

# “吉纳泰”生物液体肥对烤烟培育壮苗及提质增效

## 研究报告



云南省烟草公司昆明市公司技术中心

2017年10月20日





“吉纳泰生物液体肥培育壮苗



“吉纳泰”生物液体肥增产增质



## 目 录

研究一：“吉纳泰”生物液体肥对烟苗生理特性的影响 .....	3
摘 要 .....	3
0 前言 .....	3
1 材料与方法 .....	4
1.1 试验材料 .....	4
1.2 试验处理 .....	5
1.3 取样与测定方法 .....	5
1.4 数据分析 .....	5
2 结果与分析 .....	6
2.1 不同处理烟苗生物学性状差异 .....	6
2.2 不同处理烟苗生理特性差异 .....	6
3 小结与讨论 .....	7
参考文献 .....	9
研究二：“吉纳泰”生物液体肥对烤烟提质增效研究报告 .....	11
摘 要 .....	11
0 前言 .....	12
1 材料与方法 .....	13
1.1 试验材料 .....	13
1.2 试验设计 .....	13

1.3 数据采集与分析.....	14
2 结果与分析.....	14
2.1 不同处理主要生物学性状差异.....	14
2.2 不同处理烟株农艺性状的差异.....	15
2.3 不同处理田间病害发生的差异.....	17
2.4 不同处理主要经济性状的差异.....	18
2.5 不同处理烟常规化学成分的差异.....	20
3 讨论与结论.....	21
3.1 结论.....	21
3.2 讨论.....	21
参考文献.....	23



## 研究一：“吉纳泰”生物液体肥对烟苗生理特性的影响

### 摘 要

**【目的】**烟草是我国重要的经济作物之一，无论种植面积还是总产量都居世界第一位，烟草业在我国国民经济中占有重要而独特的地位。为遏制化肥、农药造成的农业面源污染，寻求化肥、农药减量替代品，并进一步提高烟叶产质量。

**【方法】**本研究采用苗期小区试验，探索了“吉纳泰”生物液体肥对烟苗生理特性的影响。

**【结果】**结果表明：“吉纳泰”生物液体肥所培育的烟苗，脯氨酸和丙二醛含量、淀粉酶、超氧化物歧化酶和硝酸还原酶活性总体上优于对照。其中，脯氨酸含量、淀粉酶和硝酸还原酶活性均优于对照，差异达到显著水平 ( $P < 0.05$ )，丙二醛含量和超氧化物歧化酶活性与对照差异不显著。

**【结论】**试验证实了“吉纳泰”生物液体肥培育的烟苗抗逆性增强，为寻求合适的化肥替代品提供了科学依据。

**关键词：**烤烟；小苗；“吉纳泰”生物液体肥；生理特性

### 0 前言

烟草作为中国重要的经济支柱产业之一，其对国民收入的增加和国家的 GDP 增收起到重要的作用<sup>[1]</sup>。云南省是我国主要优质烤烟产区，烟叶产量约占全国的 1/3 以上，近年来更是一路攀升，截至 2017 年烟叶产量份额占到全国的 45.3%<sup>[2]</sup>。

近年来,由于烟叶生产片面追求产量,化肥大量施用及不合理的耕作制度造成烟田土壤肥力下降,土壤微环境受到严重的破坏,土壤贫瘠化程度越来越严重,人们单纯施用优质化肥调节土壤营养已难以弥补因土壤贫瘠化造成的营养失衡缺陷,导致烟叶产质受到极大的影响,严重制约了烟草生产的可持续发展<sup>[3, 4]</sup>。2015年,农业部在《关于打好农业面源污染防治攻坚战的实施意见》和《全国农业可持续发展规划(2015-2030年)》中明确了“一控两减三基本”的目标,力争2020年全国主要农作物化肥施用量实现零增长。同时,国家局也提出在“十三五”期间实现化肥用量减少20%的目标。因此,寻找新的化肥替代品,从而减少化学品在烟草中的施用量,提高烟叶及制品的安全性具有特别重要的意义<sup>[5]</sup>。

2004年,农业部制定颁布了我国首部《微生物肥料》(NY/T 798—2004)标准,2015年进行了修订。2006年,农业部行业标准对微生物肥料的概念和分类做了统一的规定。并将微生物肥料分为微生物接种剂、复合微生物肥料和生物有机肥3类<sup>[6]</sup>。“吉纳泰”微生物肥由煤泥经过无害化处理腐熟发酵而成,含有固氮菌、解磷菌、解钾菌、芽孢杆菌、假单胞菌和雅致放射毛霉等有益微生物和生物活性酶。

合理使用微生物肥可缓解化肥对农业生产环境及人体健康的严重危害,是我国农业实现可持续发展的重要途径。迄今为止,国内外关于复合微生物肥固态的在作物生产上的应用研究较多,但有关液态研究报道较少,特别是微生物肥完全取代化肥培育烟苗从未见报道。因此,本文研究了“吉纳泰”生物液体肥对烤烟苗期生理特性的影响,旨在为减少传统化肥施用量,提升烟苗抗逆性提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

苗期生理特性检测的对象为烤烟不育杂交种云烟203烟苗,于2016年在云南省寻甸县冬季(当地烤烟生产反季育苗)进行。供试肥料为“吉纳泰”复合微生物液体肥、“好利登”鱼蛋白有机液体肥和“虹叶”烟草漂浮育苗配方苗肥(育苗专用复合肥);育苗设施使用移动式小拱棚,选用325孔盘进行漂浮育苗。

## 1.2 试验处理

试验采用 325 孔盘进行漂浮育苗, 共设 3 个处理, 详见表 1 所示, 每个处理设 6 个重复, 每个重复 1 盘, 共计 24 盘。于 2016 年 11 月 4 日统一进行播种, 两种新型液体肥料于播种期放入池水中, 按照烤烟小苗膜下移栽技术规程 (DB53/T 657-2014) 进行统一管理。

表 1 不同施肥处理苗期试验设计

Tab.1 Experiment design of different fertilization treatments in seedling stage

处理	产品	产地	三要素 (N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O)	用量及方法
A	“吉纳泰”微生物液体肥	包头市博益润新能源科技有限公司	2: 1: 2	①1: 50 倍兑入育苗池水; ②化肥减施 100%
B	“好立登”鱼蛋白有机液体肥	美国普利登 (SW) 农业科技发展有限公司 (南京) 有限公司	总养分≥5%	①1: 3000 倍兑入育苗池水; ②化肥减施 10%
CK	育苗专用复合肥	红河恒林化工有限公司	18:12:13	按照推荐用量, 于出苗期和小十字期分 2 次施入

## 1.3 取样与测定方法

烟苗长到 6 叶 1 心至 7 叶 1 心时, 从苗盘中随机选取 20 株烟苗, 每 10 株一个样, 连同基质一起轻轻拔出, 用自来水仔细冲洗根系和地上部, 去除育苗基质及其他表面杂物, 用去离子水洗净, 吸水纸吸干水分。将根系与地上部分分开, 根系样品取根尖部, 长度占全根 1/3, 叶片样品取心叶以下第二片叶的叶尖部, 长度占全叶 1/5, 每 10 株一个样, 共 2 个样。取样时间为 8:00pm, 冷藏保存, 用于生理指标测定。

脯氨酸 (Pro) 含量测定采用酸性茚三酮法<sup>[7]</sup>, 丙二醛 (MDA) 含量测定采用硫代巴比妥比色法<sup>[8]</sup>, 淀粉酶 (AMY) 活性测定采用 3, 5-二硝基水杨酸比色法测定<sup>[9]</sup>, 超氧化物歧化酶 (SOD) 活性测定采用氮兰四唑 (NBT) 光还原法<sup>[10]</sup>, 硝酸还原酶 (NR) 活性测定采用磺胺比色法<sup>[4]</sup>。

## 1.4 数据分析

采用 Excel 2010 和 Spss 19.0 进行统计分析。



## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理烟苗生物学性状差异

从表 2、表 3 看出,不同肥料各处理之间的生育期完全一致,但烟苗素质有一定差异。“吉纳泰”所育烟苗素质最好,“好利登”所育烟苗次之,均优于对照(CK1)的烟苗素质。

表 2 各处理烟苗生育期调查结果

Tab.2 The results of investigation on the growth period of different treatments on tobacco seedlings

处理	肥料	播种期	出苗期	大十字期	猫耳期	首次剪叶
A	吉纳泰	2016/11/4	2016/11/18	2016/12/28	2017/1/4	2017/1/12
B	鱼蛋白	2016/11/4	2016/11/18	2016/12/28	2017/1/4	2017/1/12
CK	育苗复合肥	2016/11/4	2016/11/18	2016/12/28	2017/1/4	2017/1/12

表 3 各处理烟苗农艺性状调查结果

Tab.3 The results of investigation on the agronomic characters of different treatments on tobacco seedlings

处理	肥料	整齐度	苗色	生物量 (g/30 株)			
				合计	地上部分	地下部分	冠根比
A	吉纳泰	整齐	浅绿	50	40	10	4.0
B	鱼蛋白	整齐	正绿	45	38	7	5.4
CK1	育苗专用复合肥	整齐	正绿	41	36	5	7.2

### 2.2 不同处理烟苗生理特性差异

从表 4-1 和表 4-2 可以看出:(1)脯氨酸(Pro):Pro 是重要的渗透调节物质,是衡量植株受伤害程度的指标之一,植物在遭受到干旱胁迫时,体内累积大量的脯氨酸<sup>[11]</sup>。“吉纳泰”和“好利登”所育烟苗各项 PRO 含量均低于对照,叶部、根部的 PRO 含量与对照相比未出现显著差异,“好利登”肥所育烟苗总 PRO 含量与对照相比出现显著差异,但和“吉纳泰”差异不显著。(2)丙二醛(MDA):MDA 是细胞膜脂过氧化作用的直接产物,MDA 积累可使蛋白质发生交联作用,对细胞造成伤害,其含量高低反映了植物细胞膜脂过氧化水平<sup>[12]</sup>。“好利登”所育烟苗叶部 MDA 含量最低,根部 MDA 含量最高,均与“吉纳泰”和对照形成显著差

异, 但三种肥料所育苗总 MDA 含量间未出现显著差异。(3) 淀粉酶 (AM): 随着烟叶不断成熟和衰老, 烟叶中淀粉含量会不断增加, 从而影响烟叶的内在质量<sup>[13]</sup>, 淀粉酶 (AM) 是植物组织中降解淀粉的关键酶类, 促使淀粉的降解, 对植物组织内碳水化合物的形态起着调节和平衡作用<sup>[14]</sup>。从根部淀粉酶活性来看, “吉纳泰”所育苗淀粉酶活性最高, 但三种肥料间未出现显著性差异; “好利登”和 “吉纳泰”所育苗叶部淀粉酶和总淀粉酶活性均高于对照, 并产生显著差异, “好利登”最高, 与 “吉纳泰”相比出现显著差异; (4) 超氧化物歧化酶 (SOD): SOD 是生物体内一种重要的活性氧防御酶, 在消除超氧物自由基、减轻脂质过氧化作用和膜伤害方面起重要作用<sup>[15]</sup>。三种肥料所育苗各项 SOD 活性间未出现显著差异, 总 SOD 活性为 “吉纳泰” > 对照 > “好利登”。(5) 硝酸还原酶 (NR): 硝酸还原酶 (NR) 是烟株氮代谢的关键酶, 它也是烟株氮代谢的关键酶和限速酶, 其活性大小可以直接反映氮代谢水平的高低<sup>[16]</sup>。吉纳泰和鱼蛋白所育苗各项 NR 活性均高于对照, 并出现显著差异。

表 4-1 各处理烟苗生理指标检测结果

Tab.4-1 Detection results of physiological indexes of different treatments on tobacco seedlings

肥料类型	脯氨酸 PRO ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{FW}$ )			丙二醛 MDA ( $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{FW}$ )			淀粉酶 AM ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{FW}\cdot\text{min}^{-1}$ )		
	叶脯氨酸	根脯氨酸	总脯氨酸	叶丙二醛	根丙二醛	总丙二醛	叶淀粉酶	根淀粉酶	总淀粉酶
A	1.70±0.27a	0.89±0.14a	2.59±0.40ab	2.42±0.24a	1.64±0.14ab	4.06±0.33a	6.68±0.23a	1.21±0.06a	7.88±0.21a
B	1.53±0.15a	0.60±0.13a	2.13±0.10a	1.56±0.15b	2.01±0.11a	3.56±0.24a	7.73±0.27b	1.12±0.02a	8.85±0.27b
CK	2.41±0.10a	0.83±0.11a	3.25±0.15b	2.16±0.13a	1.56±0.10b	3.72±0.20a	5.24±0.05c	1.13±0.03a	6.37±0.05c

备注:  $P < 0.05$ 。

表 4-2 各处理烟苗生理指标检测结果

Tab.4-2 Detection results of physiological indexes of different treatments on tobacco seedlings

肥料类型	超氧化物歧化酶 SOD ( $\text{U}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )			硝酸还原酶 NR ( $\text{NO}^{-2}\cdot\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{FW}\cdot\text{h}^{-1}$ )		
	叶 SOD	根 SOD	总 SOD	叶硝酸还原酶	根硝酸还原酶	总硝酸还原酶
A	162.59±6.48a	52.77±11.30a	215.36±12.97a	97.92±2.66a	90.90±0.94a	188.82±3.55a
B	106.83±8.54a	59.89±9.25a	166.71±17.50a	94.05±2.03a	88.55±0.53a	182.60±2.02a
CK	114.51±30.28a	80.80±8.38a	195.31±22.80a	74.94±0.75b	67.93±3.77a	142.87±3.67b

备注:  $P < 0.05$ 。

### 3 小结与讨论

烟苗生理指标检测结果表明, 施用 “吉纳泰” 生物液体肥所培育烟苗各项生



理指标整体上优于对照。田俊岭等对盆栽烤烟施用生物菌肥发现,菌肥能够明显提高烟草生长期硝酸还原酶活性和游离脯氨酸的积累,促进硝酸盐的同化作用,为植物提供氮养分,提高抗逆性和烟叶品质<sup>[17]</sup>。张建国研究发现,施用复合生物有机肥后,各处理烟叶内的 NR 活性都得到了不同程度的提高,提高幅度为 12%~27%。说明施用复合生物有机肥能够提高烟株的氮素代谢水平,促进烟株对氮素的吸收利用<sup>[18]</sup>。江燕霞等对油菜苗期施用微生物液体肥 SP-100 发现微生物肥料 SP-100 对油菜苗期生理生化指标有很大的影响,叶绿素含量增加,超氧化物歧化酶、过氧化物酶、硝酸还原酶的活性大幅提高,抗逆性增强<sup>[19]</sup>,施用活化有机肥提高了烟株氮素旺盛吸收时期的 NR 活性,促进了烟株对氮素的吸收,降低了叶片丙二醛含量,使烟叶膜脂过氧化程度较低,提高了烟株的抗逆能力<sup>[20]</sup>。

苗期试验结果表明,“吉纳泰”生物液体肥有利于培育无病壮苗。曾庆宾等在“红花大金元”和“云烟 85”苗期施用微生物菌肥发现,苗床添加不同用量微生物菌肥改善了两个烤烟品种成熟期株高、节间距、茎围和叶面积系数等农艺性状指标<sup>[21]</sup>。滕桂香研究发现,生物有机肥可以有效增加苗床期烟苗干重,有利于侧根的形成和发育,明显促进烟苗地上部的生长发育,并可以促进大田期烤烟中后期的生长,部分指标如株高和叶片数显著高于有机肥处理<sup>[22]</sup>。

由于没有检索到本研究选用的“吉纳泰”液体肥在烤烟上的相关应用报道,上述所引用相关文献均为同类产品或其它作物上的研究结果,本文研究结果与同类产品或其它作物上的表现基本一致。

“吉纳泰”生物液体肥完全替代化肥培育壮苗具有重要意义,与 2017 年国家烟草专卖局实施绿色防控重大专项提出的化学农药使用量比 2015 年减少 30% 以上的目标相一致。山西农大教授王日鑫指出,这个产品是用崭新的生物技术处理褐煤或风化煤而成,是新型肥料的发展方向,目前 BGF (Biogenic Gas and Fertilizer) 团队已经实现了工业化生产,但大田生产应用尚未见相关报道<sup>[23]</sup>。因此,该新型肥料在增强烟株抗逆性、促进烟叶增产增收、实现化肥农药减量等方面具有较大的应用潜力,但具体机理尚有待研究。



## 参考文献

- [1] 韦成才, 张立新, 马英明, 等. 陕西主要植烟区土壤理化特性与肥力评价[J]. 西北农业学报, 2013, 22 (4): 178-183.
- [2] 刘国顺, 周义和. 中国烟叶生产实用技术指南[M]. 北京: 中国烟叶生产购销公司, 2017.
- [3] 陈添昌, 钟平, 李添华, 等. 微生物肥料在烟草生产中的应用[J]. 农技服务, 2012 (5): 564-566.
- [4] 刘国顺. 国内外烟叶质量差距分析和提高烟叶质量技术途径探讨[J]. 中国烟草学报, 2003, 9 (增刊 1): 54-58.
- [5] 吕静. 微生物肥料在我国烟草生产中的应用与创新[J]. 中国烟草科学, 1999 (3): 48-50.
- [6] 农业部微生物肥料和食用菌菌种质量监督检验测试中心. NY/T1113-2006, 微生物肥料术语[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007: 2.
- [7] 朱广廉, 邓兴旺, 左卫能. 植物体内游离脯氨酸的测定[J]. 植物生理学通讯, 1983, (1): 35-37.
- [8] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 173-174.
- [9] 王瑞新. 烟草化学品质分析法[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1998.
- [10] 郝建军, 康宗利, 于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 62-64.
- [11] 胡红梅. 微生物肥料在草坪上的应用研究[D]. 山东: 山东农业大学, 2007: 29.
- [12] 姜东, 陶勤南, 张国平. 渍水对小麦扬麦 5 号旗叶和根系衰老的影响[J]. 应用生态学报, 2002, 13 (11): 1519-1521.
- [13] 陈爱国, 王树声, 梁晓芳, 等. 烤烟叶片成熟与衰老生理特性研究[J]. 中国烟草科学, 2005, 26 (4): 8-10.
- [14] 孙红梅, 李天来, 李云飞. 百合鳞茎发育过程中碳水化合物含量及淀粉酶活性变化[J]. 植物研究, 2005, 25 (1): 59-63.

- [15] 刘鸿先, 曾韶西, 王以柔, 等. 低温对不同耐寒力的黄瓜幼苗子叶各细胞器中超氧化物歧化酶 SOD 的影响[J]. 植物生理学报, 1985, 11 (1): 48-57.
- [16] 段风云, 秦敏, 王德勋, 等. 不同施肥量对打顶后烤烟上部叶片生理指标的影响[J]. 农业灾害研究, 2012, 2 (11): 1-4.
- [17] 田俊岭, 贺广生, 王军, 等. 生物菌肥对盆栽烟草品质的影响[J]. 广东农业科学, 2016, 43 (7): 11-17.
- [18] 张建国. 复合生物有机肥对烤烟含钾量及生长发育产质效应的影响[D]. 山东: 山东农业大学, 2004.
- [19] 江燕霞, 杨建平, 马宁, 等. 微生物液体肥料 SP\_100 对油菜苗期生长和生理生化指标的影响[J]. 山东农业科学, 2009, 7: 72-73.
- [20] 叶协锋, 凌爱芬, 喻奇伟, 等. 活化有机肥对烤烟生理特性和品质的影响[J]. 华北农学报, 2008, 23 (5): 190-193.
- [21] 曾庆宾, 张宇羽, 蔡艳, 等. 苗床添加微生物菌肥对烟草农艺性状和经济性状的影响[J]. 农学学报, 2017, 7 (1): 52-56.
- [22] 滕桂香. 微生物有机肥对陇东烤烟的双重调控机理研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2011: 1-60.
- [23] 郭建芳, 王日鑫. 腐植酸磷肥生产与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2015.

## 研究二：“吉纳泰”生物液体肥对烤烟提质增效研究报告

### 摘 要

**【目的】**为推进烟叶绿色发展、生态发展提供理论依据，筛选出能够兼顾经济效益和生态效益的环保新材料在生产中应用。

**【方法】**本试验在烤烟优良品种红花大金元发源地，以施用化肥为对照，对 3 种环保新材料开展了苗期及大田期的跟踪比较试验。

**【结果】**试验表明：（1）“吉纳泰”生物液体肥 100%替代化肥培育烟苗，移栽后 30d 内再叶面喷施 2 次，田间烟株烟草花叶病（TMV）发病最轻，病指极显著低于对照，烟株生长势强，株高显著超过对照，有效叶数极显著超过对照，现蕾期和中心花开放期提前约 2d，而首次采收期推迟约 5d，平均亩产值增加 451.40 元，显著高于对照。其余 2 种微生物菌剂也表现出各自的优势，其中，BAB 液体复合菌剂在大田浇灌烟株对根结线虫防治效果显著；哈茨木霉在大田浇灌烟株可以增强烟株生长势，对根结线虫有一定的防效，中上等烟比例增加显著。（2）“吉纳泰”生物液体肥、哈茨木霉和 BAB 液体复合菌剂处理烟叶钾含量和石油醚提取物含量增加显著，对提高烟叶内在品质具有较大帮助。

**【结论】**本研究验证了“吉纳泰”生物液体肥 100%替代化肥培育壮苗及抗病提质增效的可能性，从而为我国推进生态文明建设、拓宽绿色生态新烟草发展渠道提供了科学参考。

**关键词：**烤烟；“吉纳泰”生物液体肥；替代化肥；提质增效



## 0 前言

近年来,由于烟叶生产片面追求产量,化肥大量施用及不合理的耕作制度造成烟田土壤肥力下降,土壤微环境受到严重的破坏,人们单纯施用优质化肥调节土壤营养也难以弥补营养失衡缺陷,导致烟叶产质量受到极大的影响,严重制约了烟草生产的可持续发展<sup>[1-2]</sup>。2015年,农业部在《关于打好农业面源污染防治攻坚战的实施意见》和《全国农业可持续发展规划(2015-2030年)》中明确了“一控两减三基本”的目标,力争2020年全国主要农作物化肥、农药施用量实现零增长。同时,国家局也提出在“十三五”期间实现化肥、农药用量减少20%的目标。因此,寻找新的替代品,减少化学品在烟草中的施用量,提高烟叶及制品的安全性具有特别重要的意义<sup>[3]</sup>。

2006年,农业部行业标准对微生物肥料的概念和分类做了统一的规定,将微生物肥料分为微生物接种剂、复合微生物肥料和生物有机肥3类<sup>[4]</sup>。“吉纳泰”生物液体肥由煤泥经过无害化处理腐熟发酵而成,含有固氮菌、解磷菌、解钾菌、芽孢杆菌、假单胞菌和雅致放射毛酶等有益微生物和生物活性酶,通过分解释放矿质养分源源不断地生产出氮、磷、钾及微量元素,供植物吸收利用,从而达到提高作物产量和品质,改善土壤团粒结构,减少病虫害发生的目的,属于天然复合微生物肥范畴。

农用微生物菌剂(GB 20287-2006),按剂型可分为液体、粉剂、颗粒型;按内含的微生物种类或功能特性可分为根瘤菌菌剂、固氮菌菌剂、解磷类微生物菌剂、硅酸盐微生物菌剂、光合细菌菌剂、有机物料腐熟剂、促生菌剂、菌根菌剂、生物修复菌剂等,是近年来研究和应用较为常见的一类环保型产品。哈茨木霉微生物菌剂系独特的生物防治、土壤修复和促进生长于一体的绿色、创新型产品<sup>[5]</sup>。枯草芽孢杆菌、解淀粉芽孢杆菌系具有较强营养竞争优势和拮抗作用,能在植物叶面和土壤中迅速定殖并形成优势菌群,可抑制病原菌增殖生长,有效降低白粉病、灰霉病、霜霉病、根腐病和枯(黄)萎病等顽固性病害发病率的一类绿色、环保、无公害产品,但多数报道<sup>[6-7]</sup>主要是针对其中的单一菌种,而针对这两种菌剂的复合物(BAB微生物液体复合菌剂)的研究与应用报道较少。

微生物肥和微生物菌剂等的合理施用可缓解化肥对农业生产环境及人体健

康的严重危害,特别是对改善植烟土壤,对烟草农业健康持续发展具有重要意义。但是,国内外有关“吉纳泰”生物液体肥、复合菌剂等 在烤烟生产中的应用研究较少。为此,本研究以推广烤烟品种红花大金元为材料,探索 3 种环保新型材料对烤烟生长发育、农艺性状、田间抗逆性和产质量的影响,拟为减少传统化肥、农药施用量,推进我国生态文明建设、拓宽绿色生态新烟草发展渠道提供科学参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

本试验于 2017 年安排在石林县板桥镇,以烤烟品种红花大金元为材料,统一采用漂浮育苗,大田行株距统一  $1.2\text{m}\times 0.5\text{m}$ ,于 4 月 28 日膜下小苗移栽,5 月 16 日掏苗,首次采烤日期为 8 月 1 日。大田期统一化肥用量,每公顷施纯 N 34.5kg (折合 2.3 kg/亩),三要素 N : $\text{P}_2\text{O}_5$ : $\text{K}_2\text{O}$  为 1.1.2: 5.3。

### 1.2 试验设计

试验设 A、B、C 和 D 共 4 个处理 (详见表 1),重复 3 次,随机完全区组排列,共 15 个小区。3 行区,每个小区 108 株,试验田四周设置保护行 2.4m。

表 1 各参试试剂的基本功能及其使用方法

处 理	试剂	主要功能	使用方法	
			苗期	大田期
A	“吉纳泰”生物 液体肥	抗逆+增产增收	①1: 50 倍兑入育苗池水; ② 化肥减施100%;③栽前3d用1: 15 倍叶面喷施1 次。	①浓度 1: 30 倍; 破膜掏苗后 3d 和间隔 10d 各叶面喷施一次。
B	化肥 (生产对照)	/	采用育苗基质自带化肥 (18: 12: 13)	① 栽时施入烟草专用复合肥 (10: 12: 24); ②栽后 50 天追施农用硫酸钾; ③同期 叶面喷施清水。
C	哈茨木霉粉剂	生防+土壤修复	100%化肥育苗	①浓度 1: 200 倍; ②定根水和 栽后 30d 各灌根 1 次; ③每塘用 量 200mL。
D	BAB 液体复合菌剂	生防+土壤修复	100%化肥育苗	①浓度 1: 50 倍; ②定根水和栽 后 30d 再灌根 1 次; ③每塘用量 250mL。

### 1.3 数据采集与分析

田间农艺性状调查参照 YCT 142-2010 执行, 田间病害调查参照 GB/T 23222-2008, 初烤烟叶分级参照 GB 2635-1992 执行, 数据方差分析采用 DPS 数据处理系统 Duncan 新复级差法, 优点是减少了存伪的错误 (即统计学第二类错误)。相对防效计算公式如下:

$$\text{相对防效(\%)} = \{(\text{对照区病指} - \text{处理区病指}) / \text{对照区病指}\} \times 100$$

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理主要生物学性状差异

从表 2.1.1~表 2.1.2 看出, 不同处理的烤烟生育期、生长势表现出一定差异。

(1) 主要生育期表现为: 与对照相比, 吉纳泰生物液体肥处理现蕾期和中心花开放期提前约 2d, 而首次采收期推迟约 5d; 其余 2 个处理对现蕾期和中心花开放期基本没有影响, 但首次采收期提前 4d 以上, 特别是 BAB 液体菌剂提前约 10d; 3 个处理均未对上部叶的成熟期造成影响。(2) 主要生长势表现为: 吉纳泰生物液体肥各个时期烟株生长势均优于对照, 而哈茨木霉菌剂在现蕾期前优于对照,



而 BAB 处理的表现与对照相当。

表 2.1.1 不同处理烤烟主要生育期调查结果

处理	移栽期 (m/d)	团棵期 (m/d)	现蕾期 (m/d)	中心花开 放期(m/d)	脚叶成熟 期 (m/d)	顶叶成熟期 (m/d)	大田生育 期 (d)
A	4/28	6/6	7/4	7/10	8/10	8/30	124
B (CK)	4/28	6/6	7/6	7/12	8/5	8/30	124
C	4/28	6/6	7/6	7/12	8/1	8/30	124
D	4/28	6/6	7/6	7/12	7/26	8/30	124

表 2.1.2 不同处理烟株生长势的调查结果

处理	团棵期 (6 月 6 日)			现蕾期 (7 月 6 日)			打顶后 (7 月 16 日)		
	叶色	田间整 齐度	生长势	叶色	田间整 齐度	生长势	叶色	田间整 齐度	生长势
A	正绿	整齐	强	正绿	较整齐	强	深绿	整齐	强
B (CK)	正绿	较整齐	中	正绿	整齐	中	深绿	整齐	中
C	正绿	整齐	强	正绿	整齐	强	正绿	整齐	中
D	正绿	整齐	中	正绿	整齐	中	正绿	整齐	中

## 2.2 不同处理烟株农艺性状的差异

从表 2.2.1~表 2.2.6 看出, 不同处理烤烟现蕾期的株高、叶数和最大腰叶长的差异达到显著水平, 而最大腰叶宽、茎围和节距差异不显著。具体表现为如下:

(1) 各处理的株高和叶数均超过对照, 其中吉纳泰生物液体肥处理株高显著超过对照, 叶数极显著超过对照, 其余 2 个处理与对照间差异未达到显著水平;(2) 最大腰叶长、宽均以 BAB 复合液体菌剂和吉纳泰生物液体肥超过对照, 但差异未达到显著水平。

表 2.2.1 不同处理烟株现蕾期自然株高/cm

处理	重复			均值	显著水平	
	I	II	III		5%	1%
A	116.33	121.33	130.33	122.66334	a	A
D	107.33	118.67	128.00	118	ab	A
C	106.67	111.67	110.67	109.67	b	A
B(CK)	107.33	114.00	106.00	109.11	b	A

表 2.2.2 不同处理烟株现蕾期自然叶数(片/株)

处理	重复			均值	显著水平	
	I	II	III		5%	1%
A	26.67	26.33	27.00	26.67	a	A
C	24.67	26.33	26.00	25.67	ab	AB
D	23.67	26.00	26.33	25.33	ab	AB
B(CK)	23.67	24.00	25.33	24.33	b	B

表 2.2.3 不同处理烟株现蕾期最大腰叶长/cm

处理	重复			均值	显著水平	
	I	II	III		5%	1%
D	76.50	77.10	83.33	78.98	a	A
A	79.90	77.17	78.50	78.52	a	A
B(CK)	72.27	74.83	79.00	75.37	ab	A
C	73.50	71.97	76.00	73.82	b	A

表 2.2.4 不同处理烟株现蕾期最大腰叶宽/cm

处理	重复			均值	显著水平	
	I	II	III		5%	1%
A	37.33	34.50	33.67	35.17	a	A
D	31.77	31.67	39.20	34.21	a	A
B(CK)	30.73	33.73	33.33	32.60	a	A
C	32.70	29.47	34.67	32.28	a	A

表 2.2.5 不同处理烟株现蕾期茎围/cm

处理	重复			均值	显著水平	
	I	II	III		5%	1%
A	10.6	10.4	9.6	10.2	a	A
D	9.5	9.8	10.8	10.0	a	A
C	9.4	10.2	10.1	9.9	a	A
B (CK)	9.0	10.2	9.8	9.7	a	A

表 2.2.6 不同处理烟株现蕾期节距/cm

处理	重复			均值	显著水平	
	I	II	III		5%	1%
D	4.5	4.6	4.9	4.7	a	A
A	4.4	4.6	4.8	4.6	a	A
B (CK)	4.5	4.8	4.2	4.5	a	A
C	4.3	4.2	4.3	4.3	a	A

## 2.3 不同处理田间病害发生的差异

表 2.3.1 不同处理烟株 TMV 危害调查结果

处理	重复			均值	显著水平	
	I	II	III		5%	1%
D	10.5	10.7	12.7	11.30	a	A
B (CK)	9.4	12.5	8.7	10.20	a	A
C	10.0	8.6	10.8	9.80	a	AB
A	6.7	5.7	6.1	6.17	b	B



表 2.3.2 不同处理烟株根结线虫危害调查结果

处理	根结线虫病病指			均值	显著水平	
	I	II	III		5%	1%
B (CK)	0.0	79.4	83.5	54.30	a	A
A	0.0	78.4	79.8	52.73	a	A
C	0.0	64.0	40.1	34.70	ab	A
D	0.0	34.5	32.6	22.37	b	A

注：调查时间为采烤结束后挖根调查。下同。

表 2.3.3 各处理对烟株根部线虫的防效统计

处理	根结线虫病病指			平均	相对防效/%	排序
	I	II	III			
A	0.0	78.4	79.8	52.7	2.9	4
B (CK)	0.0	79.4	83.5	54.3	/	
C	0.0	64.0	40.1	34.7	36.1	3
D	0.0	34.5	32.6	22.4	58.8	1

从表 2.3.1~表 2.3.3 看出，田间以发生烟草花叶病 (TMV)、根结线虫病为主，其余还有番茄斑萎病毒病 (TSWV)、青枯病、气候性斑点病的零星发生。通过统计表明，烟草花叶病 (TMV) 以吉纳泰生物液体肥处理发病最轻，病指极显著低于对照，其余处理与对照间差异不显著；烟草根结线虫危害均较对照轻，各处理由重到轻依次为 B (CK) > A > C > D，其中以 BAB 复合液体菌剂发病最轻，显著低于对照，其余处理与对照间差异不显著。

## 2.4 不同处理主要经济性状的差异

从表 2.4.1~表 2.4.6 看出，经方差分析表明，各处理产量、产值、中上等烟比例、均价、产指存在显著或极显著差异，级指差异未达到显著水平。具体表现为：(1) 吉纳泰生物液体肥处理的产值、产指则显著高于对照，均价差异不显著；其中而吉纳泰生物液体肥处理亩产值增加 451.40 元。(2) 哈茨木霉处理的

中上等烟比例显著高于对照。(3) BAB 复合液体菌剂处理的各项经济指标与对照差异均未达到显著水平。

表 2.4.1 各处理亩产量方差分析结果

处理	亩产量 (kg/亩)			平均	显著水平	
	I	II	III		0.05	0.01
A	160.93	138.42	125.71	141.68	ab	A
B	152.20	130.85	130.50	137.85	ab	A
D	152.30	120.50	127.58	133.46	b	A
C	144.50	105.05	131.96	127.17	b	A

表 2.4.2 各处理亩产值方差分析结果

处理	亩产值 (元/亩)			平均	显著水平	
	I	II	III		0.05	0.01
A	4883.91	2926.66	3000.15	3603.57	ab	AB
C	4157.77	2632.91	3091.95	3294.21	bc	B
B	4080.90	2501.68	2873.93	3152.17	c	B
D	4338.18	2372.34	2737.41	3149.31	c	B

表 2.4.3 各处理中上等烟比例方差分析结果

处理	中上等烟比例/%			平均	显著水平	
	I	II	III		0.05	0.01
C	91.44	88.98	80.16	86.86	a	A
A	89.40	84.58	75.24	83.07	ab	AB
B	84.47	80.48	78.70	81.22	b	AB
D	84.26	80.78	75.94	80.33	b	B

表 2.4.4 各处理均价方差分析结果

处理	均价(元/kg)			平均	显著水平	
	I	II	III		0.05	0.01
C	28.99	25.60	23.72	26.10	ab	A
A	29.73	23.06	22.64	25.14	ab	A
D	26.94	23.69	20.97	23.87	ab	A
B	27.01	21.78	20.41	23.07	b	A

表 2.4.5 各处理级指方差分析结果

处理	级指			平均	显著水平	
	I	II	III		0.05	0.01
C	0.60	0.55	0.53	0.56	a	A
A	0.63	0.49	0.48	0.54	a	A
D	0.51	0.46	0.55	0.51	a	A
B	0.51	0.48	0.48	0.49	a	A

表 2.4.6 各处理产指方差分析结果

处理	产指			平均	显著水平	
	I	II	III		0.05	0.01
A	91.51	73.14	68.27	77.64	ab	AB
C	84.30	62.34	66.74	71.13	bc	B
B	79.04	62.64	62.35	68.01	c	B
D	73.06	61.11	69.56	67.91	c	B

## 2.5 不同处理烟常规化学成分的差异

从表 2.5 可以看出, 与对照相比, 3 个处理烟叶的钾含量、醚提物含量与对照差异达到显著水平, 而总糖、还原糖、烟碱和总氮含量与对照差异不显著。其中, 3 个处理的中部叶 (C3F) 及上部叶 (B2F) 叶钾含量显著高于对照; 且 3 个处理中部叶 (C3F) 的醚提物含量也显著高于对照, 但上部叶 (B2F) 差异不显著。

表 2.5 各处理烟叶化学成分检测结果

等级	处理	总糖 (%)	还原糖 (%)	总氮 (%)	烟碱 (%)	氧化钾 (%)	石油醚提取物 (%)
C3F	吉纳泰	38.39a	27.94a	1.59a	1.83a	2.78a	4.74a
	哈茨木霉	36.26a	25.84a	1.61a	1.70a	2.88a	5.00a
	BAB	36.99a	25.86a	1.57a	1.56a	3.02a	4.97a
	CK	36.80a	28.24a	1.55a	1.45a	2.41b	4.49b
B2F	吉纳泰	33.55a	24.96a	1.78a	2.16a	2.62a	5.65a
	哈茨木霉	29.83a	22.41a	1.93a	1.99a	2.55a	5.52a
	BAB	30.22a	22.55a	2.02a	2.23a	2.43a	5.68a
	CK	30.65a	23.42a	2.04a	2.27a	2.09b	5.34a



## 3 讨论与结论

### 3.1 结论

(1) 生物学性状表现：与对照相比，3 个处理均未对烤烟上部叶的成熟期造成影响，但“吉纳泰”生物液体肥处理现蕾期和中心花开放期提前约 2d，而首次采收期推迟约 5d；其余 2 个处理首次采烤期提前 4d 以上，BAB 液体菌剂处理提前约 10d。与对照相比，“吉纳泰”生物液体肥和哈茨木霉处理的烟株生长势较强，而 BAB 处理的表现与对照相当。

(2) 农艺性状表现：各处理的烤烟株高和叶数均超过对照，其中“吉纳泰”生物液体肥处理株高显著超过对照，叶数极显著超过对照，其余 2 个处理与对照间差异未达到显著水平。最大腰叶长、宽均以 BAB 复合液体菌剂和吉纳泰生物液体肥超过对照，但差异未达到显著水平。

(3) 田间抗病性表现：从田间发生的主要病害看，烟草花叶病（TMV）以“吉纳泰”生物液体肥处理发病最轻，病指极显著低于对照，其余 2 个处理与对照间差异不显著；烟草根结线虫危害均较对照轻，以 BAB 复合液体菌剂发病最轻，显著低于对照，其余处理与对照间差异不显著。

(4) 经济性状表现：“吉纳泰”生物液体肥处理的产值、产指显著高于对照，平均亩产值增加 451.40 元；哈茨木霉处理的中上等烟比例显著高于对照；BAB 复合液体菌剂处理的各项经济指标与对照差异均未达到显著水平。

(5) 常规化学成分表现：“吉纳泰”生物液体肥、哈茨木霉和 BAB 液体复合菌剂处理的烟叶钾含量和石油醚提取物含量增加显著，均对提高烟叶内在品质具有较大帮助。

### 3.2 讨论

本研究表明，“吉纳泰”生物液体肥 100% 替代化肥培育壮苗，加上大田烟株团棵期前叶面喷施 2 次，可以增强烤烟抗逆性、改善烟株农艺性状，并显著提高烟叶经济效益，经初步测算，每亩烤烟仅需投入成本约 25 元，但收益可以获得 400 元以上。因此，这种新型肥料既可以基本杜绝苗期化肥对环境污染和对大田

土壤的破坏,还为烟叶增产增收、提质增效打下坚实的基础,是烟叶生产壮苗的一种优质绿色环保肥源。山西农大教授王日鑫指出<sup>[8]</sup>,这个产品是用崭新的生物技术处理褐煤或风化煤而成,是新型肥料的发展方向,目前 BGF (Biogenic Gas and Fertilizer) 团队已经实现了工业化生产,但大田生产应用尚未见相关报道。

本研究将哈茨木霉微生物菌剂通过烤烟移栽期和团棵期灌根的方式,能够明显促进田间烟株长势和提高中上等烟比例,对烟草根结线虫有一定防效,但对烟草花叶病的预防效果不明显。以往对哈茨木霉在水稻、玉米、小麦、番茄、黄瓜、香菇等的研究和应用较多,多是用来预防或防治病害。在烟草上的研究与应用也有广泛报道<sup>[9-12]</sup>,主要与黑胫病、赤星病和根结线虫病有较好的拮抗或寄生作用,本研究结果与相关报道基本吻合。

本研究将 BAB 通过烤烟移栽期和团棵期灌根的方式,对降低田间烟草根结线虫的发生具有显著的效果,但对促进烟株长势和对烟草花叶病的防效不理想。BAB 微生物液体复合菌剂是由枯草芽孢杆菌与解淀粉芽孢杆菌 2 种菌剂组合而成,单一报道的较多<sup>[6-7, 13]</sup>,主要是能够有效降低白粉病、灰霉病、霜霉病、根腐病、黑胫病和枯(黄)萎病等顽固性病害。但是,这种复合菌剂在烟草上的研究与应用尚未见相关报道。

## 参考文献

- [1] 陈添昌, 钟平, 李添华, 等. 微生物肥料在烟草生产中的应用[J]. 农技服务, 2012 (5): 564-566.
- [2] 刘国顺. 国内外烟叶质量差距分析和提高烟叶质量技术途径探讨[J]. 中国烟草学报, 2003, 9 (增刊 1): 54-58.
- [3] 吕静. 微生物肥料在我国烟草生产中的应用与创新[J]. 中国烟草科学, 1999 (3): 48-50.
- [4] 农业部微生物肥料和食用菌菌种质量监督检验测试中心. NY/T1113-2006, 微生物肥料术语[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007: 2.
- [5] 杨合同, 李纪顺, 张新建, 等. 木酶生物学[M]. 北京: 中国大地出版社, 2015.
- [6] 张娟, 杨彩梅, 曹广添, 等. 解淀粉芽孢杆菌及其作为益生菌的应用[J]. 动物营养学报, 2014, 26(4): 863-867.
- [7] 游恩, 张立猛, 计思贵, 等. 枯草芽孢杆菌菌剂对烟草根际土壤细菌群落的影响[J]. 应用生态学报, 2014, 25 (11): 3323-3330.
- [8] 郭建芳, 王日鑫. 腐植酸磷肥生产与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2015.
- [9] 李梅云, 谭丽华, 方敦煌, 等. 哈茨木霉的培养及其对烟草疫霉生长的抑制研究[J]. 微生物学通报, 2006, 33 (6): 79-82.
- [10] 刘畅, 许家来, 郭凯, 等. 烟草黑胫病生防菌的筛选鉴定及发酵条件优化[J]. 江苏农业科学, 2016, 45 (5): 167-170 .
- [11] 杜雷, 高智谋. 烟草赤星病菌致病力分化及生物防治研究[D]. 安徽农业大学硕士学位论文, 2008 .
- [12] 陈国康, 陆曦诚, 肖崇刚, 等. 木霉菌株 TSP-1 对烟草根结线虫卵的寄生性试验[J]. 烟草科技, 2011, 42(6): 78-80 .
- [13] 杨珍福, 吴毅歆, 陈映岚, 等. 烟草拮抗内生细菌的筛选与防病促生长效果[J]. 中国烟草科学, 2014 (6): 48-53.





---

项目来源：云南省烟草公司资助项目（2017YN12）

试验负责人：昆明市烟草公司技术中心 徐兴阳

试验执行人：云南农业大学 赵成凤 13108507051

撰写人：徐兴阳(1974-), 高级农艺师, 电话 15368869781, 邮箱 949430280@qq.com

地址：云南省昆明市北京路 523 号 5 楼

邮编：650051