

不同置式生物质供热炉在烟叶烘烤中的应用

卢雨¹, 古力², 詹吉平¹, 吴永茂¹, 邱志丹¹, 王鑫¹, 陈钰¹, 陈郑盟¹

(1.福建省烟草公司龙岩市公司, 福建龙岩364000; 2.福建农林大学, 福建福州350002)

[摘要]为生物质供热炉在烟叶烘烤过程中温度的精准控制提供理论依据和技术参考, 选择常规燃煤、内置式生物质供热炉和外置式生物质供热炉3种烘烤方式, 研究其对烟叶烘烤工艺吻合度、能耗成本、烘烤操作耗时、烤后烟叶质量和经济效益等方面的差异。结果表明: 生物质供热炉对烘烤工艺温度的控制效果较好, 变黄期和干筋期烟叶烘烤工艺的吻合度高, 生物质供热炉可显著缩短烘烤操作耗时, 提升烤后烟叶质量与内在化学成分协调性, 有效提升烤后烟叶经济效益。以内置式智能化单螺旋加坡送料生物质供热炉的烘烤效果最好, 其烘烤工艺的吻合度、能耗成本、烘烤操作耗时、上等烟比例、均价、烤后烟叶化学成分协调性方面效果最优, 适宜在烟叶产区示范推广。

烤烟是我国重要的经济

作物, 烟叶烘烤调制是决定烟叶最终质量和可用性
的一个重要环节^[1]

。随着烤房技改的推进, 烤房在温控能力、装烟容量、自动化水平等方面均得到大幅提高, 对我国的烟叶生产起到了很大的推动作用^[2-5]

。目前, 烤房湿度的控制虽然已经实现智能可控, 但在温湿度转换阶段很大程度上仍受人工操作差异的影响, 火大温度降不下来、火小

温度升不上去的情况时有发生, 导致烟叶

的风格特色弱化和黄而不香等问题^[6-8]

。同时, 烘烤过程中加煤、掏渣等环节还存在工作量大、人工成本高、遭受危害和危险系数较高等问题。随着全球能源危机以及温室效应的加剧, 能源应用向着经济、可再生循环利用的新能源方向发展, 密集烤房研究也逐步转向新能源烤房^[9-10]

。生物质供热炉作为新能源烤房研究的热点之一, 在实践过程中不断完善, 已实现自动点火、单粒供料和自动清渣等功能^[11-13]。

关于生物质供热炉在烟叶烘烤中的研究多集中在自动化程度和热量供应等方面, 鲜有其在烟叶质量提升及能耗等方面的系统研究^[14-16]

。为此, 研究内置式生物质供热炉、外置式生物质供热炉和常规烤房优质燃煤炉(CK)对烟叶烘烤中的温度曲线拟合度、能耗成本、烤后烟叶质量和经济效益的影响, 以期对生物质供热炉在烟叶烘烤过程中对温度的精准控制提供理论依据和技术参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 烟叶供试 鲜烟叶为当地主栽品种云烟87, 由龙岩市烟草公司连城分公司提供。均取自同一田块、施肥水平一致、中等肥力、生长整齐一致的植株。

1.1.2 仪器与设备 近红外光谱测试仪, 美国赛默飞Antaris ; 内置式智能化单螺旋加坡送料生物质供热炉, 龙岩市三佳冶金炉料有限公司生产; 外置式手动双螺旋送料生物质供热炉, 龙岩市聚光新能源科技有限公司生产。

1.2 方法

1.2.1 试验设计

试验于2017年5月19日至6月25日在福建省龙岩市连城县罗坊乡上罗村烤房群进行, 所用密集烤房设施设备符合《密集烤房技术规范(试行)修订版》的要求。试验共设3个处理: 处理1(A1), 内置式智能化单螺旋加坡送料生物质供热炉; 处理2(A2), 外置式手动双螺旋送料生物质供热炉; 处理3(CK), 常规烤房优质燃煤炉(对照)。

各处理烘烤烟叶叶位相同, 鲜烟素质一致, 装烟数量相同, 3次重复。烘烤结束后, 对烤后烟叶进行质量及经济效益分析。

1.2.2项目测定

1)耗能与耗时。对不同置式供热炉在每烤(各烤次)烟叶烘烤过程中的平均能耗与操作耗时进行测定。试验用煤炭价格为0.75元/kg, 农业用电价格为0.72元/度, 生物质颗粒燃料价格为0.9元/kg, 烘烤用工价格为120元/d。采用电子称测定烟叶和燃料的重量、采用数显温湿度计测定装烟室的温度和湿度(温湿度计感温探头悬挂位置在装烟室中间层, 距离隔热墙4m)、采用数显计时器测定操作耗时。

2)化学成分。烟碱、总氮、总糖、还原糖、总氯和总钾等内在化学成分采用近红外光谱测试仪测定。

1.3烘烤工艺的吻合度

选择第3~5烤次烟叶进行烘烤试验, 烘烤工艺均采用《龙岩市三长两短保湿烘烤工艺》执行, 整个烘烤过程中每4h记录1次烤房的温度、湿度、烟叶变化、操作情况和烟窗尾气温度等考察烘烤工艺的吻合度, 烘烤工艺中的目标温度与实际温度均为干球温度。

1.5经济效益

选择对不同置式生物质供热炉的第3烤烟叶, 根据烤后烟叶的外观颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分、色度等质量指标, 由分级技师参照GB 2635-1992《烤烟》评定烤烟等级后对其进行计算。

1.6数据处理

采用Excel2007处理数据, SPSS16.0进行统计与分析。

2结果与分析

2.1烘烤工艺的吻合度

从图1看出, 常规燃煤烤房在不同烤次烘烤过程中实际温度与目标温度均存在偏离现象。其中, 第3烤的变黄期/干筋期存在实际烘烤温度偏低运行情况, 第4烤的定色期/干筋期和第5烤的干筋期实际烘烤温度运行不稳。内置式供热炉在不同烤次烘烤过程中实际烘烤温度与目标温度吻合度均较高。外置式供热炉在第3烤和第5烤的干筋期实际烘烤温度与目标温度均存在偏离现象, 在第4烤的定色期拟合程度较高。总体上看, 外置式生物质供热炉和内置式生物质供热炉在烘烤过程中的实际烘烤温度与目标温度的吻合程度均明显优于常规烤房优质燃煤炉(CK)。

从表1可知, 在不同置式生物质供热炉烘烤过程中, 内置式生物质供热炉每烤消耗的燃料量显著低于外置式生物质供热炉和CK, 而外置式生物质供热炉与CK间无显著差异; 每烤消耗电量以外置式生物质供热炉最高, 内置式生物质供热炉次之, CK最低, 三者间均存在显著性差异。不同处理间每烤鲜/干烟重量无显著性差异, 干鲜比较为一致。干烟能耗成本以外置式生物质供热炉最高, 内置式生物质供热炉次之, CK最低。其中, 外置式生物质供热炉每1kg干烟能耗成本较CK增加21.82%, 内置式生物质供热炉较CK增加12.12%。

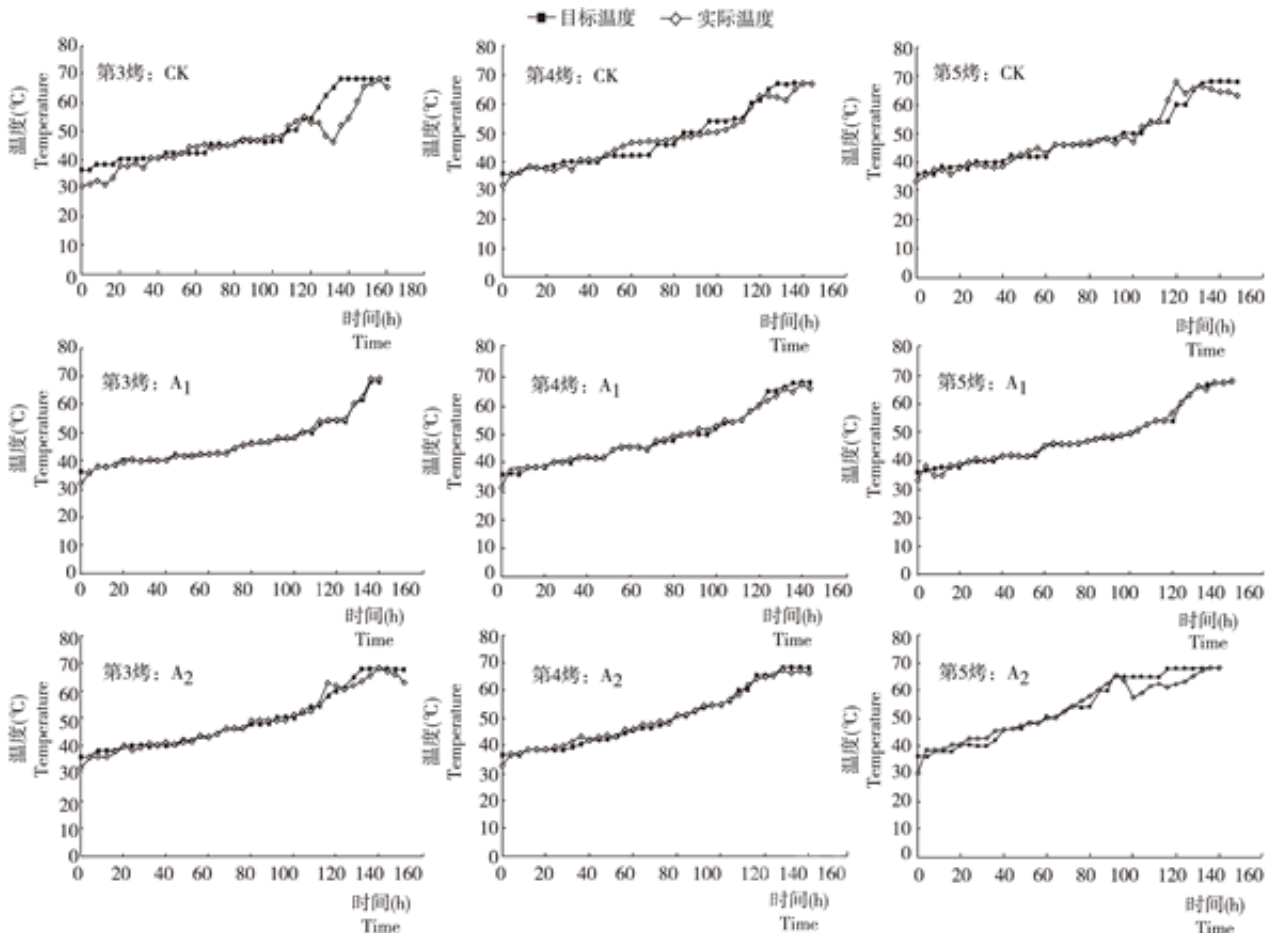


图 1 不同置式生物质供热炉烘烤工艺的吻合度曲线

Fig. 1 Matching curve of curing process of different biomass heating furnaces

表 1 不同置式生物质供热炉烘烤的每烤能耗

Table 1 Energy consumption of different biomass heating furnaces in tobacco curing process

处理	燃料(kg)	耗电(kW/h)	鲜烟重(kg)	干烟重(kg)	鲜干比	成本(元)	干烟能耗
Treatment	Fuel	Power consumption	Weight of fresh tobacco leaves	Weight of dry tobacco leaves	Fresh/dry tobacco leaves ratio	Cost	Energy consumption cost for drying tobacco leaves
A ₁	921.00 a	241.20 b	3 219.58 a	542.83 a	5.95 a	1 002.56 b	1.85 b
A ₂	989.33 b	264.27 c	3 218.86 a	537.88 a	6.00 a	1 080.67 c	2.01 c
CK	1 010.00 b	198.27 a	3 262.61 a	546.63 a	5.99 a	900.25 a	1.65 a

注：同列不同的小写字母表示差异显著($P < 0.05$)，下同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significance of difference at $P < 0.05$ level. The same below.

2.2每烤次耗时

从表2可知，不同置式生物质供热炉烘烤烟叶所耗时长均显著低于常规烤房优质燃煤炉(CK)。其中，操作耗时，内置式生物质供热炉和外置式生物质供热炉较CK分别降低74.98%和56.92%；设备维护耗时，内置式生物质供热炉显著优于外置式生物质供热炉和CK；加料耗时，内置式生物质供热炉和外置式生物质供热炉均显著低于CK，分别降低71.97%和66.95%；清渣耗时，内置式生物质供热炉和外置式生物质供热炉也显著优于CK，分别降低36.67%和24.67%。综合来看，在每烤耗时方面，内置式生物质供热炉烘烤烟叶的耗时最短，其次是外置式生物质供热炉，CK耗时最长，且各处理间差异性显著($P < 0.05$)。

表 2 不同置式生物质供热炉每烤次的耗时

Table 2 Time consumption of different biomass heating furnaces in tobacco curing process

h

处理 Treatment	操作 Operation	设备维护 Maintenance of equipment	加料 Charging	清渣 Slag removal	合计 Total
A ₁	3.92 a	0.75 a	0.67 a	0.95 a	6.28 a
A ₂	6.75 b	3.00 c	0.79 a	1.17 a	11.71 b
CK	15.67 c	1.17 b	2.39 b	1.50 b	20.73 c

2.3经济效益

从表3看出，单叶重，内置式生物质供热炉烘烤烟叶的单叶重最高，为9.04g；其次是外置式生物质供热炉，为8.92g；常规烤房优质燃煤炉(CK)最低，为8.88g；内置式生物质供热炉与CK间差异显著(P<0.05)。上等烟比例，内置式生物质供热炉最高，外置式生物质供热炉次之，CK最低，三者间差异显著(P<0.05)。均价，内置式生物质供热炉和外置式生物质供热炉均高于CK，每1kg烟叶分别较CK高5.14%和1.95%。

表 3 不同置式生物质供热炉第 3 烤烟叶的经济效益

Table 3 Economic benefit of tobacco leaves cured by different biomass heating furnaces during third curing process

处理 Treatment	单叶重(g) Single leaf weight	上等烟比例(%) Proportion of first-class tobacco	中等烟比例(%) Proportion of middle-class tobacco	下等烟比例(%) Proportion of inferior-class tobacco	均价/(元/kg) Average price
A ₁	9.04 b	91.34 c	8.66 a	0.00 a	29.64 b
A ₂	8.92 ab	87.54 b	11.47 b	1.00 b	28.74 ab
CK	8.88 a	84.54 a	13.96 c	1.50 c	28.19 a

2.4烟叶内在化学成分的含量

从表4可知，内置式生物质供热炉烘烤的上部叶和中部叶烟碱含量均低于常规烤房优质燃煤炉(CK)，中部叶烟碱含量与CK差异显著，但上部叶和中部叶烟碱含量均在优质烟标准范围内。内置式生物质燃料炉能够显著提高中部叶的总糖含量。3个处理的总氮、氯和钾含量均在适宜范围，以内置式生物质燃料炉效果较好。

表 4 不同置式生物质供热炉烘烤烟叶的内在化学成分

Table 4 Internal chemical components of tobacco leaves cured by different biomass heating furnaces

%

等级 Grade	处理 Treatment	烟碱 Nicotine	总糖 Total sugar	总氮 Total nitrogen	氯 Chlorine	钾 Potassium
上部叶 B2F	A ₁	3.16 a	32.28 a	1.95 a	0.37 b	2.72 b
	A ₂	3.60 b	33.16 a	1.96 a	0.37 b	2.61 ab
	CK	3.75 b	32.43 a	1.98 a	0.33 a	2.36 a
中部叶 C3F	A ₁	2.47 a	36.89 b	1.78 a	0.26 a	2.33 a
	A ₂	3.30 b	34.74 a	1.96 b	0.32 b	2.55 b
	CK	4.01 c	33.19 a	1.96 b	0.28 ab	2.38 a

3结论与讨论

随着科学技术的发展及环保意识的提升，生物质颗粒燃料作为清洁能源，已经逐步走入人们的生产和生活中。大量研究表明，使用生物质颗粒燃料能够

有效改善烤后烟叶的质量，提高烟叶可用性^[17-21]

。研究结果表明，内置式生物质供热炉更加符合目标工艺温度，在烟叶烘烤过程中的变黄期和干筋期其效果尤为明显，避免了常规烤房优质燃煤炉变黄期因温度波动导致的烤青烟、变黄不充分或硬变黄的现象，定色期温度波动导致挂灰现象，以及干筋期温度过高或过低导致的烤红烟或

烟筋烟现象^[22-25]

。由于生物质供热炉比常规烤房优质燃煤炉用电量高以及生物质作为新兴燃料，尚未实现规模化生产造成价格偏高等

原因，目前生物质供热炉在烟叶烘烤过程中能耗较常规烤房优质燃煤炉高。然而，生物质供热炉在烘烤耗时上充分体现其自身优势，内置式生物质供热炉和外置式生物质供热炉较常规烤房优质燃煤炉分别降低69.71%和43.51%，大大缩短了操作耗时。同时，更重要的是降低了燃料添加的频度，彻底解决了烘烤过程中频繁加煤的工序，使烟农在烘烤过程中节省了大量时间从事其他农事操作。此外，采用生物质燃料炉还可提高烟叶的品质和经济效益。

综合来看，使用生物质供热炉能够确保烘烤工艺的温度要求，显著缩短烘烤操作时长，提升烤后烟叶质量与内在化学成分的协调性，有效提高烤后烟叶经济效益，以内置式智能化单螺旋加坡送料生物质供热炉烘烤效果最好。

致谢：感谢福建农林大学布素红老师在数据统计分析过程中的指导！

[参 考 文 献]

- [1] 甄焕菊,程占省,郑宪滨,等.烟草种植工、烟叶调制工、烟叶分级工基础知识[M].北京:北京出版社,2013.
- [2] 王卫峰,陈江华,宋朝鹏,等.密集烤房的研究进展[J].中国烟草科学,2005,26(3):12-14.
- [3] 罗 勇,谢已书,艾复清.密集烤房不同装烟方式对经济效益的影响[J].贵州农业科学,2011,39(11):52-54.
- [4] 王文超,谭方利,段史江,等.不同烟夹装烟方式对密集烤房烘烤效果的影响[J],河南农业大学学报,2012,46(6):609-613.
- [5] 李秋英,杨隆飞,王 鹏,等.不同装烟方式对烤烟能耗及综合性状的影响[J].安徽农业科学,2013,41(15):6867-6871,6891.
- [6] 王先伟,王喜功,王暖春,等.烤烟箱式堆积烘烤工艺的探究[J].中国农学通报,2012,28(27):308-312.
- [7] 李明海,李智勇.烤烟散叶堆积式烘烤技术的研究与应用[C].贵阳:贵州省科学技术学会,2004.
- [8] 浦秀平,徐世峰,任 杰,等.不同装烟方式对密集烘烤效率及烟叶质量的影响[J].中国烟草科学,2013,34(4):98-102.
- [9] 徐秀红,孙福山,王 永,等.我国密集烤房研究应用现状及发展方向探讨[J].中国烟草科学,2008,29(4):54-56.
- [10] 杨 飞,张 霞,刘 芮,等.生物质颗粒燃料燃烧机的烟草烘烤试验研究[J].云南农业大学学报,2017,32(5):912-919.

- [11] 林 伟,王 鹏,陈贤龙,等. 智能生物颗粒燃料燃烧机在烟叶烘烤中的应用效果研究[J]. 中国农学通报, 2016, 32(25):170-174.
- [12] 王建安,刘国顺. 生物质燃烧锅炉热水集中供热烤烟设备的研制及效果分析[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(6):32-37.
- [13] 张聪辉,赵 宇,苏家恩,等. 清洁能源部分替代煤炭在密集烤房中应用技术研究[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(4):304-305,314.
- [14] 王文超,贺 帆,徐成龙,等. 烟叶烘烤节能技术研究进展[J]. 南方农业学报, 2011, 42(10):1267-1270.
- [15] 郭仕平,谢良文,曾淑华,等. 烤烟秸秆压块代煤在烟叶烘烤中的应用效果研究[J]. 现代农业科技, 2015 (6):178-185.
- [16] 陈顺辉,王胜雷,许锡祥,等. 烤烟烘烤智能化自动控制系统的设计与应用研究[J]. 中国烟草学报, 2003, 9(4):35-39.
- [17] 谭方利,樊士军,董艳辉,等. 生物质压块燃料及煤炭燃料在烟叶烘烤中的应用效果对比研究[J]. 现代农业科技, 2014 (10):201-209.
- [18] 李 平,蔡 鸣,陈正明,等. 生物质固体成型燃料技术研究进展及应用效益分析[J]. 安徽农业科学, 2012 (14):8284-8286.
- [19] 孙建锋,杨荣生,吴中华,等. 生物质型煤及其在烟叶烘烤中的应用[J]. 中国烟草科学, 2010(3):63-66.
- [20] 贺智谋. 空气能热泵与传统密集烤房烟叶烘烤成本及质量对比研究[J]. 安徽农业学报, 2013, 41(24): 1033-1044.
- [21] 宋朝鹏,李常军,杨 超,等. 生物质能在烟叶烘烤中的应用前景[J]. 河北农业科学, 2008(12):58-60.
- [22] 罗昭标,陈 欢,占资抚,等. 烟叶烘烤工作中含青烟叶产生的原因及解决措施[J]. 现代农业科技, 2013 (22):184-186.
- [23] 苏家恩,魏 硕,徐发华,等. 不同烤烟品种变黄期变黄与失水协调程度的分析[J]. 湖北农业科学, 2016 (19):5148-5150.
- [24] 赖荣洪,许 威,肖先仪,等. 当前密集烤房烘烤实际中存在的主要问题及对策[J]. 中国农业文摘, 2016 (6):26-30.
- [25] 肖振杰,周艳宾,徐增汉,等. 烤坏烟与正常烟叶的主要化学成分含量差异分析[J]. 烟草工业科技, 2014 (1):67-73.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/145929.html>