

氮钾用量对吉林烤烟焦油释放量及重要化学性状的影响

徐旭光^{1,2}, 王雅妮^{1,3}, 陈爱国¹, 李哲⁴, 于利⁵, 管恩娜^{1,2}, 钟青⁴, 梁洪波^{1*}

(1. 中国农业科学院烟草研究所, 农业部烟草生物学与加工重点实验室, 青岛 266101; 2. 中国农业科学院研究生院, 北京 100081; 3. 青岛农业大学农学与植物保护学院, 青岛 266101; 4. 山东中烟工业有限责任公司, 济南 250100; 5. 甘肃省烟草公司庆阳市公司, 甘肃 庆阳 745000)

摘要: 为了明确氮钾用量对烤烟中部叶焦油释放量及其重要化学性状的影响, 在吉林延边州试验点安排了两因素三水平氮钾互作试验, 测定并分析了烤烟中部叶重要化学性状及烟气中焦油释放量的规律。结果表明, 吉林延边地区在施 N 45 kg/hm², K₂O 180 kg/hm² 时, 烤烟中部叶焦油释放量最低; 施氮量固定, 施 K₂O 量在 90~180 kg/hm² 范围内增加, 焦油释放量降低, 但过量施用 K₂O 有使焦油释放量升高的趋势; 施 K₂O 量固定在 90 kg/hm² 和 180 kg/hm² 时, 随施氮量减少焦油释放量降低; 烤烟中部叶焦油释放量与烟碱、总氮呈显著正相关, 与纤维素、还原糖分别呈显著和极显著负相关; 烟碱和总氮对焦油释放量有较大的直接作用和间接作用。综合研究表明, 吉林延边地区可以通过适当的氮钾配施以及调控部分烟叶化学性状来达到降焦减害的目的。

关键词: 施氮量; 施 K₂O 量; 化学性状; 焦油释放量; 烤烟

中图分类号: S572.06

文章编号: 1007-5119 (2015) 02-0055-05

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2015.02.010

Effects of Nitrogen and Potassium Fertilization on Tar Delivery and the Important Chemical Properties of Flue-cured Tobacco in Jilin

XU Xuguang^{1,2}, WANG Yani^{1,3}, CHEN Aiguo¹, LI Zhe⁴, YU Li⁵, GUAN Enna^{1,2},
ZHONG Qing⁴, LIANG Hongbo^{1*}

(1. Tobacco Research Institute, CAAS, Key Laboratory of Tobacco Biology and Processing, Ministry of Agriculture, Qingdao 266101, China; 2. Graduate School of CAAS, Beijing 100081, China; 3. Qingdao Agricultural University, College of Agronomy and Plant Protection, Qingdao 266101, China; 4. China Tobacco Shandong Industrial Co., Ltd., Jinan 250100, China; 5. Qingyang Branch of Gansu Province Tobacco Company, Qingyang 745000, Gansu, China;)

Abstract: In order to explore the effects of nitrogen and potassium on tar content and chemical properties in middle leaves of flue-cured tobacco in Jilin province, an interaction experiment with two factors and three levels of nitrogen and potassium was arranged in Yanbian city of Jilin province. The chemical properties and tar delivery in middle leaves of flue-cured tobacco were determined. The results showed that the best treatment to reduce tar delivery was N 45 kg/hm² with K₂O 180 kg/hm². Adding K₂O reduced tar delivery in the range of 90~180 kg/hm². But there was a rising trend of tar delivery when the application of potassium overdosed. Reducing the amount of nitrogen also played a role in reducing the tar delivery when the amount of potassium fixed at 90 kg/hm² and 180 kg/hm². Nicotine and TN was significantly positively correlated with tar delivery. Tar and cellulose showed a significant negative correlation. Tar and sugar was extremely significant negative correlation. Nicotine and TN not only have a greater direct role, but also assisted other chemical properties to have a greater indirect effect on tar delivery. Comprehensive studies showed that through appropriate nitrogen and potassium as well as control some chemical properties of the tobacco can achieve the purpose of reducing the tar delivery while reducing risk.

Keywords: nitrogen; potassium; chemical properties; tar delivery; flue-cured tobacco

焦油是有机物质在缺氧条件下燃烧产生的, 其成分复杂, 烟气中的有害成分主要集中在焦油

中^[1-2]。随着“吸烟与健康”研究的深入, 国内外市场对卷烟要求越来越高^[3]。现在工业上降低卷

基金项目: 国家烟草专卖局特色优质烟叶开发重大专项“优质填充型低焦油烟叶研究与开发”(TS-06-20110038)

作者简介: 徐旭光, 男, 硕士研究生, 植物营养专业。E-mail: fly5732snow@163.com。*通信作者, E-mail: lianghongbo@caas.cn

收稿日期: 2014-10-08

修回日期: 2015-02-10

烟焦油量的措施已经相当成熟,但工业降焦的同时所带来的卷烟香味、生理强度的下降,却越来越难以被消费者接受^[4]。有研究表明,农业措施是降低烟焦油释放量的有效手段,而氮钾作为烟草生长必需的无机养分,对烟草生长发育和产质量形成具有重要作用^[5-11]。因此研究氮钾用量对烤烟焦油释放量的影响,作为农业措施降焦的一部分,对于低焦油烟叶研究与开发具有重要意义。前人研究认为,氮素是影响烟叶产量和品质最为重要的元素^[10],适当控制和降低氮代谢产物如烟碱和总氮含量,可以起到平衡烟草焦油释放量的作用^[12],而提高钾肥施用量有使烟叶焦油释放量降低的趋势^[13]。同时烟叶的化学性状与焦油释放量也有着密切的关系,一般认为,烤烟焦油释放量与烟叶还原糖、总糖、K₂O、细胞壁物质等呈负相关,与烟碱、总氮、氯等呈正相关^[14-20],但也有人认为,焦油释放量与还原糖、总糖等糖类物质呈正相关^[21]。目前,关于氮钾用量对烤烟产质量形成以及烟叶理化性状与焦油释放量关系的研究报道较多,然而氮钾互施对烤烟焦油释放量影响的研究却鲜见报道。本研究通过测定不同氮钾用量下烤烟中部叶重要化学性状及焦油释放量,进一步研究氮钾用量对烤烟中部叶焦油释放量及重要化学性状的影响,并初步探讨了不同氮钾用量下烤烟中部叶重要化学性状与焦油释放量的关系,以期为吉林延边州地区低焦油烟叶生产和调控提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验于2013年在吉林省延边州农业科学院烟草研究所试验场进行。试验田土壤类型为棕壤(占95%)、白浆土、冲积土。有机质 22.4 g/kg,碱解氮 101.9 mg/kg,速效磷 34.2 mg/kg,速效钾 144.5 mg/kg。

1.2 试验设计

供试品种为吉烟10。试验设9个处理(表1),施氮量和施K₂O量分低、中、高,3个水平,随机

区组设计,3次重复,行距×株距为1.2 m×0.5 m,每个小区面积不小于90 m²,其中N₂K₂处理是当地生产上传统施肥量,作为对照。肥料品种用m(N):m(P₂O₅):m(K₂O)=16:16:8的烟草专用复合肥,磷和钾不足的处理补充过磷酸钙和硫酸钾,作为底肥施用。

表1 试验处理

Table 1 Experimental treatment

处理	施氮量/(kg·hm ⁻²)	施K ₂ O量/(kg·hm ⁻²)
N ₁ K ₁	45	90
N ₁ K ₂	45	180
N ₁ K ₃	45	270
N ₂ K ₁	67.5	90
N ₂ K ₂	67.5	180
N ₂ K ₃	67.5	270
N ₃ K ₁	90	90
N ₃ K ₂	90	180
N ₃ K ₃	90	270

1.3 检测内容与方法

1.3.1 烤烟中部叶常规化学性状 总糖、还原糖、烟碱、总氮、K₂O、氯,采用连续流动分析法测定。纤维素和木质素参照行业标准YC/T347—2010进行测定。

1.3.2 烤烟焦油释放量的测定 由农业部烟草产业产品质量监督检验测试中心按照YC/T29—1996的方法进行单料烟卷制(无过滤嘴)和焦油释放量的测定。

1.4 统计分析

数据采用SAS 9.2统计软件进行分析。

2 结果

2.1 烤烟中部叶烟气焦油释放量

由图1可见,烤烟中部叶焦油释放量在N₁K₂处理(N 45 kg/hm²、K₂O 180 kg/hm²)时最低,为17.5 mg/支,与当地传统施肥处理N₂K₂(N 67.5 kg/hm²、K₂O 180 kg/hm²)相比,焦油释放量降低16.4%。焦油释放量由低到高排列顺序为N₁K₂<N₁K₃<N₂K₂<N₃K₂<N₃K₃<N₂K₁<N₁K₁<N₂K₃<N₃K₁。施氮量固定时,随施K₂O量的增加,焦油释放量先下降后升高。在施K₂O量固定为90 kg/hm²

和 180 kg/hm² 时,焦油释放量随施氮量的增加而升高,施 K₂O 量为 270 kg/hm² 时,随施氮量增加焦油释放量先增加后降低。由此可见,焦油释放量与氮钾用量之间有密切的关系,施氮量固定,施 K₂O 量在 90~180 kg/hm² 范围内增加,焦油释放量降低,但过量施用 K₂O 有使焦油释放量升高的趋势。施 K₂O 量固定在 90 kg/hm² 和 180 kg/hm² 时,随施氮量减少焦油释放量降低。

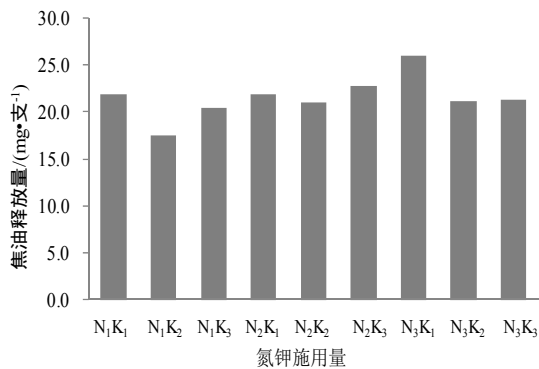


图 1 不同氮钾施用量下烤烟中部叶焦油释放量

Fig. 1 Tar content of flue-cured tobacco middle leaves in different dosage of nitrogen and potassium

2.2 不同氮钾用量下烤烟中部叶重要化学性状

由表 2 可见,施氮量固定时,随施 K₂O 量的增加,中低施氮量下烟碱含量降低,低施氮量和高施

氮量下总氮含量降低,中低施氮量下 K₂O 含量升高,高施氮量下 K₂O 含量降低,中低施氮量下纤维素和木质素含量先升高后降低;施 K₂O 量固定时,随施氮量增加,烟碱和总氮含量升高,中钾水平下, K₂O 含量升高,纤维素、木质素含量降低。

2.3 中部叶化学性状与烟气焦油释放量的关系

2.3.1 简单相关分析 由表 3 可见,烤烟中部叶烟气中焦油释放量与烟碱、总氮呈显著正相关,与还原糖呈极显著负相关,与纤维素呈显著负相关,与总糖、木质素呈不显著的负相关,但具有较大的相关系数。

2.3.2 途径分析 由表 4 可见,烤烟中部叶各项化学成分对焦油释放量的直接作用是不均等的,按大小排序为,烟碱 > 总氮 > 纤维素 > 总糖 > 还原糖 > 木质素 > 氯 > K₂O。其中总氮对焦油量为直接负作用,木质素对焦油量为直接正作用,这一点与简单相关分析结果不同。从间接作用的总和来看,各化学指标对焦油量的间接作用也有较大的差异,总氮对焦油量的间接作用最大,其他依次为烟碱、木质素、K₂O、还原糖、总糖、氯和纤维素。从间接作用的途径来看,总氮、木质素主要是通过烟碱、纤

表 2 烤烟中部叶重要化学性状指标

Table 2 Index of the main chemical properties of flue-cured tobacco middle leaves

处理	还原糖/%	总糖/%	烟碱/%	总氮/%	K ₂ O/%	氯/%	纤维素/%	木质素/%
N ₁ K ₁	28.0	35.6	1.15	1.41	2.25	0.05	5.32	1.49
N ₁ K ₂	30.7	36.1	1.06	1.32	2.34	0.06	6.58	1.82
N ₁ K ₃	27.6	34.3	0.95	1.26	2.35	0.08	6.09	1.61
N ₂ K ₁	28.2	36.0	1.31	1.53	2.22	0.10	5.44	1.57
N ₂ K ₂	27.8	35.7	1.29	1.56	2.44	0.09	5.58	1.68
N ₂ K ₃	28.5	35.0	1.24	1.48	2.50	0.08	5.16	1.48
N ₃ K ₁	26.6	33.5	1.52	1.68	2.56	0.07	5.52	1.46
N ₃ K ₂	28.2	36.2	1.35	1.55	2.45	0.07	5.51	1.36
N ₃ K ₃	28.7	36.2	1.40	1.54	2.37	0.06	6.10	1.46
均值 ± 标准差	28.26 ± 1.10	35.4 ± 0.95	1.25 ± 0.18	1.48 ± 0.13	2.39 ± 0.11	0.07 ± 0.02	5.7 ± 0.46	1.55 ± 0.14
变异系数	3.89	2.69	14.03	8.81	4.68	21.56	8.02	8.98

表 3 烤烟中部叶重要化学性状与焦油释放量简单相关分析

Table 3 Correlation analysis of flue-cured tobacco middle leaves' tar delivery and chemical properties

指标	还原糖	总糖	烟碱	总氮	K ₂ O	氯	纤维素	木质素
焦油释放量	-0.83**	-0.65	0.69*	0.72*	0.49	0.13	-0.69*	-0.65

注: *表示 0.05 水平上显著, **表示 0.01 水平上显著。

表4 烤烟中部叶重要化学性状与焦油释放量途径分析

Table 4 Path analysis of flue-cured tobacco middle leaves' tar delivery and chemical properties

作用因子	直接作用	间接作用								
		还原糖	总糖	烟碱	总氮	K ₂ O	氯	纤维素	木质素	总和
还原糖	-0.354		-0.268	-1.036	1.041	-0.003	0.010	-0.400	0.183	-0.474
总糖	-0.403	-0.235		-0.154	0.221	-0.005	0.003	-0.124	0.043	-0.251
烟碱	2.456	0.149	0.025		-2.031	0.004	-0.003	0.279	-0.191	-1.767
总氮	-2.074	0.177	0.043	2.405		0.005	-0.007	0.346	-0.176	2.793
K ₂ O	0.009	0.122	0.209	1.175	-1.051		0.000	0.126	-0.098	0.483
氯	-0.034	0.098	0.033	0.203	-0.410	0.000		0.195	0.048	0.167
纤维素	-0.667	-0.212	-0.075	-1.027	1.077	-0.002	0.010		0.206	-0.023
木质素	0.330	-0.196	-0.052	-1.420	1.107	-0.003	-0.005	-0.416		-0.985

纤维素对焦油释放量起间接作用, K₂O、还原糖主要是通过总氮与烟碱对焦油释放量起间接作用。综合各化学性状对焦油释放量的直接作用与间接作用分析结果可见, 纤维素、总糖和还原糖对焦油释放量的影响主要是直接作用, 木质素、氯和 K₂O 对焦油释放量的影响主要是间接作用, 烟碱和总氮对焦油释放量不仅有较大的直接作用, 而且还辅助其他化学性状对焦油释放量产生较大的间接作用。

3 讨论

1) 一般认为, 在一定范围内随施钾量的增加, 烟叶中烟碱和总氮含量相应减少^[22], 而随施氮量的增加, 烟碱和总氮含量相应升高^[23-25], 本试验中烟碱和总氮的变化也基本符合这一规律。提高钾肥用量在一定程度上可增加烟叶含钾量^[26], 本试验在中低施氮量下符合这一规律, 但高施氮量条件下, 随施 K₂O 量增加, 中部叶 K₂O 含量反而降低, 可能是因为施氮量过大时, 氮、钾比例失调对钾的吸收不利, 尚需进一步研究。纤维素和木质素是烤烟细胞壁物质的重要组成部分, 与烤烟焦油释放量具有密切关系^[16], 目前国内关于氮钾用量对烤烟烟叶中纤维素、木质素影响的研究报道较少, 本试验中, 纤维素、木质素含量随氮钾用量变化呈现出一定规律。

本试验中, 烤烟中部叶焦油释放量与烟碱、总氮、还原糖、纤维素、总糖、木质素等化学性状的简单相关分析结果与前人的研究^[16,18-20]基本一致。途径分析中, 总氮与木质素对焦油释放量的直接作用与简单相关的作用方向不同, 是因为二者对焦油

释放量较大的间接作用使二者在综合效应上表现为简单相关的作用方向。

2) 有研究表明, 提高钾肥施用量有使烟叶焦油产生量降低的趋势^[13]。也有人认为, 提高钾肥用量在一定程度上可提高烟叶含钾量, 但过高的施钾量导致氮、钾比例失调, 影响根系对钾的吸收^[26]。本试验结果表明, 在当前试验条件下, 随着施 K₂O 量的增加, 烤烟中部叶焦油释放量先降低后升高。由笔者试验中烤烟中部叶几种化学性状的变化规律及其与焦油释放量的关系分析可以看出, 焦油释放量的这一变化规律可能与多种化学性状的共同作用有关。

在一定范围内, 适当控制和降低烟叶总氮和烟碱等含氮化合物含量, 可以平衡烟草焦油含量^[12]。本实验中, 在中低施 K₂O 量水平下, 随施氮量的增加焦油释放量呈升高趋势, 可能与烟碱和总氮含量随施氮量增加而升高有关。在高施 K₂O 量水平下, 随施氮量增加焦油释放量先增加后降低, 可能与高施 K₂O 量条件下氮钾互作作用有关, 其过程比较复杂还需要进一步研究。

4 结论

1) 吉林延边州地区, 施氮量固定, 施 K₂O 量在 90~180 kg/hm² 范围内增加, 焦油释放量降低, 但过量施用 K₂O 有使焦油释放量升高的趋势; 施 K₂O 量固定在 90 kg/hm² 和 180 kg/hm² 时, 随施氮量减少焦油释放量降低。

2) 不同的氮钾用量对烤烟中部叶化学性状有重要影响, 并进一步对焦油释放量产生作用。各化

学性状中, 烟碱和总氮对焦油释放量具有较大的直接作用和间接作用, 生产上可以优先考虑通过适当的氮钾配施, 调控烟叶中烟碱和总氮含量, 降低烤烟中部叶焦油释放量。

3) 吉林延边州地区降低烤烟中部叶焦油释放量的最佳氮钾用量为 ($N\ 45\ \text{kg}/\text{hm}^2$, $K_2O\ 180\ \text{kg}/\text{hm}^2$), 与当地传统氮钾施用量相比, 吉林延边州地区传统施 K_2O 量较为合适, 适当减少施氮量有利于降低烤烟中部叶焦油释放量。

参考文献

- [1] 彭传新, 尤长虹, 李兵役, 等. 影响卷烟焦油量的因素探讨[J]. 烟草科技, 2000 (11): 5-8.
- [2] 张图伟. 关于卷烟焦油量稳定性的研究[J]. 轻工科技, 2012 (2): 106.
- [3] 杨大光. 低焦油卷烟原料探析[J]. 中国烟草科学, 1998 (2): 41-42.
- [4] 韩永镜, 李桐, 王道支, 等. 从烟草农业生产角度谈卷烟降焦[J]. 安徽烟草, 2004 (9): 24-27.
- [5] 罗军. 从农业生产的角度探讨降低卷烟烟气中焦油含量的可能性[J]. 中国烟草科学, 1997, 18 (1): 36-37.
- [6] 曹志洪. 优质烤烟生产的土壤与施肥[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991: 21-24, 29-90, 208-235.
- [7] 罗建新, 萧汉乾, 方红, 等. 钾肥施用量与施用期对烤烟产量和品质的影响[J]. 湖南农业大学学报, 1997, 23 (2): 132-136.
- [8] 张延春, 陈治锋, 龙怀玉, 等. 不同氮素形态及比例对烤烟长势、产量及部分品质因素的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2005 (6): 787-792.
- [9] 张燕成, 罗永贵, 吴永明. 不同施钾量对烤烟质量和焦油含量的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (7): 3065-3067.
- [10] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 98-102.
- [11] 向慧慧, 李小青, 罗真华, 等. 不同氮肥水平及氮钾配比对烤烟化学品质的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29 (13): 158-162.
- [12] 刘玉青. 烤烟节水灌溉条件下水氮耦合效应研究[D]. 南京: 河海大学, 2007.
- [13] Chaplin J R. Production factors affecting chemical compounds of the tobacco leaf[J]. Recent Advances of Tob sci, 1980(6): 3-63.
- [14] 于建军, 章新军, 毕庆文, 等. 烤烟烟叶理化特性对烟气烟碱、CO、焦油量的影响[J]. 中国烟草科学, 2003, 24 (3): 5-8.
- [15] 阎克玉, 李兴波, 阎洪洋, 等. 烤烟 (40 级) 烟叶焦油量与燃烧性的相关性研究[J]. 郑州轻工业学院学报, 1998, 13 (45): 5-10.
- [16] 邓小华, 周冀衡, 陈新联, 等. 烟叶质量评价指标间的相关性研究[J]. 中国烟草学报, 2008, 14 (2): 1-8.
- [17] 邓小华, 周冀衡, 周清明, 等. 不同焦油量烤烟化学成分差异[J]. 中国烟草学报, 2011, 17 (2): 1-7.
- [18] 汪修奇, 邓小华, 李晓忠, 等. 湖南烤烟化学成分与焦油的相关、途径及回归分析[J]. 作物杂志, 2010(2): 32-34.
- [19] 厉昌坤, 周显升, 王允白, 等. 烤烟烟叶焦油释放量与部分化学成分的关系研究[J]. 中国烟草科学, 2004, 25 (2): 25-27.
- [20] 闫克玉, 李兴波, 赵学亮, 等. 河南烤烟理化指标间的相关性研究[J]. 郑州轻工业学院学报, 2000, 15(3): 20-24.
- [21] 朱大恒, 李彩霞, 张爱忠, 等. 烟气有害成分与烟叶化学成分的关系[J]. 烟草科技, 1999 (4): 25-27.
- [22] 颜合洪, 胡雪平, 张锦韬. 不同施钾水平对烤烟生长和品质的影响[J]. 湖南农业大学学报, 2005, 31 (1): 20-23.
- [23] 侯雪坤, 程岩. 不同氮钾肥用量对黑龙江省烤烟产量质量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 1996 (4): 22-25.
- [24] 邓云龙, 孔光辉, 武锦坤, 等. 云南烤烟中上部叶片含氮化合物代谢规律研究[J]. 云南大学学报, 2001, 23 (1): 65-70.
- [25] 祖艳群, 林克惠. 氮、钾营养对烤烟品质的影响[J]. 土壤通报, 2002, 33 (6): 417-420.
- [26] 郭丽琢. 氮肥用量及氮钾比例对烟叶钾含量的影响[J]. 陕西农业科学, 2009 (6): 54-55.