

网络出版时间:2021-07-07 11:14 DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2022.01.012
网络出版地址:https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20210706.1719.006.html

叶面和根部施用沼液对烟叶产质量的影响

任杰¹,任百战²,龚鹏飞²,刘浩³,高巨向²,荣凡番³,云龙²

(1 中国农业科学院烟草研究所,山东青岛266101;

2 陕西省烟草公司延安市公司,陕西延安716000;

3 红河烟草(集团)有限责任公司,云南昆明650231)

【摘要】【目的】研究叶面和根部施用沼液对陕西延安烟叶产量与质量的影响,明确沼液在延安烟叶生产上的应用效果、施用水平及施用方法,为充分利用沼液资源、提高植烟效益提供依据。【方法】以延安烟区主栽烤烟品种延安1号为材料,研究沼液不同施用水平(原液稀释至30%,25%,20%,15%)和施用方式(叶面喷施、根部穴施)对烟叶经济性状、病害发生、外观质量、化学成分和感官质量的影响。【结果】施用沼液能够提高烟叶产量和产值,抑制病毒病和气候斑点病的发生,但叶面喷施方式会导致上等烟比例下降,且提高了赤星病和角斑病的发病率。随着沼液施用水平的提高,烟叶外观质量和感官质量均呈下降趋势,施用15%~20%水平沼液对外观质量和感官质量均无明显影响。施用沼液对烤后烟叶总糖、还原糖、总氮和蛋白质含量无明显影响,但可在一定程度上提高总植物碱和钾含量。【结论】在延安烟区,在常规施肥基础上,烟叶移栽时宜进行根部穴施20%水平(15 000 kg/hm²)沼液,既不影响烤后烟叶外观质量和感官质量,还能提高烟叶产量和产值,降低病毒病的发病率。

【关键词】 烟叶;沼液;施肥方式;施肥量;烟叶品质

【中图分类号】 S572.062

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2022)01-0098-06

Effect of application of biogas slurry on leaves and roots on yield and quality of flue cured tobacco leaves

REN Jie¹, REN Baizhan², GONG Pengfei², LIU Hao³,
GAO Juxiang², RONG Fanfan³, YUN Long²

(1 Tobacco Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Qingdao, Shandong 266101, China;

2 Yan'an Branch of Shaanxi Provincial Tobacco Company, Yan'an, Shaanxi 716000, China;

3 Hongyunchonghe Tobacco Group Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650231, China)

Abstract: 【Objective】The influence of biogas slurry applied on leaves and roots on yield and quality of Yan'an tobacco was studied to provide basis for applying biogas slurry resources and improving efficiency of tobacco planting. 【Method】Yan'an No. 1, the main flue-cured tobacco variety planted in Yan'an tobacco-growing area, was selected for test. The effects of biogas slurry application level (30%, 25%, 20% and 15% of the original concentration) and method (leaf spraying and root hole application) on economic characters, disease occurrence, appearance quality, chemical composition and sensory quality of leaves were studied. 【Result】Biogas slurry application increased the yield and output value of tobacco leaves and inhibited the occurrence of virus disease and weather fleck, while leaf spraying method led to decrease of the proportion of high class leaf and aggravated the incidence of brown spot disease and angular leaf spot of tobacco.

【收稿日期】 2021-01-12

【基金项目】 陕西省烟草公司延安市公司科技项目(YAYC-KJ-2001);中国烟草总公司陕西省公司重点项目(KJ-2018-08)

【作者简介】 任杰(1982-),男,山东高密人,副研究员,博士,主要从事烟叶栽培调制技术研究。E-mail: renjie@caas.cn

【通信作者】 云龙(1972-),男,陕西延安人,农艺师,主要从事烟叶生产技术研究。E-mail: 244838679@qq.com

With the increase of biogas slurry application level, the appearance quality and sensory quality of tobacco leaves showed a downward trend. Application levels of 15%—20% had no significant effect on appearance quality and sensory quality. Biogas slurry application had no significant effect on contents of total sugar, reducing sugar, total nitrogen and protein in cured tobacco, but increased contents of total plant alkali and potassium slightly. 【Conclusion】 In Yan'an tobacco area, on the basis of conventional fertilization, application of 15 000 kg/hm² of 20% biogas slurry to root hole during tobacco transplanting could improve yield and output value of tobacco leaves and reduce incidence of virus diseases without affecting appearance and sensory quality of cured tobacco leaves.

Key words: tobacco; biogas slurry; fertilization method; fertilization level; tobacco leaf quality

沼液是秸秆和人畜粪便等经厌氧发酵的残留液体产物,含有一定量的有机质、氮、磷、钾、腐殖酸、微量营养元素、多种氨基酸、酶类和有益微生物,是一种优质、高效的有机肥料。沼液中的某些物质对病虫害有抑制作用,可以用作防治作物病虫害^[1-2]。研究表明,沼液对玉米、番茄、葡萄等农作物的产量和品质均有一定改善作用^[3-5]。国内学者也开展了一些关于沼液在烟叶生产上的应用效果研究,结果表明,施用沼液能促进烟株生长,改善烟叶农艺性状和经济性状^[6-11],叶面喷施沼液对烟草病毒病、黑胫病和赤星病有较好的防治效果^[6];沼液在起垄时与复合肥配合施用可提高烟叶烟碱含量^[7,10],改善化学成分协调性和评吸品质^[7]。但不同产区由于沼气来源、施用量和施用方法不同,研究结果也有一定差异,如有研究发现,叶面喷施废弃鲜烟叶发酵的沼液对病毒病的发生不但没有抑制作用,反而会导致发病率的轻微上升^[8];也有研究认为,在烟叶生长过程中施用沼肥会导致烟碱含量降低^[9]。因此,不同产区需结合实际情况开展沼液的施用量及施用方式研究,以明确沼液在烟叶生产上的应用效果。

随着新能源在农村的普及推广,陕西延安烟区大多数农户都建有沼气池,2010年沼气池数量已经覆盖了90.1%的村庄^[12]。大量产生的沼液是农村使用最普遍的有机肥料,而明确沼液在烟叶上的应用效果及其在烟叶生产上的施用方法及施用量,是烟草科技工作者和烟农最为关注的问题。基于此,本试验于2017—2018年研究了叶面和根部施用沼液对延安烟叶产量与质量的影响,明确沼液在延安烟叶生产上的应用效果及施用方法,以期充分利用沼液资源、提高植烟效益提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验于2017—2018年在延安市直罗现代烟草

农业科技示范园进行,供试烤烟品种为当地主栽品种延安1号。试验地前茬作物为烤烟,土壤肥力中等。沼液取自当地常规沼气池,沼气池正常产气6个月以上,沼液经纱布过滤后施用,pH为7.8,全氮质量浓度1.10 g/L,全磷质量浓度0.24 g/L,全钾质量浓度0.48 g/L,有机质质量浓度0.25 g/L。

1.2 试验设计

试验设5个处理,分别为将沼液原液用清水稀释至原水平的30%(T1)、25%(T2)、20%(T3)、15%(T4)以及清水对照(CK)。每个处理设3次重复,每小区面积333 m²。在当地常规施肥基础上,2017年施用方法为叶面喷施,在移栽后7,20,40和60 d进行沼液叶面喷施处理,每次施用量为750 kg/hm²,对照喷施等量清水;沼液及清水喷施全部在上午10:00前或下午16:00后进行。2018年施用方法为移栽时一次性根部穴施,施用量为15 000 kg/hm²。膜下移栽时间分别为2017年4月21日和2018年4月17日,其他操作技术按照《宝塔山烤烟综合标准体系》执行。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 经济性 状 依据烤烟 GB 2635—92 的标准,对各处理烤后烟叶进行分级,计算各等级烟叶质量并折算每 hm² 产量,同时计算上等烟和下等烟比例;根据各等级烟叶收购价格计算产值,并折算每 hm² 产值,根据产值和产量计算均价。

1.3.2 发病率和病情指数 在烟叶平顶期调查每个小区赤星病、气候斑点病、角斑病、病毒病的发病率和病情指数,每个小区调查100株。发病率=(染病株数/调查总株数)×100%。将染病烟株按照病情严重程度分为5级,统计每个病情级别的染病烟株数量,计算病情指数。病情指数=∑(各级病株数×相应级数)/(调查总株数×最高级别值)×100。

1.3.3 外观质量 根据1.3.1节烟叶分级结果,每小区取C3F等级烟叶,按照文献[13]的方法对原烟

颜色、成熟度、身份、结构、油分、色度等外观质量指标进行量化赋分。

1.3.4 化学成分和感官质量 根据 1.3.1 节烟叶分级结果,每小区取 C2F 和 C3F 等级烟叶各 2.0 kg,混合均匀后送农业农村部烟草产业产品质量监督检验测试中心,进行常规化学成分分析和感官质量评价。还原糖、总糖、总植物碱、总氮、蛋白质、K₂O 含量分别按照行业标准 YC/T 159—2019、YC/T 468—2013、YC/T 33—1996、YC/T 166—2003、YC/T 217—2007 中的方法测定。感官质量评价按照行业标准 YC/T 138—1998 中的方法,对香气质、香气量、余味、杂气、刺激性、燃烧性和灰色等指标进行打分,各指标分数总和为感官质量总得分。

1.4 数据处理

采用 SPSS 13.0 软件用 Duncan's 法对数据进

行差异显著性多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 不同沼液施用处理烤后烟叶的经济性状

从表 1 可以看出,随着叶面喷施沼液水平的提高,烟叶产量和产值表现出逐渐提高的趋势,但叶面喷施沼液处理烟叶整体质量下降,表现出上等烟比例均低于 CK 处理。叶面喷施沼液以 T2(25%)和 T3(20%)处理经济性状较好,在提高产值的同时可以兼顾上等烟比例。随着根部穴施沼液水平的提高,烟叶产量和产值均表现出先升高后下降的趋势,这可能是由于随着沼液穴施水平的提高,T1(30%)和 T2(25%)处理烟株移栽后出现了烧苗现象(数据未列出)。综合分析认为,根部穴施沼液以 T2(25%)和 T3(20%)处理产值、产量和上等烟比例较高,经济性状较优。

表 1 不同沼液施用处理烤后烟叶的经济性状

Table 1 Economic characters of cured tobacco leaves with different biogas slurry application treatments

年份 Year	施用方式 Application method	处理 Treatment	产量/ (kg·hm ⁻²) Yield	产值/ (元·hm ⁻²) Value	均价/ (元·kg ⁻¹) Average price	上等烟比例/% Proportion of high class leaf	下等烟比例/% Proportion of low class leaf
2017	叶面喷施 Leaf spraying	T1	3 274.6±125.2 a	51 456.3±810.2 a	15.72±0.38 b	7.8±0.7 d	15.9±2.9 a
		T2	2 782.5±108.6 b	50 466.4±525.0 a	18.16±0.88 a	23.5±3.1 c	8.0±1.6 c
		T3	2 622.0±111.0 b	43 918.5±2 102.2 b	16.75±0.56 a	28.5±3.2 b	6.6±0.6 c
		T4	2 125.5±130.3 c	37 591.7±1 109.7 c	17.71±0.61 a	19.6±1.6 c	9.1±1.2 bc
		CK	1 882.5±187.9 c	34 432.9±1 594.8 d	18.36±0.99 a	38.4±2.6 a	12.6±3.1 ab
2018	根部穴施 Root hole application	T1	2 464.5±128.4 a	49 118.1±1 386.2 b	19.95±0.77 c	40.0±3.2 b	24.0±2.2 a
		T2	2 479.5±162.4 a	58 939.0±1 359.3 a	23.82±1.06 a	48.4±5.8 a	2.1±0.6 d
		T3	2 630.5±93.1 a	59 077.0±952.2 a	22.48±1.08 ab	47.0±4.1 a	5.0±2.9 d
		T4	2 416.5±92.5 a	50 451.3±582.9 b	20.90±0.77 bc	49.0±2.0 a	20.0±2.1 b
		CK	2 092.5±110.6 b	41 783.4±515.8 c	20.00±0.81 c	43.0±1.4 ab	12.0±1.1 c

注:同年份同列数据后标不同小写字母表示各处理间差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant differences among treatments ($P<0.05$). The same below.

2.2 不同沼液施用处理烟叶的发病率及病情指数

平沼液对烟叶发病的影响见表 2。

烟株移栽后叶面喷施或移栽时根部穴施不同水

表 2 不同沼液施用处理烟叶的发病率及病情指数

Table 2 Incidence and disease index of tobacco leaves with different biogas slurry application treatments

年份 Year	施用方式 Application method	处理 Treatment	赤星病 Brown spot disease		气候斑点病 Weather fleck		角斑病 Angular leaf spot		病毒病 Virus disease	
			发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index
2017	叶面喷施 Leaf spraying	T1	10.0±1.7 a	4.6±1.1 a	1.0±0.0 b	0.2±0.0 c	9.0±1.7 a	4.4±0.5 a	1.0±0.0 b	0.2±0.0 b
		T2	8.0±1.0 b	3.8±0.3 a	2.0±0.0 ab	0.6±0.0 b	6.0±1.0 b	2.6±0.8 b	1.0±0.0 b	0.2±0.0 b
		T3	4.0±0.0 c	1.4±0.0 b	2.0±0.0 ab	0.6±0.0 b	4.0±0.0 c	2.0±0.0 b	1.0±1.0 b	0.2±0.2 b
		T4	0 d	0 c	3.0±1.0 a	0.8±0.2 ab	1.0±0.0 d	0.2±0.0 c	2.0±1.0 b	0.4±0.2 b
		CK	0 d	0 c	3.0±1.0 a	1.0±0.4 a	0 d	0 c	23.0±1.7 a	10.4±1.1 a
2018	根部穴施 Root hole application	T1	0 a	0 a	0 b	0 c	0 a	0 a	0 b	0 b
		T2	0 a	0 a	0 b	0 c	0 a	0 a	0 b	0 b
		T3	0 a	0 a	0 b	0 c	0 a	0 a	0 b	0 b
		T4	0 a	0 a	1.0±1.0 a	0.2±0.2 a	0 a	0 a	2.0±1.0 a	0.4±0.2 a
		CK	0 a	0 a	2.0±1.0 a	0.6±0.2 a	0 a	0 a	1.0±1.0 a	0.2±0.2 a

从表 2 可以看出,叶面喷施沼液对赤星病和角斑病的发生有较大负面影响,随叶面喷施沼液水平的提高,赤星病和角斑病的发病率和病情指数均有升高趋势;但叶面喷施沼液对病毒病的发生具有明显的抑制效果,病毒病发病率和病情指数显著低于 CK 处理;另外,对气候斑点病的发生也有一定抑制作用。与叶面喷施不同,根部穴施沼液对赤星病和角斑病的发生均无显著影响;2018 年烟叶气候斑点病和病毒病发病较轻,但根部穴施沼液水平在 20% (T3) 以上时无气候斑点病和病毒病发生。综合分析认为,沼液施用方式以根部穴施方式效果较好,可

降低发病风险。

2.3 不同沼液施用处理烤后原烟的外观质量

从表 3 可以看出,叶面喷施和根部穴施沼液对烤后烟叶的颜色、成熟度、身份和结构无明显影响,但对油分和色度指标有一定影响。叶面喷施沼液处理(T3(20%)处理除外)烤后烟叶油分和色度指标得分均显著低于 CK 处理。随着根部穴施沼液水平的提高,烤后烟叶油分指标得分逐渐下降,沼液水平为 30%(T1)时,油分指标得分显著低于 CK。根部穴施沼液为 15%~20%时对烤后烟叶色度影响不显著。

表 3 不同沼液施用处理烤后中部烟叶的外观质量得分(C3F)

Table 3 Appearance quality of C3F cured tobacco leaves with different biogas slurry application treatments

年度 Year	施用方式 Application method	处理 Treatment	颜色 Color	成熟度 Maturity	身份 Body	结构 Structure	油分 Oil	色度 Chroma
2017	叶面喷施 Leaf spraying	T1	8.4±0.0 a	8.5±0.0 a	9.0±0.0 a	8.5±0.0 a	6.0±0.1 d	6.2±0.1 c
		T2	8.4±0.0 a	8.5±0.0 a	9.0±0.0 a	8.5±0.0 a	6.2±0.2 cd	6.2±0.2 bc
		T3	8.4±0.0 a	8.5±0.0 a	9.0±0.0 a	8.5±0.0 a	6.5±0.1 ab	6.5±0.2 ab
		T4	8.4±0.0 a	8.5±0.0 a	9.0±0.0 a	8.5±0.0 a	6.3±0.1 bc	6.3±0.1 bc
		CK	8.4±0.0 a	8.5±0.0 a	9.0±0.0 a	8.5±0.0 a	6.7±0.2 a	6.8±0.2 a
2018	根部穴施 Root hole application	T1	8.5±0.0 a	8.6±0.0 a	9.0±0.0 a	9.0±0.0 a	6.2±0.1 c	6.2±0.1 b
		T2	8.5±0.0 a	8.6±0.0 a	9.0±0.0 a	9.0±0.0 a	6.4±0.1 bc	6.2±0.1 b
		T3	8.5±0.0 a	8.6±0.0 a	9.0±0.0 a	9.0±0.0 a	6.6±0.2 ab	6.5±0.2 a
		T4	8.5±0.0 a	8.6±0.0 a	9.0±0.0 a	9.0±0.0 a	6.8±0.1 a	6.5±0.2 a
		CK	8.5±0.0 a	8.6±0.0 a	9.0±0.0 a	9.0±0.0 a	6.6±0.1 ab	6.5±0.2 a

2.4 不同沼液施用处理烤后烟叶的化学成分

从表 4 可以看出,叶面喷施和根部穴施沼液对烤后烟叶还原糖、总糖、总氮和蛋白质含量均无显著影响。施用沼液对烤后烟叶总植物碱含量有一定影响,随沼液施用水平的提高,总植物碱含量表现出升高趋势,但叶面喷施沼液水平达到 30%(T1)、根部

穴施沼液水平达到 25%(T2)以上时,总植物碱含量与 CK 相比才具有显著差异。随沼液施用水平的提高,烟叶 K₂O 含量也表现出逐渐升高的趋势,但叶面喷施沼液水平达到 20%(T3)以上时,烟叶钾含量与 CK 的差异方达到显著水平,根部穴施沼液各处理间烟叶钾含量差异均未达到显著水平。

表 4 不同沼液施用处理烤后中部烟叶的化学成分及其含量

Table 4 Chemical composition and ratio of cured tobacco leaves with different biogas slurry application treatments %

年度 Year	施用方式 Application method	处理 Treatment	还原糖 Reducing sugar	总糖 Total sugar	总植物碱 Total plant alkaloid	总氮 Total nitrogen	蛋白质 Protein	K ₂ O
2017	叶面喷施 Leaf spraying	T1	22.0±2.6 a	27.5±4.3 a	2.61±0.38 a	2.00±0.11 a	4.82±0.20 a	1.89±0.18 a
		T2	22.3±2.5 a	26.0±3.7 a	2.23±0.16 ab	2.21±0.17 a	4.69±0.60 a	1.76±0.08 ab
		T3	24.9±2.7 a	28.2±2.4 a	2.22±0.20 ab	2.28±0.18 a	4.62±0.54 a	1.66±0.13 ab
		T4	21.6±2.6 a	26.2±2.1 a	2.14±0.16 ab	2.28±0.27 a	4.62±0.56 a	1.61±0.11 bc
		CK	22.8±2.6 a	27.8±4.0 a	2.07±0.27 b	2.16±0.20 a	4.86±0.45 a	1.41±0.12 c
2018	根部穴施 Root hole application	T1	22.0±2.1 a	25.1±3.4 a	2.69±0.27 a	2.44±0.21 a	5.02±0.64 a	1.51±0.16 a
		T2	23.0±2.6 a	27.1±4.1 a	2.52±0.22 ab	2.31±0.17 a	4.61±0.34 a	1.37±0.15 a
		T3	23.5±1.7 a	27.5±2.9 a	2.23±0.20 bc	2.25±0.21 a	4.77±0.56 a	1.34±0.14 a
		T4	22.0±2.1 a	26.9±3.6 a	2.15±0.14 bc	2.37±0.19 a	4.68±0.39 a	1.29±0.17 a
		CK	23.7±2.2 a	27.8±3.6 a	2.06±0.18 c	2.26±0.25 a	4.71±0.46 a	1.24±0.06 a

2.5 不同沼液施用处理烤后烟叶的感官质量

从表 5 可以看出,随着叶面喷施沼液水平的提高,烤后烟叶感官质量得分表现出逐渐下降的趋势,但质量档次均为中等,T3(20%)和 T4(15%)处理

感官质量得分与 CK 基本相当。随着根部穴施沼液水平的提高,烤后烟叶感官质量得分表现出先升高后下降的趋势,T3(20%)和 T4(15%)处理感官质量得分与 CK 无明显差异,质量档次均为中等+;

T1(30%)和 T2(25%)处理感官质量明显下降,质量档次下降为中等。

表 5 不同沼液施用处理烤后烟叶的感官质量

Table 5 Sensory quality of cured tobacco leaves with different biogas slurry application treatments

年度 Year	施用方式 Application method	处理 Treatment	香气质(15) Aroma quality	香气量(20) Aroma quantity	余味(25) Aftertaste	杂气(18) Offensive	刺激性(12) Irritation	燃烧性(5) Combusti- bility	灰色(5) Soot color	得分(100) Scores	质量档次 Quality grade
2017	叶面喷施 Leaf spraying	T1	10.42	15.58	18.17	12.25	8.17	3.00	3.00	70.6	中等 Medium
		T2	10.67	15.58	18.42	12.33	8.25	3.00	3.00	71.3	中等 Medium
		T3	10.83	15.58	18.67	12.83	8.33	3.00	3.00	72.3	中等 Medium
		T4	10.92	15.67	18.75	12.75	8.67	3.00	3.00	72.8	中等 Medium
		CK	11.00	15.71	18.71	12.64	8.57	3.00	3.00	72.6	中等 Medium
2018	根部穴施 Root hole application	T1	10.42	15.67	18.33	12.42	8.50	3.00	3.00	71.3	中等 Medium
		T2	10.67	15.67	18.58	12.67	8.58	3.00	3.00	72.2	中等 Medium
		T3	11.17	15.92	19.08	13.17	8.67	3.00	3.00	74.0	中等+Medium+
		T4	11.00	15.83	18.83	12.92	8.58	3.00	3.00	73.2	中等+Medium+
		CK	11.14	15.93	18.93	12.93	8.86	3.00	3.00	73.8	中等+Medium+

注:括号中数字为各感官质量评价指标的满分值。

Note: Numbers in brackets are full score of each sensory quality evaluation index.

3 讨论与结论

沼液作为一种优质的有机肥料已经在作物上广泛应用,但因耕作制度、作物类型和种植地域等因素的不同,其在种植业领域的资源化利用在不同区域存在较大差异,在烟叶生产上的应用研究结论也不一致。本研究表明,不管是叶面喷施还是根部穴施沼液,均能提高烟叶的产量和产值,这与目前绝大部分研究结果一致,但在根部穴施过程中要注意施用水平,防止烧苗。叶面喷施沼液对烟叶病毒病的发生具有明显的抑制作用,这可能是因为叶面喷施沼液能有效减少烟蚜的虫口数量,达到防治烟蚜的效果^[6],从而阻断了病毒病的传播途径。但本研究也发现,叶面喷施沼液提高了赤星病的发病率,这与目前大多数研究结果不一致。例如有研究表明,沼液对立枯丝核菌具有明显的抑制效果^[14],从而可抑制赤星病的发生^[6]。这可能是由于沼液产自厌氧发酵环境,所用发酵原料因种类、比例和条件不同,其所产沼液的成分、性质、抗病防虫功效也有很大差异^[15-16]。但 2018 年根部穴施沼液处理对烟叶赤星病的发生没有明显影响,推测可能是所用沼液中含有赤星病致病菌所致,因为沼液虽经厌氧发酵,仍然含有大量微生物^[17],叶面喷施会加重赤星病的发病。

施用沼液对烤后烟叶的总糖和还原糖含量没有显著影响,但能在一定程度上提高总植物碱和钾含量,这与文献^[7,10]的研究结果一致,这可能是因为沼液中含有一定量的氮、磷、钾素^[1-2],相当于在常规施肥基础上增加了氮肥和钾肥的施用量。但也有研

究认为,沼肥施用能提高总糖和还原糖含量,而降低总植物碱含量^[9]。在一定水平范围内,叶面喷施和根部穴施沼液对烤后烟叶感官质量没有显著影响,但施用水平超过一定范围则会对感官质量造成一定程度的不利影响。

综上所述,施用沼液能够提高烟叶经济性状,抑制病毒病的发生,但叶面喷施方式会降低上等烟比例,加重赤星病和角斑病的发病率。随着沼液施用水平的提高,烟叶外观质量逐渐下降,但沼液原液的 15%~20% 水平对外观质量无明显影响。施用沼液对烤后烟叶总糖、还原糖、总氮和蛋白质含量无明显影响,可在一定程度上提高总植物碱和钾含量。沼液原液 15%~20% 水平对烟叶感官质量无明显影响,随施用水平提高,感官质量呈下降趋势。综合分析认为,延安烟区在常规施肥基础上,烟叶移栽时根部穴施 20% 水平(15 000 kg/hm²)沼液,可在不影响烤后烟叶外观质量和感官质量的同时,提高烟叶产量和产值,降低病毒病的发病率。

[参考文献]

- [1] Sørensen P, Amato M. Remineralisation and residual effects of N after application of pig slurry to soil [J]. *European Journal of Agronomy*, 2002, 16(2): 81-95.
- [2] 郑玉, 罗求实, 贺爱兰, 等. 不同规模养猪场沼肥营养成分与安全利用研究 [J]. *现代农业科技*, 2018(1): 182-183.
Zheng Y, Luo Q S, He A L, et al. Study on nutrients and safe utilization of biogas manure in different scale pig farms [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2018(1): 182-183.
- [3] 巩明明. 沼液对旱作区土壤养分和玉米产量品质影响试验研究 [J]. *中国沼气*, 2017, 35(5): 62-64.

- Gong M M. Effects of biogas slurry on soil nutrients and maize yield and quality in dry farming area [J]. *China Biogas*, 2017, 35(5):62-64.
- [4] 郑 健, 颜 斐, 马 彪, 等. 生育期沼液调控对番茄生长、产量、品质及土壤全氮的影响 [J]. *灌溉排水学报*, 2019, 38(7): 23-31.
Zheng J, Yan F, Ma B, et al. Using biogas slurry to regulate growth, field and fruit quality of greenhouse tomato and nitrogen dynamics in root zone [J]. *Journal of Irrigation and Drainage*, 2019, 38(7): 23-31.
- [5] 郝 燕. 沼液对葡萄园土壤质量和葡萄产量品质的影响 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2019.
Hao Y. Effect of biogas slurry applying on soil quality in vineyard and grape yield and quality [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2019.
- [6] 杜传印, 杨晓东, 赵振宇, 等. 沼液在烟叶生产上的应用研究初报 [J]. *中国烟草科学*, 2015, 36(3): 46-50.
Du C Y, Yang X D, Zhao Z Y, et al. A preliminary study on effects of biogas slurry on tobacco production [J]. *Chinese Tobacco Science*, 2015, 36(3): 46-50.
- [7] 吴风光, 王 林, 汪 健, 等. 沼液施用量对烤烟生长发育及其产量和品质的影响 [J]. *湖北农业科学*, 2011, 50(8): 1606-1610.
Wu F G, Wang L, Wang J, et al. Effects of biogas slurry content on development and yield and quality of flue-cured tobacco leaf [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2011, 50(8): 1606-1610.
- [8] 李亚纯, 朱红根, 段史江, 等. 废弃鲜烟叶发酵沼液的叶面喷施方法对烤烟生长发育的影响 [J]. *湖南农业科学*, 2014(22): 24-26.
Li Y C, Zhu H G, Duan S J, et al. Effects of discarded fresh tobacco leaves biogas slurry by different leaf spraying methods on flue-cured tobacco growth [J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2014(22): 24-26.
- [9] 戴林建, 朱列书, 徐双红, 等. 施用沼肥对烤烟生长发育和生理特性以及烟叶化学成分的影响 [J]. *生物技术通报*, 2006(增刊): 296-301.
Dai L J, Zhu L S, Xu S H, et al. The effect of applying biogas manure on growth, physiology characteristic and leaf chemical components in flue-cured tobacco [J]. *Biotechnology Bulletin*, 2006(S): 296-301.
- [10] 俞丁力. 施用沼液对烤烟农艺性状和产质量的影响 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2011.
Yu D L. Effects of biogas slurry application on agronomic characters, yield and quality of flue cured tobacco [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2011.
- [11] 赵会纳, 雷 波, 陈 懿, 等. 沼液对烟苗生长及生理特征的影响 [J]. *中国烟草科学*, 2011, 32(5): 87-91.
Zhao H N, Lei B, Chen Y, et al. Effects of slurry on growth and physiological features of flue-cured tobacco seedlings [J]. *Chinese Tobacco Science*, 2011, 32(5): 87-91.
- [12] 延安市人民政府. 延安市人民政府关于全面推行农村沼气公司式社会化服务改革的意见 [J]. *延安市人民政府政报*, 2011(2): 14-16.
Yan'an Municipal People's Government. Yan'an Municipal People's Government on the full implementation of rural biogas company-style social service reform [J]. *Yan'an Renmin Zhengfu Zhengbao*, 2011(2): 14-16.
- [13] 蔡宪杰, 王信民, 尹启生. 烤烟外观质量指标量化分析初探 [J]. *烟草科技*, 2004(6): 37-39, 42.
Cai X J, Wang X M, Yin Q S. Preliminary study on quantitative analysis of flue-cured tobacco appearance quality indices [J]. *Tobacco Science & Technology*, 2004(6): 37-39, 42.
- [14] 李文涛, 范金霞, 李文哲, 等. 牛粪发酵沼液对立枯丝核菌的抑制作用 [J]. *农业工程学报*, 2013, 29(3): 207-212.
Li W T, Fan J X, Li W Z, et al. Antibacterial mechanism of cow manure biogas slurry on *Rhizoctonia solani* [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(3): 207-212.
- [15] 李正华. 厌氧发酵液的抗病防虫机理及其应用技术研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2002.
Li Z H. Study on the mechanism and application of the biogas slurry [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2002.
- [16] 丰 斌. 大力推广沼气是发展生态农业的有效途径 [J]. *中国沼气*, 2002, 20(2): 49-50.
Feng B. Popularizing biogas is an effective way to develop ecological agriculture [J]. *China Biogas*, 2002, 20(2): 49-50.
- [17] Pan S Y, Liu Q Q, Wen C, et al. Producing biogas from rice straw: kinetic analysis and microbial community dynamics [J/OL]. *BioEnergy Research*, 2020 [2020-12-27]. <https://doi.org/10.1007/s12155-020-10226-4>.