

腐植酸水溶肥对高海拔烤烟生长及品质的影响

关 峰, 刘义梅, 汪安斌, 徐梦洁, 张贺翠, 朱利泉*

(西南大学农学与生物科技学院, 重庆 400715)

摘 要: 重庆市黔江烟区为高海拔多雨烟区, 烟苗移栽前后气温较低, 不利于其生长发育, 为改善这一现状, 于 2022 年施加含腐植酸水溶肥料的生根剂。在烟苗移栽后分为 4 个浓度处理: CK (0 mg/L)、T1 (60 mg/L)、T2 (90 mg/L)、T3 (120 mg/L), 灌根喷施, 每个小区按照 T1、T2、T3 处理的浓度施加 50 L; 并从农艺性状、初烤烟叶的外观质量、化学成分和经济性状等指标探究腐植酸对烤烟品种云烟 87 产量和质量的影响。T2 和 T3 处理的各方面皆优于 T1 处理和对照, 在农艺性状及田间生长势方面 T2 与 T3 处理基本相同, T3 处理株高及叶面积稍高于 T2 处理; 各部位烟叶干鲜比 T2 处理较好; 烤后烟叶的化学成分中, C3F 等级烟叶 T2 处理最佳, B2F 等级烟叶 T3 处理烟碱及氮含量稍高于 T2 处理; T2 与 T3 处理烟叶评吸质量相差不大, T2 处理香气质及香气量稍多; 经济价值方面, T2 处理产量、产值均为最佳。经对比分析得出, T2 处理为最佳浓度处理。

关键词: 烤烟; 生根剂; 腐植酸; 生长势; 外观质量

腐植酸水溶肥料属于植物功能性生根剂。生根剂是一种植物生长调节剂, 主要成分是生长素类似物, 能够促进植物内源激素的合成^[1-2]。生根剂通过调控植物体内的酶活性及酶活力, 增强前期根系的分裂, 改善根的活力, 促进不定根的萌发, 从而降低因扦插、移栽等栽培措施引起的根系损伤, 使得植物更好地吸收土壤中的水分与营养, 缩短苗期, 提高植物幼苗的抗逆性, 间接提高了成熟后作物的产量和质量。生根剂在扦插类苗木繁殖^[3-6]和大田作物^[7-10]中应用广泛, 但在烟草中的应用及研究较少, 通过不同浓度生根剂处理移栽期烟苗, 观察其生长势及经济性状, 可为生根剂在烤烟上的推广应用提供参考。

黔江烟区为重庆市主要烟区之一, 主要种植品种为云烟 87, 其质量高低对烟区有重要影响, 黔江烟区属高海拔地区, 常年气温平均 15.4℃, 烤烟移栽前后气温较低, 不利于烟苗生长发育, 本试验为提高移栽期烟苗抗逆性, 缩短生育期, 以不同浓度处理的生根剂进行灌根喷施, 筛选出最佳浓度处理推广应用, 以提高黔江烟区烟叶质量。

收稿日期: 2023-06-29; 录用日期: 2023-08-26

基金项目: 基于“黄金叶”品牌导向的黔江烟叶定向生产和使用技术研究 (4412000915)。

作者简介: 关峰 (1999-), 硕士在读, 研究方向为植物生理生化。

E-mail: 874940979@qq.com。

通讯作者: 朱利泉, E-mail: zhuliquan@swu.edu.cn。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在重庆市黔江区阿蓬江镇麒麟村 (108°28'—108°56'E, 29°04'—29°52' N) 进行, 平均海拔 1280 m, 年均气温 15.4℃, 年均降水量 1213 mm, 属中亚热带季风性湿润气候。土壤质地为中壤, 土壤有机质 26.5 g/kg、碱解氮 213.8 mg/kg、有效磷 68.4 mg/kg、速效钾 738.3 mg/kg, 氯含量 45.5 mg/kg, pH 6.48。

1.2 供试材料

供试烤烟品种: 云烟 87。供试生根剂: 腐植酸水溶肥, 由河南清大益农公司提供, 含量为腐植酸 ≥ 30 g/L, $N+P_2O_5+K_2O \geq 200$ g/L。

1.3 方法

1.3.1 试验设计

试验小区采用完全随机区组排列, 试验共设 4 个不同浓度腐植酸水溶肥的处理, 3 次重复, 共 12 个小区, CK (对照) 为 0 mg/L, T1 为 60 mg/L, T2 为 90 mg/L, T3 为 120 mg/L。每个小区种约 60 烟株, 3 ~ 5 行, 四周设置保护行。试验以黔江烟区正常时间进行移栽, 每公顷植 15750 株左右, 行距 1.15 m, 株距 0.55 m, 在移栽后按照小区进行灌根喷施生根剂。除试验设置外, 其他栽培管理技术及农事操作均按黔江当地生产标准执行。

1.3.2 施加方法

在移栽后采用灌根施加腐植酸水溶肥, 分为 4

个浓度处理 CK (0 mg/L)、T1 (60 mg/L)、T2 (90 mg/L)、T3 (120 mg/L), 每个小区按照 T1、T2、T3 的浓度施加 50 L。

1.3.3 指标测定

主要生育期测定: 记录各个品种的移栽期、团棵期、旺长期、现蕾期、打顶期、脚叶成熟期、腰叶成熟期、顶叶成熟期及大田生育期的具体日期。

农艺性状测定: 按照《烟草农艺性状调查测量方法》(YC/T 142—2010) 测定各小区烟株在现蕾期和成熟期的株高、茎围、节间距、各部位的叶长和叶宽以及有效叶数等农艺性状, 每个处理设置 3 次重复, 每个重复选取 5 株烟进行测定。

化学成分测定: 在产量、质量统计结束后, 选取中部叶 (C3F) 1 kg 烘干后研磨过筛, 干燥保存。采用 3,5-二硝基水杨酸 (DNS) 比色法测定总糖和还原糖^[11], 凯氏定氮仪测定氮含量^[12], 硫酸法测定氯含量^[13], 火焰光度计测定钾含量^[14], 提取脱色法测定烟碱含量^[15]。

经济形状测定: 根据《烤烟》(GB 2635—1992) 分级标准^[16] 对烤后烟叶分级, 根据国家烟

叶收购价格估算产值, 并统计烟叶产量、上等烟比例、中等烟比例和下等烟比例。

1.4 数据处理

采用 Excel 2019 和 SPSS 25.0 对试验数据进行单因素方差显著性分析。

2 结果与分析

2.1 生育期比较

在大田种植后, 记录各处理烟株的生长发育进程, 具体情况如表 1 所示。各处理烟株于 2022 年 5 月 12 日进行移栽, T2 与 T3 处理还苗期最短, 仅 7 d 长出新叶, T1 为 8 d, CK 为 9 d。移栽后成活率提高 5% 左右。T2 和 T3 处理优先进入团棵期, T1 次之, CK 最慢; 各处理旺长期基本相同; T1 与 T2 处理先开花, 达到现蕾期; 按当地田间管理规范操作, 于 7 月 11 日对各小区烟株打顶; 从脚叶、腰叶、顶叶成熟期来看, 经生根剂处理的烟株都能比 CK 烟株更快地成熟; 各处理烟株大田生育期要缩短 10 d 左右。可见, 腐植酸肥料的施用不止缩短了烟株移栽后的还苗期, 还有助于后期烟叶的成熟。

表 1 各处理烟株生长发育进程

处理	移栽期 (月-日)	还苗期 (d)	成活率 (%)	团棵期 (月-日)	旺长期 (月-日)	现蕾期 (月-日)	打顶期 (月-日)	脚叶成熟期 (月-日)	腰叶成熟期 (月-日)	顶叶成熟期 (月-日)	大田生育期 (d)
CK	05-12	9	80.0	06-05	06-22	07-01	07-11	07-23	08-17	09-03	111
T1	05-12	8	84.2	06-04	06-22	06-30	07-11	07-23	08-16	09-02	110
T2	05-12	7	85.1	06-03	06-22	06-30	07-11	07-22	08-15	09-02	110
T3	05-12	7	85.0	06-03	06-22	07-01	07-11	07-22	08-15	09-02	110

2.2 成熟期农艺性状

本试验 4 个处理成熟期的农艺性状在叶长、叶宽、叶面积等指标中均存在显著差异, 其具体情况如表 2 所示。在株高方面, T3 表现最高, 为 103.2 cm, 比 CK 高 12.8 cm。在茎围及平均节间距方面, T2 与 T3 基本相同, T1 与 CK 差异不大, T1、T2、T3 均高于 CK。在上部叶长、宽、面积方面, T2 与 T3 基本一致, T1 上部叶长略低于 CK; 在中部叶长、宽、面积方面, T1 与 T2 叶长表现一致, T2 叶宽最大, CK 叶宽高于 T1; 在下部叶长、宽、面积方面, T3 叶长最大, CK 叶长高于 T1, 且 CK 叶宽表现最高。各处理有效叶数表现基本相同, 约为 17 片。

2.3 生物学性状

通过记录各处理的田间生长情况, 得出的生物学性状如表 3 所示。在株形与叶形方面, 各处理均

表现为筒形和长椭圆形; 在叶色方面, CK 和 T1 的叶色表现为“绿”, T2 和 T3 表现为“深绿”; 在主脉粗细上, T2 和 T3 为“粗”, CK 和 T1 为“中”; 各处理的田间整齐度较好, 其成熟特征为分层落黄。各个处理中, T2 和 T3 在田间的生长势较强, CK 在田间的生长势中等, 而 T1 在移栽后前 30 d 的生长势较强, 在移栽后前 50 d 的生长势表现中等。

2.4 烤后烟叶外观质量

由表 4 可知, 不同处理烤后烟叶的外观质量有所不同。各个处理烤后烟叶成熟度、烤后烟叶颜色的差别不大, 分别表现为“成熟”“橘黄”; 在中桔三 (C3F) 等级烟叶中, 各处理色度“强”、油分“多”, 表现好于 CK, 身份均为中等; 在上桔二 (B2F) 等级烟叶中, T2、T3 处理色度“强”, 优于 CK 与 T1 处理, T1 与 T2 处理叶片结构与身份更佳, 各处理油分均表现为“多”。

表 2 成熟期农艺性状

处理	株高 (cm)	茎围 (cm)	平均节间距 (cm)	上部叶长 (cm)	上部叶宽 (cm)	上部叶面积 (cm ²)	中部叶长 (cm)
CK	90.4Bb	8.4Aa	6.02Bb	60.0ABab	15Bb	575.11Bb	70.0Aa
T1	95.2ABab	8.7Aa	6.12ABab	59.0Bb	16Bb	601.50ABab	72.0Aa
T2	97.2ABab	8.9Aa	6.21Aa	65.4Aa	18Bb	750.36Aa	72.1Aa
T3	103.2Aa	8.9Aa	6.33Aa	65.8Aa	18Bb	751.76Aa	74.4Aa

处理	中部叶宽 (cm)	中部叶面积 (cm ²)	下部叶长 (cm)	下部叶宽 (cm)	下部叶面积 (cm ²)	有效叶数 (片)
CK	23.2Aa	1031.82Aa	66.6Aa	28.6Aa	1208.57Aa	17.2Aa
T1	22.8Aa	1042.73Aa	64.6Aa	28.2Aa	1167.73Aa	17.2Aa
T2	25.8Aa	1180.28Aa	69.6Aa	28.0Aa	1236.26Aa	17.2Aa
T3	25.0Aa	1182.20Aa	72.6Aa	28.2Aa	1299.20Aa	17.5Aa

注：不同小写字母表示 0.05 水平上的显著性，不同大写字母表示 0.01 水平上的显著性。下同。

表 3 生物学性状

处理	株形	叶形	叶色	主脉粗细	田间整齐度	成熟特征	生长势	
							移栽后前 30 d	移栽后前 50 d
CK	筒形	长椭圆形	绿	中	整齐	分层落黄	中	中
T1	筒形	长椭圆形	绿	中	整齐	分层落黄	强	中
T2	筒形	长椭圆形	深绿	粗	整齐	分层落黄	强	强
T3	筒形	长椭圆形	深绿	粗	整齐	分层落黄	强	强

表 4 烤后烟叶外观质量

等级	处理	成熟度	颜色	色度	油分	叶片结构	身份
C3F	CK	成熟	橘黄	浓	有	疏松	中等
	T1	成熟	橘黄	强	多	疏松	中等
	T2	成熟	橘黄	强	多	疏松	中等
	T3	成熟	橘黄	强	多	疏松	中等
B2F	CK	成熟	橘黄	浓	有	中等	中等
	T1	成熟	橘黄	浓	有	稍密	稍厚
	T2	成熟	橘黄	强	有	稍密	稍厚
	T3	成熟	橘黄	强	有	中等	中等

2.5 烟叶干鲜比

通过对各部位烟叶干重、鲜重及烘干率进行统计，得出的对比如表 5 所示。下部叶中 T2 单叶重、烘干率及干鲜比最大；中部叶中 T3 单叶重表现最

高，T1 表现最差；上部叶中 T2 表现最好，CK 与 T1 稍差。综合分析，T2 的烘干率及干鲜比最大，烟叶产出较多。

表 5 各处理烟叶干鲜比

处理	下部叶			中部叶			上部叶		
	单叶重 (g)	烘干率 (%)	干鲜比	单叶重 (g)	烘干率 (%)	干鲜比	单叶重 (g)	烘干率 (%)	干鲜比
CK	6.1Aa	12.34Aa	0.12Aa	11.44Aa	20.72Aa	0.21Aa	10.86Aa	17.23Aa	0.17Aa
T1	6.8Aa	13.77Aa	0.14Aa	11.04Aa	20.42Aa	0.20Aa	10.69Aa	17.43Aa	0.17Aa
T2	7.3Aa	14.46Aa	0.15Aa	11.40Aa	23.59Aa	0.24Aa	11.25Aa	17.91Aa	0.18Aa
T3	6.0Aa	13.05Aa	0.13Aa	11.92Aa	20.25Aa	0.20Aa	11.09Aa	17.55Aa	0.18Aa

2.6 化学成分

由表6可知,在中桔三(C3F)等级烟叶中,各个处理烟碱含量均高于2.9%,最高的是T2,为3.38%,T3次之,T1最低;所有处理中部烟叶总氮含量均处于1.5%~2.5%的适宜范围内,总氮含量最高的是T2,含量为2.12%,最低的为T1,含量为1.90%。各处理中钾含量只有T2、T3略高于CK。各处理中总糖及还原糖含量最高的为T1,其中总糖含量为32.8%,还原糖含量为23.43%。氮碱比均处于适宜范围内,最高为CK,最低为T2和T3。糖碱比均高于8,最高为T1,最低为T2。糖氮比均高于4~10的适宜范围,最高为T1,最低为T2。钾氯比均处于

适宜范围内,最高为T3,最低为T2。

在上桔二(B2F)等级烟叶中,CK烟碱含量最低,其他3个处理均高于3%;所有处理上部叶总氮含量处于1.6%~2.8%的适宜范围内,T3含量最高;各处理中只有T2钾含量高于CK;上部叶还原糖适宜范围为16%~21%,T2最高,为23.17%,T1含量最低,为19.83%;CK与T1总糖含量稍低,T2与T3基本相同,在30%左右。氮碱比均处于适宜范围内,T1、T2、T3相同,均为0.66。糖碱比均高于8,最高为T2,最低为T3。糖氮比均高于4~10的适宜范围,最高为CK,最低为T3。钾氯比均处于适宜范围内,最高为T2,最低为T3。

表6 常规化学成分

等级	处理	烟碱 (%)	总氮 (%)	钾 (%)	还原糖 (%)	氯 (%)	总糖 (%)	氮碱比	糖氮比	糖碱比	钾氯比
C3F	CK	3.00Bb	2.04Bb	2.78Cc	21.07Bb	0.05Aa	28.50Cc	0.68Aa	13.97Bb	9.50Bb	55.60Bb
	T1	2.93Bb	1.90Bb	2.50Dd	23.43Aa	0.05Aa	32.80Aa	0.65Aa	17.23Aa	11.20Aa	50.00Cc
	T2	3.38Aa	2.12Aa	2.82Bb	20.07Cc	0.06Aa	28.33Dd	0.63Aa	13.36Bb	8.39Cc	47.06Dd
	T3	3.30Aa	2.08ABab	2.87Aa	21.07Bb	0.05Aa	28.87Bb	0.63Aa	13.88Bb	8.75Cc	57.47Aa
B2F	CK	2.84Dd	1.82Dd	2.68Bb	20.03Cc	0.05Bb	28.03Dd	0.64Bb	15.40Cc	9.86Bb	53.60Aa
	T1	3.10Bb	2.04Bb	2.61Cc	19.83Cc	0.05Bb	29.50Cc	0.66Aa	14.46Bb	9.51Cc	52.20Aa
	T2	3.03Cc	2.01Cc	2.71Aa	23.17Aa	0.05Bb	30.53Bb	0.66Aa	15.18Bb	10.08Aa	54.20Aa
	T3	3.32Aa	2.19Aa	2.66ABab	22.00Bb	0.08Aa	30.93Aa	0.66Aa	14.12Aa	9.32Cc	33.25Bb

2.7 评吸质量

对烤后烟叶中桔三(C3F)等级烟叶感官质量的评价分析可知,CK香气质及香气量最好,得分均为6.3,其次是T1、T3,T2最差;T1浓度最好,得分为6.38;CK与T1柔细度相同,其他两个处理差异不大;CK余味较好,得分为5.95;CK与T1杂气含量最少,得分6.0;CK与T2刺激性最大;T2和T3灰色最好,得分为7.0;4个处理的劲头、燃

烧性均相同。

对烤后烟叶上桔二(B2F)等级烟叶感官质量的评价分析可知,T2处理的香气质与香气量最好,得分分别为6.0、6.2;T1与T2烟叶浓度得分相同,为6.38;T3柔细度最好,得分6.05;T2与T3余味最好,得分5.63;各处理杂气含量相近;CK与T1刺激性较弱;劲头、燃烧性、灰色3种指标表现相同。

表7 烤后烟叶 C3F 感官质量的评价

等级	处理	香气质	香气量	浓度	柔细度	余味	杂气	刺激性	劲头	燃烧性	灰色
C3F	CK	5.88	5.75	6.13	6.13	5.95	6.00	6.00	中	7.00	6.50
	T1	6.25	6.18	6.38	6.13	5.88	6.00	5.95	中	7.00	6.50
	T2	6.30	6.30	5.93	6.08	5.75	5.63	6.00	中	7.00	7.00
	T3	6.13	6.05	6.00	6.00	5.83	5.83	5.75	中	7.00	7.00
B2F	CK	5.70	5.88	6.13	5.88	5.43	5.50	5.63	中	6.50	6.50
	T1	5.83	5.95	6.38	6.00	5.50	5.55	5.63	中	6.50	6.50
	T2	6.00	6.20	6.38	5.93	5.63	5.50	5.88	中	6.50	6.50
	T3	5.95	5.95	6.33	6.05	5.63	5.50	5.93	中	6.50	6.50

2.8 经济产值

由表8可知,在4个处理中烤后烟叶的等级

分布情况:T2上等烟比例最高,为64.71%,T1、T3和CK的上等烟比例略低,分别为62.35%、

61.77% 和 58.82%；而 CK 的中等烟比例最高，为 24.11%，但其上等烟比例最低；T2 的下等烟比例最低，为 12.94%，CK 的下等烟比例在 6 个品种中最高。在均价方面可以看出，T2 的均价最高，为

27.69 元/kg，T1、T3 和 CK 略低，分别为 27.19、27.14 和 26.49 元/kg。在产量和产值方面，T2 表现最好，分别为 2320.39 kg/hm² 和 64251.59 元/hm²，而 CK 的表现最差，分别为 2169.57 kg/hm² 和 57471.91 元/hm²。

表 8 烤后烟叶经济性状

处理	产值 (元/hm ²)	产量 (kg/hm ²)	均价 (元/kg)	上等烟比例 (%)	中等烟比例 (%)	下等烟比例 (%)
CK	57471.91Dd	2169.57Cc	26.49Cc	58.82Cc	24.11Aa	17.65Aa
T1	60584.49Cc	2228.19Bb	27.19Bb	62.35Bb	22.94Aa	14.71Bb
T2	64251.59Aa	2320.39Aa	27.69Aa	64.71Aa	22.35Aa	12.94Cc
T3	60778.13Bb	2239.43Bb	27.14ABab	61.77Bb	23.53Aa	15.29Bb

3 讨论

3.1 生根剂施用的必要性

烤烟的移栽是从室内培育到大田生长的重要一步，影响烤烟的生长发育，适宜的移栽期决定烤烟的成活，移栽期气温较低或栽培措施不当，都会影响烤烟的成活率及成熟后烟叶品质^[17-19]。黔江烟区海拔高，气候寒冷，若将移栽期提前会影响烟苗成活，将移栽期延后，又会导致烟株不能完全成熟，在成熟中期遭受冻害，因此采用喷施生根剂，缩短大田生育期，提高烟苗抗逆性。

3.2 腐植酸的施用效果

腐植酸的施用对烟苗的生育期有明显效果，不仅缩短了移栽后的还苗期，提高了烟苗成活率和低温胁迫抗性，还对大田生长的各个时期都有一定的促进作用，使得烟株叶片发育更好，更早地进入成熟期，便于当地烟农采收，防止后期霜冻天气降低产量，缩短整体的大田生育期。在前期腐植酸的作用下，化肥的肥效得到提升，烟苗根系吸收水分和营养的能力加剧，从而在团棵、旺长、现蕾、成熟 4 个时期中，植株的农艺性状指标都有所提升，叶片厚而大，油分更多。在成熟后分批次对烟叶采烤，对 C3F、B2F 两个等级烟叶的化学成分和烟叶质量评吸得出，经腐植酸处理的烟叶烟碱、糖分等含量较高，感官质量较好。烤后烟叶外观质量方面，叶片身份表现为厚，身份是指烟叶厚度、细胞密度或单位面积重量的综合状态，也是叶片干物质积累和油分含量的综合体现；色度表现为强，色度是指烟叶表面颜色的均匀程度、饱

和程度和光泽强度（人视觉反映的强弱），油分多的烟叶色泽饱和，视觉色彩反映强。对经济性状调查后可知，腐植酸处理的烟株产量及产值均有提升，且上等烟、中等烟比例提高，下等烟比例减少。

3.3 与其他种类生根剂效果对比

在前人研究中，生根剂的施用可提高烟苗成活率、改善土壤、促进烟株发育，与本研究效果基本一致。2014—2015 年，雷捌金等^[20-21]在湖南省对烤烟品种 K326 进行生根剂及免耕土壤调理剂的施加，结果表明，生根剂的促进效果好于免耕土壤调理剂，生根剂的施用对烤烟前期的早生快发及根系生长有明显效果，还可促进大田前期烤烟叶片数的增加、烤烟大田的营养生长，延缓生殖生长；周钰淇等^[22]在研究中发现，施用生根剂对烤烟前期有一定促进作用，但成熟期后各方面数值无明显差异，产量及产值稍有增加，没有显著差异，不能说明其中的相关性；李建勇等^[23]在对烤烟品种 G80 施加生根剂后表明，稀释浓度后的生根剂对提高烟苗成活率及早生快发没有显著帮助，反而会因生根剂浓度过高而降低烟苗成活率并延长还苗期，与本试验结果不同，可见，不同烤烟品种对生根剂的适应性存在差异，不同的烤烟种植区气候及土壤差异较大，影响生根剂发挥作用。

3.4 不足与展望

针对黔江烟区的种植情况，施加腐植酸水溶肥后可明显观察到苗期缩短，前期烟株的生长势较好，在整个生育期各处理的烟株发育呈显著上升趋势

势, 缩减大田生育期的同时保证了移栽期的成活率及烟株能够完全成熟, 在烟叶外观质量、产量、产值上都有一定的提升, 提高了烟株的抗逆性, 使得云烟 87 品种更适应高海拔地区的生长发育, 为生根剂在黔江烟区的推广应用奠定了基础。但目前只在黔江烟区部分烟点进行试验, 还需在整个黔江烟区的不同地区推广施用, 同时应根据所施用地区的土壤营养物质含量决定肥料增施情况, 从而改善整个黔江烟区因海拔高、气温低而影响移栽成活的问题, 进一步促进黔江烟区烟农田间工作的顺利进行及烟草行业的发展。

4 结论

T2 和 T3 处理的各方面皆优于 T1 处理和 CK, 在农艺性状及田间生长势方面 T2 与 T3 处理基本相同, T3 处理株高及叶面积稍高于 T2 处理; 各部位烟叶干鲜比 T2 处理较好; 烤后烟叶外观质量基本相同; 烤后烟叶的化学成分中, C3F 等级烟叶 T2 处理最佳, B2F 等级烟叶 T3 处理烟碱及氮含量稍高于 T2 处理; T2 与 T3 处理烟叶评吸质量相差不大, T2 处理香气质及香气量稍多; 经济价值方面, T2 处理产量、产值均最佳。

以上分析可知, T3 与 T2 处理在生长期的生长势接近, T3 处理的植株高度和叶片更大, 但 T2 处理的烤后烟叶化学成分及评吸质量更好, 从而带来的经济效益更多, 烤烟是经济作物, T2 处理更有实用价值, 因此, T2 处理是适应黔江烟区的最佳浓度处理。

参考文献:

- [1] 周乾. 生根剂对烤烟早生快发及产质量的影响 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2014.
- [2] 贾娟, 姚延寿, 史敏华, 等. 生根剂促进械树植物扦插繁殖的研究进展 [J]. 西北林学院学报, 2010, 25 (4): 107-109, 134.
- [3] 廖燕瑜. 不同生根剂浓度对变叶榕扦插效果的影响 [J]. 林业科技通讯, 2022 (10): 96-98.
- [4] 吾尔古丽·托合图木, 林敏娟, 吴翠云, 等. 生根剂对无花果扦插生根效果的影响 [J]. 北方园艺, 2022 (17): 34-41.
- [5] 杜学梅, 高敬东, 王骞, 等. 植物生长调节剂对苹果砧木 Y-1 绿枝扦插生根的影响 [J]. 经济林研究, 2022, 40 (2): 83-90, 143.
- [6] 胡俊东, 王亚茹, 张娟, 等. 不同处理方法对马银花扦插生根特性的影响研究 [J]. 湖南生态科学学报, 2021, 8 (4): 32-37.
- [7] 李艳英, 劳承英, 申章佑, 等. 3 种生根剂对木薯种茎生根及产量的影响 [J]. 江西农业大学学报, 2022, 44 (4): 825-831.
- [8] 刘海燕, 董光月. 基质和生根剂对华山松组培苗生长的影响 [J]. 绿色科技, 2022, 24 (5): 142-143, 147.
- [9] 魏莎莎, 李清斌, 崔萌萌, 等. 生根剂对大棚草莓生长发育和产量品质的影响 [J]. 浙江农业科学, 2021, 62 (7): 1327-1330.
- [10] 朱宏爱, 刘朋, 张玲艳, 等. 不同生根剂对红阳猕猴桃嫩枝扦插生根的影响 [J]. 农业科技通讯, 2020 (7): 208-211.
- [11] 国家烟草专卖局. YC/T 159—2002 烟草及烟草制品水溶性糖的测定连续流动法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [12] 国家烟草专卖局. YC/T 161—2002 烟草及烟草制品总氮的测定连续流动法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [13] 国家烟草专卖局. YC/T 162—2002 烟草及烟草制品氮的测定连续流动法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [14] 国家烟草专卖局. YC/T 217—2007 烟草及烟草制品钾的测定连续流动法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [15] 国家烟草专卖局. YC/T 160—2002 烟草及烟草制品总植物碱的测定连续流动法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [16] GB 2635—1992, 烤烟 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1992.
- [17] 委亚庆, 陈益银, 张世浩, 等. 重庆优质烤烟关键栽培措施与内在品质的调研初探 [J]. 农业与技术, 2022, 42 (5): 5-9.
- [18] 王鹏, 林勇, 谢小丹, 等. 不同移栽措施对烤烟 'CB-1' 质量风格特征的影响 [J]. 中国农学通报, 2022, 38 (22): 15-19.
- [19] 胡毅翀, 饶文平, 杨庆根, 等. 苗龄和移栽期对瑞金烟区烤烟产质量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2022, 50 (11): 22-26.
- [20] 雷捌金, 范雄, 王瑞新. 免深耕土壤调理剂和生根剂对 K326 产质量的影响 [J]. 现代农业科技, 2015 (24): 32-33.
- [21] 雷捌金, 范雄. 生根剂在烤烟 K326 大田生长中的应用效果研究 [J]. 现代农业科技, 2014 (22): 21-22.
- [22] 周钰淇, 王生才, 刘本坤, 等. 壮苗早发技术对烤烟农艺性状与经济性状的影响 [J]. 作物研究, 2014, 28 (2): 177-179.
- [23] 李建勇, 陈佳锋, 裴晓东, 等. 不同生根剂用量对烤烟生长表现和产量质量的影响 [J]. 中国园艺文摘, 2013, 29 (11): 227-228.

Effects of humic acid water soluble fertilizer on growth and quality of flue cured tobacco at high altitude

GUAN Feng, LIU Yi-mei, WANG An-bin, XU Meng-jie, ZHANG He-cui, ZHU Li-quan* (Southwest University College of Agronomy and Biotechnology, Chongqing 400715)

Abstract: Qianjiang tobacco area is a high-altitude rainy tobacco area with low temperature before and after transplanting,

which is not conducive to the growth and development of tobacco seedlings. To improve this situation, a rooting agent containing humic acid water-soluble fertilizer was applied in a concentration gradient in 2022. After transplanting the tobacco seedlings, it was divided into four concentration treatments, namely: CK (0 mg/L), T1 (60 mg/L), T2 (90 mg/L), T3 (120 mg/L). Each plot was irrigated and sprayed with 50 L solution according to the concentration of T1, T2 and T3 treatments. The effects of humic acid on the yield and quality of flue-cured tobacco variety of Yunyan 87 were investigated from agronomic traits, appearance quality, chemical composition and economic traits of flue-cured tobacco leaves. T2 and T3 treatments were better than T1 treatment and CK in all aspects, while the agronomic traits and field growth potential of T2 and T3 treatments were basically the same, the plant height and leaf area of T3 treatment was slightly higher than those of T2 treatment; the dry fresh ratio of all parts of the tobacco of T2 treatment was better. In the chemical composition of flue-cured tobacco leaves, the C3F grade of tobacco leaves of T2 treatment was the best, and the nicotine and nitrogen contents of T3 treatment in B2F grade tobacco leaves were slightly higher than those of T2 treatment. The tobacco evaluation of smoking quality of T2 and T3 treatments was not much different, the aroma and aroma amount of T2 treatment were slightly more; In terms of economic value, the yield and output value of T2 treatment were the best. After comparative analysis, it was concluded that T2 treatment was the best concentration treatment.

Key words: flue-cured tobacco; rooting agent; humic acid; growth potential; appearance quality