

两种新型液体肥对烤烟生理特性及产质量的影响

李杰, 徐兴阳

(云南省烟草公司昆明市公司, 昆明 云南 650051)

摘要: 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。本研究采用苗期及大田期小区试验, 探索了两种新型肥料(“吉纳泰”微生物液体肥和“好立登”鱼蛋白有机液体肥)不同施肥浓度和施肥方式对烤烟农艺性状、生理特性、抗病性、内在化学成分和经济性状的影响。结果表明: 1) 施用这两种新型肥料会不同程度地改善烟苗的生理特性。两种新型肥料所培育的烟苗, 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。2) 大田期叶面喷施这两种新型肥料, 均会明显增加烟株的抗病性和产质量, 其中“好立登”处理对炭疽病和根结线虫病表现出明显的抗性, 且产量、产值和烟叶钾含量提升明显; 而“吉纳泰”处理对烟草花叶病表现出明显的抗性, 能明显增加烟株的有效叶数、烟叶的产值、钾含量和醚提物含量。本研究初步探索了两种新型液体肥在烤烟上的应用方法效果, 证实了“吉纳泰”微生物液体肥完全替代化肥培育壮苗的可行性, 为优质烟叶生产实现化肥农药“减量增效”、寻求合适的化肥替代品提供了科学依据。

关键词: 烤烟; 新型液体肥; 生理特性; 抗逆性; 产质量

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^[1]。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%^[2]。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^[3, 4]。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^[5]。

2002 年, 农业部制定颁布了我国首部《有机肥料》(NY525-2002) 标准, 2012 年, 在深入调研、收集资料、样品测定与试验验证的基础上, 又修订了新的有机肥标准。有机肥是改善土壤理化性质的重要物质, 对提高土壤肥力、作物产量和品质及增强作物抗逆性具有微量元素、酶及天然活性物质等营养物质, 是一种“新型功能液体肥料”产品, 属于高端有机液体肥。

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^[7]。“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酶等有益微生物和生物活性酶。

使用有机肥和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，两种肥料的合理施用是我国农业实现可持续发展的重要途径。迄今为止，国内外关于有机肥和复合微生物肥固态的在作物生产上的应用研究较多，但有关液态研究报告较少，特别是微生物肥完全取代化肥培育烟苗从未见报道。因此，本文研究了以上两种新型液态肥料对烤烟苗期及大田期的影响，旨在为减少传统化肥施用量，提升烟叶产质量提供依据。

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；大田期抗病性、产质量统计的对象为烤烟常规品种红花大金元，于 2017 年在云南省石林县烤烟生产正季（大田期为 4 月~9 月）进行，两个品种的需肥特性相当，主要表现为对 N 肥敏感，对氮磷钾等肥料的利用率较高；供试肥料为“吉纳泰”复合微生物液体肥、“好立登”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

1.2.1 苗期试验

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 ₂ O ₅ :K ₂ O)	用量及方法
A	“吉纳泰”微生物液体肥	包头市博益润生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（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%。
CK1	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。

1.2.2 大田期试验

大田期统一化肥种类和用量，每公顷施纯 N 34.5kg，三要素 N:P₂O₅:K₂O 为 1: 1.2: 5.3。试验设 3 个处理（见表 2），3 行区，每个小区 108 株，重复 3 次，随机完全区组排列，试验田四周设置保护行 2.4m。各处理于 2017 年 4 月 28 日统一小苗膜下移栽，行株距统一 1.2m×0.5m，大田管理按照当地优质烟叶生产标准执行。

表2 不同施肥处理大田期试验设计

Tab.2 Experimental design of different fertilization treatments in field

处理	品种	三要素 (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O)	施用方法	
			苗期	大田期
A	红花大金元	2: 1: 2	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。	用 1: 15 倍叶面喷施, 于破膜掏苗后 3d 和间隔 10d 各喷施一次。
B	红花大金元	总养分 ≥5%	①1: 3000 倍兑入育苗池水; ②化肥减施 10%; ③栽前 3d 用 1: 300 倍叶面喷施 1 次。	用 1: 300 倍叶面喷施, 于破膜掏苗后 3d 和间隔 10d 各喷施一次。
烟草专用复合肥 (CK2)	红花大金元	苗期: 18:12:13; 大田期: 10: 12: 24	①化肥采用当地推荐使用方法; ②上述处理喷施叶面肥时, 同期喷施清水。	①化肥采用当地推荐使用方法; ②上述处理喷施叶面肥时, 同期喷施清水。

1.3 取样与测定方法

1.3.1 烤烟生理特性研究

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^[8], 丙二醛 (MDA) 含量测定采用硫代巴比妥比色法^[9], 淀粉酶 (AMY) 活性测定采用 3, 5-二硝基水杨酸比色法测定^[10], 超氧化物歧化酶 (SOD) 活性测定采用氮兰四唑 (NBT) 光还原法^[11], 硝酸还原酶 (NR) 活性测定采用磺胺比色法^[4]。

1.3.2 烤烟大田抗病性及产质量研究

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 执行, 相对防效计算公式为: 相对防效 (%) = {(对照区病指 - 处理区病指) / 对照区病指} × 100; 初烤烟叶分级参照 GB 2635-1992 执行, 每个试验处理分小区取样, 每个小区取初烤烟叶 C3F 和 B2F 各 1kg 待测; 总糖及还原糖采用连续流动法 YC/T 159—2002; 烟碱采用连续流动 (硫氰酸钾) 法 YC/T 468—2013; 总氮采用克达尔法 YC/T 33-1996; 钾含量参照 YC/T 173—2003 执行; 水溶性氯采用连续流动法 YC/T 162—2011; 石油醚提取物 (简称“醚提物”) 参照 YC/T 176—2003 执行。

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 苗期试验

从表 3、表 4 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”所育苗苗素质最好，“好利登”所育苗苗次之，均优于对照（CK1）的烟苗素质。

表 3 各处理烟苗生育期调查结果

Tab.3 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	鱼蛋白育苗	2016/11/4	2016/11/18	2016/12/28	2017/1/4	2017/1/12
CK1	复合肥	2016/11/4	2016/11/18	2016/12/28	2017/1/4	2017/1/12

表 4 各处理烟苗农艺性状调查结果

Tab.4 The results of investigation on the agronomic characters of different treatments on tobacco seedlings

处理	肥料	整齐度	苗色	合计	生物量 (g/30 株)		冠根比
					地上部分	地下部分	
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

从表 5-1 和表 5-2 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^[12]。“吉纳泰”和“好利登”所育苗苗各项 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”肥所育苗苗总 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^[13]。“好利登”所育苗苗叶部 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^[14]，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^[15]。从根部淀粉酶活性来看，“吉纳

泰”所育烟苗淀粉酶活性最高,但三种肥料间未出现显著性差异;“好利登”和“吉纳泰”所育烟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,在消除超氧化物自由基、减轻脂质过氧化作用和膜伤害方面起重要作用^[16]。三种肥料所育烟苗各项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^[17]。吉纳泰和鱼蛋白所育烟苗各项NR活性均高于对照,并出现显著差异。

表 5-1 各处理烟苗生理指标检测结果

Tab.5-1 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 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{FW}\cdot\text{min}$)		
	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 5-2 各处理烟苗生理指标检测结果

Tab.5-2 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 ($\text{NO}_2^- \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{FW}\cdot\text{h}^{-1}$)		
	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: $P<0.05$ 。

2.2 大田期试验

2.2.1 烟株农艺性状

从表 6 看出,两个处理烤烟现蕾期的株高、叶片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:两种液体肥料的株高和叶数均超过对照,其中“吉纳泰”生物液体肥处理的株高显著超过对照,叶片数极显著超过对照。最大腰叶长、宽、茎围和节距均以“吉纳泰”生物液体肥超过对照,但差异未达到显著水平。

表 6 各处理烟株大田期农艺性状调查结果

Tab. 6 The investigation results of the agronomic characters of different treatments on tobacco plants

单位: cm、片/株

处理	株高	茎围	节距	叶片数	最大腰叶长	最大腰叶宽
A	122.66a	10.2a	4.6a	26.67a	78.52a	35.17a
B	113.67ab	9.7a	4.5a	26a	75.37a	32.6a
CK2	109.11b	9.7a	4.5a	24.33b	75.06a	31.65a

2.2.2 田间抗病性

从表 7 看出, 从田间烟株发生的烟草花叶病 (TMV)、根结线虫病和炭疽病调查结果看, 两种液体肥处理均表现出较好的田间抗病性。分析表明, “吉纳泰”生物液体肥处理表现出较好的烟草花叶病 (TMV) 抗性, 防效达到 44.3%, 而对炭疽病仅有一定的防效; 而“好利登”处理则表现出较好的炭疽病抗性和烟草根结线虫抗性, 防效分别达到 55.8% 和 41.6%。

表 7 各处理烟株抗病性调查结果

Tab. 7 The investigation results of the disease resistance of different treatments on tobacco plants

处理	肥料类型	烟草花叶病		根结线虫病		炭疽病	
		病指	防效 /%	病指	防效 /%	病指	防效 /%
A	吉纳泰	6.17	44.3	52.73	2.9	22.60	26.7
B	鱼蛋白	10.80	2.4	31.70	41.6	13.61	55.8
CK2	烟草专用化肥	11.07	/	54.30	/	30.82	/

2.2.3 烟叶常规化学成分

从表 8 可以看出, 采用两种新型肥料处理的烟株, 其烟叶的钾含量、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, “吉纳泰”处理的中部叶 (C3F) 及上部叶 (B2F) 叶钾含量显著高于对照, 且中部叶 (C3F) 的醚提物含量也显著高于对照; “好利登”处理的中部叶 (C3F) 钾含量显著高于对照。

表 8 各处理烟株化学成分检测结果

Tab. 8 Detection results of chemical composition of different treatments on tobacco plants

单位: %

等级	处理	总糖	还原糖	总氮	烟碱	氧化钾	石油醚提取物
C3F	A	38.39a	27.94a	1.59a	1.83a	2.78a	5.17a
	B	36.92a	26.43a	1.51a	1.67a	2.79a	4.74ab
	CK2	36.80a	28.24a	1.55a	1.45a	2.41b	4.49b
B2F	A	33.55a	24.96a	1.78a	2.16a	2.62a	5.27a
	B	31.90a	24.21a	2.11a	2.71a	2.21ab	5.65a

CK2	30.65a	23.42a	2.04a	2.27a	2.09b	5.34a
-----	--------	--------	-------	-------	-------	-------

2.2.4 主要经济性状

从表 9 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: “好利登” 液体肥处理的产值、产指极显著高于对照, 均价显著高于对照, 而“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, “好利登” 液体肥处理每公顷产值增加 10787.25 元, 而“吉纳泰” 生物液体肥处理每公顷产值增加 6771.00 元。

表 9 各处理经济性状统计结果

Tab.9 Statistical results of economic character different treatments

单位: kg/公顷、元

处理	产量	产值	中上等烟比例	均价	级指	产指
A	2243.55a	58069.80a	83.83a	26.4a	0.56a	1252.80a
B	2125.20a	54053.55a	83.07a	25.14ab	0.54a	1164.60a
CK2	2067.75a	47282.55b	81.22a	23.07b	0.49a	1020.15b

3 讨论

烟苗生理指标检测结果表明, 施用“吉纳泰”和“好利登”所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^[18]。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^[19]。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^[20], 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^[21]。

苗期和大田期试验结果表明, 两种新型肥料对烟苗及烟株农艺性状有一定的影响。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^[22]。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^[23]。肖汉乾等在微生物肥料对烟株的生长发育等方面的影响上展开了研究, 结果表明微生物肥料有助于改善烟株根际环境, 增强根系活力, 利于烟苗对营养物质的吸收和利用, 满足烟株发育对矿质营养的需求, 促进叶片展开烟株稳健生长, 表现为良好的优质烟长相, 成熟烟叶烤后油分充足, 色泽鲜亮, 香气量明显增加^[24]。郭芳军等研究发现, 施用微生物肥的处理, 烟叶农艺性状、抗病性、外观质量、化学成分和产值产量上都比常规施肥有所改善^[25]。在常规施肥或者有机肥部分替代化学肥料的基础上, 增施生物菌肥能显著促进烟株生长, 有效改善烤烟的经济性状, 提高烟叶的产量^[26]。金芳芳、王美珍、田利光等使用鱼蛋白肥对水稻、小白

菜、番茄、茶树和苹果等多种作物种植研究发现,鱼蛋白肥能有效提高作物产量和品质,能增加作物生物量、干物质重和抗冻抗寒能力^[27-29]。

大田期试验表明,两种新型肥料对烟株抗病性、经济性状和品质有一定的影响。烟草病害历来都是烟草生产发展的主要障碍因素之一,对烤烟的产量和质量影响很大^[30],化学农药的使用还会对农残产生更大的影响^[31]。陈态、张建国、吴风光和董燕等多人研究表明,有机肥和微生物肥的使用可以增加烟叶含钾量,有效增强烟株抗性,降低花叶病、赤星病、野火病、炭疽病、青枯病和野火病等典型病害的发生率,改善烟叶品质^[19, 32-35]。据研究,生物有机肥通过3种途径减轻作物病害。一是肥料中的功能性微生物生长繁殖,在作物根际土壤微生物系统内形成优势种群,抑制其他有害微生物的生长繁殖,甚至对部分有害病原菌产生拮抗作用,减少了有害微生物的危害机会;二是功能性微生物在生长繁殖过程中向作物根际土壤微生物系统内分泌各种代谢产物,这些代谢产物能够刺激作物生长,提高作物抵抗不良环境的能力;三是生物营养有机肥营养全面,作物植株生长健壮,具有良好的株型和合理的群体,从而增强作物的抗病性,减少病害的发生^[36]。

由于没有检索到本研究选用的两种新型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。其中。“吉纳泰”微生物液体肥完全替代化肥培育壮苗具有重要意义。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^[37]。本文选用的两种新型液体肥的所表现出的抗病性功能,还与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。因此,这两种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.

WEI Cheng-cai, ZHANG Li-xin, MA Yingming. et al. Evaluation on Physical and Chemical Properties and Fertility of Main Tobacco-growing Soil in Shaanxi Province[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 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.

CHEN Tian-chang, ZHONG Ping, LI Tian-hua. et al. Study on Microbial Fertilizer of Tobacco Production[J]. Agricultural Technology Service, 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.

LIU Guo-shun. Analysis of Differences between Dowestic and Overseas Tobacco Quality and Technical Approachs for the Improvement of Tobacco Quality[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2003, 9 (Z1): 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.

LV Jing. Application and Innovation of Microbial Fertilizer in Tobacco Production in China[J]. Chinese Tobacco Science, 1999 (3): 48-50.

[6] 刘睿, 王正银, 朱洪霞. 中国有机肥料研究进展[J]. 中国农学通报, 2007, 23 (1): 310-313.

LIU Rui, WANG Zheng-yin, ZHU Hong-xia. Research Progress of Organic Fertilizer in China[J]. China Agricultural Science Bulletin, 2007, 23 (1): 310-313.

[7] 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.

[8] 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.

ZHU Guang-lian, DENG Xing-wang, ZUO Wei-neng. Determination of free proline in plants[J]. Plant Physiology Communications, 1983, (1): 35-37.

[9] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 173-174.

[10] 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.

[11] 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.

[12] 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.

[13] 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.

JIANG Dong, TAO Qin-nan, ZHANG Guo-ping. Effect of Waterlogging on Senescence of Flag Leaf and Root of Wheat Yangmai 5[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13 (11): 1519-1521.

[14] 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.

CHEN Ai-Guo, WANG Shu-sheng, LIANG Xiao-fang. et al. Studies on Physiological Traits of Ripeness and Senescence in Flue-cured Tobacco Leaves[J]. Chinese Tobacco Science, 2005, 26 (4): 8-10.

[15] 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.

SUN Hong-mei, LI Tian-lai, LI Yun-fei. Changes of Carbohydrate and Amylase in Lily Bulb during Bulb Development[J]. Bulletin of Botanical Research, 2005, 25 (1): 59-63.

[16] 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.

LIU Hong-xian, ZENG Shao-xi, WANG Yi-rou. et al. Effect of Low Temperature on SOD in Organelles in Cotyledon of Cucumber Seedlings with Different Cold Tolerance[J]. Plant Physiology Journal, 1985, 11 (1): 48-57.

[17] 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.

DUAN Feng-yun, QIN Min, WANG De-xun. et al. Effect of Different Fertilization Rates on Several Physiological Indices for Upper Leaves of

Flue-cured Tobacco after Topping[J]. Journal of Agricultural Catastrophology, 2012, 2 (11): 1-4.

[18] 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.

TIAN Jun-ling, HE Guang-sheng, WANG Jun. et al. Effects of Biological Fertilizer on Potted Tobacco Quality[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2016, 43 (7): 11-17.

[19] 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.

[20] 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.

JIANG Xia-yan, YANG Jian-ping, MA Ning. et al. Effect of Microbial Fluid Fertilizer SP-100 on Growth and Physiological and Biochemical Characteristics of Rape Seedlings[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2009, 7: 72-73.

[21] 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.

YE Xie-feng, LIN Ai-fen, YU Qi-wei, et al. Effects of Different Bio-activated Organic Fertilizer Levels on Physiological Characteristics and Development of Flue-cured Tobacco and Quality of Tobacco Leaves[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2008, 23 (5): 190-193.

[22] 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.

ZENG Qing-bing, ZHANG Yu-yan, CAI Yan, et al. Effect of Microbial Fertilizer on Agronomic and Economic Characters of Tobacco in Seedbed[J]. Journal of Agriculture, 2017, 7 (1): 52-56.

[23] 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.

[24] 肖汉乾, 李德清, 徐双红, 等. 不同生物活性肥对烤烟生长影响的初步研究[J]. 中国烟草科学, 2003, (1): 28-30.

XIAO Han-qian, LI De-qing, XU Shuang-hong, et al. Effect of various activated bio-fertilizers on growth of flue-cured tobacco[J]. Chinese Tobacco Science, 2003, (1): 28-30.

[25] 郭芳军, 叶想青, 宋江雨. 微生物肥料对烤烟生长发育和产量质量的影响[J]. 作物研究, 2015, 29 (2): 156-160.

GUO Fang-jun, YE Xiang-qing, SONG Jiang-yu. Effects of Microbial Fertilizers on Growth, Yield and Quality of Flue-cured Tobacco[J]. Crop Research, 2015, 29 (2): 156-160.

[26] 敖金成, 郑武, 罗华元, 等. 增施生物菌肥对烤烟产量及内在品质的影响[J]. 江西农业学报, 2012, 24 (7): 63-66.

AO Jin-cheng, ZHENG Wu, LUO Hua-yuan. et al. Effects of Increasing Application Rate of Microbial Fertilizer on Yield and Internal Quality of Flue-cured Tobacco[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2012, 24 (7): 63-66.

[27] 金芳芳. 鱼蛋白作物专用肥的研发及其应用效果研究[D]. 浙江: 浙江大学,

2012: 36.

[28]王美珍, 张衍炽, 林火亮. 茶树喷施美国普利登鱼蛋白有机液肥试验初报[J]. 福建茶叶, 2008, 30 (1): 29-30.

WANG Mei-zhen, ZHANG Yan-chi, LIN Huo-liang. Preliminary Report of Spraying SW Fish Protein Organic Liquid Fertilizer from America on Tea Plant[J]. Tea in Fujian, 2008, 30 (1): 29-30.

[29]田利光, 赵海涛, 姜志峰, 等. 鱼蛋白在苹果上的应用试验[J]. 烟台果树, 2008, (1): 25-26.

TIAN Li-guang, ZHAO Hai-tao, JIANG Zhi-feng. et al. Application of fish protein on apple[J]. Yantai Fruits, 2008, (1): 25-26

[30]林祥永, 陈飞雄, 王金文, 等. 烟草花叶病的发生规律与防治策略[J]. 安徽农业科学. 2003, 31 (3): 487.

LIN Yong-xiang, CHEN Fei-xiong, WANG Jin-wen. et al. Occurrence Rule and Controlling Countermeasure of Mosaic of Tobacco[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2003, 31 (3): 487.

[31]王津军, 李永忠, 文国松. 农药残留对烟叶安全性的影响及我国烟草农药残留现状[C]. 2007 中国烟草自主创新高层论坛文集-国内外烟草动态, 2007, (10): 537-543.

[32]陈态. 烟草多抗生物有机肥对病虫害防治效果及烟株生长的影响[J]. 现代农业科技, 2009, (2): 131-132.

CHEN Tai. The Effect of Tobacco Multi-resistant Bio-organic Fertilizer on Pest Control and Growth of Tobacco Plant[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2009, (2): 131-132.

[33]吴风光, 王豹祥, 汪健, 等. 抗生素肥对植烟土壤和烤烟生产的影响[J]. 土壤, 2010, 42 (1): 53-58.

WU Feng-guang, WANG Bao-xiang, WANG Jian. et al. Effects of Antibiotic Bacterial Fertilizer on Soil and Production of Flue-Cured Tobacco[J]. Soils, 2010, 42 (1): 53-58.

[34]董艳, 董坤, 林克惠. 微生物肥料对几种烤烟病害及烟叶含钾量的影响[J]. 江苏农业科学, 2007 (1): 189-192.

DONG Yan, DONG Kun, LIN Ke-hui. Effects of Microbial Fertilizers on Several Tobacco Diseases and Potassium Content of the Tobacco Leaves[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2007 (1): 189-192.

[35]郭芳军, 叶想青, 宋江雨. 微生物肥料对烤烟生长发育和产量质量的影响[J]. 作物研究, 2015, 29 (2): 156-160.

GUO Fang-jun, YE Xiang-qing, SONG Jiang-yu. Effects of Microbial Fertilizers on Growth, Yield and Quality of Flue-cured Tobacco[J]. Crop Research, 2015, 29 (2): 156-160.

[36]陈京香. 生物有机肥减轻病害的三种途径[J]. 中国农业信息, 2008, (2): 38-39.

CHEN Jing-xiang. Three Ways of Reducing Disease by Bio-organic Fertilizer[J]. China Agriculture Information, 2008, (2): 38-39.

[37]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.

Effects of Two New Types of Liquid Fertilizer on the Physiological

Characteristics and Yield and Quality of Flue-cured Tobacco

Li Jie, Xu xingyang

(Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Kunming 650051, Yunnan, China)

Abstract: As one of the most important cash crops in China, both in area and total output, tobacco rank first in the world, and tobacco industry occupies an important and unique position in Chinese national economy. In order to control the agricultural non-point source pollution caused by chemical fertilizer and pesticide, seek the substitutes of chemical fertilizer and pesticide, and further improve the yield and quality of flue-cured tobacco. In this study, the effects of two kinds of new fertilizers (“Ji natai” microorganism liquid fertilizer and “Hao lideng” fish protein organic fertilizer), different concentration of fertilizer and fertilization modes on agronomic traits, physiological characteristics, disease resistance, internal chemical composition and economic characters of flue-cured tobacco were investigated by means of plot experiments in seedling and field stages. The results showed that 1) the two kinds of new fertilizers improved the physiological characteristics of tobacco seedlings. The PRO, MDA contents and enzymatic activity of AM, SOD and NR in the tobacco seedlings of the two new fertilizers were better than those of the control. PRO content, AM and NR activity were better than those of the control, and the difference reached a significant level ($P < 0.05$), the MDA content and SOD activity were not significantly different from those of the control. 2) Spraying two kinds of new fertilizers on the foliar field significantly increased the disease resistance and yield and quality of tobacco plants. “Hao lideng” treatment showed significant resistance to anthracnose and root knot nematode disease, and the yield, output value and potassium content of tobacco leaves increased significantly. “Ji natai” treatment showed obvious resistance to tobacco mosaic virus, and increased the effective tobacco leaf number, the output value of tobacco, content of potassium and ether extract content obviously. This study explores two new types of liquid fertilizer application methods and effect on tobacco planting, confirmed that the “Ji natai” microorganism liquid fertilizer can completely replace the feasibility of fertilizer for seedling. It provides a scientific basis for reducing the application of chemical fertilizer and pesticide and seeking appropriate fertilizer alternatives in the production of high quality tobacco.

Keywords: flue-cured tobacco, new kind of liquid fertilizer, physiological characteristics, stress resistance, yield and quality

附:第一作者简介

李杰, 男, 1983年5月生, 新疆省乌鲁木齐人, 博士学历, 毕业于中国农

大大学农业昆虫与害虫防治专业。于 2013 年 8 月至云南省烟草公司昆明市公司工作，职称农艺师。截止目前，参与科技项目 7 项，参与 4 本著作撰写，发表论文 10 余篇。

地址：云南省昆明市盘龙区北京路 523 号云南省烟草公司昆明市公司

邮编：650051

电话：13619637110