

Effects of Adding Indole Butyric Acid in Float System on Growth Development and Quality of Tobacco Variety Yunyan87

Caiyin Fan¹, Weiguo Ye², Jingchong Huang³, Jianjun Chen², Shipeng Xiagn⁴,
Congcong Liu⁵, Huiyu Zeng¹, Jingqing Luo^{6*}

¹Changning Branch of Hengyang Tobacco Company, Changning Hunan

²Tobacco research laboratory, South China Agricultural University, Guangzhou Guangdong

³Guangdong Tobacco Industrial Limited Company, Guangzhou Guangdong

⁴Changsha Tobacco Companies, Changsha, Changsha Hunan

⁵Shaoyang Tobacco Companies, Shaoyang Hunan

⁶China National Tobacco Corporation, Bingjing

Email: *fancaiyin@163.com

Received: Apr. 12th, 2017; accepted: Apr. 24th, 2017; published: Apr. 30th, 2017

Abstract

Indole butyric acid was added at two different times in the process of seedling-floating system, and the agronomic traits, physiological characteristics and conventional chemical composition of tobacco leaves were measured. The results showed that, compared with the control treatment, the root activity were increased by 32.5 $\mu\text{g/g}\cdot\text{h}$, the plant height reached 115 cm after topping, the number of effective leaves were increased by 3 pieces, the content of total sugar of the tobacco leaves after baking were increased by 1.2%, the nicotine content and potassium content were increased, and the starch content were reduced at the treatment of adding indole butyric acid applied twice in the process of seedling-floating system (The first applied concentration was 0.5 mg/L when the tobacco was in the small-cross period; The second applied concentration was 1.0 mg/L when the tobacco was ready to transplant after 7 days). In general, the treatment of adding indole butyric acid in Float System promoted the growth of the tobacco plant, and the proportion of the chemical composition of the tobacco leaves was also more harmonious and the quality of the tobacco leaves was improved.

Keywords

Flue-Cured Tobacco, Indolebutyric Acid, Agronomic Traits,
Chemical Constituent

*通讯作者。

漂浮育苗时添加吲哚丁酸对云烟87生长及品质的影响

范才银¹, 叶卫国², 黄景崇³, 陈建军², 向世鹏⁴, 刘聪聪⁵, 曾惠宇¹, 罗井清^{6*}

¹衡阳市烟草公司常宁市分公司, 湖南 常宁

²华南农业大学烟草研究室, 广东 广州

³广东中烟工业有限责任公司, 广东 广州

⁴长沙市烟草公司, 湖南 长沙

⁵邵阳市烟草公司, 湖南 邵阳

⁶中国烟草总公司, 北京

Email: fancaiying@163.com

收稿日期: 2017年4月12日; 录用日期: 2017年4月24日; 发布日期: 2017年4月30日

摘要

在烟苗漂浮育苗时分两次不同时间添加吲哚丁酸, 并测定烟苗的生长状况、不同生育期的农艺性状、生理特性和烤后烟叶的常规化学成分。研究表明, 与对照对比, 在漂浮育苗过程中分两次施用吲哚丁酸处理(第一次在烟苗处于小十字期时, 施用浓度为0.5 mg/L; 第二次施用是在烟苗移栽前7天施用, 浓度为1 mg/L), 烟苗根系活力提高了32.5 $\mu\text{g/g}\cdot\text{h}$, 打顶后株高达到115 cm, 有效叶片数增加了3片左右, 烤后烟叶水溶性总糖提高了1.2%左右, 同时提高了钾离子含量, 降低淀粉含量, 烟碱略有升高。总体上, 漂浮育苗时添加吲哚丁酸处理, 促进了烟株的生长, 同时烤后烟叶的内在化学成分比例也更加协调, 提高了烟叶品质。

关键词

烤烟, 吲哚丁酸, 农艺性状, 化学成分

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

移栽是烟草生产的关键环节。不同时间下移栽, 烟草生长过程中所接收到的光、温、水和营养等不同, 因而影响着烟株的生理代谢以及品质[1], 进而影响烟叶的外观品质和内在质量[2]。研究表明推迟移栽, 温度适宜, 烟株生长较快, 明显缩短了大田生育期, 但成熟烟叶干物质积累不够, 叶片偏薄, 导致烟叶产质量下降[3]。而适时早栽, 烟株有效叶数增加, 吸氮高峰提前, 有利于后期的大田控氮, 减少了上部烟叶氮素的积累, 从而显著降低上部烟叶的烟碱含量[4], 同时能保证烟叶达到真正成熟, 避开后期高温高湿的气候, 防止高温逼熟[5], 减轻烟草花叶病、黑胫病和野火病等病害发生的程度[6]。但移栽期

过早, 气温偏低, 光照不足, 烟株还苗伸根缓慢, 不利于烟株的生长[7]。因此, 早栽烟苗需要选择合适的移栽技术, 促进烟苗早生快发, 以避免低温天气对烟苗造成不良影响。

植物生长素对植物的生长发育具有调控作用, 其通过影响细胞的分裂和分化, 进而影响植物的生长和发育[8]。吲哚丁酸是一种植物生长调节剂, 能作用于植物的细胞分裂和细胞生长, 促进叶片扩大, 促进植物生根, 提高农作物产量[9]。在其他植物方面的研究也表明, 吲哚丁酸对幼苗株高、侧根数、根长和根干重具有促进作用, 同时提高了根系活力, 使根系代谢更为活跃, 有效增强了植株的抗逆性[10] [11] [12] [13]。而根系的生长发育、分布状况, 则直接影响着烟株的长势长相[14], 同时影响着烟叶对钾离子的吸收与积累[15]。目前吲哚丁酸在烟草上应用却鲜见报道, 育苗时使用的生根剂基本是多种化学物质的混合物, 具体的化学成分及含量比例描述不清晰, 且品牌众多, 相关的安全性也未知。鉴于此, 本试验使用纯的吲哚丁酸, 含量 > 98.0%, 分子式为 $C_{12}H_{13}NO_2$, 是一种有机试剂, 安全性高。同时探讨生根剂的使用方法, 在漂浮育苗时分两次施用, 第一次在烟苗处于小十字期时, 旨在达到壮苗效果, 施用浓度 0.5 mg/L, 防止烧苗。第二次在烟苗移栽前 7 天施用, 此时烟苗根系吸收能力较强, 抗性提高, 施用浓度可提高到 1 mg/L, 旨在使吲哚丁酸能被根系充分吸收, 或吸附在烟苗根系上, 促进移栽后烟苗的还苗与生长。

2. 研究材料与方法

2.1. 试验材料与土壤背景

试验时间是 2015 年 1 月至 2015 年 8 月、2016 年 1 月至 2016 年 8 月, 地点位于湖南省衡阳市常宁市三角塘镇石岭村, 纬度为 26.4, 经度为 112.5, 属于亚热带季风性湿润气候区, 供试烟草品种为烤烟云烟 87, 由湖南省烟草公司衡阳市公司常宁市分公司提供。

土壤为水稻土, 前茬作物是水稻, 年前翻耕起垄时, 以五点取样法选取土层 20 cm 的土样, 测定土壤的 pH、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾等肥力指标。土壤 pH 采用电位法测定; 有机质含量采用重铬酸钾氧化法测定; 全氮含量采用凯氏定氮法; 碱解氮含量采用碱解扩散法测定; 全磷和速效磷含量采用钼锑抗比色法测定; 全钾和速效钾含量采用原子吸收光度法测定。

其基本理化性质为: pH 6.46, 有机质 25.08 g/Kg, 全氮 2.38 g/Kg, 碱解氮 115.9 mg/Kg, 有效磷 5.95 mg/Kg, 速效钾 60.88 mg/Kg, 缓效钾 78.72 mg/Kg, 肥力中等。

2.2. 田间生长期气候背景

当地烟株完整的田间生长期为当年 3 月份到当年 7 月份, 影响烟叶生长的气候因子主要为温度和降雨量, 由表 1 所示。表 1 中的数据, 均由湖南省衡阳市常宁市农业局所提供。

Table 1. Weather conditions during field growth

表 1. 田间生长期天气状况

年份	气候	三月	四月	五月	六月	七月
2015 年	日均最高气温(°C)	16	23	28	32	31
	日均最低气温(°C)	11	16	21	25	24
	降水总量(mm)	106.6	88.0	249.6	188.8	26.4
2016 年	日均最高气温(°C)	20	25	26	31	34
	日均最低气温(°C)	11	17	19	23	26
	降水总量(mm)	173.0	206.8	113.8	110.6	94.0

2.3. 试验设计

本试验为单因素试验，共设置 2 个处理：不施吲哚丁酸(CK)、施吲哚丁酸(T1)。

吲哚丁酸(IBA)：上海伯奥生物科技有限公司生产，分子式为 $C_{12}H_{13}NO_2$ ，分子量 203.24，含量 > 98.0%，主要作用于植物的细胞分裂和细胞生长，促进叶片扩大，促进植物生根，提高农作物产量。

施用方法及浓度：由于 IBA 只溶于酒精，难溶于水，故施用前需先用少量 95% 乙醇溶解，再溶于育苗池的营养液中。在漂浮育苗过程中，分两次施用：第一次在烟苗处于小十字期时，施用浓度为 0.5 mg/L；第二次施用是在烟苗移栽前 7 天施用，浓度为 1 mg/L。

两个处理同时移栽，共 6 个小区，随机区组排列，每处理设 3 次重复，每重复 40 株烟，行株距 1.2 m × 0.5 m，试验田四周设保护行。

2.4. 测定项目及方法

2.4.1. 烟苗生长发育的状况指标

在移栽时对烟苗的生长发育状况相关指标进行测定，主要包括：叶片数、叶片干重、SPAD 值、根系活力、根系干重、根系数及最长根长等指标，参照国家烟草行业 YC/T 142-1998 和 YC/T 39-1996 标准执行进行，采用氧化三苯基四氮唑(TTC)法[16]测定根系活力。

2.4.2. 烟株农艺性状测量

分别在伸根期、团棵期、旺长期、现蕾期、成熟期进行调查，包括叶绿素、株高、茎围、节距、有效叶数以及其他一些长势长相等形态指标给以描述，参照国家烟草行业 YC/T 142-1998 和 YC/T 39-1996 标准执行。

2.4.3. 鲜烟叶物理特性及生理指标测定

在上、中、下各部位烟叶采收的前一周，取上部叶(倒数第 4 叶)、中部叶(倒数第 10 叶)和下部叶(倒数第 15 叶)，采用 SPAD-502 仪(KONICAMNOLTA)读取 SPAD 值；采用 YH-1 叶片厚度测定仪读取叶片厚度值；用打孔器在烟叶相应部位取样，在室内测定叶质重(单位叶面积重量)。

2.4.4. 烤后烟叶质量调查

盐酸萃取法[17]测烟碱含量、蒽酮比色法[17]测定可溶性总糖含量、3,5-二硝基水杨酸比色法[17]测定还原糖、浓硫酸消化，半微量凯氏定氮法[17]测定总氮含量、火焰光度计法[17]测定钾含量。计算糖碱比。

2.4.5. 数据处理与分析

相关数据统计分析采用 Microsoft Excel, SPSS19.0 和 DPS7.05 软件。

3. 结果与分析

3.1. 吲哚丁酸对成苗期烟苗的农艺性状及生理指标的影响

在移栽前一天，对烟苗的生长发育情况相关指标进行测定。由表 2 可见，施加吲哚丁酸后的烟苗与对照相比，根系活力约提高了 32 $\mu\text{g/g}\cdot\text{h}$ ，根系总数增加了约 30 条/株，根干重增加了约 0.01 g/株，叶片数约增加了 1.5 片/株，叶片干重约增加了 0.1 g/株，叶片 SPAD 值约提高了 5.0，且差异显著，但最长根长要比对照烟苗的约缩短了 4.0 cm。总体上，在漂浮育苗中添加适量吲哚丁酸对培育壮苗具有促进作用。

3.2. 烟株各时期株高、茎围、节距、有效叶数和叶面积系数比较

农艺性状可以直观地反映大田烟株的长势和长相。由图 1 可知，在整个大田生育期，T1 的烟株株高

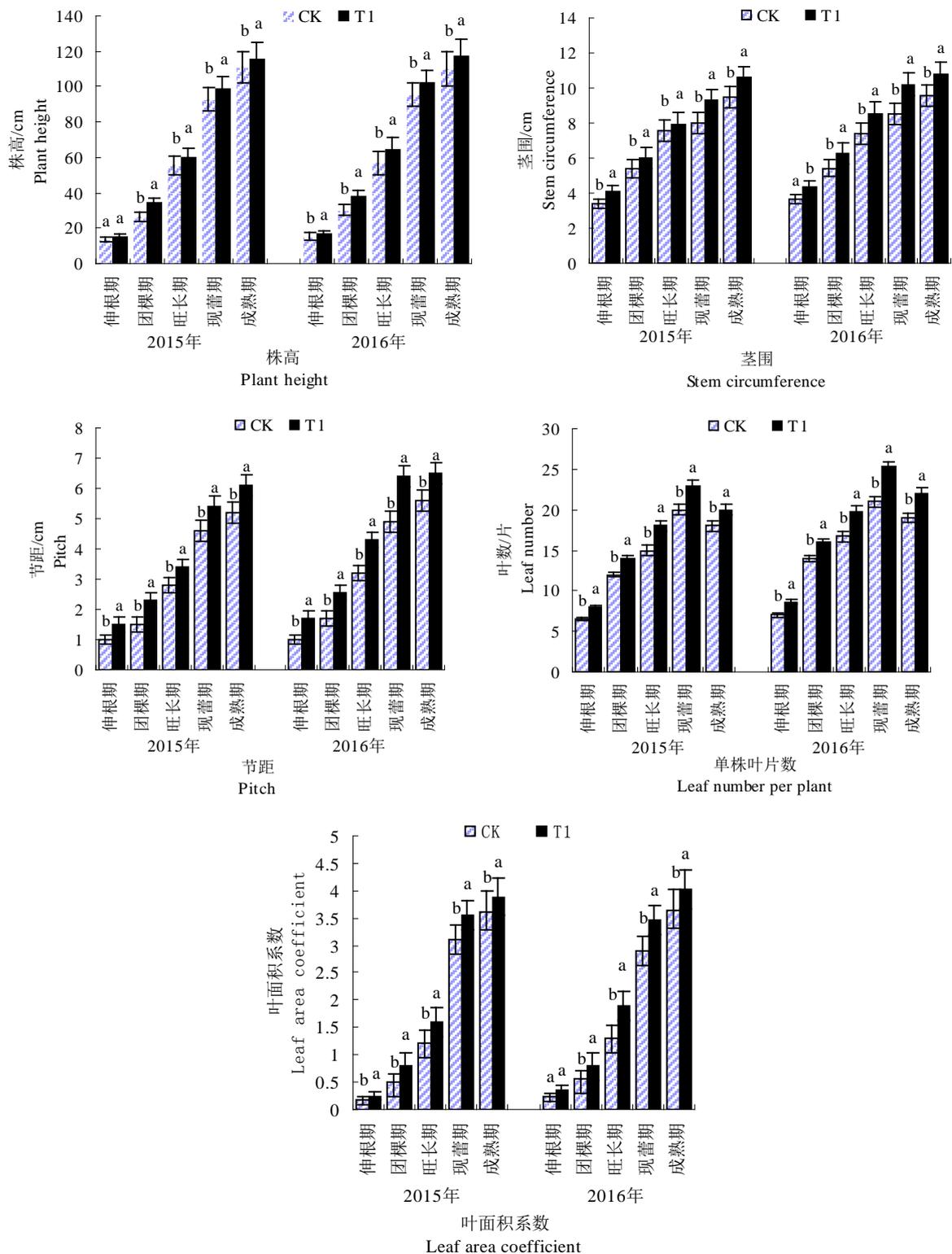


Figure 1. Comparison of plant height, stalk circumference, pitch, effective leaf number and leaf area coefficient of each period of tobacco plant. Figure of the data in the analysis of variance with independent samples t test, the data with the same letter in the same period of between two data yet reached 5% significant level ($p > 0.05$)

图 1. 烟株各时期株高、茎围、节距、有效叶数和叶面积系数比较。注：图中数据的方差分析用独立样本 t 检验法，同一时期数据中具有相同字母的两数据之间未达到 5% 的显著水平 ($p > 0.05$)

Table 2. Seedling stage of the agronomic traits of tobacco seedlings and physiological indicators
表 2. 成苗期烟苗的农艺性状及生理指标

年份	处理	根系活力	根总数	最长根长	根干重	叶片数	叶干重	SPAD 值
Age (年)	Treatment	Root activity ($\mu\text{g/g}\cdot\text{h}$)	Roots number (条/株)	The longest root length (cm)	Root dry weight (g/株)	Number of leaves (片/株)	Leaf dry weight (g/株)	SPAD value
2015	CK	415.3 \pm 14.3b	387.3 \pm 5.3b	27.3 \pm 0.53a	0.043 \pm 0.005b	8.4 \pm 0.3b	0.36 \pm 0.01b	25.9 \pm 0.19b
	T1	447.8 \pm 12.3a	423.7 \pm 7.8a	23.7 \pm 0.78b	0.055 \pm 0.007a	9.6 \pm 0.2a	0.48 \pm 0.02a	30.7 \pm 0.45a
2016	CK	434.2 \pm 10.3b	368.5 \pm 6.8b	25.8 \pm 0.42a	0.038 \pm 0.004b	7.2 \pm 0.2b	0.32 \pm 0.01b	23.2 \pm 0.16b
	T1	468.9 \pm 11.4a	398.4 \pm 5.2a	21.6 \pm 0.78b	0.045 \pm 0.005a	8.9 \pm 0.3a	0.39 \pm 0.01a	28.7 \pm 0.25a

注：表中数据的方差分析用独立样本 t 检验法，同列数据中具有相同字母的两数据之间未达到 5% 的显著水平 ($p > 0.05$)

均高于 CK，在成熟时期可达到 115 cm 左右；在整个大田生育期，T1 的烟株茎围均大于 CK，说明施用吲哚丁酸可使烟株生长更加茁壮；在整个大田生育期，T1 的烟株节距均高于 CK，这也是 T1 处理烟株较高的原因，节距较大，田间透光性好，有利于中下部叶的光合作用，提高烟叶质量；在烟草生长过程中，T1 处理下的单株叶片数均高于 CK，在打顶时期可达到 23 片左右，比对照多 3~4 片，打顶后留叶数 T1 处理 20~21 片，而 CK 只有 17~18 片，可见施用吲哚丁酸对烟株的产量也有一定的促进作用；叶面积系数是反映植物群体生长状况的一个重要指标，在一定的范围内，作物的产量随叶面积系数的增大而提高。在整个大田生育期，T1 的烟株叶面积系数始终高于 CK，且在成熟时期可达到 3.8 左右。

3.3. 施用吲哚丁酸对成熟期烟株 SPAD 值、叶片厚度和叶质重的影响

在上、中、下各部位烟叶采收的前一周，取上部叶(倒数第 4 叶)、中部叶(倒数第 10 叶)和下部叶(倒数第 15 叶)测定其 SPAD 值、叶片厚度和叶质重(单位叶面积重量)。由表 3 可发现，育苗时施用吲哚丁酸的烟株的上部叶的 SPAD 值显著高于对照，而处理间中、下部叶的 SPAD 值差异并不显著；施用吲哚丁酸的烟株的下部叶的叶片厚度显著高于对照，中、上部叶的平均厚度表现出 T1 大于 CK，但并未达到显著水平；同时育苗时施用吲哚丁酸还能提高上、下部位烟叶的叶质重，而对中部叶的影响不显著。

3.4. 施用吲哚丁酸对烤后烟叶常规化学成分的影响

在烤后烟叶中，选取下部的 X2F 等级烟叶，中部的 C3F 等级烟叶和上部的 B2F 等级烟叶测定其常规化学成分。表 4 表明，施用吲哚丁酸处理，明显提高了各部位烟叶的总糖、还原糖的含量，且降低了烟叶的淀粉含量；施用吲哚丁酸处理下的上、中、下部位烟叶的烟碱和总氮含量虽比对照稍有升高；同时施用吲哚丁酸处理下的各部位烟叶的钾离子含量比对照要高，且差异显著。这可能与吲哚丁酸促进了植物根系的生长和对水分、营养的吸收有关，进而提高了烟叶中碳代谢的速率，促使淀粉向糖类转化。同时，根系是合成烟碱的场所，根系活力的提高，一定程度上也会增加烟碱的合成，故烟叶中烟碱含量相比于对照稍有升高，但处于合理的范围。总体上，吲哚丁酸处理有利于改善烤后烟叶的化学成分及内在品质。

4. 讨论

董庆文等研究指出，吲哚丁酸及其同系物具有促进植物根系吸收和合成营养物质的能力，故而提高了植物的根系活力[18]。而根系活力的不同也会影响烟苗对矿质营养的吸收，继而影响到叶片的叶绿素含量、光合强度、光合产物量和产物分配[19]。国内学者在其他植物上的研究也发现，吲哚丁酸能促进根系

Table 3. Comparison of leaf SPAD, leaf thickness and leaf weight between treatments**表 3.** 处理间烟叶 SPAD 值、叶片厚度和叶质重的比较

年份(年)	部位	处理	SPAD 值	叶片厚度(μm)	叶质重(mg/cm^2)
Age	place	Treatment	SPAD value	Blade thickness	Unit leaf area weight
2015	下部叶	CK	32.1 \pm 0.90a	192.2 \pm 13.32b	18.1 \pm 0.76b
	Lower leaves	T1	33.7 \pm 1.77a	246.7 \pm 11.18a	16.07 \pm 0.44a
	中部叶	CK	29.1 \pm 1.47a	238.0 \pm 12.13b	22.6 \pm 0.56a
	Middle leaves	T1	29.9 \pm 2.11a	256.0 \pm 5.67a	23.2 \pm 1.09a
	上部叶	CK	28.3 \pm 1.12b	281.8 \pm 14.23a	28.1 \pm 1.02b
	Upper leaves	T1	30.5 \pm 1.23a	299.0 \pm 9.56a	31.7 \pm 1.78a
2016	下部叶	CK	30.5 \pm 0.87b	203.6 \pm 10.21b	17.8 \pm 0.65b
	Lower leaves	T1	32.6 \pm 0.95a	223.6 \pm 10.98a	19.6 \pm 0.23a
	中部叶	CK	29.8 \pm 0.95b	224.3 \pm 12.01b	23.1 \pm 0.42b
	Middle leaves	T1	31.2 \pm 1.12a	243.2 \pm 10.36a	25.6 \pm 0.36a
	上部叶	CK	27.3 \pm 0.75b	263.2 \pm 14.78b	29.2 \pm 0.89b
	Upper leaves	T1	29.6 \pm 0.84a	302.3.0 \pm 12.31a	32.3 \pm 0.88a

注：表中数据的方差分析用独立样本 t 检验法，同列数据中具有相同字母的两数据之间未达到 5% 的显著水平 ($p > 0.05$)

Table 4. Indole butyric acid on the conventional chemical composition of flue-cured tobacco unit: %**表 4.** 吲哚丁酸处理对烤后烟叶常规化学成分的影响 单位：%

年份(年)	等级	处理	总糖	还原糖	淀粉	总氮	钾离子	烟碱	石油醚提取物
Age	Grade	Treatment	Total sugar	Reducing sugar	Starch	Total nitrogen	Potassium	Nicotine	Petroleum ether extract
2015	X2F	CK	17.1 \pm 0.64b	16.5 \pm 0.99b	5.0 \pm 0.86a	1.9 \pm 0.23a	2.2 \pm 0.03b	1.7 \pm 0.26a	7.6 \pm 0.16b
		T1	18.2 \pm 0.31a	17.2 \pm 0.88a	3.9 \pm 0.06b	2.0 \pm 0.11a	2.8 \pm 0.02a	1.8 \pm 0.43a	12.0 \pm 0.16a
	C3F	CK	18.0 \pm 0.06b	15.1 \pm 0.01b	4.7 \pm 0.24a	2.1 \pm 0.12a	1.7 \pm 0.01b	2.6 \pm 0.32a	12.0 \pm 0.06b
		T1	19.2 \pm 0.25a	16.8 \pm 0.02a	3.9 \pm 0.11b	2.2 \pm 0.14a	2.7 \pm 0.01a	2.7 \pm 0.23a	14.3 \pm 0.03a
	B2F	CK	16.5 \pm 0.11b	13.7 \pm 0.14b	4.4 \pm 0.06a	2.4 \pm 0.06b	1.6 \pm 0.04b	3.1 \pm 0.22a	14.4 \pm 0.30a
		T1	17.6 \pm 0.03a	14.5 \pm 0.12a	4.1 \pm 0.03b	2.6 \pm 0.16a	1.7 \pm 0.05a	3.3 \pm 0.51a	14.5 \pm 0.35a
2016	X2F	CK	16.6 \pm 0.67b	15.2 \pm 0.26a	3.9 \pm 0.56a	1.8 \pm 0.15a	2.2 \pm 0.06b	1.9 \pm 0.22b	8.7 \pm 0.23b
		T1	17.7 \pm 0.45a	15.6 \pm 0.13a	3.7 \pm 0.16a	1.5 \pm 0.12b	2.7 \pm 0.03a	2.1 \pm 0.23a	10.6 \pm 0.26a
	C3F	CK	18.2 \pm 0.16b	16.6 \pm 0.51b	4.2 \pm 0.11a	2.3 \pm 0.12a	2.3 \pm 0.02b	2.4 \pm 0.32b	14.4 \pm 0.12b
		T1	20.7 \pm 0.46a	18.4 \pm 0.19a	3.9 \pm 0.24b	2.1 \pm 0.14b	2.5 \pm 0.01a	2.7 \pm 0.23a	16.7 \pm 0.23a
	B2F	CK	15.7 \pm 0.26b	13.2 \pm 0.24b	4.3 \pm 0.16a	2.2 \pm 0.13b	1.7 \pm 0.01b	3.4 \pm 0.12a	16.4 \pm 0.22b
		T1	17.7 \pm 0.33a	15.2 \pm 0.55a	4.0 \pm 0.14b	2.4 \pm 0.25a	2.1 \pm 0.03a	3.4 \pm 0.31a	17.9 \pm 0.11a

注：表中数据的方差分析用独立样本 t 检验法，同列数据中具有相同字母的两数据之间未达到 5% 的显著水平 ($p > 0.05$)

和叶片的生长,提高根系总数和叶绿素含量[20] [21] [22]。同时吲哚丁酸还具有抑制主根生长,促进侧根增多的作用,这可能是导致该试验中 T1 的最长根长比对照要短,但总根数比对照多的原因,李欣欣等在大豆的试验中也验证了吲哚丁酸的这种作用[23]。

周凤珏等在研究吲哚丁酸对木薯的影响中发现,IBA 能促进植物根系对土壤水分和营养的吸收,进而提高了植物各生育时期的株高和单株有效叶数,同时促进了植物对光能的利用,而对提高植物的抗逆性也有促进作用[24]。而研究烟叶的厚度和单位面积重量则可以简单估计烟叶产量[25]。本试验在育苗期对烟草幼苗施加吲哚丁酸处理,达到了同样的促进植株生长,提高产量的效果。但烟株成熟期的 SPAD 值较对照高,说明叶绿素较高,可以适当推迟采收,上部烟叶采取一次性成熟采收的方式,提高采收成熟度。

根系的生长发育直接决定了烟株的生长状态,对烟叶产质量影响巨大[26]。本试验结果也表明,施用吲哚丁酸促进了根系的生长,进而提高了烟株各生育时期的株高、茎围、节距、单株有效叶数和叶面积系数,打顶后株高达到 115 cm,有效叶片数增加了 3 片左右,同时烟株成熟期时的 SPAD 值、叶片厚度和叶质重也较大。

5. 结论

综上所述,在育苗时通过对幼苗施加吲哚丁酸处理,有利于提高烟苗的根系活力,培育壮苗,缩短了移栽后烟苗的还苗时间,促进了烟株后期的生长和发育,同时对于烤后烟叶内在品质的改善也有重要意义。

基金项目

衡阳市烟草专卖局科技创新项目(20150119011)。

参考文献 (References)

- [1] 齐飞, 刘国顺, 史宏志, 杜绍明, 亚平, 张蕊, 王建安. 移栽期对烤烟化学成分及成熟烟叶组织结构的影响[J]. 中国烟草学报, 2011, 17(3): 37-41.
- [2] Ryu, M.H., Jung, H.J., Lee, U.C. (1988) Growth and Chemical Properties of Oriental Tobacco as Affected by Transplanting Time. *Journal of the Korean Society of Tobacco Science*, **10**, 109-116.
- [3] 高卫锴, 陈杰, 罗慧红, 陈永明. 不同移栽期对烤烟生长及烟叶质量风格特色的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, (33): 48-50.
- [4] 何金牛, 禹宗汉, 王瑛. 移栽期对烤烟生长及产量、质量的影响初报[J]. 河南农业大学学报, 1998, 32(s1): 113-114.
- [5] 邱标仁, 林桂华, 沈焕梅, 王鑫. 提高龙岩烟区上部叶可用性的途径[J]. 中国烟草科学, 2000, 21(2): 18-20.
- [6] 何晓倩. 不同移栽期对烟草黑胫病和花叶病产生的影响[J]. 中国农业信息, 2014(24): 113-114.
- [7] 王克占, 孙伟奇, 王玉军. 不同移栽时间对烟草长势及烟叶产量、质量的影响[J]. 山东农业科学, 2009(2): 48-49.
- [8] Overvoord, P., Fukaki, H. and Beeckman, T. (2010) Auxin Control of Root Development. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, **2**, 1-16. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a001537>
- [9] 谭伟明, 樊高琼. 植物生长调节剂在农作物上的应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 89-90.
- [10] 李金亭, 张元昊, 郭晓双, 王燕培, 李亚楠, 李晶晶, 田仁云. 吲哚丁酸对怀牛膝幼苗生长及谷胱甘肽抗氧化酶系统的影响[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2014(3): 105-108.
- [11] 孙睿, 邵红, 王仲, 李修平. 吲哚丁酸对一串红种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 林业科技, 2012(3): 6-7.
- [12] 吴丽君, 王莹茜, 夏西亚. 吲哚丁酸对月季扦插生根的影响[J]. 北方园艺, 2016(9): 82-86.
- [13] 林韶湘, 苏广达. 赤霉素(GA3)及吲哚丁酸(IBA)处理宿根甘蔗促进发株及幼苗生长的研究[J]. 作物学报, 1984, 10(1): 63-64.

- [14] 徐天养, 赵正雄, 李忠环, 陈荣平, 许龙, 王朏霖, 金霞. 耕作深度对烤烟生长、养分吸收及产量、质量的影响[J]. 作物学报, 2009, 35(7): 1364-1368.
- [15] 金维环, 董建辉, 陈明, 陈耀锋, 李连城, 徐兆师, 马有志. 转 EdHP1 (氢离子焦磷酸化酶)基因烟草促进钾离子吸收的生理机制[J]. 作物学报, 2010, 3(10): 1752-1759.
- [16] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 第2版. 广州: 华南理工大学出版社, 2006: 78-83.
- [17] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 252-274.
- [18] 董庆文, 王爱玲, 滕春红, 陶波. 三氟吲哚丁酸同系物对玉米种子萌发及幼苗生长发育的影响[J]. 玉米科学, 2013, 21(2): 93-97.
- [19] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 134-136.
- [20] 佟坚宁, 侯小改, 王娟, 贾甜, 刘改秀. 吲哚丁酸对盆栽牡丹叶片生理特性的影响[J]. 山东农业科学, 2010(8): 38-40.
- [21] 孙哲, 陈彦. 不同浓度的吲哚丁酸对紫薇硬枝扦插的影响[J]. 北方园艺, 2010(7): 103-104.
- [22] 安三平, 王丽芳, 王美琴, 石红, 张宋智, 马建伟, 王军辉. 丽江云杉扦插促根剂配方筛选和插条效应[J]. 林业科技开发, 2011, 25(3): 88-91.
- [23] 李欣欣, 赵静, 廖红. 吲哚乙酸、吲哚丁酸和萘乙酸对大豆幼根生长的影响[J]. 植物生理学报, 2013, 49(6): 573-578.
- [24] 周凤珏, 许鸿源, 施力军, 白坤栋, 黄春燕, 周文亮. 吲哚丁酸对木薯生长及一些生理特性的影响[J]. 中国农学通报, 2004, 20(4): 153-155.
- [25] 余学熙, 傅文吾, 刘承柳, 万经猛. 烟草叶片生长的研究[J]. 作物学报, 1965, 4(4): 333-341.
- [26] 赵正雄, 殷红慧, 李宏光, 唐加敏, 李少明. 断根追钾条件下减量施氮对烟株后期氮、钾吸收及烟叶产量质量的影响[J]. 作物学报, 2008, 34(7): 1294-1298.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org