

引用格式:

王灿, 曾惠宇, 江智敏, 文伟康, 肖志鹏, 胡庆辉, 夏冰, 邓小华. 稻茬烤烟生长和烟叶品质对促早生快发施肥模式的响应[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2024, 50(4): 28–34.

WANG C, ZENG H Y, JIANG Z M, WEN W K, XIAO Z P, HU Q H, XIA B, DENG X H. Response in growth and leaf quality of paddy-tobacco to the fertilization mode of promoting early growth and rapid development[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2024, 50(4): 28–34.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



## 稻茬烤烟生长和烟叶品质对促早生快发施肥模式的响应

王灿<sup>1</sup>, 曾惠宇<sup>1</sup>, 江智敏<sup>2</sup>, 文伟康<sup>1</sup>, 肖志鹏<sup>1</sup>, 胡庆辉<sup>2</sup>, 夏冰<sup>3</sup>, 邓小华<sup>3\*</sup>

(1.湖南省烟草公司衡阳市公司, 湖南 衡阳 421001; 2.浙江中烟工业有限责任公司, 浙江 杭州 310008; 3.湖南农业大学农学院, 湖南 长沙 410128)

**摘要:**为解决湖南稻作烟区烤烟大田前期低温阴雨抑制烤烟生长、导致烟叶原料质量差和烤烟品质下降的问题,以云烟87为材料,设计优化基肥(添加微生物菌剂)和提苗肥(配施尿素),即促早生快发施肥模式,通过测定烤烟的农艺性状、干物质积累量和氮积累量、经济性状、物理特性、化学成分并进行烟叶感官评吸,对烟叶产量和质量综合效果进行模糊评价。结果表明:基肥中添加微生物菌剂和专用提苗肥配施尿素,可以提高株高和最大叶叶长、最大叶叶宽、最大叶叶面积,增加烟株干物质积累量和氮积累量,提高烤烟的产量和产值,提高烟叶的平衡含水率和叶片厚度、烟叶总糖含量,降低烟碱含量,提高烟叶感官评吸质量,二者互动最终得到产量和质量综合效果较好的烟叶。与传统基肥和提苗肥的处理相比,经过在基肥中添加微生物菌剂并配施尿素作提苗肥的处理后,烤烟经济性状指数、感官质量指数和综合效果指数可分别提高11.27%、20.01%、12.61%。

**关键词:** 烤烟; 早生快发施肥模式; 烟叶品质; 产量和质量综合效果

中图分类号: S572.062

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2024)04-0028-07

## Response in growth and leaf quality of paddy-tobacco to the fertilization mode of promoting early growth and rapid development

WANG Can<sup>1</sup>, ZENG Huiyu<sup>1</sup>, JIANG Zhimin<sup>2</sup>, WEN Weikang<sup>1</sup>, XIAO Zhipeng<sup>1</sup>, HU Qinghui<sup>2</sup>, XIA Bin<sup>3</sup>, DENG Xiaohua<sup>3\*</sup>

(1.Hengyang Branch of Hunan Tobacco Province Company, Hengyang, Hunan 421001, China; 2.China Tobacco Zhejiang Industrial Co. Ltd, Hangzhou, Zhejiang 310008, China; 3.College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China)

**Abstract:** To solve the problem of decreased quality of the tobacco caused by low temperature and overcast-rain at prior period of field growth which inhibit the growth of tobacco in Hunan paddy-tobacco area, flue-cured tobacco variety Yunyan87 was used as the experimental material, and optimized base fertilizer(adding microbial agent) and seedling fertilizer(applying urea), namely, fertilization mode for promoting early growth and rapid development were applied to evaluate the comprehensive effect of the optimized fertilizer on yield and quality of tobacco leaves by analyzing the agronomic characters, dry matter and nitrogen accumulation, economic characters, physical characteristics, chemical composition and sensory smoking quality of the flue-cured tobacco. The results showed that the addition of microbial agent to base fertilizer and special seedling fertilizer combined with urea could increase plant height, maximum leaf length, width and area, increase dry matter and nitrogen accumulation, increase yield and output value of flue-cured tobacco, increase the balanced moisture content and leaf thickness of tobacco leaves, increase the total sugar content of tobacco leaves, reduce the nicotine content, and improve the sensory evaluation and smoking quality of tobacco leaves. The interaction between the two resulted in tobacco leaves with comprehensively higher yield and better quality. The

收稿日期: 2024-04-09

修回日期: 2024-06-05

基金项目: 湖南省烟草公司衡阳市公司科技项目(HYYC2022KJ17); 浙江中烟工业有限责任公司科技重点项目(ZJZY2023B001)

作者简介: 王灿(1985—), 男, 湖南株洲市人, 政工师, 主要从事烟叶栽培管理研究, wangc8hy@hntobacco.com; \*通信作者, 邓小华, 博士, 教授, 主要从事烟草科学与工程技术研究, yzdxh@163.com

treatment of adding microbial inoculant in basal fertilizer and adding area as seedling-raising fertilizer was better than those of traditional basal fertilizer and seedling-raising fertilizer, the economic character index, smoking quality index and comprehensive effect of index increased 11.27%, 20.01%, and 12.61%, respectively.

**Keywords:** paddy-tobacco; early growth and rapid development fertilization mode; tobacco leaf quality; comprehensive effect of yield and quality

湖南稻作烟区烤烟大田生长前期低温多雨,导致烟株发根慢,生长迟缓,烟叶产量和品质下降<sup>[1-2]</sup>。探究合适的促早生快发技术,以应对气候的不稳定性<sup>[3]</sup>、旺长期时间延长<sup>[4]</sup>等问题,促进烟叶品质的提高对烤烟生产具有重要意义。郭玉鸽等<sup>[5]</sup>研究表明,微生物菌肥通过提高烟株根际土壤微生物活性、碱解氮和有效磷的含量来促进烟株生长发育和提高烟叶香气品质。阎海涛等<sup>[6]</sup>研究表明,生物炭和微生物菌剂混合施用能降低根茎病害发病率,提高烤后烟叶化学成分协调性和致香物质含量,促进烤烟生长发育。徐宗昌等<sup>[7]</sup>研究表明,烟草移栽期增施微生物肥料能够有效改善株高、叶长、叶宽等农艺性状,改善烤后烟叶的理化性质,使烟叶中各种化学成分含量更加协调。武春屹等<sup>[8]</sup>研究认为,减氮配施微生物菌剂较常规施肥有增产效果。杨丽丽<sup>[9]</sup>研究表明,根区施用生物有机肥可提高肥料利用率,促进烤烟生长,提高烟叶产量和品质。苏煜等<sup>[10]</sup>研究表明,全营养配方肥搭配大穴环施,可促进烤烟生长发育,提高烟叶经济性状、产量和品质。改善提苗肥的氮素形态占比并添加微生物菌剂来促进烤烟早生快发的相关研究少有报道。为促进烤烟早生快发,笔者通过优化基肥和提苗肥的双因素试验,探究基肥添加微生物菌剂和提苗肥配施尿素对稻茬烤烟农艺性状、干物质积累量和氮积累量、经济性状、物理特性、化学成分、感官质量的影响,以期对湖南稻作烟区烤烟可持续发展提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

烤烟品种为云烟87。烟草专用基肥(氮、磷、钾质量比为8:10:11),烟草专用提苗肥(氮、钾质量比为20:9),烟草专用追肥(氮、钾质量比为10:32),尿素(氮质量分数46%),硝酸钾(氮、钾质量比为13.5:44),生物有机肥(发酵菜籽饼肥,总养分含量 $\geq 8\%$ ,有机质含量 $\geq 70\%$ ),湖南金叶众望科技有限公司出品。钙镁磷土壤调理剂,湖南省泸溪县

富农磷化有限公司出品。硫酸钾( $K_2O$ 质量分数大于等于52.0%),新疆罗布泊钾盐有限责任公司出品。“根茎康”微生物菌剂(有效活菌数 $\geq 3.0 \times 10^9/g$ ),北京恩格兰环境技术有限责任公司出品。

### 1.2 试验设计

于2022年在湖南省常宁市(112.4 E, 26.3 N)的烟稻复种烟田进行试验。该区域属亚热带季风湿润气候,年均气温18.1 °C,年均降水量1 436 mm。试验田土壤的碱解氮含量197.8 mg/kg,有效磷含量19.2 mg/kg,速效钾含量172.1 mg/kg, pH 7.0,有机质含量50.1 g/kg。试验设置优化基肥(A)和优化提苗肥(B)2个因素。A1,烟草专用基肥+生物发酵菜籽饼肥+钙镁磷土壤调理剂+“根茎康”微生物菌剂;A2,烟草专用基肥+生物发酵菜籽饼肥+钙镁磷土壤调理剂。B1,烟草专用提苗肥;B2,尿素;B3,50%烟草专用提苗肥+50%尿素。大田试验设6个处理,每个处理重复3次。区组随机排列,小区面积80 m<sup>2</sup>。将烟草专用基肥900 kg/hm<sup>2</sup>、生物发酵菜籽饼肥450 kg/hm<sup>2</sup>、钙镁磷土壤调理剂450 kg/hm<sup>2</sup>、“根茎康”微生物菌剂30 kg/hm<sup>2</sup>等混合均匀,在烤烟移栽前10 d作基肥条施。烟草专用提苗肥75 kg/hm<sup>2</sup>或尿素31.95 kg/hm<sup>2</sup>或烟草专用提苗肥37.5 kg/hm<sup>2</sup>+尿素15.98 kg/hm<sup>2</sup>作提苗肥分2次施用,第1次在移栽时结合定根水浇施40%提苗肥,其余结合实际情况在第1次追肥时施用。烟草专用追肥450 kg/hm<sup>2</sup>、硝酸钾225 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾300 kg/hm<sup>2</sup>作为追肥,在烤烟移栽后第15、25、35天分3次施用。3月23日移栽,单垄栽培,种植密度为16 667株/hm<sup>2</sup>(株行距50 cm×120 cm)。其他生产措施与常宁市优质烤烟生产技术规程相同。

### 1.3 指标测定

1) 依据YC/T 142—2010《烟草农艺性状调查测量方法》,在烤烟圆顶期测量5株烟株的最大叶叶长、最大叶叶宽、株高、茎围、有效叶片数等,计算最大叶叶面积。

2) 在烤烟圆顶期,每个小区选择具有代表性的5株烟株,将根系泥土洗干净后将根、茎、叶分开装袋,于105℃杀青30 min,于70℃烘干至恒质量。烘干后将样品磨碎,用 $H_2SO_4-H_2O_2$ 法消煮,采用凯氏定氮法测定样品全氮量。计算烟株干物质总质量和烟株氮积累量。

3) 对每个处理样品进行单独分级,统计产量、上等烟比例、均价、产值<sup>[11]</sup>。采用文献[12]的方法将4个经济性状指标转换为无量纲化0~1数值,并按25.4、32.8、19.9、21.9的权重分配系数,计算4个经济性状指标的加权值和,即为经济性状指数(ECI)。

4) 测定C3F等级烟叶长度、宽度、单叶质量、含梗率、叶片厚度、平衡含水率、单位叶面积质量等物理特性指标<sup>[13]</sup>。参照文献[14]的方法,将烟叶物理特性指标转换为无量纲化0~1数值,并按16.4、10.6、21.8、19.1、12.8、19.3的权重分配系数,计算6个物理特性指标的加权值和,即为烟叶的物理特性指数(PPI)。

5) 采用SKALAR间隔流动分析仪测定C3F等级烟叶中总糖、还原糖、烟碱、总氮、氯的含量;采用火焰光度法测定钾含量。将烟叶化学成分含量用隶属函数方法转换为无量纲化0~1数值<sup>[15-16]</sup>,并按14.4、15.9、27.8、24.6、10.4、6.9的权重分配系数<sup>[17]</sup>,计算6个化学成分指标的加权值和,即为化学成分可用性指数(CCU)。

6) 对C3F等级烟叶作感官质量评价。感官质量香气量18分、香气质20分、杂气8分、透发性6分、细腻程度6分、圆润感8分、柔和程度6分、刺激性10分、干燥感8分、余味10分,参照YC/T 138—1998《烟草及烟草制品》的方法赋分鉴评,计算这些指标值的和,即为感官评吸质量指数(SQI)。

7) 烟叶产量和品质综合评价。将感官评吸质量、经济性状、化学成分、物理特性等4个指数分别赋予0.4、0.3、0.2、0.1的权重分配系数<sup>[18]</sup>,对其进行加权求和后得到烟叶产质量综合效果指数(CEI)。

## 2 结果与分析

### 2.1 促早生快发施肥对烤烟农艺性状的影响

促早生快发施肥的烤烟的农艺性状测量结果列于表1。由表1可知,从A因子看,A1株高、最大叶叶长、最大叶叶宽和最大叶叶面积,较A2分别提高6.10%、8.97%、12.27%、22.37%。从B因子看,B3、B2的最大叶叶宽较B1的分别高14.85%、14.65%,最大叶叶面积分别高22.35%、15.67%。A1B1处理的株高最高,A2B1处理的最低;A1B1、A1B2、A1B3、A2B3处理的最大叶叶长相对较高;A1B2、A1B3处理最大叶叶宽和最大叶叶面积相对较高,A2B1处理后的最低。以上结果表明基肥中添加微生物菌剂和专用提苗肥配施尿素可增加株高和最大叶叶面积,改善烤烟农艺性状。

表1 促早生快发施肥的烟株的农艺性状

处理	株高/cm	茎围/cm	单株叶片数	最大叶叶长/cm	最大叶叶宽/cm	最大叶叶面积/cm <sup>2</sup>
A1B1	(122.98±3.76)a	10.12±0.37	17.60±0.55	(79.42±5.12)a	(32.12±1.30)b	(1 619.85±145.96)b
A1B2	(118.34±0.88)ab	10.38±0.37	17.60±0.55	(80.14±2.99)a	(36.16±2.16)a	(1 839.42±142.71)a
A1B3	(119.36±3.06)ab	9.64±0.32	17.60±0.55	(80.96±2.29)a	(36.46±1.40)a	(1 867.70±92.83)a
A2B1	(109.38±3.48)b	9.06±0.55	17.20±0.45	(75.26±3.27)b	(26.46±0.97)c	(1 262.95±58.24)d
A2B2	(115.58±3.81)ab	9.26±0.15	17.20±0.45	(75.96±3.40)b	(31.00±1.08)b	(1 495.15±105.26)cd
A2B3	(112.08±2.52)ab	9.10±0.16	17.40±0.55	(78.86±3.76)a	(32.82±2.22)b	(1 559.28±118.24)c
A1	(120.26±3.26)a	9.86±0.52	17.60±0.50	(79.70±3.29)a	(32.85±2.51)a	(1 661.97±157.36)a
A2	(113.35±3.99)b	9.11±0.32	17.30±0.47	(73.14±4.18)b	(29.26±2.52)b	(1 358.18±147.59)b
B1	116.18±7.94	9.59±0.71	17.40±0.52	77.34±4.61	(29.29±3.17)b	(1 441.40±215.31)b
B2	116.96±2.99	9.82±0.65	17.40±0.52	78.05±3.74	(33.58±3.16)a	(1 667.28±216.56)a
B3	115.72±4.66	9.37±0.37	17.50±0.53	78.91±7.02	(33.64±2.59)a	(1 763.49±237.44)a

同列不同字母表示处理间或因子间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

## 2.2 促早生快发施肥对烤烟干物质积累量和氮积累量的影响

促早生快发施肥的烤烟干物质积累量和氮积累量测定结果列于表2。由表2可知,从A因子看,A1的干物质积累总量较A2的高20.96%。从B因子看,B1、B2、B3的干物质积累没有显著差异。A1B2处理的干物质积累量最高,A2B1、A2B2、A2B3处理

的较低。A1较A2可显著提高根、茎、叶和烟株氮积累量,A1较A2的氮积累量高16.30%。B3、B2的根、茎、叶和烟株氮积累量显著高于B1的,氮积累总量分别高17.21%、16.52%。A1B2处理的氮积累量最高,A2B2处理的最低。由此可见,基肥中添加微生物菌剂和施用尿素作提苗肥可增加烟株干物质积累量和氮积累量。

表 2 促早生快发施肥的烟株的干物质积累量和氮积累量

Table 2 The dry matter and nitrogen accumulation of tobacco plants with different fertilization to promote early growth and rapid development

处理	每株干物质积累量/g			
	根	茎	叶	总量
A1B1	(67.50±1.13)ab	(77.65±2.05)b	(135.45±1.48)b	(280.60±0.57)b
A1B2	(67.70±1.70)ab	(87.20±2.69)a	(142.20±5.80)a	(297.10±1.41)a
A1B3	(70.75±1.91)a	(85.10±4.53)a	(130.85±2.47)b	(286.70±8.91)ab
A2B1	(64.35±1.06)b	(72.45±1.91)b	(108.50±1.84)c	(245.30±1.13)c
A2B2	(63.90±0.57)b	(68.05±2.62)c	(107.25±5.87)c	(239.20±7.92)c
A2B3	(66.15±1.91)b	(76.05±0.78)b	(106.40±5.52)c	(248.60±2.83)c
A1	(69.68±2.72)a	(83.23±4.60)a	(138.28±6.63)a	(291.18±10.12)a
A2	(59.85±4.72)b	(72.55±3.48)b	(108.33±3.91)b	(240.73±5.21)b
B1	65.93±2.03	75.05±3.41	121.98±5.62	262.95±20.39
B2	65.80±2.42	77.63±11.27	124.73±20.73	268.15±33.75
B3	68.45±8.57	80.58±5.86	118.63±14.54	267.65±28.29

  

处理	每株氮积累量/mg			
	根	茎	叶	总量
A1B1	(1 211.06±15.48)bc	(1 638.42±76.18)a	(2 355.07±14.79)d	(5 204.55±96.45)d
A1B2	(1 507.20±31.72)a	(1 430.53±20.98)b	(5 217.76±57.94)a	(8 155.49±61.64)a
A1B3	(1 509.69±336.9)a	(1 249.83±70.97)c	(4 770.24±7.01)b	(7 529.76±44.88)b
A2B1	(1 183.49±14.60)c	(1 166.67±3.81)c	(3 891.13±77.43)c	(6 241.29±95.84)c
A2B2	(1 400.12±12.76)ab	(1 181.51±8.66)c	(2 899.04±47.16)d	(5 480.67±58.58)d
A2B3	(1 307.83±21.81)b	(1 647.13±45.06)a	(2 930.75±1.30)d	(5 885.71±68.17)cd
A1	(1 402.68±24.38)a	(1 579.87±31.83)a	(4 281.09±13.96)a	(7 263.64±40.17)a
A2	(1 243.17±12.86)b	(1 195.65±31.11)b	(3 806.62±65.10)b	(6 245.44±109.07)b
B1	(1 197.27±20.10)b	1 402.55±25.90	(3 123.10±80.03)b	(5 722.92±116.03)b
B2	(1 453.66±29.81)a	1 456.02±37.25	(3 958.40±22.04)a	(6 668.08±249.10)a
B3	(1 408.76±27.40)a	1 448.48±24.46	(3 850.49±39.38)a	(6 707.73±211.24)a

同列不同字母表示处理间或因子间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

## 2.3 促早生快发施肥对烤烟经济性状的影响

促早生快发施肥的烤烟的经济性状列于表3。由表3可知,从A因子看,A1经济性状指数和产量、产值显著大于A2的,但均价、上等烟比例差异不显著。从B因子看,B3的产量、均价、上等烟比例相较于B1、B2没有显著差异,但产值显著大于B1、B2的,且B3的经济性状指数显著大于B1的。A1B3处理的经

济性状指数最大,A2B1处理的经济性状指数最小。A1B3处理的产值最大且显著大于其他5个处理。A1B3处理的经济性状指数最大且显著大于A2B1、A2B2、A2B3处理。A1B3较A2B1的经济性状指数提高了11.27%。由此可知,基肥中添加微生物菌剂和专用提苗肥配施尿素可提高烤烟的产量和产值,进而提高经济性状指数。

表3 促早生快发施肥措施下的烤烟的经济性状

处理	产量/(kg hm <sup>-2</sup> )	均价/(元 kg <sup>-1</sup> )	上等烟比例/%	产值/(元 hm <sup>2</sup> )	经济性状指数	排序
A1B1	(2 193.73±79.39)a	26.35±1.18	59.16±5.97	(57 804.79±129.13)b	(94.43±3.80)b	4
A1B2	(2 210.35±49.63)a	26.42±1.30	61.27±7.32	(58 397.45±546.06)b	(95.77±5.29)b	2
A1B3	(2 278.46±88.98)a	27.42±0.90	63.30±3.82	(62 475.37±378.82)a	(99.71±3.34)a	1
A2B1	(1 979.11±82.79)b	26.87±0.29	57.94±1.80	(53 178.69±357.06)c	(89.61±7.22)c	6
A2B2	(1 983.09±68.94)b	26.97±0.70	64.04±2.92	(53 483.94±292.39)c	(92.27±7.04)bc	5
A2B3	(2 084.43±59.23)b	27.50±0.33	62.82±2.48	(57 321.83±583.18)b	(94.97±4.62)b	3
A1	(2 227.51±53.94)a	26.73±1.41	61.24±7.96	(59 559.20±293.54)a	(96.63±5.50)a	1
A2	(2 015.54±96.72)b	27.11±0.97	61.60±4.16	(54 661.48±211.76)b	(92.29±5.71)b	2
B1	2086.42±51.76	26.61±1.07	58.55±6.21	(55 491.74±123.15)b	(92.02±2.05)b	3
B2	2096.72±89.99	26.70±0.32	62.65±1.96	(55 940.69±188.11)b	(94.02±1.08)ab	2
B3	2181.45±74.94	27.46±0.76	63.06±3.17	(59 898.60±317.81)a	(97.34±2.99)a	1

同列不同字母表示处理间或因子间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

## 2.4 促早生快发施肥对烟叶物理特性的影响

由表4可知,从A因子看,A1处理与A2处理的各项物理特性指标没有显著差异。从B因子看,B3平衡含水率相比B1处理和B2处理分别提高了22.47%、21.32%,差异显著;B3处理叶面积质量相较于B1和B2分别提高了12.34%和17.03%。A1B2、A2B2处理的叶片厚度相对较小,且与A1B1和A2B3

处理的差异显著,可见缺乏烟草专用提苗肥会导致烤烟叶片厚度减小。A1B3和A2B3处理的平衡含水率最大且显著大于其他处理的,可见专用提苗肥配施尿素可以提高烟叶的平衡含水率。由此可见,烟草专用提苗肥配施尿素能有效提高烟叶的平衡含水率和叶片厚度,进而提高烟叶的物理特性指数。

表4 不同促早生快发施肥措施的烟叶的物理特性

处理	叶宽/叶长	单叶质量/g	含梗率/%	叶片厚度/ $\mu\text{m}$	平衡含水率/%	单位叶面积质量/(g m <sup>-2</sup> )	物理特性指数	排序
A1B1	(0.34±0.02)b	(13.36±2.90)a	(36.90±1.67)a	(126.35±8.41)a	(14.94±0.42)b	(93.60±6.24)ab	(90.08±5.52)a	3
A1B2	(0.34±0.05)b	(9.29±2.33)b	(34.27±4.36)ab	(97.80±7.78)b	(13.12±0.36)b	(74.34±5.91)b	(87.34±2.21)b	5
A1B3	(0.38±0.06)a	(12.72±2.8)a	(35.17±3.94)ab	(105.15±14.78)ab	(18.31±0.51)a	(81.06±1.4)ab	(87.74±2.07)b	4
A2B1	(0.40±0.06)a	(10.34±3.08)ab	(34.15±2.79)ab	(104.25±3.89)ab	(14.89±1.46)b	(78.65±2.93)b	(92.87±3.28)a	1
A2B2	(0.39±0.02)a	(11.99±0.97)ab	(33.18±1.73)ab	(98.70±19.66)b	(16.98±1.68)ab	(91.00±18.12)ab	(86.39±3.71)b	6
A2B3	(0.33±0.04)b	(11.40±0.85)ab	(32.46±5.02)b	(125.05±12.52)a	(18.20±1.80)a	(112.44±11.26)a	(90.67±2.51)a	2
A1	0.36±0.06	12.59±3.57	34.64±3.77	104.11±16.93	16.09±2.34	79.94±10.8	88.39±4.91	2
A2	0.37±0.05	11.62±1.71	34.04±3.63	115.33±18.02	17.17±2.00	94.41±15.49	89.64±2.09	1
B1	0.37±0.06	11.85±3.15	35.53±2.55	115.30±13.84	(14.91±0.88)b	(86.12±9.51)b	88.47±3.68	3
B2	0.36±0.04	10.64±2.18	33.72±3.03	98.25±12.22	(15.05±2.44)b	(82.67±14.61)b	89.36±4.24	1
B3	0.36±0.04	12.06±1.99	33.82±4.30	115.10±16.03	(18.26±1.08)a	(96.75±20.34)a	89.21±5.42	2

同列不同字母表示处理间或因子间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

## 2.5 促早生快发施肥对烟叶化学成分的影响

促早生快发施肥的烟叶化学成分的测定结果列于表5。结果表明,从A因子看,A2的总糖含量相比A1提高5.82%;A1的烟碱含量相比A2处理提高3.51%。从B因子看,B3的总糖和还原糖含量最大,其中总糖相比B1、B2分别提高13.63%、6.40%;B1的烟碱含量最高,分别比B2、B3提高了5.20%、

20.94%。A1B3和A2B3处理的总糖和还原糖含量相对较高,总糖含量显著大于其他处理的;A1B3和A2B3处理的烟碱含量最低,且显著低于其他处理的;A2B1处理的总氮含量最高但与其他处理的没有显著差异。由此可见,专用提苗肥配施尿素可以提高烟叶总糖含量,降低烟碱含量。

表 5 不同促早生快发施肥的烟叶的化学成分

处理	质量分数/%						化学成分可用性指数	排序
	总糖	还原糖	烟碱	总氮	钾	氯		
A1B1	(22.22±2.40)c	(15.55±1.66)c	(2.67±0.38)b	2.25±0.19	2.36±0.13	0.25±0.11	(80.89±2.30)b	4
A1B2	(26.51±0.98)b	(18.50±1.00)b	(2.98±0.06)a	2.30±0.13	2.38±0.19	0.26±0.05	(77.03±1.52)c	5
A1B3	(29.15±1.71)a	(20.81±1.36)a	(2.34±0.19)c	2.34±0.25	2.32±0.11	0.19±0.10	(86.25±1.16)ab	3
A2B1	(27.79±0.69)b	(19.42±0.43)ab	(2.99±0.16)a	2.45±0.12	2.40±0.14	0.44±0.09	(76.86±1.36)c	6
A2B2	(26.91±0.53)b	(18.47±0.37)b	(2.39±0.11)c	2.27±0.21	2.36±0.17	0.27±0.02	(89.97±1.20)a	2
A2B3	(27.70±0.28)b	(19.16±0.20)ab	(2.34±0.04)c	2.11±0.12	2.14±0.04	0.19±0.03	(90.02±1.48)a	1
A1	(25.96±0.77)b	18.29±0.51	(2.66±0.13)a	2.30±0.45	2.35±0.38	0.23±0.02	(81.39±0.94)b	2
A2	(27.47±0.84)a	19.02±0.58	(2.57±0.13)b	2.28±0.10	2.30±0.11	0.27±0.02	(85.62±0.90)a	1
B1	(25.01±0.22)b	17.49±0.14	(2.83±0.09)a	2.35±0.33	2.38±0.42	0.35±0.02	(78.87±1.10)b	3
B2	(26.71±2.03)b	18.49±1.54	(2.69±0.26)b	2.29±0.18	2.37±0.10	0.27±0.04	(83.50±0.90)ab	2
B3	(28.42±1.99)a	19.99±1.22	(2.34±0.19)c	2.23±0.19	2.23±0.19	0.15±0.15	(88.13±1.28)a	1

同列不同字母表示处理间或因子间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

## 2.6 促早生快发施肥对烟叶感官评吸质量的影响

促早生快发施肥的烟叶感官评吸质量指数列于表6。结果表明, A因子中, A1烟叶感官评吸质量指数显著高于A2的, 比A2提升了8.74%; B因子中, B3、B2感官评吸质量指数显著高于B1的, 分别提高11.88%、6.50%。A1B3、A1B2、A2B3、A1B1、A2B2、A2B1处理的感官评吸质量指数依次降低, A1B3处理的较A2B1处理的提高20.01%。由此可见, 基肥中添加微生物菌剂和专用提苗肥配施尿素可改进烟叶感官评吸质量。

表 6 促早生快发施肥的烟叶感官评吸质量指数和烟叶产质量综合评价指数

Table 6 The SQI and CEI of tobacco leaves with different fertilization to promote early growth and rapid development

处理	SQI	排序	处理	CEI	排序
A1B1	(72.75±1.89)c	4	A1B1	(82.62±2.10)bc	5
A1B2	(80.51±2.23)b	2	A1B2	(85.07±2.05)b	3
A1B3	(85.36±1.25)a	1	A1B3	(90.08±0.90)a	1
A2B1	(71.13±2.94)c	6	A2B1	(79.99±2.35)c	6
A2B2	(72.73±1.86)c	5	A2B2	(83.41±2.17)bc	4
A2B3	(75.60±2.18)c	3	A2B3	(85.80±1.75)b	2
A1	(79.54±2.36)a	1	A1	(85.92±2.13)a	1
A2	(73.15±2.27)b	2	A2	(83.03±2.74)b	2
B1	(71.94±1.15)c	3	B1	(81.00±1.10)c	3
B2	(76.62±2.50)b	2	B2	(84.49±2.55)b	2
B3	(80.48±1.90)a	1	B3	(87.94±1.48)a	1

同列不同字母表示处理间或因子间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

## 2.7 促早生快发施肥措施的综合效果评价

由表6还可知, A因子中, A1的烟叶综合效果指数相比A2提升了3.52%; B因子中, B3、B2的综合效果指数显著高于B1的, 分别提高8.57%、4.31%。A1B3、A2B3、A1B2、A2B2、A1B1、A2B1的产质量综合效果指数依次降低, 其中A1B3处理的较A2B1处理的提高了12.61%。由此可见, 基肥中添加微生物菌剂和专用提苗肥配施尿素处理的烟叶产质量综合效果好。

## 3 结论与讨论

本试验结果表明, 基肥中添加微生物菌剂并配施尿素作提苗肥, 在改善农艺性状和化学成分、增加烤烟干物质积累量和氮积累量、提高经济性性状指数和物理特性指数以及烟叶感官评吸质量等方面有显著的促进作用, 有利于稻茬烤烟增产增收。

本试验中采用“根茎康”微生物菌剂配施烟草专用基肥、生物发酵菜籽饼肥和钙镁磷土壤调理剂, 在移栽前10 d作基肥条施, 烤烟的农艺性状如株高、叶长、叶宽等都得到了改善, 干物质积累量提高, 经济性性状如产量、产值得到了改善, 感官评吸质量提高, 这主要与微生物菌剂能有效降低黑胫病、青枯病发病率<sup>[19]</sup>、改善根际微生态环境、促进烤烟生长以及对病菌产生拮抗作用<sup>[20-21]</sup>有关。

试验施用硝态氮含量 $\geq 40\%$ 的烟草专用提苗肥和尿素(尿素态氮), 结果表明, 施用尿素作提苗肥

以及50%烟草专用提苗肥配施50%尿素处理的烟叶综合效果指数最大,表现在能显著增大最大叶叶宽和叶面积,改善农艺性状,还能提高烟株的氮积累量;50%烟草专用提苗肥配施50%尿素能显著提高烟叶产值和经济性状指数,同时提高平衡含水率和叶面积质量,促使总糖含量和感官评吸质量提高。以硝态氮为主的烟草专用提苗肥,其硝态氮易吸收,但在南方稻作烟区易流失。已有研究表明,施用饼肥可提高土壤脲酶活性<sup>[22-23]</sup>,本试验施用了生物发酵菜籽饼肥,土壤脲酶活性的提高较地将尿素转化为碳铵而被烟株吸收,减少了氮素流失,氮素利用率得到提高,因而促进了烤烟的早生快发。

### 参考文献:

- [1] 赵静,徐照丽,段胜智,等.水杨酸对移栽后烟株早生快发的影响[J].中国农学通报,2013,29(22):152-159.
- [2] 何铭钰,肖汉乾,邓小华,等.浓香型稻茬烤烟生长和物质积累与养分利用效率[J].华北农学报,2021,36(4):139-146.
- [3] 李伟,陆魁东,周清明,等.湖南烤烟适宜移栽期分析[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2012,38(2):135-138.
- [4] 夏海乾,钱晓刚,杜德强,等.不同茎长移栽及施肥方式对烤烟前期生长发育的影响[J].安徽农业科学,2008,36(2):581-582.
- [5] 郭玉鸽,申洪涛,李丽华,等.微生物菌肥对不同酸碱度土壤及烤烟生长和致香物质的影响[J].江苏农业科学,2023,51(3):54-62.
- [6] 阎海涛,常栋,许跃奇,等.生物炭和微生物菌剂对烤烟产质量的影响[J].贵州农业科学,2021,49(10):21-27.
- [7] 徐宗昌,李天卫,蔡宪杰,等.3种微生物菌肥对烤烟生长发育及烟叶产量和质量的影响[J].江苏农业科学,2020,48(16):108-114.
- [8] 武春屹,罗莎莎,杨婷,等.氮减量配施微生物菌剂对烤烟产量和土壤微生物多样性的影响[J].广东农业科学,2023,50(8):52-65.
- [9] 杨丽丽.化肥氮减施对烤烟产质量影响及技术经济评价[D].长沙:湖南农业大学,2020:62-68.
- [10] 苏煜,李迪秦,龚湛武,等.全营养配方肥大穴环施对烤烟生长发育及产质量的影响[J].江苏农业科学,2017,45(17):89-92.
- [11] 邓小华,肖志君,齐永杰,等.种植密度和施氮量及其互作对湘南稻茬烤烟经济性状的效应[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2016,42(3):274-279.
- [12] 江智敏,邓小华,张仲文,等.基于多指标模糊综合评价的烤烟采收成熟度研究[J].云南农业大学学报(自然科学),2022,37(3):455-463.
- [13] 邓小华,陈冬林,周冀衡,等.湖南烤烟物理性状比较及聚类评价[J].中国烟草科学,2009,30(3):63-68.
- [14] 田茂成,邓小华,陆中山,等.基于灰色效果测度和主成分分析的湘西州烟叶物理特性综合评价[J].核农学报,2017,31(1):187-193.
- [15] 邓小华,杨丽丽,邹凯,等.烟稻轮作模式下烤烟增密减氮的主要化学成分效应分析[J].植物营养与肥料学报,2017,23(4):991-997.
- [16] 李伟,邓小华,周清明,等.基于模糊数学和GIS的湖南浓香型烤烟化学成分综合评价[J].核农学报,2015,29(5):946-953.
- [17] 刘昭伟,邹佳怡,黄子彧,等.氮肥减量配施微生物菌剂对烤烟生长发育的影响[J].作物研究,2023,37(5):503-510.
- [18] 邓小华,朱林,李思军,等.稻茬烤烟中部6片烟叶一次性采收的成熟度综合评价[J].核农学报,2023,37(4):854-864.
- [19] 滑夏华.不同微生物肥料对烤烟产质量及土壤肥力的影响[J].贵州农业科学,2020,48(10):38-43.
- [20] 谢雨歆,曾庆宾,杨军伟,等.植物根际促生细菌在烤烟提质增产中的作用[J].烟草科技,2017,50(7):14-21.
- [21] 张瑞福,颜春荣,张楠,等.微生物肥料研究及其在耕地质量提升中的应用前景[J].中国农业科技导报,2013,15(5):8-16.
- [22] 潘昊东,田显芸,刘建萍,等.不同施肥措施对植烟土壤生物学特性和速效养分的影响[J].中国烟草科学,2020,41(4):20-25.
- [23] 季璇,冯长春,郑学博,等.饼肥等氮替代化肥对植烟土壤养分、酶活性和氮素利用的影响[J].中国烟草科学,2019,40(5):23-29.

责任编辑:罗慧敏

英文编辑:罗维