

变黄温湿度与烟叶焦油量和香吃味关系的研究

艾复清¹, 刘 垦²

(1. 贵州大学农学院, 贵阳 550025; 2. 黔南烟草公司, 贵州 都匀 558000)

摘要: 采用温湿度二因素回归最优设计, 研究贵烟 4 号变黄阶段烘烤环境与烤后烟叶焦油含量及香吃味的关系。结果表明, 在温度 32~42℃、相对湿度 75%~95% 范围内, 随着变黄相对湿度的逐渐升高, 烤后烟叶焦油含量及香吃味评吸得分均表现出先逐渐增加而后再下降的趋势; 随着变黄温度的逐渐升高, 烤后烟叶焦油含量表现先降后升的趋势, 而香吃味评吸得分表现出先增后降的趋势; 控制变黄温度在 37~39℃、相对湿度 75%~80% 或 90%~95% 有利于降低焦油含量, 在 37~39℃、相对湿度 83.7%~90% 时, 有利于提高烟叶的香吃味得分。分析结果表明, 通过调控烘烤变黄环境难以同时实现烟叶增香与降焦。

关键词: 烤烟; 变黄阶段; 温湿度; 焦油; 香吃味

中图分类号: TS411

文献标识码: A

文章编号: 1007-5119 (2008) 04-0046-06

Relationship between Tar Content, Aroma and Taste of Tobacco Leaf with Temperature and Humidity in Yellowing Stage

AI Fuqing¹, LIU Ken²

(1. Agricultural College, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 2. Qiannan Tobacco Company, Duyun Guizhou 558000, China)

Abstract: With the best regression of two factors, namely temperature and (RH), the authors studied the relationship between tar content, aroma and taste of tobacco leaf with curing environment in yellowing stage of flue-cured tobacco (*var.* Guiyan4). Results showed that, when the temperature was between 32 °C and 42 °C, and RH between 75% and 95%, as RH increased, the tar content and the aroma and taste of cured tobacco leaves increased gradually at the beginning of curing and decreased when the peak was reached. With the increasing temperature, the tar content decreased first, then increased. But this was opposite for aroma and taste. The temperature of 37- 39 °C and RH of 75% - 80% or 90% - 95% might be favorable for reduced tar content, while enhanced aroma and taste might be produced at the temperature of 37- 39 °C and RH of 83.7% - 90%. It is concluded that there is little possibility to increase aroma content, improve taste, and reduced tar content by controlling curing temperature or RH in yellowing stage.

Keywords: flue-cured tobacco; yellowing stage; temperature and relative humidity; tar; aroma and taste

烤烟烘烤是伴随着水分丧失的生理生化变化过程, 而变黄阶段是生理生化变化的重要阶段, 烟叶体内化学成分的转化对烤后烟叶的品质有着极其重要的影响^[1]。有关烤烟烘烤生理生化方面的研究已取得了一定的进展^[2-6], 同时随着“三段式”烘烤方法的推广^[7], 对我国烘烤理论与技术尤其是烘烤技术的发展起到了积极的作用。但烘烤理论研究, 特别是以烤香理论为基础的烘烤模式研究依然是当前解决“烘烤不当”的主要途径^[8]; 如何在保持

和提高香吃味的前提下实现烤烟型卷烟的稳步降焦^[9]也是稳定发展“中式卷烟”的战略要求。目前降焦技术研究主要集中在工业方面^[10-13], 通过烟叶烘烤环节降焦的研究少有报道。本试验运用二因素饱和 D—最优回归设计研究不同变黄环境对烤后烟叶香吃味得分及焦油含量的影响, 旨在研究烟叶烘烤过程中香吃味与焦油含量的关系及提高烟叶香吃味、降低焦油含量的烘烤变黄措施, 为改进烟叶烘烤技术提供理论依据及技术参考。

基金项目: 贵州省“十五”年度攻关课题[黔科合农字(2000)1109 号]

作者简介: 艾复清 (1962-), 教授, 硕士生导师, 长期从事烟草调制教学与研究。E-mail:afq2006@sina.com.

收稿日期: 2007-11-13

1 材料与方法

1.1 试验地点与供试材料

大田试验于 2004 年在贵州大学实验场进行, 该地海拔 1 095 m, 黄壤, 肥力中等, 试验面积 1 320 m²; 供试品种为贵烟四号, 烘烤试验在贵州大学作物科学实验室进行。

1.2 主要栽培措施

2 月 12 日播种, 4 月 15 日假植, 5 月 10 日移栽, 种植密度 16 500 株/hm², 大田施肥为纯氮 105 kg/hm², N:P₂O₅:K₂O 为 1:2:3, 留叶数 20 片/株。其它措施按优质烟栽培技术要求进行。

1.3 试验设计

采用二次饱和 D-最优设计 206 方案^[14], X₁ 为烘烤变黄温度 (上限 40℃, 下限 32℃); X₂ 为变黄相对湿度 (上限 95%, 下限 75%), 处理设置见表 1。

采用温湿度自动控制电热烘烤箱进行烘烤, 每箱烘烤烟叶 80 片。将同时采收的成熟度基本一致的中部烟叶分成 6 组, 分别置于 6 台烘烤箱中, 起始温度均为 30℃, 以 0.5℃/h 升至各处理温度要求, 同时调整相对湿度, 保持各处理烘烤温湿度到烟叶变至黄片青筋后, 再以 0.5℃/h 将温度升 42℃, 同时逐渐调整各处理的湿球温度至 38℃, 使烟叶变至黄片黄筋进入定色阶段。定色以后各处理均按“三段式”烘烤方法进行烘烤。

1.4 分析测定项目

烟叶烘烤后送至黄果树集团技术发展中心进行检测, 烟气及焦油检测所用仪器为 RM200 全自动吸烟机、HP6890 气相色谱仪。

表 1 二因素回归最优设计处理
Table 1 The best regression of two factors

项目	1	2	3	4	5	6
温度/℃	32.0	42.0	32.0	36.3	42.0	39.0
相对湿度/%	75.0	75.0	95.0	83.7	89.0	95.0

2 结果

2.1 数学模型建立

根据试验结果 (表 2), 应用 206 设计之 C 表和 X 表^[14]。可建立焦油含量和香吃味的分的数学模

型:

$$\text{焦油: } Y=16.239-0.101X_1+0.533X_2+3.950X_1^2-1.822X_2^2+0.101X_1X_2$$

香吃味得分:

$$Y=48.85+1.2343X_1+0.4045X_2-3.6914X_1^2-1.9128X_2^2+1.8995X_1X_2$$

将结构矩阵中各处理的编码值带入回归方程中, 即可求得各处理焦油含量的理论值 (表 2), 由此可对回归方程进行显著性检验 (表 3), 经方差分析得焦油的 F 值为 3.39, 香吃味得分的 F 值为 3.78, 二者都小于 F_{0.05(1, 5)}=6.61, 故差异皆不显著, 即计算结果与实际相吻合, 回归方程式能反映实际情况。

从上述回归方程可以看出: 变黄环境对焦油产生量的影响是温度效应 (X₁) > 湿度效应 (X₂) > 温湿度的交互作用, 温度和湿度对焦油含量的影响显著大于温湿度的交互作用, 其中以温度的影响最为突出。从香吃味得分的方程可以看出, 温度效应 (X₁) > 湿度效应 (X₂) > 温湿度的交互作用, 其中温度的影响最大。

2.2 主效应分析

分别固定 X₁=0、X₂=0, 可得恒定温度和恒定相对湿度条件下温度和湿度变化与焦油含量以及

表 2 焦油产生量及香吃味

Table 2 The tar content and aroma & taste

项目	处理					
	1	2	3	4	5	6
实际焦油含量 /g·支 ⁻¹	17.96	17.69	18.96	16.26	20.18	15.69
焦油含量的理论值 /g·支 ⁻¹	18.04	17.63	18.90	16.22	20.06	15.56
香吃味实际得分	43.34	42.33	40.67	48.67	47.33	48.33
香吃味理论得分	43.51	42.18	40.52	48.57	47.01	48.01

注: 黄果树集团技术中心 (2002 年)

表 3 回归方程的方差分析

Table 3 Variance analysis of regression equation

项目	变异原因	偏差平方和	自由度	均方	F _方
焦油	处理	27.70	5.00	5.54	3.39
	方法	0.01	1.00	0.01	
	误差	0.01	5.00	0.003	
	总体	27.72	11.00		
香吃味	处理	114.54	5.00	22.91	3.78
	方法	0.06	1.00	0.06	
	误差	0.08	5.00	0.02	
	总体	114.69	11.00		

香吃味得分变化关系的方程, 即:

焦油:

$$X_2=0 \text{ 时, } Y_{X_1}=16.239-0.101X_1+3.950X_1^2 ;$$

$$X_1=0 \text{ 时, } Y_{X_2}=16.239+0.533X_2-1.822X_2^2$$

香吃味得分:

$$X_2=0 \text{ 时, } y=48.85+1.2343X_1-3.6914X_1^2;$$

$$X_1=0 \text{ 时, } y=48.85+0.4045X_2-1.9128X_2^2$$

从图 1 中可以看出, 随着变黄温度的逐渐升高, 焦油含量表现出先减小后增加开口向上的抛物线变化趋势; 随着相对湿度的逐渐升高, 焦油含量表现出先增加后减小开口向下的抛物线变化趋势。计算可得, 在 $X_1=0.013$ (即温度 36.3°C 时), $Y_{\min}=16.24$; 同理可得, 在 $X_2=0.146$ (即湿度为 86.5% 时), $Y_{\max}=16.24$ 。变黄阶段温度和相对湿度对焦油

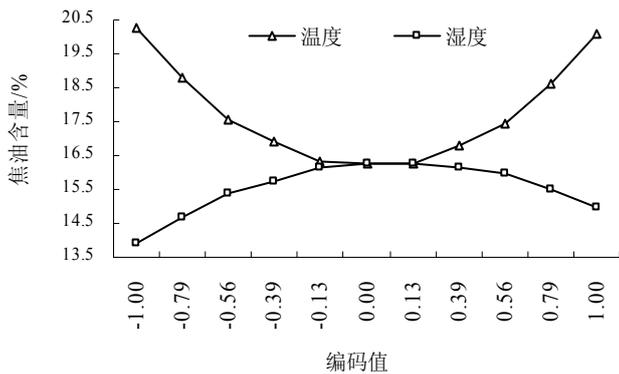


图 1 焦油含量主效应分析

Fig. 1 Main effect analysis on tar content

2.3 焦油产生量变化的二元描述及分析

把各编码值组合并代入回归方程可得出在相对湿度恒定时相应的焦油含量和温度恒定时相应的焦油含量 (表 4) 及其变化趋势图 (图 3、图 4)。由图 3 可得, 温度从 32.0°C 上升到 36.3°C 时焦油量降低较快, 之后随着温度继续升高 ($36.3^\circ\text{C}\rightarrow 37.1^\circ\text{C}$), 焦油含量降低幅度不大, 随后随着温度的进一步上升, 含量开始逐渐升高, 而当温度达 37.7°C 以上时, 焦油含量上升较快即随温度的不断升高焦油含量呈快速下降 \rightarrow 缓慢下降 \rightarrow 缓慢上升 \rightarrow 快速上升的趋势。由此可看出调控烘烤变黄温度在 $37.0\sim 39.0^\circ\text{C}$ 左右有利于降低焦油含量。不同相对湿度处理具有基本相似的规律性。

含量变化的影响相反。

从图 2 中可以看出, 随着变黄温度的逐渐升高, 表现出先增加后减小开口向下的抛物线变化趋势; 随着相对湿度的逐渐升高, 香吃味得分也表现出先增加后减小开口向下的抛物线变化趋势, 温度和相对湿度对香吃味得分变化的一向作用一致。经计算得出: 在 $X_1=0.1672$ (温度 37.8°C) 时, $y_{\max}=48.95$; 同理可得在 $X_2=0.1057$ (相对湿度 86.1%) 时, $y_{\max}=48.87$ 。即恒定温度在 37.8°C , 相对湿度 86.1% 时, 烟叶香吃味评吸得分最高。

从上述分析中发现, 从烟叶增香降焦的角度考虑, 温度和相对湿度对焦油产生量和香吃味得分的变化影响是不一致的。即通过烘烤变黄环境的调控实现烟叶同时降焦增香存在一定困难。

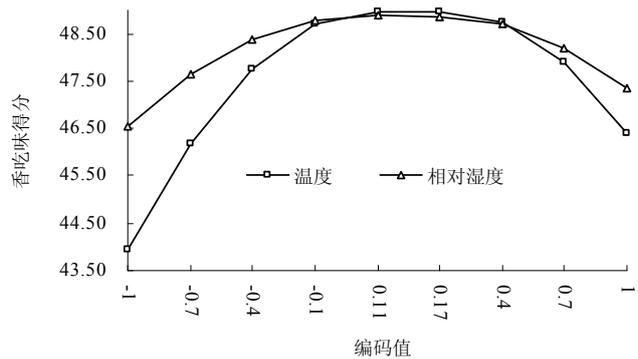


图 2 香吃味主效应分析

Fig. 2 Main effect analysis on aroma and taste

环境温度恒定时, 焦油含量随相对湿度变化 (图 4) 与焦油含量随温度变化的变化规律相反。相对湿度从 75.0% 上升到 83.7% 时, 焦油含量增加速度较快; 之后随着相对湿度的进一步增加其含量增加不大, 当相对湿度增加到 86.5% 左右时, 焦油含量达到最大值, 以后又逐渐下降, 当相对湿度增加到 90% 以上焦油量快速下降; 即随湿度的不断升高焦油含量呈快速上升 \rightarrow 缓慢上升 \rightarrow 缓慢下降 \rightarrow 快速下降的趋势。说明控制变黄相对湿度在 $75\%\sim 80\%$ 或 $90\%\sim 95\%$ 时都有利于降低焦油含量。

从表 4 结合图 2 和图 3 可以看出在烘烤变黄过程中: 中温 ($37\sim 39^\circ\text{C}$) 低湿 ($75\%\sim 80\%$) 或中温高湿 ($90\%\sim 95\%$) 皆有利于降低焦油含量。

2.4 香吃味得分变化的二元描述及分析

把各编码值组合并代入回归方程中可得出在相对湿度恒定和温度恒定时相应的烟叶香吃味得分（表 5）和作出在相对湿度恒定时的温度效应图（图 5）和温度恒定时的相对湿度效应图（图 6）。

从图 5 可以看出，在相对湿度恒定时，温度从 32℃ 上升到 37℃ 时，烟叶香吃味得分提高较快，之后随着温度进一步升高（37℃→37.84℃）其得分提高幅度不大，以后随温度增加得分又逐渐下降，当温度达到 38.97℃ 以上烟叶香吃味得分迅速下降，即随

表 4 模拟试验焦油产生量
Table 4 Simulation test for tar content

湿度/%	温度/℃									
	32.0	34.5	36.3	37.0	37.1	37.7	39.0	39.5	42.0	
75.0	18.04	14.97	15.61	13.88	13.88	13.94	14.42	14.77	17.63	
80.0	19.62	16.58	14.40	15.52	15.52	15.58	16.07	16.43	19.32	
83.7	18.05	17.18	16.18	16.14	16.14	16.20	16.71	17.07	19.97	
85.0	20.29	17.28	16.32	16.24	16.24	16.31	16.81	16.44	20.09	
85.1	20.30	17.28	16.33	16.25	16.24	16.32	16.82	17.18	20.10	
86.5	20.31	17.31	16.36	16.28	16.28	16.35	16.86	17.22	19.24	
89.0	20.18	17.18	16.24	16.17	16.17	16.24	16.76	17.12	19.88	
90.0	20.05	16.56	16.12	16.05	16.05	16.13	16.66	17.01	19.95	
95.0	18.90	15.94	15.02	14.95	14.95	15.03	15.56	15.94	18.90	

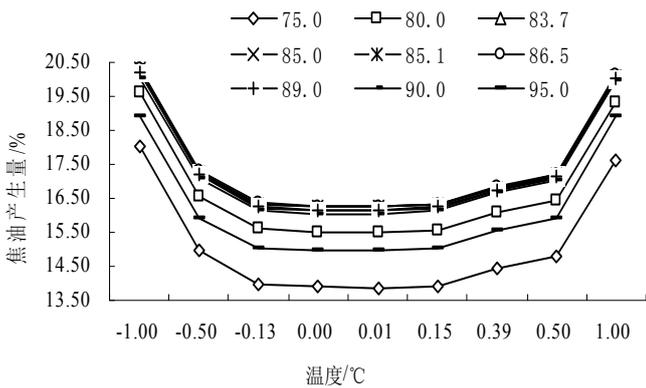


图 3 湿度恒定时温度效应曲线
Fig. 3 Temperature effect on tar content

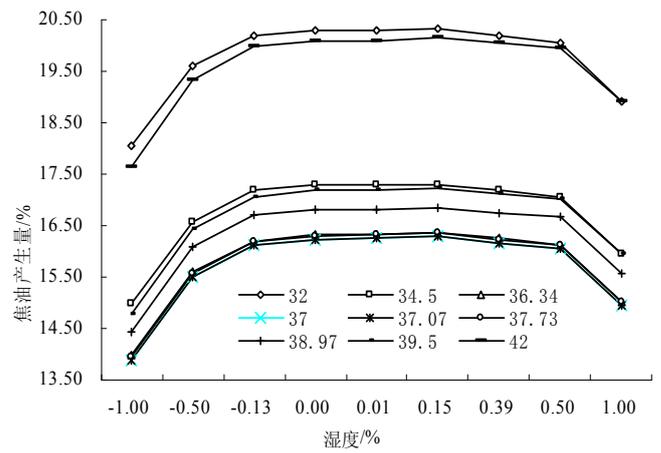


图 4 温度恒定时湿度效应图
Fig. 4 RH effect on tar content

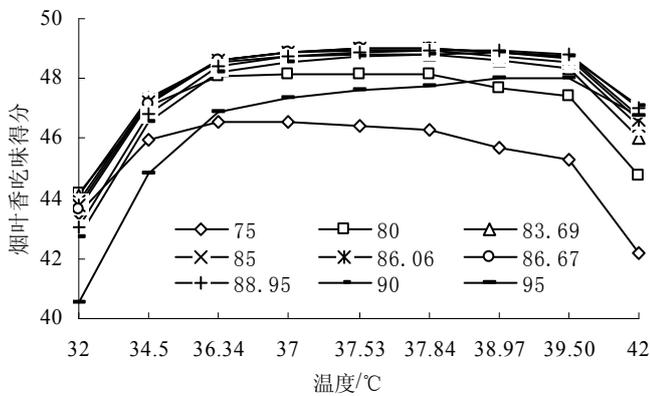


图 5 湿度恒定时温度效应曲线图
Fig. 5 Temperature effect on aroma and taste

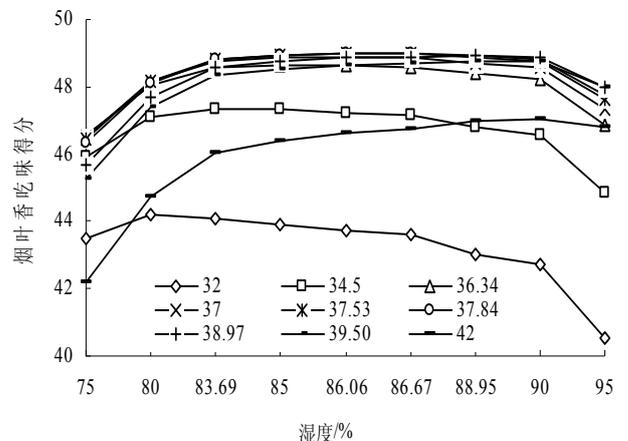


图 6 温度恒定时湿度效应曲线图
Fig. 6 RH effect on aroma and taste

着温度升高烟叶香吃味评吸得分呈快速增加→缓慢增加→缓慢下降→快速下降的趋势。烘烤变黄温度控制在 37~38℃能获得较高的香吃味的分。各处理呈现相似趋势。

在温度恒定时(图 6),烟叶香吃味得分随着相对湿度增大也呈快速增加→缓慢增加→缓慢下降→快速下降趋势,在相对湿度达到 83.7%时烟叶香吃

味得分达到较高水平,之后随着相对湿度增大其变化不大,当相对湿度达到 90%时,烟叶香吃味得分很快下降。不同处理有基本相似的规律,说明相对湿度控制在 83.7%~90%评吸得分较高。表明在烘烤变黄阶段中温(37~39℃)中湿(83.7%~90%)有利与提高烟叶的香吃味。而变黄期的较高的湿度(90%以上)或较低的湿度(80%以下)都不利于提高烟叶香吃味。

表 5 模拟试验香吃味得分
Table 5 Simulation test for aroma and taste

湿度/%	温度/℃								
	32	34.5	36.34	37	37.53	37.84	38.97	39.50	42
75	43.51	45.94	46.56	46.53	46.42	46.32	45.70	45.28	42.18
80	44.19	47.10	48.07	48.17	48.16	48.11	47.71	47.39	44.76
83.69	44.09	47.35	48.57	48.76	48.83	48.83	48.58	48.33	46.06
85	43.92	47.31	48.62	48.85	48.94	48.95	48.76	48.54	46.39
86.06	43.74	47.23	48.62	48.87	48.98	49.01	48.86	48.67	46.62
86.67	43.62	47.17	48.60	48.86	48.99	49.02	48.90	48.72	46.72
88.95	43.04	46.80	48.39	48.71	48.88	48.94	48.92	48.78	47.00
90	42.70	46.56	48.22	48.57	48.76	48.84	48.86	48.74	47.07
95	40.52	44.85	46.87	47.34	47.63	47.76	48.00	47.99	46.78

3 讨论

试验结果表明,变黄环境对烟叶焦油含量的影响是温度>相对湿度>温湿度的交互作用。随着变黄阶段温度的升高焦油含量的变化呈先减少后增加开口向上的抛物线趋势,而相对湿度对焦油量的影响相反。当相对湿度恒定时焦油含量随温度的不断升高呈快速下降→缓慢下降→缓慢上升→快速上升的趋势,而维持变黄温度在37~39℃左右有利于降低焦油含量;环境温度恒定时焦油含量随湿度的不断升高呈快速上升→缓慢上升→缓慢下降→快速下降的趋势,控制变黄相对湿度在75%~80%或90%~95%时皆有利于降低焦油含量。

变黄环境对烟叶香吃味的影响是温度>相对湿度>温湿度的交互作用,二者均表现出开口向下的抛物线趋势。相对湿度恒定时随着温度升高烟叶香吃味评吸得分呈快速增加→缓慢增加→缓慢下降→快速下降的趋势,烘烤变黄温度控制在37~

38℃能获得较高的香吃味的分;在温度恒定时烟叶香吃味得分随着相对湿度增大也呈快速增加→缓慢增加→缓慢下降→快速下降趋势,湿度控制在83.7%~90%评吸得分较高。

由以上分析可以得出,适合于降焦和增香的烘烤环境的吻合性比较小,也就是说有利于降低焦油的温湿度条件却不利增香,通过烘烤措施同时达到降焦增香的目的存在一定困难。

参考文献

- [1] 宫长荣,王能如.烟叶烘烤原理[M].北京:科学出版社,1994.
- [2] 李常军,宫长荣,周义和,等.烤烟烘烤过程中变黄温度对氮素代谢的影响[J].中国烟草学报,2001,7(2):31-35.
- [3] 宫长荣,孙福山,刘奕平,等.烘烤环境条件对烟叶内在品质的影响[J].中国烟草科学,1999(2):8-9.
- [4] 宫长荣,袁红涛,周义和,等.烟叶在烘烤过程中淀粉降解与淀粉酶活性的研究[J].中国烟草科学,2001(2):9-11.

(下转第 53 页)

(上接第 50 页)

- [5] 董志坚, 陈江华, 宫长荣. 烟叶烘烤过程中不同变黄和定色温度下主要化学组成变化的研究[J]. 中国烟草科学, 2000 (3): 21-24
- [6] Weybrew J A. Factors affecting the usability of flue-cured tobacco[J]. Rec Adv To Sc, 1983(9): 154.
- [7] 宫长荣. 烤烟三段式烘烤及配套技术[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1996.
- [8] 胡焕兴, 徐桂梅. 从巴西专家的烘烤示范谈烘烤不当的原因及对烟叶香气的影响[J]. 烟草科技, 1995 (3): 31-34.
- [9] 魏星. 国内烟草业博弈“低焦时代”[J]. 上海标准化, 2005 (1): 28-30.
- [10] 刘建福, 刘钟祥, 秦前浩, 等. 我国卷烟产品发展方向的研究[J]. 中国烟草学报, 2003, 9 (1): 9-12.
- [11] 彭传新, 尤长虹. 影响卷烟焦油量的因素探讨[J]. 烟草科技, 2000 (11): 5-8.
- [12] 钟科军. 卷烟降焦综合技术方法与实践[J]. 常德师范学院学报(自然科学版), 2002, 12 (4): 82-86.
- [13] 刘新章. 国际低焦油卷烟科研新成果及其发展趋势[J]. 烟草科技, 1998 (1): 8-10.
- [14] 丁希泉. 农业应用回归设计[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1986: 188-213.

(责任编辑 迟立鹏)