

烟草秸梗气化替代煤炭烘烤烟叶研究初报

崔志军, 孟庆洪, 刘敏, 李仁政, 周建, 孙在明, 杜传印*

(山东潍坊烟草有限公司, 山东 潍坊 261061)

摘要: 利用秸秆气化技术, 对烟草秸秆及废弃烟梗气化用于烟叶烘烤的效果进行了研究。初步试验结果表明, 利用烟草秸秆及废弃烟梗气化供热的烤房, 其温控性能、初烤烟叶质量要优于以煤炭为燃料的烤房, 且烘烤成本明显降低; 烟草秸秆气化烘烤烟叶可节省煤炭化石能源, 有利于循环生态烟草农业的发展。

关键词: 烟草秸梗; 秸秆气化; 替代; 煤炭; 烟叶烘烤

中图分类号: TS441

文章编号: 1007-5119 (2010) 03-0070-04

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2010.03.016

Tobacco Straw Gasification as an alternative to Coal in Tobacco Curing

CUI Zhijun, MENG Qinghong, LIU Min, LI Renzheng, ZHOU Jian, SUN Zaiming, DU Chuanyin*

(Weifang Tobacco Corporation, Weifang, Shandong 261061, China)

Abstract: The effect of tobacco straw, disposable stalk and dust applied in tobacco curing by straw gasification was studied. The preliminary results showed that the temperature control performance and tobacco quality of the flue-curing barn with tobacco straw gasification technology were superior to the traditional coal flue-curing barn, and the curing cost decreased tremendously. Applying the straw gasification technology to cure tobacco can save coal energy and is beneficial to the development of the ecological tobacco agriculture.

Keywords: tobacco straw; straw gasification; substitution; coal; tobacco curing

煤炭是目前烟叶烘烤的主要燃料^[1]。据粗略统计, 2008年山东省烟叶烘烤用煤在烟叶生产总成本中的比重已经超过18%。由于煤炭价格还有持续上涨的趋势, 积极寻求开发可以替代煤炭进行烟叶烘烤的新型廉价能源, 已成为烤烟生产中亟待解决的问题。

作物秸秆来源广、价格低廉、容易获取^[2], 其燃烧值超过标准煤的50%^[3], 是一种具有广阔应用前景的替代能源。以烟草秸秆为例, 全国各烤烟产区每年大约产生烟草秸秆3 900 kt左右, 其热值折合标准煤2 200 kt。另外各卷烟和烟叶复烤企业也都产生大量的废弃烟梗, 仅以山东境内的卷烟及复烤企业为例, 每年产生的废弃烟梗大约在10 kt左右。目前的秸秆利用虽然呈多元化发展的趋势, 但总体利用率不高^[4]。多数农户都把秸秆堆放在村头

路边或露天焚烧, 从而带来一系列严重的社会问题, 特别是秸秆的露天焚烧, 污染空气、浪费资源, 形成新的安全隐患。如能通过科技创新, 合理高效地把作物秸秆特别是烟草农业和工业所产生的烟秸及废弃烟梗代替煤炭进行烟叶烘烤, 将极大地促进循环生态烟草农业的发展。

本研究充分利用秸秆气化技术^[5], 使烟草秸秆及卷烟企业废弃烟梗粉碎后通过专用设备气化, 用于烟叶烘烤, 以期为烟草秸秆及卷烟企业废弃烟梗的合理利用和烟叶烘烤新能源的开发提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于2008年在山东省诸城、安丘、昌乐、

基金项目: 山东省烟草专卖局(公司)科技项目(200811)

作者简介: 崔志军, 男, 农艺师, 主要从事烟叶生产管理和技术推广工作。* 通信作者, E-mail: duchuanyin@126.com

收稿日期: 2009-03-19

修回日期: 2009-09-23

高密、临朐5个县的烟叶农场进行。试验田土质为淋溶褐土，土壤肥力中等。供试品种为中烟100。田间管理按照优质烤烟栽培技术规范进行^[7]，烟叶正常成熟后采收烘烤。

1.1.1 供试烤房 供试烤房为气流下降式密集烤房，装烟室规格为8 m×3.3 m×2.8 m，加热室内置。密集烤房风机为7号风机，电机功率为2.2 kW，安装在散热管正上方，垂直安装，将加热室热量从隔墙顶部的进风口吸入装烟室。试验时把秸秆气化供气管道自加煤口进入炉内燃烧器，燃气在炉内燃烧，为烘烤提供热量。

1.1.2 秸秆气化设备 设备分大型集中供气和小型供气。集中供气设备可同时为16支密集烤房供气。主要设备包括：在密集烤房群区域内安装1台秸秆气化发生炉，并建1个80 m³的储气罐，可燃气体经储气罐暂存，再经输气管网进入各个烤房的燃烧器进行燃烧。其他设备包括自动上料装置，旋风分离器，发生炉控制器，高温引风机，燃气热风炉，燃气燃烧器及相关配件。该设备产气800~1000 m³/h，秸秆消耗量400~500 kg/h，燃气热值4.6 kJ/m³，气化效率70%。炉头产热量334 400 kJ/h，热效率大于等于85%，燃气消耗量约75 m³/h。

小型供气设备给1~3支密集烤房供气，主要由单支供气气化发生炉、焦油粗净化、引风机、炉头、散热器、气化炉余热回收、输气管道及相关配件组成。该设备产气50 m³/h，秸秆消耗量20 kg/h，气化效率80%，热效率大于等于85%。

1.1.3 燃料 因本次试验开始时，当季秸秆还没收获，故本试验使用山东中烟工业公司青州卷烟厂自2007年以来储存的废弃烟梗。本批烟梗部分碳化，热值有所降低，经检测，热值为11.7 kJ（新烟梗热值为13.8 kJ），略高于烟草秸秆（热值10.9 kJ）。

1.2 试验设计

试验设4个处理：A：使用一套集中供气秸秆气化设备烘烤，同时为16支密集烤房提供燃气。B：使用一套小型供气秸秆气化设备烘烤，给1支密集烤房提供燃气（一拖一）。C：使用一套小型供气秸秆气化设备烘烤，给2支密集烤房提供燃气（一拖二）。D：使用一套小型供气秸秆气化设备烘烤，给

3支密集烤房提供燃气（一拖三）。对照为同样规格的气流下降式蜂窝煤密集烤房。

1.3 方法

秸秆气化工作原理如下：将粉碎后的农作物秸秆送入秸秆气化炉内，经密闭燃烧形成秸秆燃气，燃气经过滤并除焦后经管道送入密集烤房燃烧室燃烧，为烟叶烘烤提供热量。采用三段式烘烤工艺技术进行烘烤^[8]，烟叶烘烤进程由温湿度自控仪中存储的烟叶烘烤专家曲线系统进行，关键环节人工干预进行配合。

干湿球温度用温湿度计（ARC温湿度自控仪）检测，分别测定空载和烘烤时烤房平面温差与垂直温差。记录烤房装烟数量及用工、用电、燃料（烟梗和煤炭）消耗情况，对烤后烟叶外观质量进行评定，对在化学成分进行测定。

2 结果

2.1 烤房内温差比较

2.1.1 空载条件下的烤房平面温差与垂直温差 对各个处理进行空载升温比较，由于处理B、C、D烤房内部的技术状态基本一致，温差测定取3个处理的平均值。表1结果表明，烤房空载条件下，烤房内38℃、54℃、60℃温度点的平面温差，以处理B-D最小，处理A次之，对照最高。

2.1.2 负载条件下的烤房平面温差与垂直温差 表2表明，在烟叶烘烤过程中，4个处理的平面温差和垂直温差均小于对照。说明秸秆气化炉改装的密集烤房密封性能良好，受外界环境影响较小，平面温度基本均匀，垂直温差较小，整个烤房内温湿度分布更加趋于均匀，从而有利于整房烟叶变黄和失水趋于更加协调一致，可以有效提高烟叶烘烤整体质量。

2.2 能耗及用工比较

由表3看出，4个处理的千克干烟用工费分别为对照的145%、105%、105%、64%，千克干烟电费分别为对照的157%、117%、113%、107%，千克干烟燃料消耗费用分别为对照的18%、20%、15%、13%，干烟烘烤成本分别为对照的51%、53%、38%、32%。统计结果显示，尽管4个处理的

表1 空载条件下3个处理烤房平面温差与垂直温差 $^{\circ}\text{C}$
Table 1 Horizontal and vertical temperature difference between three treatments under non-loading condition

| 温度 | 平面温差 | | | | | | | | | 垂直温差 | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 底层 | | | 中层 | | | 上层 | | | A | B-D | 对照 |
| | A | B-D | 对照 | A | B-D | 对照 | A | B-D | 对照 | | | |
| 38 | 0.72 | 0.83 | 1.11 | 0.62 | 0.50 | 0.90 | 0.36 | 0.29 | 0.46 | 0.85 | 0.67 | 1.44 |
| 54 | 0.96 | 0.96 | 1.08 | 0.83 | 0.79 | 0.99 | 0.59 | 0.33 | 0.53 | 1.51 | 1.31 | 1.99 |
| 60 | 1.21 | 1.02 | 1.21 | 0.86 | 0.67 | 0.98 | 0.64 | 0.38 | 0.56 | 2.12 | 1.66 | 2.75 |
| 平均 | 0.96 | 0.94 | 1.13 | 0.77 | 0.65 | 0.96 | 0.53 | 0.33 | 0.52 | 1.49 | 1.21 | 2.06 |

表2 负载条件下3个处理烤房平面温差与垂直温差 $^{\circ}\text{C}$
Table 2 Horizontal and vertical temperature difference between three treatments under loading condition

| 温度 | 平面温差 | | | | | | | | | 垂直温差 | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 底层 | | | 中层 | | | 上层 | | | A | B-D | 对照 |
| | A | B-D | 对照 | A | B-D | 对照 | A | B-D | 对照 | | | |
| 38 | 1.98 | 1.52 | 2.17 | 0.89 | 0.92 | 1.34 | 0.48 | 0.54 | 1.24 | 1.47 | 1.29 | 2.11 |
| 54 | 2.15 | 1.63 | 2.54 | 1.06 | 0.99 | 1.58 | 0.52 | 0.39 | 1.31 | 2.15 | 1.86 | 1.86 |
| 60 | 2.74 | 2.06 | 2.86 | 1.28 | 1.05 | 2.81 | 0.87 | 0.62 | 1.56 | 3.28 | 2.52 | 3.23 |
| 平均 | 2.29 | 1.74 | 2.52 | 1.08 | 0.99 | 1.91 | 0.62 | 0.52 | 1.37 | 2.3 | 1.89 | 2.4 |

表3 各个处理的用工及能耗
Table 3 Labor and energy consumption

| 处理 | 烤出干烟 $/(kg \cdot \text{炉}^{-1})$ | 用工 $/(个 \cdot \text{炉}^{-1})$ | 干烟用工费 $/(元 \cdot kg^{-1})$ | 用电 $/(度 \cdot \text{炉}^{-1})$ | 干烟用电 $/(元 \cdot kg^{-1})$ | 燃料消耗 $/(kg \cdot \text{炉}^{-1})$ | 干烟耗燃料费 $/(元 \cdot kg^{-1})$ | 单炉成本 $/(元 \cdot \text{炉}^{-1})$ | 干烟烘烤成本 $/(元 \cdot kg^{-1})$ |
|----|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| A | 380.1 | 1.7 | 0.32 | 224 | 0.47 | 1 312 | 0.28 | 403 | 1.06 |
| B | 428.4 | 2.67 | 0.23 | 184.5 | 0.35 | 1 660 | 0.31 | 467.8 | 1.09 |
| C | 460.8 | 1.5 | 0.23 | 193 | 0.34 | 1 300 | 0.23 | 363.4 | 0.79 |
| D | 450.1 | 0.9 | 0.14 | 182 | 0.32 | 1 190 | 0.21 | 303.8 | 0.67 |
| 对照 | 428.3 | 1.33 | 0.22 | 159.1 | 0.30 | 742.5 | 1.56 | 888.3 | 2.07 |

注：处理 A-D 所用燃料均为废弃烟梗，运费、装卸费折合 80 元/t；对照所用燃料为蜂窝煤，每块 0.55kg，价格 980 元/t；耗电每度 0.80 元。

费和用电费用较对照明显增加，但燃料消耗费用普遍在对照的 20% 以下，千克干烟烘烤成本也大幅度降低。单纯对比 4 个处理的情况，干烟烘烤成本以处理 C、D 最低，处理 B、A 较高。

2.3 烤后烟叶质量比较

2.3.1 经济指标比较 表 4 表明，4 个处理的上等烟比例较对照均有所增加，单炉均价也高于对照。说明采用秸秆气化加热方式后，烟叶烘烤质量有一定提高。主要是由于气化炉烤房的加热升温系统受阀门控制，升温、控温及时、灵活，所以较少出现烤糟、烤红现象；而以蜂窝煤为燃料的密集烤房在升温及控温操作上都存在一定的延时滞后现象，不如气化供热操控灵敏。

2.3.2 烤后烟叶化学成分分析 从表 5 看出，4 个处理烟叶的化学成分指标都在适宜的范围内，各成分之间比较协调。说明采用秸秆气化方式后，对烟叶内在化学成分无不良影响。

表4 经济指标
Table 4 Economic indices comparison

| 处理 | 上等烟比例/% | 单炉均价 $/(元 \cdot kg^{-1})$ |
|----|---------|---------------------------|
| A | 22.0 | 10.60 |
| B | 23.6 | 10.31 |
| C | 24.6 | 10.95 |
| D | 22.9 | 10.14 |
| 对照 | 21.8 | 10.23 |

表5 烟叶主要化学成分
Table 5 Main chemical compositions

| 处理 | 总糖/% | 还原糖/% | 烟碱/% | 总氮/% | 氧化钾/% | 糖碱比 |
|----|-------|-------|------|------|-------|-------|
| A | 23.68 | 22.18 | 2.34 | 1.71 | 1.62 | 9.48 |
| B | 22.02 | 20.94 | 2.16 | 1.54 | 1.67 | 9.70 |
| C | 22.95 | 20.54 | 2.21 | 1.69 | 1.85 | 9.29 |
| D | 24.38 | 23.35 | 2.32 | 2.04 | 1.59 | 10.06 |
| 对照 | 22.62 | 22.51 | 2.28 | 1.79 | 1.59 | 9.87 |

3 小结

(1) 采用秸秆气化方式烘烤，烤房内垂直温差和平面温差均较小，在烘烤温湿度控制上也优于燃煤烘烤，有利于进一步发挥密集烤房技术优势，保证烘烤工艺的顺利实施，满足优质烟烘烤需要。

(下转第 77 页)

(上接第 72 页)

(2) 采用烟草秸秆和烟叶废弃物为主的秸秆气化代替煤炭进行烟叶烘烤,在不降低烟叶烘烤质量的前提下,达到了两方面的目的:一是通过秸秆替代煤炭,实现能源替代转换,在节约大量宝贵煤炭资源的同时,也消除了煤炭燃烧带来的环境污染;二是可以大幅度降低烟叶生产成本,有利于促进烟叶生产的稳定发展。

(3) 尽管与燃煤密集烤房对比效果明显,但从试验的 4 种秸秆气化设备情况看,优缺点相对比较突出。集中供气气化设备能够同时为 15 支以上的密集烤房群提供燃气,比较适用于大型烟叶烘烤工场。但该设备体积庞大,系统较复杂,对操作人员技术要求较高。而小型气化炉供气设备针对一至三支密集烤房配置,对秸秆储存等要求低,易操作,且一拖三模式明显要比一拖一和一拖二模式效

率更高,更适用于 10 hm² 左右的中型烟叶农场,因此一拖三模式更受种烟大户和农场主的欢迎。

参考文献

- [1] 中国农业科学院烟草研究所. 山东烟草[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [2] 任仲杰, 顾孟迪. 我国农作物秸秆综合利用与循环经济[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(11): 2105-2106.
- [3] 潍坊市产品质量监督检验所. 烟叶秸秆棒检验报告[R]. 2008.
- [4] 钟华平, 岳燕珍, 樊江文. 中国作物秸秆资源及其利用[J]. 资源科学, 2003, 25(4): 62-67.
- [5] 翁伟, 杨继涛, 赵青玲, 等. 我国秸秆资源化技术现状及其发展方向[J]. 中国资源综合利用, 2004(7): 18-21.

(责任编辑 徐秋萍)