

微生物菌剂对许昌烟区烤烟黑胫病防治和烟叶品质的影响

孙晓伟¹, 姚健¹, 李建华¹, 王京¹, 李肖宇^{2,3}, 危月辉^{2,3}, 法鹏飞^{2,3}, 林克明^{2,3*} (1. 河南省烟草公司许昌市公司, 河南许昌 461000; 2. 福建三炬生物科技股份有限公司, 福建厦门 361000; 3. 福建省生物肥料企业工程技术研究中心, 福建厦门 361000)

摘要 为探索微生物菌剂在防治许昌烟区黑胫病方面的作用及其对烟叶品质的影响, 通过田间试验对施用不同微生物菌剂烤烟的生长发育、病发情况以及品质进行比较。结果表明, 微生物菌剂对预防黑胫病效果明显, 且能促进烟株生长发育和提高烟叶的化学品质和香气质量, 其中以三炬微生物菌剂 750 kg/hm² 与三炬灌金液 7 500 mL/hm² 搭配施用效果最好。

关键词 烤烟; 许昌烟区; 黑胫病; 微生物菌剂; 品质

中图分类号 S435.72 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)20-0151-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.20.040

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Effects of Microbial Agents on Control of Black Shank and Quality of Tobacco Leaves in Flue-cured Tobacco in Xuchang Area
SUN Xiao-wei, YAO Jian, LI Jian-hua et al (Henan Xuchang Tobacco Company, Xuchang, Henan 461000)

Abstract In order to explore the role of microbial agents in controlling black stem and tobacco quality in Xuchang, the effects of different microbial agents on the growth, disease and quality of flue-cured tobacco were compared. The results showed that microbial agents had obvious effects on preventing black stem, promoting the growth of tobacco, and improving the quality of flue-cured tobacco. As a result, the effect was best if Sanju microbial agent 750 kg/hm² was used accompaning with Sanju Guanjiingye 7 500 mL/hm².

Key words Flue-cured tobacco; Xuchang tobacco area; Black shank; Microbial agent; Quality

许昌烟区作为典型浓香型烟叶特色产区, 是卷烟工业的重要原材料产区^[1]。随着种植年限的增加, 重茬问题日益严重, 平均气温上升, 降水量增加, 土壤相对湿度加大, 助长了烟草镰刀菌根腐病和黑胫病等高温高湿型病害的发生, 是烟区近年来根茎类病害危害加重的主要原因之一^[2-3], 不仅影响烟农的经济效益, 而且严重危害了许昌烟区的烟叶生产, 由此造成的经济损失巨大。

微生物菌剂是近些年蓬勃发展的功能性肥料, 具有绿色、安全、无污染的特点^[4], 特别是微生物对重茬作物的消除效果逐渐被更多人所认可。笔者探究了微生物菌剂的施用对许昌烟区黑胫病的防控效果以及烟叶品质的影响, 旨在为通过施用微生物菌剂防控黑胫病、提高许昌地区烟叶品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试品种为中烟 100。所用的三炬微生物菌剂和三炬灌金液由福建三炬生物科技股份有限公司生产和提供, 三炬菌剂以有机质为载体, 功能菌为胶冻样芽孢杆菌、解淀粉芽孢杆菌、烟草节杆菌, 活菌含量 ≥ 2 亿/g。三炬灌金液为胶冻样芽孢杆菌发酵液。

1.2 试验设计 试验于 2018 年在禹州市范坡镇进行, 所选地块田间发病以黑胫病为主(与青枯病、病毒病等其他病害较少混发), 按照完全随机设计 3 个处理: T₁(三炬微生物菌剂 750 kg/hm² + 灌金液 7 500 mL/hm²)、T₂(三炬微生物菌剂 750 kg/hm²)、CK(常规处理, 不添加菌剂), 每个处理 3 个重复, 共 9 个小区, 每个小区植烟 150 株, 行间距 1.2 m, 株距 60 cm, 垄

高 30 cm, 微生物菌剂在移栽时窝施, 灌金液加入定根水灌根施用, 其他按照当地常规最优方式进行施肥和管理。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 农艺性状。在成熟期, 分别对各小区烟株的农艺性状进行调查, 每个小区随机测量 10 株, 按照《中华人民共和国烟草行业标准(YC/T 142—1998)》, 分别记录株高、茎围、有效叶片数等指标。

1.3.2 烟田病害。在打顶后, 分别对各小区的病害进行调查, 按照 5 点测量法, 每个处理共调查 200 株, 按照《烟草病虫害分级及调查方法(GB/T 23222—2008)》, 对烟株进行分级和记录。

1.3.2 化学成分和香气物质。烤烟烟叶成熟后, 分小区进行采集、烘烤、分级, 每个处理分别挑选 C2F 和 B2F 等级烟叶各 2 kg, 用于化学成分和香气物质的测定。测定方法参照文献[5]。

1.4 数据处理 采用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS 17.0 进行相关试验数据的处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对烟株农艺性状的影响 由表 1 可知, T₁、T₂ 处理的烟株在株高、茎围、叶长、叶宽和留叶数等方面都有不同程度的增加, 在株高上, 处理组明显高于对照组, 增幅在 17.57% 和 15.94%, 且差异达极显著水平, T₁ 和 T₂ 处理差异不显著。

2.2 不同处理对烟株黑胫病的影响 由表 2 可知, 对照组的黑胫病发病率达 27%, 病情指数为 17.67, 而施用微生物菌剂的处理 T₁ 和 T₂ 分别为 16% 和 20%, 发病指数为 7.34 和 10.44, 发病率下降了 58.46% 和 25.92%, 相对防效均在 40% 以上。

2.3 不同处理对烤后烟叶化学成分的影响 由表 3 可知, 烟碱含量在 2%~3% 适宜范围内较为适宜, 中上部烟叶烟碱含量对照组均最大, 中部叶烟碱含量相对对照差异达极显著水

基金项目 河南省烟草公司许昌市公司科研开发项目(2018411000240050)。
作者简介 孙晓伟(1987—), 男, 河南安阳人, 助理农艺师, 硕士, 从事烟草生产与技术推广工作。*通信作者, 高级工程师, 从事农用微生物研究。
收稿日期 2019-04-30

表 1 成熟期不同处理烟株农艺性状

Table 1 Agronomic characters of tobacco plants of different treatments at maturity stages

处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎围 Stem circumference cm	叶长 Leaf length cm	叶宽 Leaf width cm	留叶数 Leaf number//片
T ₁	143.00±3.61 aA	13.00±0.50 aA	79.67±0.58 aA	46.33±1.53 aA	24.00±2.00 abA
T ₂	145.00±5.00 aA	13.07±0.12 aA	80.33±0.58 aA	45.17±2.75 aA	26.67±1.15 aA
CK	123.33±4.73 bB	12.53±0.45 aA	80.00±4.36 aA	43.00±2.65 aA	22.67±1.16 bA

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示不同处理间差异极显著($P<0.01$)
Note:Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between different treatments ($P<0.05$);different capital letters indicate extremely significant differences between different treatments ($P<0.01$)

表 2 打顶期不同处理烟株黑胥病发病情况

Table 2 Incidence of black shank of tobacco plant under different treatments

处理 Treatment	发病率 Incidence rate//%	病情指数 Disease index	相对防效 Relative control effect//%
T ₁	16.00	7.34	58.46
T ₂	20.00	10.00	40.86
CK	27.00	17.68	—

平,上部叶 T₂ 烟碱含量相对对照差异达极显著水平。中、上部叶总糖含量表现为 T₁>T₂>CK,中部叶相对对照组,T₁、T₂

总糖含量分别提高了 104.91%和 23.39%,差异均达极显著水平。中、上部叶糖碱比表现为 T₁>T₂>CK,其中 T₁ 的糖碱比更符合烟叶适宜化学成分标准范围。

2.4 不同处理对烤后烟叶挥发性香气成分的影响 由表 4 可知,烤后烟叶挥发性香气物质中检测出的成分 56 种,将所有挥发性香气物质按结构划分为酮类、醛类、酸类、酯类、酚类、醇类、杂环类和烃类 8 类^[6]。香气物质总量上中、上部叶均表现为 T₁>T₂>CK,在中部叶中,与对照相比,T₁ 处理香气物质总量提高了 40.25%。

表 3 不同处理烤后烟叶化学成分

Table 3 Chemical composition of tobacco leaves under different treatments

部位 Parts	处理 Treatment	烟碱 Nicotine %	总糖 Total sugar %	氯 Chlorine %	钾 Potassium %	钾氯比 Potassium chloride ratio	糖碱比 Sugar base ratio
中部叶 Middle leaf	T ₁	2.25±0.00 cB	23.57±0.89 aA	0.41±0.01 cC	0.98±0.02 cC	2.41±0.09 bB	10.47±0.10 aA
	T ₂	2.41±0.08 bB	14.19±0.30 bB	0.65±0.00 aA	2.17±0.04 aA	3.32±0.01 aA	5.90±0.24 bB
	CK	2.53±0.05 aA	11.50±0.33 cC	0.61±0.03 bB	1.49±0.06 bB	2.43±0.04 bB	4.55±0.07 cC
上部叶 Upper leaf	T ₁	3.51±0.01 aA	22.04±0.71 aA	0.75±0.01 cC	1.53±0.05 bB	2.03±0.04 bAB	6.29±0.17 aA
	T ₂	3.10±0.15 bB	18.41±0.66 bB	0.84±0.02 bB	1.84±0.08 aA	2.18±0.10 aA	5.94±0.05 bA
	CK	3.66±0.12 aA	17.13±0.52 cB	0.93±0.03 aA	1.78±0.06 aA	1.92±0.04 bB	4.69±0.18 cB

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示不同处理间差异极显著($P<0.01$)
Note:Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between different treatments ($P<0.05$);different capital letters indicate extremely significant differences between different treatments ($P<0.01$)

表 4 不同处理烤后烟叶挥发性香气成分

Table 4 Volatile aroma components of tobacco leaves under different treatments

化合物类别 Compound category	化合物 Compound	中部叶 Middle leaf			上部叶 Upper leaf		
		T ₁	T ₂	CK	T ₁	T ₂	CK
酮类	面包酮	16.25±0.00	9.59±0.02	7.08±0.16	16.64±0.09	11.58±0.21	10.98±0.27
Ketones	3-羟基-2-丁酮	12.77±0.42	10.82±0.45	9.32±0.33	13.53±0.45	10.85±0.47	11.19±0.03
	1-羟基-2-丙酮	70.78±2.51	42.68±0.41	31.88±0.11	77.00±2.74	60.18±2.58	54.41±2.60
	6-甲基-5-庚烯-2-酮	4.11±0.08	6.71±0.05	11.69±0.23	4.78±0.22	5.40±0.07	3.68±0.03
	巨豆三烯酮一	0.42±0.01	0.38±0.00	0.34±0.01	0.32±0.01	0.33±0.00	0.30±0.01
	巨豆三烯酮二	1.00±0.04	0.63±0.00	0.80±0.03	0.46±0.01	0.53±0.02	0.49±0.01
	巨豆三烯酮三	0.38±0.01	0.85±0.03	0.40±0.01	0.71±0.03	0.57±0.01	0.53±0.01
	巨豆三烯酮四	0.38±0.01	0.26±0.00	0.38±0.01	0.22±0.00	0.28±0.00	0.27±0.01
	3-甲基-2-环戊烯-2-醇-1-酮	0.73±0.03	0.68±0.00	0.62±0.02	0.73±0.01	0.65±0.01	0.74±0.03
	2,6,6-三甲基-2-环己烯-1,4-二酮	1.03±0.02	1.22±0.03	1.42±0.02	0.94±0.01	1.04±0.03	0.95±0.04
	β-二氢大马酮	0.32±0.01	0.37±0.01	0.36±0.00	0.45±0.00	0.43±0.02	0.40±0.02

接下表

续表 4							
化合物类别 Compound category	化合物 Compound	中部叶 Middle leaf			上部叶 Upper leaf		
		T ₁	T ₂	CK	T ₁	T ₂	CK
醛类 Aldehyde	β-大马酮	2.33±0.02	2.27±0.05	2.25±0.09	1.42±0.04	1.40±0.01	1.31±0.06
	1-羟基-2-丁酮	3.04±0.14	1.94±0.09	1.53±0.02	3.28±0.11	2.51±0.01	2.29±0.11
	2-羟基-2-环戊烯-1-酮	6.77±0.32	5.88±0.10	4.71±0.08	8.65±0.09	6.77±0.08	7.08±0.13
	5-甲基-2(3H)-呋喃酮	0.34±0.01	0.15±0.00	0.15±0.00	0.24±0.01	0.12±0.00	0.17±0.00
	2-羟基-3-戊酮	0.78±0.00	1.37±0.06	1.25±0.03	0.98±0.03	0.85±0.01	1.24±0.04
	6-甲基-2-庚酮	2.70±0.07	0.54±0.01	3.22±0.02	2.20±0.06	2.31±0.11	2.00±0.07
	4-氧化异佛尔酮	1.04±0.03	1.24±0.00	1.44±0.02	0.95±0.01	1.05±0.03	0.96±0.02
	茄酮	14.72±0.29	11.9±0.06	14.13±0.31	7.12±0.08	11.21±0.36	9.86±0.36
	3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮	0.54±0.00	0.39±0.02	0.49±0.00	0.51±0.01	0.49±0.02	0.39±0.01
	2(5H)-呋喃酮	1.27±0.02	1.00±0.02	0.93±0.01	1.18±0.03	1.09±0.02	1.01±0.04
	2-环戊烯-1,4-二酮	4.17±0.13	2.01±0.01	1.67±0.05	3.44±0.17	2.77±0.01	2.09±0.04
	己醛	0.79±0.03	1.38±0.01	1.26±0.03	0.99±0.03	0.86±0.04	1.25±0.05
	2-糠醛	71.35±3.27	20.31±0.46	17.36±0.07	45.30±2.20	35.53±0.35	21.53±0.68
	苯甲醛	6.72±0.26	8.59±0.31	9.62±0.15	7.21±0.19	7.09±0.25	7.04±0.12
	正庚醛	0.18±0.01	0.27±0.00	0.26±0.01	0.32±0.01	0.29±0.01	0.30±0.00
酸类 Acids	5-羟甲基-2-糠醛	2.15±0.02	0.29±0.01	0.27±0.00	1.16±0.05	0.74±0.02	0.41±0.00
	2-吡咯醛	1.14±0.02	1.77±0.00	1.67±0.02	1.21±0.05	1.18±0.06	1.21±0.02
	5-甲基-2-糠醛	26.05±0.24	11.47±0.33	10.76±0.05	22.58±0.55	17.08±0.59	12.60±0.19
	藏红花醛	0.69±0.03	0.79±0.02	0.99±0.03	0.90±0.01	0.85±0.01	0.74±0.02
	2-呋喃乙酸	1.91±0.07	0.79±0.02	0.63±0.00	1.41±0.04	1.09±0.05	0.80±0.03
	2-甲基己酸	1.23±0.03	0.84±0.02	0.81±0.03	0.67±0.03	0.82±0.02	0.70±0.03
	乙酸	161.45±5.59	102.21±4.53	79.37±2.33	160.70±3.93	126.61±0.37	119.55±5.30
	丙酸	4.59±0.22	2.98±0.00	2.41±0.06	4.41±0.07	3.67±0.05	3.35±0.14
	乙酸糠酯	2.19±0.02	0.98±0.01	0.68±0.03	2.13±0.08	1.42±0.04	1.14±0.02
	4-丁内酯	1.72±0.06	1.82±0.07	1.58±0.06	1.93±0.01	1.91±0.09	2.13±0.02
酯类 Esters	2-羟丙酸甲酯	1.97±0.06	1.63±0.05	1.31±0.04	2.08±0.02	1.69±0.04	1.70±0.08
	邻苯二甲酸二丁酯	0.44±0.02	0.37±0.02	0.30±0.00	0.61±0.01	0.47±0.01	0.36±0.01
	棕榈酸甲酯	0.24±0.00	0.10±0.00	0.11±0.00	0.20±0.01	0.15±0.00	0.15±0.00
	麦芽酚	2.2±0.00	2.06±0.03	1.80±0.06	2.23±0.09	1.87±0.09	1.69±0.06
	5-羟基-5,6-二氢麦芽酚	7.77±0.30	2.93±0.02	2.67±0.06	6.20±0.04	4.72±0.05	4.04±0.14
酚类 Phenolic	间甲苯酚	1.03±0.04	0.56±0.00	0.43±0.01	1.00±0.02	0.80±0.01	0.62±0.01
	苯甲醇	1.87±0.07	3.03±0.03	2.52±0.06	2.80±0.00	2.56±0.03	2.95±0.12
醇类 Alcohols	苯乙醇	2.12±0.01	3.62±0.06	3.21±0.03	3.77±0.04	3.22±0.15	4.09±0.17
	6-甲基-2-庚醇	0.53±0.00	0.42±0.00	0.52±0.01	0.32±0.00	0.40±0.02	0.36±0.00
杂环类 Heterocyclic	3-糠醇	59.81±2.40	34.28±1.71	27.09±0.16	57.18±0.61	45.15±1.06	37.93±1.43
	吡啶	6.17±0.20	8.67±0.11	8.27±0.28	10.13±0.07	11.30±0.50	11.41±0.17
	2-戊基呋喃	0.96±0.02	1.15±0.03	1.27±0.02	1.42±0.00	1.30±0.02	1.11±0.06
	2-乙酰呋喃	17.53±0.55	9.20±0.04	9.40±0.37	13.83±0.26	11.13±0.36	9.81±0.26
	烟碱	99.34±0.68	162.25±6.02	153.46±6.3	180.47±5.08	202.00±3.01	230.21±3.47
	2-乙酰基吡咯	3.72±0.16	4.31±0.07	4.30±0.16	3.54±0.08	3.40±0.12	3.97±0.05
	2,3 联吡啶	1.38±0.00	1.77±0.07	1.83±0.06	2.36±0.11	3.03±0.05	2.62±0.09
	2,2'-联呋喃	0.16±0.00	0.06±0.00	0.04±0.00	0.13±0.00	0.08±0.00	0.05±0.00
	N-甲基-2-甲酰基吡咯	1.00±0.05	1.42±0.06	1.56±0.00	1.60±0.08	1.49±0.05	1.60±0.01
	1,1,6-三甲基-1,2-二氢萘	0.25±0.00	0.17±0.01	0.23±0.01	0.21±0.01	0.18±0.00	0.14±0.00
烃类 Hydrocarbon	新植二烯	45.39±2.2	40.84±1.55	42.13±0.35	36.98±1.40	35.82±0.84	36.8±1.04
总计 Total		681.89±26.23	536.2±20.22	486.21±9.35	723.73±2.73	652.28±25.03	636.73±15.67

巨豆三烯酮具有甘草样甜香,可使烟气和顺,提高烟叶香味品质^[7-8],能够显著提升烤烟的香气浓度,而且浓香型烤烟的巨豆三烯酮含量高于中间香型和清香型^[9]。由表 5 可知,在中部叶中巨豆三烯酮(含三个异构体)含量表现为 T₁>T₂>CK,T₁ 和 T₂ 相比对照含量分别提高了 13.54%和10.42%,在上部叶中,T₁ 和 T₂ 处理含量相对对照 CK 提高了 7.55%,

差异均达极显著水平。

3 结论与讨论

黑胥病是土传真菌病害,病害发病较早但症状表现较晚,危害重,烟农易错失防治时机,造成产量损失^[10]。微生物菌剂中有益微生物与土壤和烟株根系相互作用,并产生次级代谢产物和营养物质,增强了根系活力、促进根系生长发

育以及烟株的生长^[11-14],同时微生物菌剂中的有益微生物能够把土壤中固定的 N、P、K 等矿质元素释放出来,提高肥料利用率^[11]。因此与传统纯施用化肥相比,施用微生物菌剂

能够保护烟株的根系^[13-14],减少病原菌侵染机会,同时提高烟株自身的抗性^[15],使烟株被侵染发病概率显著降低,促进烟株的生长发育,增加叶宽,提高烟叶可用性。

表 5 不同处理烤后烟叶巨豆三烯酮类含量
Table 5 The content of trienone in tobacco leaves after baking under different treatments μg/g

化合物类别 Compound category	中部叶 Middle leaf			上部叶 Upper leaf		
	T ₁	T ₂	CK	T ₁	T ₂	CK
巨豆三烯酮一 Macrobeanone one	0.42±0.02 aA	0.38±0.00 bB	0.34±0.01 cC	0.32±0.01 aA	0.33±0.01 aA	0.30±0.01 bB
巨豆三烯酮二 Macrobeanone two	1.00±0.01 aA	0.63±0.02 cC	0.80±0.00 bB	0.46±0.00 cB	0.53±0.01 aA	0.49±0.01 bAB
巨豆三烯酮三 Macrobeanone three	0.38±0.02 bB	0.85±0.02 aA	0.40±0.02 bB	0.71±0.01 aA	0.57±0.00 bB	0.53±0.02 cB
巨豆三烯酮四 Macrobeanone four	0.38±0.00 aA	0.26±0.00 bB	0.38±0.00 aA	0.22±0.00 bB	0.28±0.01 aA	0.27±0.00 aA
总计 Total	2.18±0.04 aA	2.12±0.09 aA	1.92±0.02 bB	1.71±0.02 aA	1.71±0.08 aA	1.59±0.05 bB

注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示不同处理间差异极显著($P<0.01$)
Note:Different lowercase letters indicate significant differences between different treatments ($P<0.05$); different capital letters indicate extremely significant differences between different treatments ($P<0.01$)

该研究采用的微生物菌剂在一定程度上提高了烟叶的化学品质,尤其表现在能显著降低中、上部烟叶烟碱的含量,提高中、上部烟叶的总糖含量。施用该微生物菌剂后,在总糖、烟碱、糖碱比方面更适合优质烟叶的生产指标要求,同时香气品质方面有极大的改善,显著提高烟叶中总香气成分含量,尤其巨豆三烯酮类香气成分达极显著水平,可能对许昌百年浓香型烟叶的生产具有巨大的促进作用。推测增加有机质会促进香气物质的形成^[16],同时特定的有益微生物也有这方面的良好效应^[17]。该研究结果表明,三炬微生物菌剂配合三炬灌金液的使用效果最好。

参考文献

[1] 武广鹏.许昌传统香气烤烟生产技术研究进展[J].作物研究, 2012,26(S1):155-158.
[2] 鲁会霞,王海涛.许昌烟区气候变化特点及其对烟草主要病虫害的影响[J].现代农业科技,2015(22):241-243,246.
[3] 李昊.许昌市襄城县大田烟草病虫害发生与防治情况调查[D].郑州:河南农业大学,2016.
[4] 盛玉婷.微生物肥料的发展现状及前景[J].安徽农学通报,2008,14(11):80-81.
[5] 张强,董高峰,和智君,等.云南主产烟区烤烟中性致香物质含量的差异

分析[J].江西农业学报,2012,24(7):80-84.
[6] 樊文举.不同酶制剂对烤烟烟叶品质影响的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2017.
[7] 王建林,杨少龙,许炎妹,等.巨豆三烯酮的合成及表征[J].光谱学与光谱分析,2005,25(3):467-469.
[8] 王能如,李章海,王东胜,等.我国烤烟主体香味成分研究初报[J].中国烟草科学,2009,30(3):1-6.
[9] 朱咸鑫,胡日生,詹筱国,等.不同香型烟叶产区烟叶质体色素降解产物差异分析[J].中国农学通报,2018,34(5):31-36.
[10] 黄化刚,吕立新,张艳茗,等.微生物帮助烟草抗旱的机理及其应用[J].应用生态学报,2017,28(9):3099-3110.
[11] 许昭建,姚永成.秦巴地区烤烟黑胥病防治技术[J].农业与技术,2016(18):97.
[12] 张敏,孙宝利,宋阿琳,等.微生物多样性对土壤氮磷钾转化、酶活性及油菜生长的影响[J].生态学报,2016,36(18):5856-5864.
[13] 舒照鹤,陈银建,尹虎成,等.英格兰微生物菌肥对烤烟生长发育及抗病性的影响[J].湖北农业科学,2017,55(6):1026-1028.
[14] 黄瑾,高华军,刘春萍,等.生物钾肥对植烟土壤养分和烤烟产质量的影响[J].广西农业科学,2010,41(11):1198-1201.
[15] 赵建,吴叶宽,袁玲,等.寡雄腐霉发酵液对烤烟生长的影响及对烟草黑胥病的防治作用[J].植物保护学报,2013,40(1):68-72.
[16] 赵铭钦,王莹,李元实,等.有机物质对烤烟中性香气物质成分及呼吸质量的影响[J].中国烟草科学,2008,29(5):6-10.
[17] 廖飞.烟叶增香微生物优异菌株及诱香配套技术研究[D].福州:福建农林大学,2010.

(上接第 147 页)

[16] 吴新安,花日茂,岳永德,等.植物源抗菌、杀菌活性物质研究进展(综述)[J].安徽农业大学学报,2002,29(3):245-249.
[17] 汪淑霞,宋振华,王富胜.当归根腐病防治技术[J].甘肃农业科技,2016(10):87-89.
[18] 刘月宝,蒋小勤,张喜忠.宕昌县当归主要病虫害无公害防治技术[J].甘肃农业科技,2009(8):57-58.
[19] 何银生,廖朝林,郭汉玖,等.石岔当归病虫害绿色防治技术[J].现代农业科技,2009(21):140-141.
[20] 钱韵旭.国外新农残标准对中药出口的影响及对策研究[D].沈阳:沈阳药科大学,2014.
[21] 章力建,朱立志,王立平.发展“中医农业”促进农业可持续发展的思考[J].中国农业信息,2016(22):3-4.
[22] 朱立志.论“中医农业”模式在水稻生态种植中的作用[J].粮食问题研究,2017(4):9-11.
[23] 王守臣.浅议岷县中药材产业发展中存在的问题与应对措施[J].新农村(黑龙江),2014(8):70.
[24] 薛健,金红宇,田金改,等.中药农药残留问题研究与思考[J].中草药,2007,38(10):1578-1581.
[25] 聂云.过量施用氮肥和磷肥对环境的危害[J].耕作与栽培,2000(4):43.
[26] GREEN P W C, SIMMONDS M S J, BLANEY W M, et al. Effects of plant-

derived compounds on larvae of a blow fly species that causes secondary myiasis: Laboratory studies[J].Phytotherapy research,2004,18(7):538-541.
[27] BENELLI G, CANALE A, TONIOLO C, et al. Neem(*Azadirachta indica*): Towards the ideal insecticide? [J]. Natural product research, 2017, 31(4):369-386.
[28] 吴文君.杀虫植物苦皮藤研究[J].农药,1991,30(6):10-12.
[29] 李晓东.桉科植物柠檬素类化合物杀虫活性研究的新进展(英文)[J].Entomologia sinica,1999,6(3):283-288.
[30] 刘娟娟,景明,陈正君,等.常用杀虫中药杀虫效果比较及其配伍的初步研究[J].中国中医药信息杂志,2016,23(7):54-58
[31] 柳娜,王雅莉,张旭东,等.中药复方农药与中药复方肥料对当归质量的影响研究[J].中药材,2019,42(2):267-270.
[32] 廉喜红.苦皮藤素Ⅳ对东方粘虫超微结构的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2001.
[33] 马志卿.不同类杀虫药剂的致毒症状与作用机理关系研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2002.
[34] WU Y, ZHANG W J, WANG P J, et al. Contact toxicity and repellency of the essential oil of *Liriope muscari* (DECN.) bailey against three insect tobacco storage pests[J].Molecules,2015,20(1):1676-1685.
[35] 邓天福,王争艳,尉吉乾,等.4种植物提取物对两种储粮害虫的驱避作用[J].安徽农业科学,2008,36(2):614-615.