面积和干重增幅近 20%,新平和易门县产量分别增加 5.2% 和 15.0%;坝地以 30 mg/L 最优,平均叶面积和干重增幅为 25%~30%,新平和峨山县产量分别增加 7.0% 和 11.9%。同时,2 类烤烟上部叶烟碱含量下降,总钾含量普遍升高,化学成分趋向协调。[结论]适宜的 GA₃ 浓度可有效促进烤烟上部叶开片、增产和化学成分的协调,而低浓度作用较小,浓度过高会推迟烟叶成熟,影响烘烤质量。

关键词 烤烟;上部叶;开片;质量;赤霉素浓度

中图分类号 S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)08-0046-06

The Effects of Gibberellin (GA₃) Concentration 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 research the effects of different concentrations of gibberellin (GA₃) on the growth of upper leaves of flue-cured tobacco. [Method] Field test was carried in mountainous and dam land by one year multi-sites. Effects of different concentrations of gibberellin (GA₃) on the upper leaves area, dry weight, yield and chemical components were studied. [Result] The growth rate of both average leaf areas and dry weight of tobacco upper six leaves were increased and then declined as the spraying concentration of GA₃ increased from 0 to 50 mg/L, meanwhile the growth rates declined with the drop of leaf position. For the mountainous tobacco, the spraying of 20 mg/L GA₃ increased the leaf area and dry weight of tobacco upper six leaves by 20%, which resulted in 5.21% and 14.97% yield increase of Xinping and Yimen Counties, respectively. For the dam tobacco, the spraying of 30 mg/L GA₃ increased leaf areas and dry weight by 25%~30%, which resulted in 7.00% and 11.91% yield increase of Xinping and Eshan Counties, respectively. At the same time, the two treatments could reduce the contents of nicotine, increase the total potassium, and improve the coordination of chemical components of tobacco upper leaves in both the mountainous and dam land. [Conclusion] The spraying of appropriate GA₃ concentration effectively promoted the expansion, increased the yield, and resulted in the coordination of chemical components in the tobacco upper leaves. Lower GA₃ concentrations showed no obvious effects, while the higher GA₃ concentrations delayed the mature of upper leaves and affected the baking quality of tobacco.

Key words Flue-cured tobacco; Upper leaves; Leaf expansion; Quality; Gibberellin (GA₃) concentration

烤烟的上部烟叶约占单株总烟叶数的 1/3、单株烟叶总产量的 30%~45%,对烤烟总体质量和产量具有重要贡献^[1-2]。然而,我国局部烟区存在上部叶开片不佳、内在化学成分不协调的问题^[3-4],在一定程度上限制了上部叶可用性^[5-8]。因此,如何有效促进烤烟上部叶开片,提高烟叶质量和可用性是我国烟草行业急需解决的关键问题。大量研究表明,外源喷施赤霉素(GA₃)可打破上部叶内源激素平衡,进而有效促进上部叶生长^[9-10],改善上部烟叶质量。而不同地区赤霉素施用的适宜浓度不尽相同^[9-13],缺乏烤烟上部叶开片和产质量对赤霉素浓度响应机制的系统研究。玉溪是云南省清香型优质烤烟的重要产区,近 30 年普遍种植烤烟 K326,导致植烟环境发生变化,部分烟区存在烤烟上部

烟叶开片较差、叶片偏厚和烟碱含量高等实际问题,是限制当地优质烟叶质量进一步提升的重要瓶颈。基于当地 2 类烟田生产实际,笔者研究了不同赤霉素浓度对烤烟上部叶生长和品质的影响,旨在明确外源生长调节剂对烤烟上部叶生长发育的影响机制,为有效促进烤烟上部叶开片,提高上部叶质量探索有效途径。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2016 年在玉溪市新平县新化乡白达莫村进行,选择坝地和山地烟田各 1 块。同时,在玉溪市峨山县小街镇永昌村(坝地)、易门县龙泉乡滩子村(山地)布置平行试验。供试烟田土壤类型均为玉溪烟区典型红壤,肥力中等。

表 1 2016 年玉溪各试验县区烤烟生长季(5—8 月)主要气象数据

试验区 Tested County	平均气温 Average temperature //℃				降雨量 Rainfall //mm				日照时数 Sunshine hour //h			
	5 月 May	6 月 June	7 月 July	8 月 August	5 月 May	6 月 June	7 月 July	8 月 August	5 月 May	6 月 June	7 月 July	8 月 August
新平县 Xinping County	21.5	22.3	21.9	21.8	66.3	155.0	131.8	197.9	212.0	160.0	135.0	158.0
易门县 Yimen County	20.7	22.0	21.5	21.6	80.3	192.3	71.6	163.2	182.0	100.0	75.0	87.0
峨山县 Eshan County	20.4	21.7	21.4	21.2	63.4	116.1	93.0	126.7	203.0	151.0	108.0	120.0

基金项目 云南省烟草公司科技项目“玉溪植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 2017-12-11;修回日期 2017-12-22

1.2 试验材料 供试烤烟品种为玉溪市主栽烤烟品种 K326,试验用外源赤霉素为 4% 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),钾肥(K₂O,50%)。

1.3 试验设计 试验以喷施清水为对照(0 mg/L,CK),设

置 10、20、30、40、50 mg/L 5 个赤霉素浓度处理(表 1)。各处理分别以 5、10、15、20、25 g 赤霉素,清水定容至 20 L,即为设定赤霉素浓度。在打顶当天,喷施于烟株顶部第 1~6 片叶正面,对照处理喷施等量清水。试验采取随机区组设计,每个小区植烟 200 株,3 次重复,小区间设保护行。

1.4 田间管理 坝地和山地两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:P₂O₅:K₂O=90:45:300 kg/km²,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。

1.5 测定项目与方法

1.5.1 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。

1.5.2 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 片上部叶的开片情况进行调查,测量顶部 1~6 叶的叶长、叶宽,计算单叶面积,叶片面积=0.634 5 × 叶长 × 叶宽。

1.5.3 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 叶单独扎把烘烤,单独编号标记,室内称取单叶重。

1.5.4 经济性状统计。对各处理的产量、产值、中上等、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、上等烟比例等。

1.5.5 化学成分测定。烤后上部烟叶按照国家《烤烟 42 级

国标品质标准》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。

1.6 数据处理 采用 Excel 2010 进行试验数据处理,采用 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 不同赤霉素浓度对烤烟上部叶开片的影响

2.1.1 新平县山地和坝地。新平县烟株上部叶面积调查表明(图 1),山地和坝地烟株上部叶面积均随叶位下降逐渐增大,总体上坝地烟株上部叶单叶面积高于山地;随着赤霉素浓度的增加,各叶位烟叶面积均呈先升后降变化趋势,山地以赤霉素浓度 20 mg/L 处理最高(图 1a),坝地以赤霉素浓度 20~30 mg/L 处理最高(图 1b);2 类烟田烟株上部叶面积变化幅度均随叶位下降而减小。

与喷施清水(0 mg/L)处理相比,烟株上部叶面积增幅随赤霉素浓度的增加先升后降。山地增幅在赤霉素浓度 20 mg/L 时达峰值(图 1c),并随着叶位下移逐渐下降。其中,顶叶增幅最大,为 35% 左右;在赤霉素浓度大于 40 mg/L 时,除上部第 6 片叶外,山地烟株上部各叶面积均呈负增长,叶面积下降幅度随叶位下移而减小。与山地相比,相同赤霉素浓度下,坝地叶面积增幅较高(图 1d),增幅峰值出现在赤霉素浓度 20~30 mg/L,此时顶叶增幅最大,达 55% 左右。

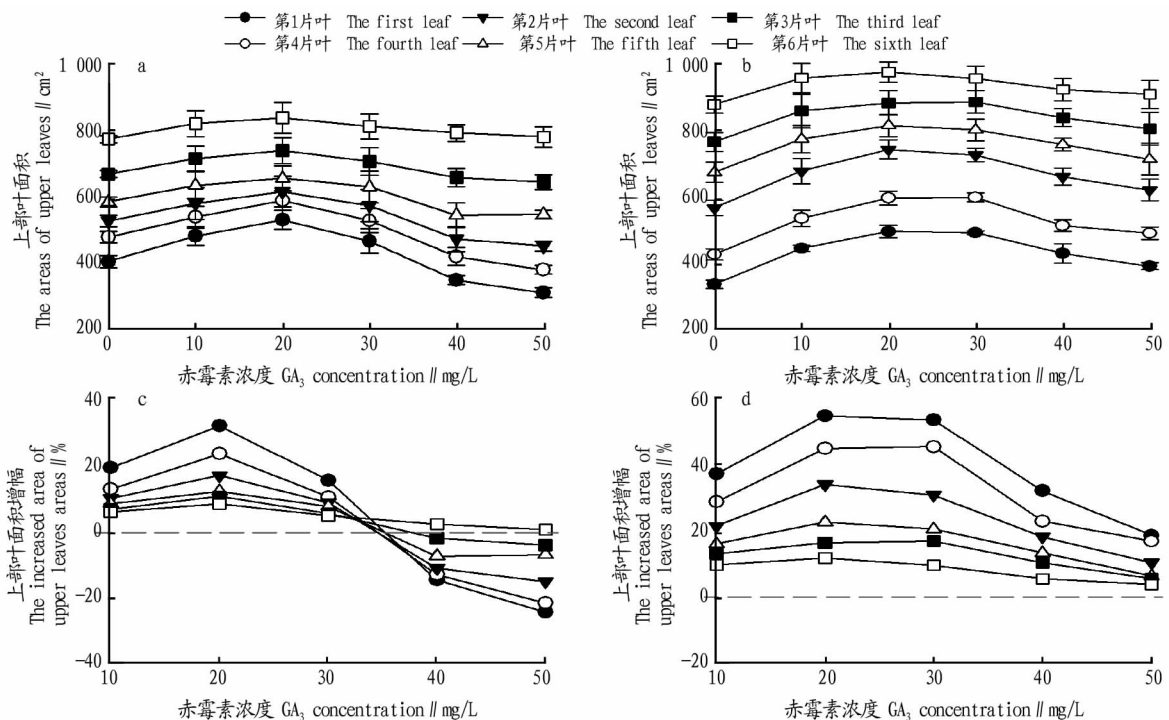


图 1 新平县山地和坝地烤烟上部叶面积对赤霉素浓度的响应

Fig.1 Response of upper leaf area to gibberellin concentration in mountainous and dam lands of Xinping County

新平县烟株上部叶干重调查表明(图 2),山地和坝地烟株上部叶干重均随叶位下降逐渐增大,总体上,坝地烟株上

部叶单叶重高于山地;随着赤霉素浓度增加,烟株上部各叶重均呈先升后降趋势,山地以赤霉素浓度 20 mg/L 处理最高

(图 2a),坝地以赤霉素浓度 30 mg/L 处理最高(图 2b);2 类烟田烟株上部叶重变化幅度均随叶位下降而减小。

计算表明,与喷施清水(0 mg/L)处理对比,烟株上部叶干重增幅随赤霉素浓度的增加先升后降。山地增幅在赤霉素浓度 20 mg/L 时达峰值(图 2c),随着叶位下移逐渐下降,其中顶叶增幅最大,为 30% 左右;在赤霉素浓度大于 40 mg/L 时,除上部第 6 片叶外,山地烟株上部各叶干重均呈负增长,叶干重下降幅度随叶位下移而减小。与山地相比,相同赤霉

素浓度下,坝地烟株上部叶干重增幅较高(图 2d),增幅峰值在赤霉素浓度 30 mg/L 时,顶叶增幅最大,达 45% 左右。

烟株上部 1~6 叶平均叶面积和干重显示,山地和坝地对赤霉素浓度的响应存在明显差异(图 3)。对于山地而言,在赤霉素浓度 20 mg/L 条件下,烟株上部平均叶面积和叶重增幅均最大,接近 20%。对于坝地而言,在赤霉素浓度 20 mg/L 条件下,上部叶面积增幅最大,为 30% 左右,赤霉素浓度 30 mg/L 条件下,干重增幅最大,为 25%。

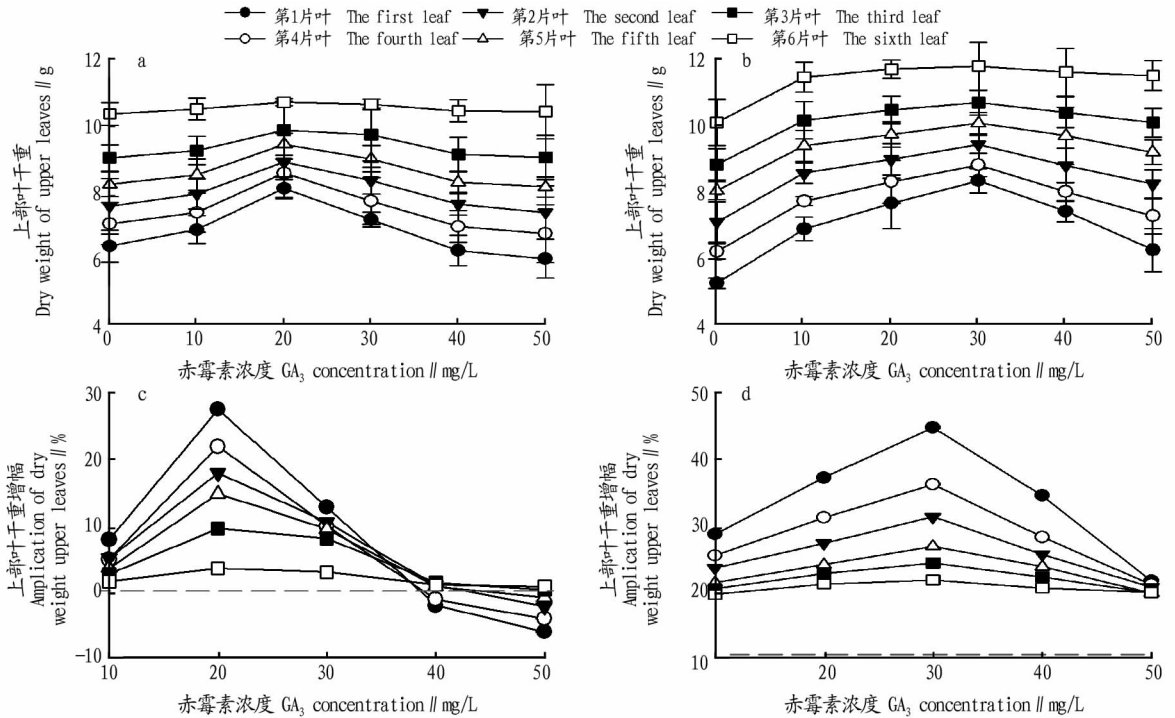


图 2 新平县山地和坝地烟株上部叶干重对赤霉素浓度的响应

Fig. 2 Response of upper leaf dry weight to gibberellin concentration in mountainous and dam lands of Xinping County

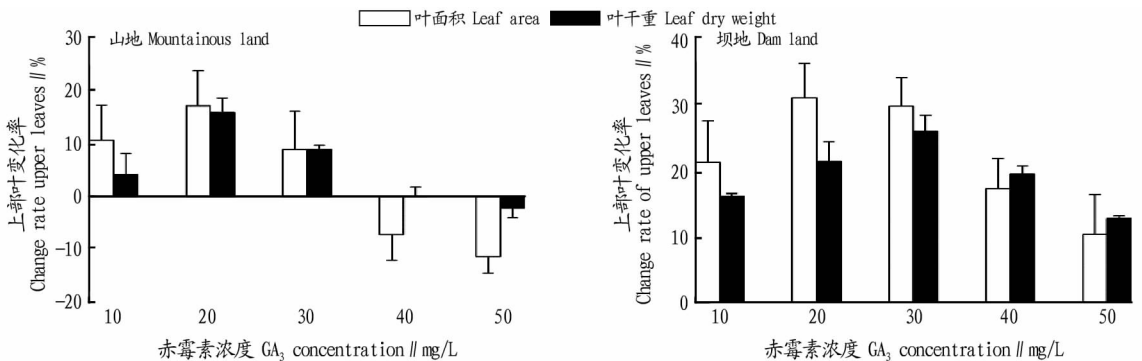


图 3 赤霉素浓度对新平县山地和坝地烤烟上部叶开片的影响

Fig. 3 Effects of gibberellin concentration on the expansion of tobacco upper leaves in mountainous and dam lands of Xinping County

2.1.2 易门县山地和峨山县坝地。易门县山地和峨山县坝地烤烟上部叶开片情况调查表明(图 4),随着赤霉素浓度的增加,2 类烟田烟株上部平均叶面积和叶重增幅均先升后降,相同赤霉素浓度条件下,坝地增幅大于山地。与喷施清水(0 mg/L)处理对比,易门县山地烟田叶面积和叶重增幅在赤霉素浓度 20 mg/L 时最大,增幅分别为 20.8% 和 16.8%;而峨山坝地烟田增幅在赤霉素浓度 30 mg/L 条件下最大,增幅分别为 31.1% 和 23.3%,说明坝地烤烟上部叶开片的适宜赤

霉素浓度高于山地,在相同赤霉素浓度下,坝地烟株上部叶开片效果明显优于山地。

2.2 不同赤霉素浓度对烟叶经济性状的影响

2.2.1 新平县坝地山地。新平县试验烟株上部叶经济性状调查表明(表 2),2 类烟田烟株上部叶经济性状均随赤霉素喷施浓度增加而先升后降,相同赤霉素浓度下,坝地高于山地。山地烟田上部叶产值量特征均以赤霉素浓度 20 mg/L 处理最高,坝地以赤霉素浓度 30 mg/L 处理最高。

由表 3 可知,2 类烟田上部叶经济性状增量均随赤霉素浓度升高而先升后降,相同赤霉素浓度下坝地高于山地。山地烟株上部叶上等烟产量、总产量、产值均以赤霉素浓度 20 mg/L 处理最大,与喷施清水(0 mg/L)处理相比,增量分别为 37.5 kg/hm²、49.5 kg/hm² 和 1 419.0 元/hm²,增幅分别为

2.25%、5.21% 和 7.19%;坝地烟株上部叶上等烟产量、总产量、产值均以赤霉素浓度 30 mg/L 处理最大,增量分别为 55.5 kg/hm²、69.0 kg/hm² 和 2 388.0 元/hm²,增幅分别为 3.02%、7.00% 和 11.38%。

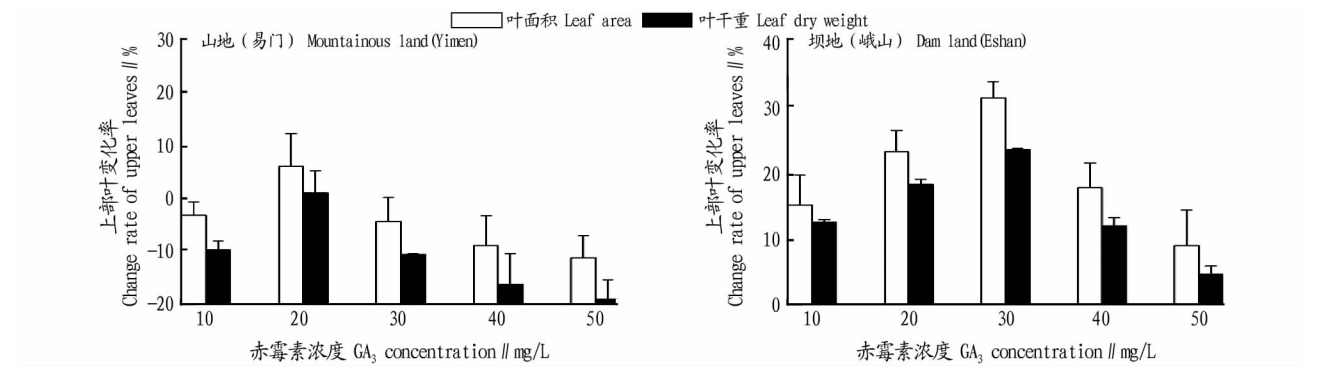


图 4 不同赤霉素浓度对易门县山地和峨山县坝地对烤烟上部叶开片的影响

Fig. 4 Effects of gibberellin concentration on the expansion of tobacco upper leaves in mountainous (Yimen County) and dam lands (Eshan County)

表 2 赤霉素浓度对新平县山地和坝地烤烟上部叶经济性状的影响

Table 2 Effects of gibberellin concentration on the economic characters of tobacco upper leaves in the mountainous and dam lands of Xinping County

烟田 Tobacco land	赤霉素浓度 GA ₃ concentration mg/L	上等烟比例 Proportion of first- class tobacco // %	中等烟比例 Proportion of middle- class tobacco // %	产量 Yield kg/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	均价 Average price 元/kg
山地 Mountainous land	0	30.3	31.5	951.0	19 726.5	20.7
	10	31.2	30.6	963.0	20 352.0	21.1
	20	32.5	33.0	1 000.5	21 145.5	21.1
	30	30.2	31.8	972.0	19 933.5	20.5
	40	28.6	30.9	945.0	19 296.0	20.4
	50	28.3	29.1	912.0	17 419.5	19.1
坝地 Dam land	0	34.2	33.8	985.5	20 988.0	21.3
	10	35.5	32.9	1 002.0	21 841.5	21.8
	20	36.7	33.7	1 029.0	22 668.0	22.0
	30	37.3	32.7	1 054.5	23 376.0	22.2
	40	33.7	34.9	1 009.5	21 490.5	21.3
	50	32.7	31.4	940.5	19 878.0	21.1

表 3 赤霉素浓度对新平县山地和坝地烤烟上部叶主要经济性状增幅的影响

Table 3 Effects of gibberellin concentration on the increase rate of major economic characters of tobacco upper leaves in the mountainous and dam lands of Xinping County

赤霉素浓度 GA ₃ concentration mg/L	山地 Mountainous land // %			坝地 Dam land // %		
	上等烟比例 Proportion of first- class tobacco	产量 Yield	产值 Output value	上等烟比例 Proportion of first- class tobacco	产量 Yield	产值 Output value
10	0.87 b	1.26 b	3.17 b	1.23 b	1.67 b	4.07 c
20	2.25 a	5.21 a	7.19 a	2.48 ab	4.41 ab	8.00 b
30	-0.03 c	2.21 b	1.05 b	3.02 a	7.00 a	11.38 a
40	-1.71 d	-0.63 c	-2.18 c	-0.52 bc	2.44 b	2.39 c
50	-1.99 d	-4.10 d	-11.69 d	-1.55 c	-4.57 c	-5.29 d

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 ($P < 0.05$)

2.2.2 峨山县坝地和易门县山地。峨山县坝地和易门县山地试验经济性状调查表明(表 4), 与新平县 2 类烟田试验结果相似, 山地烤烟上部叶各产值量参数以赤霉素 20 mg/L 处理最高, 坝地以 30 mg/L 处理最高。进一步计算上部叶产值量变化量表明(表 5), 易门县山地烤烟上部叶上等烟产量、总产量、产值均以赤霉素浓度 20 mg/L 处理最大, 与喷施清

水对比, 增量分别为 94.5 kg/hm²、103.5 kg/hm² 和 3 643.5 元/hm², 增幅分别为 5.15%、14.94% 和 18.60%; 坝地增量以赤霉素浓度 30 mg/L 处理最大, 分别为 139.0 kg/hm²、139.5 kg/hm² 和 5 892.0 元/hm², 增幅分别为 3.69%、11.91% 和 17.66%。

表 4 赤霉素浓度对易门县山地和峨山县坝地试验烤烟上部叶主要经济性状的影响

Table 4 Effects of gibberellin concentration on the economic characters of tobacco upper leaves in the mountainous(Yimen) and dam(Eshan) lands

烟田 Tobacco land	赤霉素浓度 GA ₃ concentration mg/L	上等烟比例 Proportion of first- class tobacco//%	中等烟比例 Proportion of middle- class tobacco//%	产量 Yield kg/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	均价 Average price 元/kg
山地(易门) Mountainous land	0	51.3	39.9	691.5	19 585.5	28.3
	10	53.2	38.8	760.5	21 798.0	28.7
	20	56.4	39.2	795.0	23 229.0	29.2
	30	52.7	36.2	754.5	21 159.0	28.0
	40	50.5	37.2	709.5	19 207.5	27.1
坝地(峨山) Dam land	50	48.1	35.8	679.5	17 689.5	26.0
	0	57.7	27.4	1 171.5	33 357.0	28.5
	10	58.4	28.9	1 207.5	35 139.0	29.1
	20	60.2	29.7	1 242.0	36 453.0	29.4
	30	61.4	33.6	1 311.0	39 249.0	29.9
	40	57.3	30.9	1 279.5	37 044.0	29.0
	50	55.1	29.4	1 218.0	34 221.0	28.1

表 5 赤霉素浓度对易门县山地和峨山县坝地烤烟主要经济性状增幅的影响

Table 5 Effects of gibberellin concentration on the increase rate of major economic characters of tobacco upper leaves in the mountainous(Yimen) and dam(Eshan) lands

赤霉素浓度 GA ₃ concentration mg/L	山地(易门) Mountainous land//%			坝地(峨山) Dam land//%		
	上等烟比例 Proportion of first- class tobacco	产量 Yield	产值 Output value	上等烟比例 Proportion of first- class tobacco	产量 Yield	产值 Output value
10	1.98 b	9.98 b	11.30 b	0.64 b	3.07 c	5.34 c
20	5.15 a	14.97 a	18.60 a	2.39 ab	6.02 b	9.28 bc
30	1.41 b	9.11 b	8.03 b	3.69 a	11.91 a	17.66 a
40	-0.74 c	2.60 c	-1.93 c	0.58 b	9.22 ab	11.05 b
50	-3.15 d	-1.74 d	-9.68 d	-2.70 c	3.97 c	2.59 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($P<0.05$)

2.3 不同赤霉素浓度对烤烟上部叶化学成分的影响

2.3.1 新平县和坝地。新平县 2 类烟田烤烟上部叶内在化学成分测定表明(表 6),随着赤霉素浓度的增加,2 类烟田上部叶两糖差、烟碱均先降后增,总氮、总钾含量及氮碱比均先升后降,而糖碱比持续下降。山地烤烟以赤霉素浓度 20 mg/L 处理的上部叶总氮、总钾含量最高,两糖差、烟碱含

量最低,氮碱比最趋近于 1;以赤霉素浓度 10 mg/L 处理糖碱比最趋近于 10。坝地烤烟以赤霉素浓度 30 mg/L 处理上部叶两糖差、烟碱含量最低,总钾含量最高,氮碱比最趋近于 1,以赤霉素浓度 10 mg/L 处理糖碱比最趋近于 10,而总氮含量以赤霉素浓度 20 mg/L 处理最高。

表 6 赤霉素浓度对新平县山地和坝地烤烟上部叶化学成分的影响

Table 6 Effects of gibberellin concentration on the chemical components of tobacco upper leaves in mountainous and dam lands in Xinping County

烟田 Tobacco land	赤霉素浓度 GA ₃ concentration mg/L	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
山地 Mountainous land	0	32.62	27.01	5.61	1.99	3.09	1.83	10.55	0.64
	10	28.90	23.92	4.98	2.32	2.93	1.89	9.86	0.79
	20	24.85	23.19	1.66	2.35	2.61	2.23	9.51	0.90
	30	25.61	23.35	2.26	2.30	2.94	2.17	8.71	0.78
	40	26.18	23.60	2.58	2.00	3.03	2.00	8.63	0.66
坝地 Dam land	50	27.41	23.82	3.59	2.01	3.41	1.99	8.03	0.59
	0	34.51	27.75	6.76	1.97	2.99	1.84	11.53	0.66
	10	28.22	24.43	3.79	2.12	2.81	2.05	10.04	0.75
	20	26.53	23.65	2.88	2.42	2.73	2.14	9.71	0.89
	30	23.37	21.98	1.39	2.23	2.44	2.35	9.57	0.93
	40	24.33	22.26	2.07	2.20	2.61	2.32	9.33	0.84
	50	25.99	23.09	2.90	2.09	2.82	2.24	9.22	0.74

2.3.2 易门县山地和峨山县坝地。易门县山地和峨山县坝地烤烟上部叶化学成分测定表明(表 7),与新平县 2 类烟田试验结果相似,随着赤霉素浓度的增加,易门县山地和峨山县坝地上部叶两糖差、烟碱含量均先降后增,总氮、总钾含量及氮碱比均先升后降,而糖碱比持续下降。易门县山地以赤霉素浓度 20 mg/L 处理的上部叶总氮、总钾含量最高,两糖差、烟碱含量最低,氮碱比最优;峨山县坝地烤烟以赤霉素浓

度 30 mg/L 处理的上部叶总氮含量最高,两糖差、烟碱含量最低,而总钾含量以赤霉素浓度 20 mg/L 处理最高,氮碱比以赤霉素浓度 20 mg/L 和 30 mg/L 处理最优。说明,赤霉素喷施浓度 20 mg/L 最有利于山地烤烟上部叶化学成分的提
高,而坝地的最适赤霉素喷施浓度可适当提高,在 20 ~ 30 mg/L 范围为宜。

表 7 赤霉素浓度对易门县山地和峨山县坝地烤烟上部叶化学成分的影响

Table 7 Effects of gibberellin concentration on the chemical components of tobacco upper leaves in mountainous(Yimen)and dam(Eshan)lands									
烟田 Tobacco land	赤霉素浓度 GA ₃ concentrations mg/L	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
山地(易门)	0	28.65	24.83	3.82	2.14	3.44	2.02	8.33	0.62
Mountainous land	10	26.12	23.48	2.64	2.38	3.21	2.13	8.14	0.74
	20	24.35	21.90	1.45	2.46	3.03	2.32	8.04	0.81
	30	24.51	22.31	2.40	2.34	3.12	2.28	7.86	0.75
	40	24.83	21.81	3.42	2.31	3.19	2.25	7.78	0.72
	50	25.03	22.40	3.63	2.26	3.24	2.11	7.73	0.70
坝地(峨山)	0	30.34	25.21	5.13	2.05	3.31	2.31	9.17	0.62
Dam land	10	26.70	23.70	3.00	2.22	3.06	2.44	8.73	0.73
	20	23.89	21.02	2.87	2.39	2.83	2.92	8.44	0.84
	30	22.53	20.57	1.96	2.41	2.88	2.67	7.82	0.84
	40	22.87	20.18	2.68	2.34	3.06	2.57	7.47	0.76
	50	23.42	21.20	3.72	2.28	3.19	2.40	7.34	0.71

3 讨论与结论

赤霉素促进烤烟叶片生长的效果已被大量研究所证实^[11,13-15]。该研究针对玉溪烟区烤烟 K326 存在上部叶开片不佳、工业可用性低等问题,以山地和坝地 2 类典型烟田为对象,探讨不同赤霉素浓度对烤烟上部 1~6 叶生长的影响。结果表明,适宜的赤霉素浓度可有效促进烤烟上部叶开片,而 2 类烟田的适宜赤霉素浓度不同,坝地总体高于山地。对于山地而言,赤霉素浓度 20 mg/L 效果最佳,上部平均叶面积增幅为 20% 左右,这与李浩亮等^[10]的试验结果基本相同;对于坝地而言,赤霉素浓度为 30 mg/L 最有利于促进上部叶开片,平均叶面积增幅为 30% 左右,这与李建忠等^[13]的试验结果基本相同。其作用机理可能是打顶后喷施赤霉素有效促进烟叶细胞分裂及伸长生长。而烤烟上部 1~6 叶生长对赤霉素的响应有所不同,顶叶对赤霉素的响应敏感,叶面积和叶重增幅随赤霉素浓度不同变化较大,山地变幅大于坝地;在适宜浓度下,单叶面积和干重增幅随上部叶位下移逐渐减小,坝地高于山地。

付鑫钟等^[9]研究表明打顶后喷施赤霉素可提高烟叶的产量,减少烟碱含量;史金钟等^[11]研究表明,打顶后喷施赤霉素可以降低烟叶烟碱的含量;邹焱等^[16]的研究表明在打顶后施用生长调节剂对烟叶有提钾降碱的作用。该研究结果表明,山地烤烟上部叶上等烟产量、总产量、产值增量均以赤霉素浓度 20 mg/L 处理最大,新平和易门县山地上部叶产量分别增加 5.21% 和 14.97%;坝地增量以赤霉素浓度 30 mg/L 处理最大,新平和峨山县坝地上部叶产量分别增加 7.00% 和 11.91%。在适宜赤霉素浓度下,两糖差和烟碱明

显降低,而总氮、总钾含量显著升高,氮碱比最趋近于 1,而糖碱比相对适中。由此可见,适宜的赤霉素浓度不仅可有效提高烤烟上部叶产值量,而且有效协调主要化学成分,有利于上部烟叶品质和工业可用性的提高。

李建忠等^[13]研究认为,上部叶对赤霉素敏感,低浓度有促进上部叶生长的作用,浓度过高时促进作用减弱。该研究表明,烤烟上部 1~6 叶中,以顶叶生长对赤霉素的响应最为敏感,随赤霉素浓度变化,其叶面积和叶重变幅最大。赤霉素在 30 mg/L 以上时,2 类烟田上部叶平均叶面积和叶重增幅显著下降,在 50 mg/L 时,叶面积和叶重无明显增加,或出现下降现象(山地),上等烟比例明显低于对照,烘烤后烟叶青黄烟明显增加。原因在于赤霉素有效促进烟叶细胞生长,提高烟叶持绿性,推迟了烟叶成熟落黄,导致烟叶贪青晚熟,直接影响烟叶烘烤质量。这说明高浓度赤霉素对烤烟上部叶开片无明显作用,在无相应采烤技术优化的条件下,可能导致烟叶产量和质量下降。此外,该研究仅针对玉溪烟区 2 类典型红壤烟田,于烤烟打顶期开展赤霉素浓度试验,结果有待进一步验证。

参考文献

[1] 朱尊权. 烟叶的可用性与卷烟的安全性[J]. 烟草科技,2000(8):3-6.

[2] 许自成,黄平俊,苏富强,等. 不同采收方式对烤烟上部叶内在品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33(11):13-17.

[3] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 朱尊权,等译. 上海:远东出版社,1993:450-510.

[4] 陈建军,周瑞芳,雷云青. 提高上部烟叶质量的技术探讨[J]. 安徽农学通报,2009,15(13):91-92.

[5] 胡国松,傅建政,张丙孝,等. 目前我国烤烟烟叶质量的若干限制因子[J]. 中国烟草科学,1999(4):12-15.

(下转第 99 页)

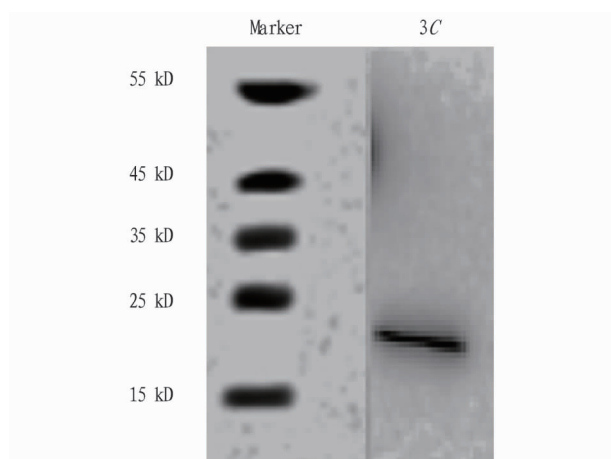


图 5 Western blot 鉴定 EV71 病毒 3C 融合蛋白的表达

Fig. 5 Expression identification of EV71 3C fusion protein by Western blot

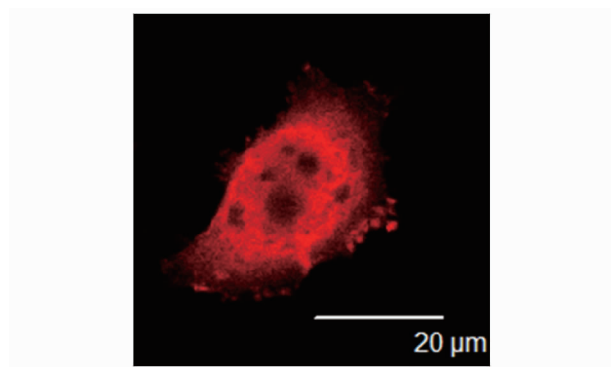


图 6 EV71 病毒 3C 在 HeLa 细胞中的定位

Fig. 6 Localization of EV71 3C in HeLa cells

3 结论与讨论

小 RNA 病毒科病毒主要包括口蹄疫病毒、鼻病毒、脑心肌炎病毒、肠道病毒,它不仅是感染家畜的重要病原体,而且也是感染人的重要病原体。包括 EV71 病毒在内的诸多小 RNA 病毒感染机体后,严重者可导致神经系统的并发症,甚至死亡^[6],小 RNA 病毒科病毒感染会给国民生命财产安全和畜牧业发展带来巨大的损失,这是不容忽视的。

小 RNA 病毒科的多种病毒都编码 3C 蛋白酶,作为小 RNA 病毒科众多种属中的共同水解蛋白酶,其不仅在剪切病毒蛋白前体、促进病毒复制中起重要作用,而且可以通过抑制抗病毒天然免疫应答,使病毒自身在宿主细胞中大量增殖^[7]。脊髓灰质炎病毒和 EV71 病毒的 3C 蛋白可以直接裂解 RIG-I,从而抑制 RIG-I 下游信号^[8]。甲型肝炎病毒^[9]、

鼻病毒^[10]和柯萨奇病毒 B 组 3 型^[11]的 3C 蛋白可以通过直接裂解 MAVS 来抑制 I 型感染素的产生。FMDV 病毒的 3C 蛋白不仅能够切割宿主蛋白 PCBP2,影响宿主蛋白的翻译,而且能够通过阻碍 IRF-3/7 的活化抑制 IFN- α 1/ β 启动子的激活,从而抑制 I 型干扰素的产生^[12]。这些研究预示着,3C 蛋白酶的研究将会在重大病毒性疾病,如手足口病、口蹄疫、病毒性心肌炎、甲型肝炎、病毒性感冒、病毒性咽峡炎等的攻克方面发挥重要的指导价值。

通过前期对 FMDV 病毒 3C 蛋白的研究,提示 EV71 病毒 3C 蛋白也可能具有相似的生物学功能。为了进一步比较 FMDV 病毒 3C 蛋白和 EV71 病毒 3C 蛋白生物学功能的差异,构建了 3C 蛋白的真核表达载体,并转染 HeLa 真核细胞,验证其表达情况。转染后的结果显示 EV71 病毒 3C 蛋白在细胞内能够正确表达,证明构建和转染都是成功的。在高效表达 EV71 病毒 3C 蛋白后,采用倒置荧光显微镜观察红色荧光在 HeLa 细胞中的分布,结果显示 EV71 病毒 3C 蛋白均匀定位在细胞核与细胞质当中。该研究为后续深入研究小 RNA 病毒 3C 蛋白的生物学功能奠定了一定的基础。

参考文献

- [1] 杨春梅,黄丽,王海伟,等. 口蹄疫病毒 3C 蛋白酶切割宿主蛋白 PCBP2 [J]. 中国预防兽医学报,2014,36(6):419-422.
- [2] WANG J Y, XIAO Y N, CHEKE R A. Modelling the effects of contaminated environments on HFMD infections in mainland China [J]. Biosystem, 2016, 140:1-7.
- [3] 罗永彬,井申荣. 肠道病毒 71 型 2A, 3C, 3D 蛋白的研究进展 [J]. 中国生物制品学杂志,2012,25(10):1395-1398.
- [4] KUO C J, SHIE J J, FANG J M, et al. Design, synthesis, and evaluation of 3C protease inhibitors as anti-enterovirus 71 agents [J]. Bioorg Med Chem, 2008, 16(15):7388-7398.
- [5] ZHANG L J, HUANG G L, CAI Q X, et al. Optimize the interactions at S4 with efficient inhibitors targeting 3C proteinase from enterovirus 71 [J]. J Mol Recognit, 2016, 29(11):520-527.
- [6] ANASTASINA M, DOMANSKA A, PALM K, et al. Human picornaviruses associated with neurological diseases and their neutralization by antibodies [J]. J Gen Virol, 2017, 98(6):1145-1158.
- [7] CHAN Y K, GACK M U. Viral evasion of intracellular DNA and RNA sensing [J]. Nat Rev Microbiol, 2016, 14(6):360-373.
- [8] BARRAL P M, SARKAR D, FISHER P B, et al. RIG-I is cleaved during picornavirus infection [J]. Virology, 2009, 391(2):171-176.
- [9] YANG Y, LIANG Y Q, QU L, et al. Disruption of innate immunity due to mitochondrial targeting of a picornaviral protease precursor [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2007, 104(17):7253-7258.
- [10] DRAHOS J, RACANELLO V R. Cleavage of IPS-1 in cells infected with human rhinovirus [J]. J Virol, 2009, 83(22):11581-11587.
- [11] MUKHERJEE A, MOROSKY S A, DELORME-AXFORD E, et al. The coxsackievirus B 3C^{pro} protease cleaves MAVS and TRIF to attenuate host type I interferon and apoptotic signaling [J]. PLoS Pathog, 2011, 7(3):1-14.
- [12] 王荡. 口蹄疫病毒 L^{pro} 和 3C^{pro} 调控宿主抗病毒天然免疫反应的分子机制研究 [D]. 武汉:华中农业大学,2011:85-90.

(上接第 51 页)

- [6] 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(6):5-9, 31.
- [7] 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.
- [8] 杨磊, 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 史金钟, 赵东方, 李浩亮, 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.

- [12] 肖遂, 周冀衡, 何伟, 等. GA 施用方式对烤烟主要产量指标的影响 [J]. 作物研究, 2009, 23(3):184-187.
- [13] 李健忠, 薛立新, 朱金峰, 等. 赤霉素和茶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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.