

微生物菌剂不同施肥方法对烤烟生长及烟叶产质量的影响

徐赛¹, 张锦韬¹, 盘文政², 高志豪¹, 张惠林¹, 唐应勇¹, 夏凯^{1*}

(1. 湖南中烟工业有限责任公司原料采购中心, 湖南长沙 410014; 2. 云南省微生物发酵工程研究中心有限责任公司, 云南昆明 650217)

摘要 为探究微生物菌剂不同施肥方法对烤烟生长发育及烟叶产质量的影响, 以烤烟品种云烟 87 为材料, 采用大田对比试验, 设置不同施肥方法。结果表明, 微生物菌剂采用喷施方法能够有效促进上部叶开片, 上部叶叶面积增加 18.5%, 产值增加 10.2%, 感官质量明显改善; 采用条施方法有利于促进烤烟早生快发、生长发育与提高烟叶产质量, 中部叶叶面积增加 13.6%, 上部叶叶面积增加 15.5%, 上等烟比例增加 4.1%, 产值提高 17.8%, 糖含量增加 10% 以上, 糖碱比适宜, 化学成分趋于协调。综合来看, 在烤烟生产中建议采用条施方法, 可达到促进烤烟生长发育、提高烟叶产质量及节约用工成本的效果。

关键词 施肥方法; 微生物菌剂; 生长发育; 经济效益; 烟叶质量

中图分类号 S572 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)21-0166-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.21.040



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Fertilization Methods of Microbial Agents on Flue-cured Tobacco Growth and Tobacco Leaf Yield and Quality

XU Sai¹, ZHANG Jin-tao¹, PAN Wen-zheng² et al (1. Raw Material Procurement Center of Hunan China Tobacco Industry Co., Ltd., Changsha, Hunan 410014; 2. Yunnan Province Microbial Fermentation Engineering Research Center Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650217)

Abstract In order to explore the effects of different fertilization methods of microbial inoculants on the growth and development of flue-cured tobacco and the yield and quality of flue-cured tobacco, the flue-cured tobacco variety Yunyan 87 was used as the material, and field comparison experiments were used to set up different fertilization methods. The results showed that the spraying method of microbial inoculants effectively promoted the opening of the upper leaves, the upper leaf area increased by 18.5%, the output value per hectare increased by 10.2%, and the sensory quality was significantly improved; the strip application method was beneficial to promote the early growth, growth and development of flue-cured tobacco and improve the yield and quality of the tobacco leaves. The middle leaf area increased by 13.6%, the upper leaf area increased by 15.5%, the proportion of premium tobacco increased by 4.1%, the output value per hectare increased by 17.8%, the sugar content increased by more than 10%, the sugar-nicotine ratio was appropriate, and the chemical composition tended to be coordinated. On the whole, it is recommended that the strip application method should be used in the production of flue-cured tobacco, which can promote the growth and development of flue-cured tobacco, improve the quality of tobacco leaves and save labor costs.

Key words Fertilization methods; Microbial agents; Growth and development; Economic benefits; Tobacco leaf quality

近年来,微生物菌剂在烤烟生产上的研究较多,研究方向主要集中在微生物菌剂种类对改善土壤理化性状、促进烟株生长发育、提高烟叶产质量等^[1-4]方面,

研究指出,微生物菌剂作为基肥与叶面肥追肥,在大田作物、果蔬、花卉、林木等作物上广泛应用,显著促进了植物的生长发育^[5-6];徐兴阳等^[7-8]研究表明喷施叶面肥能有效提升烤烟光合作用,促进烟株生长发育,改善成熟期缺磷、缺钾等营养症状,增强烟株抗病性。汪长国等^[9]研究指出喷施微生物菌剂可使烟叶的重要香味成分含量明显增加,氨基酸总量和蛋白质含量均有所降低,改善吸味品质。徐双红等^[10-12]研究指出微生物肥与常规基肥配施,烤烟的农艺性状、经济性状及抗病性等均优于常规基肥,李怡博等^[13-14]研究指出微生物肥与高碳基肥配施能够增加土壤微生物数量,调节土壤微生物活性,为烤烟生长提供良好的土壤环境。胡文智等^[15]研究指出喷施钾肥和提高基肥含钾水平有助于降低烟叶中烟碱和总氮含量,降低叶绿素含量,影响植株的光合作用与光合产物的转化。研究表明,微生物菌剂有改善修复土壤生态、降低因常年连作带来的土传病害、促进烤烟生长发育等作用。微生物菌剂不同施肥方法对烤烟生长发育、

产量、经济效益及烟叶质量的影响程度存在异同,不同施肥方法也存在优缺点,采用条施、穴施及沟施的方法有改善改良土壤生态与省工省时等优势,同时存在部分区域地块见效慢等问题;喷施的方法有养分吸收快与针对性强等优势,缺点为耗工耗时及肥效受光照、气温、降水等因素影响较大。

目前关于微生物菌剂不同施肥方法间综合效益对比分析的相关研究鲜见报道,笔者探究微生物菌剂的不同施肥方法对烤烟生长及烟叶产质量的影响,为改善修复土壤生态、烤烟优质高效生产、提高烤烟经济效益与烟叶质量、降低生产用工成本提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2021 年 3—11 月在云南省楚雄州武定县猫街镇烟区进行,土壤理化性状为速效氮 113.5 mg/kg,速效磷 28.5 mg/kg,速效钾 300.5 mg/kg,有机质含量 55 g/kg,pH 6.7。

1.2 试验材料 供试烟草品种为云烟 87。供试肥料为喷施型微生物菌剂(有效活菌数 ≥ 20.0 亿个/g)、条施型微生物菌剂(有效活菌数 ≥ 20.0 亿个/g)。该微生物菌剂是含有丰富的活性微生物、生物活菌、有机质及多种微量元素的新型菌剂产品,产品成分包括解淀粉芽孢杆菌、侧孢短芽孢杆菌、胶冻样类芽孢杆菌等。

1.3 试验设计 采用大田随机区组设计,设置 3 个处理(表 1)。试验区组面积为 108 m²,3 次重复,区组间设保护行。

基金项目 企业内部项目“彰显清香型风格特色烟叶生产技术集成与推广”(KY2017-JD003)。

作者简介 徐赛(1993—),男,山东菏泽人,硕士研究生,研究方向:烟草抗性培育与优质高效生产。*通信作者,博士研究生,研究方向:烟草育种。

收稿日期 2021-11-29

试验过程中,条施型微生物菌剂与基肥混匀一并施用,选 8 叶龄烟苗在 4 月 27 日按照行株距 120 cm × 50 cm 统一移栽,喷施型微生物菌剂在打顶当天进行整株喷施。现蕾期打顶

后,各处理烟株从上而下第三叶位作为上部叶测定叶片,腰叶选其最大叶片作为测定叶片,挂牌标记。其他管理措施按当地优质烟叶生产方案执行。

表 1 微生物菌剂不同施肥方法试验处理

Table 1 Experimental treatment of different fertilization methods of microbial agents

处理 Treatment	施肥方法 Fertilizing method	基肥 Base fertilizer		追肥 Top dressing	
		种类 Species	施用量 Application rate//mL/hm ²	种类 Species	施用量 Application rate//mL/hm ²
CK	—	常规基肥(当地指导性常规施肥方案)	—	常规追肥+清水	3 375
T ₁	喷施	常规基肥	—	常规追肥+微生物菌剂	3 375
T ₂	条施	常规基肥+微生物菌剂	30 kg/hm ²	常规追肥+清水	3 375

1.4 测定项目与方法

1.4.1 植株农艺性状。按《烟草农艺性状测量方法》(YC/T 142—2010)^[16]测定烤烟株高、茎围、叶片数、叶长与叶宽,叶面积计算方法为叶长×叶宽×0.634 5。

1.4.2 病虫害调查方法。按照《GB/T 23222—2008 烟草病虫害分级及调查方法》^[17],分别在 5—9 月对主要病害进行调查。

1.4.3 经济效益。采取定户跟踪统计的方式。

1.4.4 化学成分。可溶性总糖含量采用蒽酮法^[18]测定,总氮含量采用凯氏半微量定氮^[19]测定,钾原子采用原子吸收分光光度法^[20]测定,烟碱采用色谱法^[21]测定。

1.4.5 感官质量。依据国家烤烟标准选取 C2F、B3F 样品,制成单料烟由具备国家级资质的相关专家进行评吸。

1.5 数据处理 试验表格均使用 Excel 2010 制作,使用软件 SPSS 20.0 进行数据分析,差异显著性分析在 0.05 水平使

用 LSD 法。

2 结果与分析

2.1 不同施肥方法对烤烟生长发育的影响 由表 2 可知,团棵期时条施菌剂处理与 CK 相比,株高增加 18.8%,茎围增加 15.6%,叶片数增加 14.8%,中部叶叶面积增加 18.7%,说明条施微生物菌剂有效促进烤烟早生快发。现蕾期时条施菌剂处理的茎围、中部叶叶面积、上部叶叶面积显著高于 CK,分别增加了 29.2%、15.0%、15.8%,进一步说明条施微生物菌剂能有效促进烤烟中前期的生长发育。采收期时相比 CK,条施处理上部叶叶面积增加 15.6%;喷施处理上部叶叶面积提高 18.5%,长宽比下降 10.3%,说明喷施微生物菌剂可促进上部叶生长,有利于上部叶开片。由此可知,采用条施微生物菌剂的方法为烤烟生长发育提供的综合效益更高。

表 2 微生物菌剂不同施肥方法对烟株农艺性状的影响

Table 2 Effects of different fertilization methods of microbial agents on agronomic characteristics of tobacco plants

时间 Time	处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎围 Stem circumference cm	叶片数 Leaves 片	中部叶 Middle leaf		上部叶 Upper leaf	
					叶面积 Leaf area cm ²	长宽比 Aspect ratio	叶面积 Leaf area cm ²	长宽比 Aspect ratio
团棵期 Cluster stage	CK	30.9 b	6.4 b	13.5 b	721.3 b	1.9 a	—	—
	T ₁	31.3 b	6.2 b	13.3 b	733.9 b	1.9 a	—	—
	T ₂	36.7 a	7.4 a	15.5 a	856.2 a	2.0 a	—	—
现蕾期 Budding stage	CK	102.5 b	8.9 b	20.2 b	1 016.7 b	2.7 a	586.2 b	3.1 a
	T ₁	101.9 b	8.8 b	20.7 b	996.3 b	2.7 a	587.5 b	3.0 a
	T ₂	109.3 a	11.5 a	23.5 a	1 169.2 a	2.4 b	679.1 a	2.7 b
采收期 Harvest stage	CK	104.5 b	9.1 b	18.2 b	1 152.0 b	2.6 a	850.2 b	2.9 a
	T ₁	103.3 b	9.1 b	18.5 b	1 237.8 b	2.7 a	1 007.8 a	2.6 b
	T ₂	116.5 a	12.3 a	20.6 a	1 309.0 a	2.4 b	982.6 ab	2.7 b

注:同列不同小写字母表示同时期不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments in the same period ($P < 0.05$)

2.2 不同施肥方法对烤烟病害发病率的影响 从表 3 可以看出,与 CK 相比,条施与喷施微生物菌剂均显著降低普通花叶病毒病的发病率,且条施方法发病率最低;条施微生物菌剂可显著降低烟草黑胫病与烟草根黑腐病的发病率。由此可知,条施微生物菌剂可有效预防和抑制普通花叶病毒病与“两黑病”的发病率,喷施微生物菌剂可有效降低烤烟生育后期普通花叶病毒病的发病率。

2.3 不同施肥方法对烤烟经济效益的影响 由表 4 可知,相比 CK 处理,喷施处理的产值增加 10.2%,烘烤损失率降低 2.2 百分点;条施处理的产值、上等烟比例分别增加 17.8%、5.5%,烘烤损失率降低 3.2 百分点。因此,微生物菌剂 2 种施肥方法均可显著增加烟农收入,且条施方法增加的效益更显著。

表3 微生物菌剂不同施肥方法对烤烟病害发病率的影响

Table 3 Effects of different fertilization methods of microbial agents on the incidence of flue-cured tobacco diseases

处理 Treatment	普通花叶病毒病 Tobacco mosaic virus			烟草黑胫病 Tobacco black shank			烟草根黑腐病 Tobacco black root rot		
	调查数 Number of surveys//株	发病数 Number of disease//株	发病率 Disease incidence//%	调查数 Number of surveys//株	发病数 Number of disease//株	发病率 Disease incidence//%	调查数 Number of surveys//株	发病数 Number of disease//株	发病率 Disease incidence//%
CK	200	22 a	11.0 a	200	22 a	11.0 a	200	20 a	10.0 a
T ₁	200	13 b	6.5 b	200	20 a	10.0 a	200	24 a	12.0 a
T ₂	200	4 c	2.0 c	200	6 b	3.0 b	200	7 b	3.5 b

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments($P<0.05$)

表4 微生物菌剂不同施肥方法对烤烟经济效益的影响

Table 4 Effects of different fertilization methods of microbial agents on the economic benefits of flue-cured tobacco

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm ²	均价 Average price 元/kg	产值 Production value 元/hm ²	上等烟比例 High-class-leaf percentage//%	烘烤损失率 Curing loss rate//%
CK	2 056.3 c	31.3 b	64 362.19 c	74.1 c	8.3 a
T ₁	2 236.5 b	31.7 ab	70 897.05 b	76.5 b	6.1 b
T ₂	2 354.3 a	32.2 a	75 808.46 a	78.2 a	5.1 c

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments($P<0.05$)

2.4 不同施肥方法对烤烟化学成分的影响 由表5可知,微生物菌剂对烟叶化学成分有显著影响,与CK相比,喷施处理的上部叶总氮、烟碱含量分别降低9.4%、21.8%,钾含量增加11.8%,说明喷施微生物菌剂显著降低上部叶总氮及烟碱含量,有效提高烟叶中钾含量;条施处理的中部叶与上部叶糖含量显著增加10%以上,上部叶总氮、烟碱含量分别降低9.4%、12.5%,说明条施微生物菌剂显著提高烤烟中部叶与上部叶糖含量,使糖碱比更加适宜及烟叶化学成分趋于协调。

表5 微生物菌剂不同施肥方法对烤烟化学成分的影响

Table 5 Effects of different fertilization methods of microbial agents on chemical components of flue-cured tobacco

等级 Grade	处理 Treatment	总糖 Total sugar %	还原糖 Reducible sugar %	总氮 Total nitrogen %	烟碱 Nicotine %	总钾 Total potassium %	糖碱比 Sugar/nicotine ratio
C3F	CK	23.7 b	20.5 b	2.7 a	2.4 a	2.1 b	8.2
	T ₁	24.2 b	20.3 b	2.6 b	2.4 a	2.0 b	8.1
	T ₂	26.7 a	22.6 a	2.6 b	2.2 b	2.4 a	9.4
B2F	CK	22.9 b	17.6 b	3.2 a	3.2 a	1.7 b	5.5
	T ₁	23.2 a	18.2 ab	2.9 b	2.5 c	1.9 a	6.1
	T ₂	25.2 a	19.5 a	2.9 b	2.8 b	1.8 ab	7.0

注:同列不同小写字母表示同等级不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments in the same grade ($P<0.05$)

2.5 不同施肥方法对烟叶感官质量的影响 由表6可知,在中部叶方面,条施处理烟叶的香气质、香气量、余味及综合得分均显著优于喷施处理与对照;在上部叶方面,喷施与条施处理烟叶香气质、香气量、余味、刺激性、干净程度及综合

得分均显著高于CK,且条施处理综合得分最高;这说明喷施处理可显著改善上部叶的感官质量,条施处理对中部叶、上部叶感官质量均有显著改善作用,综合得分反映出其烟叶风格更符合卷烟品牌需求及消费者青睐。

表6 微生物菌体不同施肥方法对烟叶外观质量及感官品吸的影响

Table 6 Effects of different fertilization methods of microbial agents on sensory quality of tobacco leaves

等级 Grade	处理 Treatment	香气质(9) Smoking aroma quality	香气量(9) Smoking aroma concentration	杂气(9) Offensive odor	浓度(9) Concentration	劲头(9) Impact	刺激性(9) Irritancy	余味(9) Aftertaste	干净程度(9) Cleanness	综合得分 Overall score
C2F	CK	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	49.5
	T ₁	6.0	6.0	7.0	6.5	6.0	6.0	6.0	7.0	50.5
	T ₂	7.0	7.0	7.0	6.5	6.5	6.5	7.0	7.0	54.5
B2F	CK	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	6.5	6.0	47.5
	T ₁	7.0	7.0	7.0	7.0	6.0	7.0	7.0	7.0	55.0
	T ₂	8.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.5	7.0	57.5

3 讨论

该试验选用的微生物菌剂是含有丰富的活性微生物、生物活菌、有机质及多种微量元素的新型菌剂产品。该试验发

现喷施微生物菌剂可有效促进上部叶生长发育,与胡文智等^[15]的研究结果一致,原因是喷施在叶面上的有益微生物活菌会在烤烟中进行活跃的增殖代谢,改善代谢途径,使烟

草内源生长素定向作用于上部烟叶,促进上部烟叶细胞分裂增殖,增加上部叶的叶面积与开片程度,提高产值与上等烟比例。

该试验发现条施微生物菌剂可促进烤烟早生快发、生长发育与提高烟叶产质量,这与徐双红等^[10-12]研究结果一致,原因:一是微生物菌剂中的活性微生物具有极强的固氮、解磷、解钾功能,可分解土壤中的动植物残体,富集土壤中的营养物质,增强土壤肥力;二是微生物菌剂中含有的有机质及多种微量元素可补充烤烟生长过程中所需的微量元素,增强烟株的代谢功能,提高光合作用,有助于糖类物质积累;三是微生物菌剂中的菌类在土壤中的繁殖代谢过程中,分泌产生的抗生物质可在根系周围大量增殖,增强烟株抗病、抗逆能力,为烤烟早生快发与生长发育提供良好的基础。

该试验发现,与 CK 相比,条施与喷施微生物菌剂均可改善烟叶化学成分的协调性与感官质量,这与汪长国等^[9]研究的规律性一致。原因可能是微生物菌剂中的活菌代谢活动直接影响了烤烟碳氮代谢规律,间接影响烤烟生长发育过程中的呼吸作用、光合作用及同化物分配等规律,进而形成条施微生物菌剂提高烟叶糖类物质积累量与降低氮物质含量的试验结果;也有可能是微生物菌剂中的分泌酶或其他代谢物以烟叶内的化学物质为底物发生了生化反应而影响烟叶品质与化学成分的协调性。

该试验初步探究出微生物菌剂不同施肥方法对烤烟生长及烟叶产质量影响的综合效益对比分析的量化指标,一方面为烤烟优质高效生产提供一套科学化、合理化及便捷化施肥方法的理论依据,另一方面是持续引导烟叶生产工作者重视改善修复植烟土壤生态的生产理念。关于微生物菌剂的施肥方法对土壤持续的、累加性的改良标准还需要进一步完善,对烤烟生长发育过程中的植物内源激素代谢机理与生理生化机理的影响需从分子学与蛋白质组学等方面深入研究。

4 结论

微生物菌剂能有效促进烤烟生长发育,增强烟株抗性,提高烟叶经济效益,提升烟叶质量。喷施微生物菌剂促进上部叶生长与开片,有效降低上部叶普通花叶病毒病发病率,降低上部叶总氮及烟碱含量,提高钾含量,改善上部叶的感

官质量;条施微生物菌剂能显著促进烤烟早生快发与中后期生长发育,降低普通花叶病毒病与“两黑病”的发病率,提高烟叶中的糖含量,使糖碱比更加适宜及烟叶化学成分趋于协调。因此,在烤烟实际生产中,采用条施微生物菌剂,既能促进烤烟生长发育与提高烟叶产质量,又能达到改善修复土壤生态与节约用工成本的效果。

参考文献

- [1] 黄润,江其鹏,姚晓远,等.微生物菌剂对烟草根结线虫及根际微生物群落多样性的影响[J].中国烟草科学,2019,40(5):36-43.
- [2] 刘华山,张志勇,韩锦峰,等.复合菌剂对二氯喹啉酸胁迫下烟草根际土壤微生物及酶活性的影响[J].中国烟草学报,2014,20(2):65-69.
- [3] 胡亚杰,王生才,卢健,等.微生物菌剂喷施对烤烟生长发育及产质量的影响[J].作物研究,2018,32(3):213-216.
- [4] 艾童非,杨鹏九,费洪波,等.微生物菌剂有机肥对植烟土壤环境及烤烟产质量的影响[J].安徽农业科学,2016,44(18):99-102,119.
- [5] 刘杨,丁艳锋,王强盛,等.植物生长调节剂对水稻分蘖芽生长和内源激素变化的调控效应[J].作物学报,2011,37(4):670-676.
- [6] 郑殿峰,赵黎明,冯乃杰.植物生长调节剂对大豆叶片内源激素含量及保护酶活性的影响[J].作物学报,2008,34(7):1233-1239.
- [7] 徐兴阳,李晓宁,李文丹,等.叶面喷施钾、镁肥对烤烟生长及钾镁营养的影响[J].云南农业大学学报(自然科学),2021,36(3):472-478,546.
- [8] 郑璞帆,勾薇,陈富彩,等.叶面喷施微量元素对烤烟光合特性、氮钾含量及产值的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2017,45(10):41-48.
- [9] 汪长国,戴亚,朱立军,等.采收前叶面喷施微生物制剂改善烟叶品质试验[J].烟草科技,2006,39(4):31-34.
- [10] 徐双红,王翔,李佛琳,等.施用不同微生物肥对烤烟生长发育及品质的影响[J].云南农业大学学报(自然科学),2011,26(S2):62-69.
- [11] 易克,张锦韬,刘建峰,等.施用功能微生物菌剂对烤烟生长及烟叶产质量的影响[J].作物研究,2019,33(3):215-219.
- [12] 朱毅,赵杰,赵学通,等.不同微生物肥料对烤烟生长及产质量的影响[J].中国农学通报,2018,34(26):37-41.
- [13] 李怡博,翟春贺,苏梦迪,等.微生物肥与高碳基肥配施对植烟土壤微生物数量和土壤肥力的影响[J].烟草科技,2021,54(4):23-32.
- [14] 赵泽州,王晓玲,李鸿博,等.生物质炭基肥缓释性能及对土壤改良的研究进展[J].植物营养与肥料学报,2021,27(5):886-897.
- [15] 胡文智,王晴,苗慧莹,等.钾肥基施与叶面喷施对烤烟含钾量的影响[J].西北农业学报,2010,19(9):119-123.
- [16] 中国烟草总公司青州烟草研究所.烟草农艺性状调查测量方法:YC/T 142—2010[S].北京:中国标准出版社,2010:3-15.
- [17] 中国烟草总公司青州烟草研究所.烟草病虫害分级及调查方法:GB/T 23222—2008[S].北京:中国标准出版社,2008:1-6.
- [18] 张妙霞,孔祥生,郭秀璞,等.蒽酮法测定可溶性糖显色条件的研究[J].洛阳农专学报,1997,17(4):24-28.
- [19] 宗留香,肖青苗,康怀彬.半微量凯氏定氮法测定蛋白质消化工艺的改进[J].食品工业科技,2007,28(5):232-234.
- [20] 马怡载.无火焰原子吸收分光光度法[J].化学通报,1974(1):47-54.
- [21] 杨娟,张迪清,何照范,等.高效液相色谱法测定烟草中烟碱含量[J].烟草科技,1999,32(1):27-28.