

不同替代能源密集烤房烟叶烘烤效能对比研究

郭大仰, 刘尚钱*, 肖志新, 刘芮, 彭坚强, 胡志明, 曹娜, 李丽 (云南省烟草公司保山市公司, 云南保山 678000)

摘要 [目的]探索烟叶烘烤燃煤的替代能源。[方法]对生物质压块、生物质颗粒和醇基3类燃料与常规燃料(褐煤)的烟叶烘烤效能进行对比研究。[结果]3种替代能源在燃烧烟气中主要污染物的排放明显低于常规燃料,烘烤过程中升温速度、稳温性能明显提高(除生物质压块外),整个烘烤工艺时间可缩短6~14 h,对初烤烟叶外观质量无明显影响;醇基燃料成本较高,烘烤综合成本约是褐煤成本的2.4倍,经济效益较差。[结论]生物质颗粒燃料可作为常规燃料(褐煤)的替代能源应用于烟叶实际烘烤工艺中。

关键词 烟叶;生物质压块;生物质颗粒;醇基;褐煤;烘烤效能

中图分类号 S509.2;TS44 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)33-0099-04

Effectiveness Comparative Study of Tobacco Curing on Different Alternative Energy Intensive Barn

GUO Da-yang, LIU Shang-qian*, XIAO Zhi-xin et al (Baoshan Branch of Yunnan Tobacco Company, Baoshan, Yunnan 678000)

Abstract [Objective] The aim was to explore alternative energy of coal for baking. [Method] The baking efficiency of biomass briquetting, biomass particles, alcohol and conventional fuel(lignite) was comparatively studied. [Result] The results showed that alternative energy during combustion flue gas emissions of major pollutants were significantly lower than conventional fuel, heating speed, stable temperature performance was improved significantly (except for biomass briquetting), baking process could be shorten 6-14 hours, no significant effect on the appearance quality of cured tobacco leaves, alcohol baking overall costs were increased by approximately 2.4-fold compared with lignite. [Conclusion] Biomass particles can be used as alternative energy of conventional fuel(lignite).

Key words Tobacco leaf; Biomass briquetting; Biomass particles; Alcohol; Lignite; Baking efficiency

近年来,密集烤房在国内迅速推广,采用密集烤房比普通烤房1 kg干烟烘烤耗煤量降低0.88 kg,综合收益提高3.6元,节本增效明显^[1]。同时,密集烤房具有装烟密度大、烤房容量大、烘烤工艺趋于自动化等特点^[2],在实际推广应用过程中取得了较高的经济效益和社会效益。但是,密集烤房的燃料主要还是依赖于燃煤,燃煤的使用在实际烘烤中带来较为严重的环境污染问题。据测算,一个20座规模的烤房群,整个烘烤季节排放烟尘4~5 t,CO₂ 160~220 t^[3],产生的SO₂ 3.4~5.6 t,NO_x 1.6~2.8 t^[4]。随着人们对社会环境保护意识的不断增强,环境问题备受社会关注,烟叶烘烤作为耗能较大的环节,亟需研究开发燃煤的替代能源。目前,科技人员正致力于研究清洁能源的烘烤技术,如采用太阳能^[5]、高温热泵^[6]、醇基^[7]、生物质等新型能源应用于烟叶烘烤,在解决烘烤过程中主要污染物的排放方面效果显著,但对不同能源对烤房的性能及烤后烟叶质量的综合比较研究较少。笔者主要针对保山市烟叶烘烤中主要的替代能源醇基、生物质压块和生物质颗粒3种燃料与常规燃料(褐煤)进行综合对比研究,以筛选出既环保又能满足当前烟叶烘烤需求的新型能源。

1 材料与与方法

1.1 材料 燃料:生物质压块,生物质颗粒,醇基,褐煤;烤烟品种:K326,烘烤烟叶为适熟烟叶;烤房:卧式4台密集型烤房,根据生物质颗粒和醇基燃料燃烧特性对其燃烧系统进行改造,增加特制燃烧机。

1.2 方法 试验于2015年7—10月在保山市隆阳区汉庄烘烤工场中进行,除4种燃料提供不同外,其他烘烤操作统一

采取专业化烘烤服务管理。

1.2.1 试验处理。处理①:生物质压块燃烧系统+卧式4台密集烤房,燃料为生物质压块。处理②:生物质颗粒燃烧系统+卧式4台密集烤房,燃料为生物质颗粒。处理③:醇基燃烧系统+卧式4台密集烤房,燃料为醇基。处理④:褐煤燃烧系统+卧式4台密集烤房,燃料为褐煤。

1.2.2 空载升温测试比较。监测不同能源烤房空载条件下升温情况,以升温至60℃为停火温度节点,每个处理重复3次,记录烤房内升温至38、42、48、52和60℃5个温度节点时耗时,比较不同替代能源升温效能。

1.2.3 负载烘烤效能比较。烟叶统一采取烟夹夹烟定量烘烤,统计烘烤过程中38、42、48、52℃4个关键稳温点干球温度的变化情况;烟叶入炉时标记10夹放在中台中间位置,用于对烤后烟叶等级结构及外观质量的评价;对烘烤过程中燃料成本、用工成本、烘烤管理成本进行统计,综合评价不同替代能源烤房综合烘烤效能。

1.2.4 排放主要污染物比较。委托具有污染物检测资质的第三方检测机构,测定不同替代能源燃烧烟气中主要污染物CO₂、CO、SO₂、NO_x的排放情况,比较不同燃料在减排方面的效能。

1.3 数据处理 采用Excel和DPS软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同替代能源对空载条件下烤房升温情况的影响 按照烟叶烘烤过程中的干湿球温度的监测方法进行温度检测点的布控,以烤房主控仪显示的温度为准,记录烤房内温度达到既定温度的时间,不同替代能源烤房内升温情况统计数据见表1。

从表1可以看出,烤房空载升温至60℃时生物质颗粒燃料耗时27 min,平均升温速度为1.19℃/min,显著高于其

基金项目 云南省烟草公司科技计划项目(2014YN32)。

作者简介 郭大仰(1969-),男,云南腾冲人,农艺师,从事烤烟生产管理研究。*通讯作者,农艺师,从事烟叶烘烤调制研究。

收稿日期 2016-10-08

表1 不同替代能源烤房升温情况比较

Table 1 Comparison of different alternative energy barn warming situation

处理 Treatment	起始温度 Starting temperature ℃	升温时间 Heating up time//min					平均升温速度 Average heating rate//℃/min
		38 ℃	42 ℃	48 ℃	52 ℃	60 ℃	
①	27.3	45	68	105	120	185	0.15 c
②	22.8	14	16	19	21	27	1.19 a
③	22.5	19	31	39	54	80	0.41 b
④	23.3	64	74	95	107	173	0.18 c

注:表中同列不同小写字母表示在0.05水平上差异显著。

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level.

他能源燃料,较生物质压块燃料、醇基燃料、褐煤平均升温速度分别提高约693.3%、190.2%、561.1%,升温效果明显;生物质压块与褐煤平均升温速度差异不显著。从烤房内升至不同温度节点耗时可以看出,在升温至42℃以前,生物质压块燃料、生物质颗粒燃料、醇基燃料、褐煤4种不同燃料平均升温速度分别为0.22、1.20、0.63、0.25℃/min,42℃以后平均升温速度为0.15、1.64、0.37、0.18℃/min,说明生物质颗粒燃烧无滞后性,生物质压块、醇基、褐煤存在燃烧滞后性,

尤其是醇基燃料燃烧滞后性较为突出,一定程度上可导致烘烤中后期能耗增加。

2.2 不同替代能源对烤房烘烤效能的影响

2.2.1 不同替代能源稳温性能的比较。通过对中部叶烘烤过程中38、42、48和52℃4个稳温点进行动态监测统计,比较不同替代能源烤房的稳温性能;同时,监测变黄期、定色期和干筋期烘烤持续时间,比较对烘烤工艺耗时的影响,结果见表2、3。

表2 不同处理目标温度稳温性能

Table 2 Different target temperature stabilization performance

处理 Treatment	目标温度 38 ℃ Target temperature 38 ℃		目标温度 42 ℃ Target temperature 42 ℃		目标温度 48 ℃ Target temperature 48 ℃		目标温度 52 ℃ Target temperature 52 ℃	
	最高值 Maximum	最低值 Minimum	最高值 Maximum	最低值 Minimum	最高值 Maximum	最低值 Minimum	最高值 Maximum	最低值 Minimum
	①	38.3	37.6	42.4	41.7	48.5	47.3	52.4
②	38.1	37.8	42.3	41.8	48.2	47.8	52.7	51.8
③	38.1	37.9	42.1	41.8	48.3	47.6	52.3	51.6
④	38.2	35.9	42.5	41.2	48.7	46.6	53.1	51.3

注:表中“最高值”和“最低值”为烘烤过程中各个稳温点的干球温度实测值。

Note: Maximum and minimum in the table are measured value of dry bulb temperature at different temperature stabilization points.

表3 不同替代能源烘烤耗时统计

Table 3 Different energy consumption of baking time - consuming statistics

处理 Treatment	鲜烟量 Fresh tobacco quantity//kg/炉	变黄时间 Yellowing time h	定色时间 Colour setting time h	干筋时间 Dry reinforcement time//h	总烘烤时间 Total baking time h
①	5 600	52	54	51	157
②	5 600	50	52	47	149
③	5 600	51	53	49	153
④	5 600	56	53	54	163

从表2可以看出,生物质颗粒和醇基燃料在各个稳温点能够将温度控制在 ± 0.5 ℃内,较好地执行烘烤曲线,可避免因温度大幅度偏离烘烤目标温度造成烟叶烘烤损失。生物质压块燃料在38和42℃时较好地实现稳温点控制,但在48和52℃掉温比较突出,偏离目标温度最大值分别为-0.7、-0.9℃;褐煤在42和48℃时能够较好地实现稳温点的控制,但在38和52℃稳温点分别偏离目标温度最大值为-2.4、1.1℃,说明褐煤在这2个稳温点温度波动较大,这可能与燃煤的燃烧特性有关。

从表3可以看出,替代能源烤房烘烤过程中变黄时间较褐煤(常规燃料)缩短4~6h,干筋时间缩短3~7h,定色时间差距不明显。整个烘烤工艺,采用生物质压块、生物质颗

粒、醇基燃料耗时较褐煤分别降低3.7%、8.6%、6.1%。

2.2.2 不同替代能源烘烤成本比较。烟叶烘烤由烟农合作社专业化服务队进行统一管理,统计烘烤过程中用工成本和能耗成本,见表4。

从表4可以看出,采用替代能源在烟叶烘烤过程中用工成本比褐煤(常规燃料)平均降低70%,由于替代能源烤房的燃烧系统进行了自动加料装置,耗电量增加,增幅在38.9%~79.8%。综合能耗和用工成本,生物质压块、生物质颗粒较褐煤分别提高了25%、13%;虽然醇基燃料在能耗量和用工数方面都明显低于其他燃料,但由于醇基燃料单价相对较高,其综合成本约是褐煤的2.4倍,约是生物质类燃料的1.9倍,烘烤综合成本较高。

表 4 不同替代能源烘烤能耗及用工成本

Table 4 Different alternative energy baking energy consumption and labor costs

处理 Treatment	鲜烟量 Fresh tobacco quantity//kg/炉	耗能量 Energy consumption t/炉	燃料单价 Fuel price 元/t	加料次数 Adding material times//次/炉	用工 Labor use 个/炉	耗电量 Power consumption kW·h/炉	综合成本 Comprehensive cost 元/炉
①	5 600	2.10	800	11	0.81	275	1 877.9
②	5 600	1.86	800	12	0.82	286	1 691.6
③	5 600	0.88	3 800	6	0.74	356	3 569.3
④	5 600	2.31	500	33	2.94	198	1 503.2

注:用工主要指烘烤管理用工,工价 100 元/个,电价 0.425 元/(kW·h)。

Note:Labor is mainly refers to the baking management, labor price is 100 yuan/ind., electricity price is 0.425 yuan/(kW·h).

2.2.3 不同替代能源烤后烟叶质量比较。标记的初烤烟叶由专业化分级队员进行分级,按照专分散收流程统一交售,以农户交售报表为统计单位,进行经济性状比较;同时,由专

业技术人员对初烤后的 X₂F、C₃F、B₂F 3 个等级烟叶的外观质量进行比较,结果见表 5、6。

从表 5 可以看出,采用生物质压块和褐煤燃料初烤烟

表 5 不同替代能源对烤后烟叶经济性状的影响

Table 5 Effects of different alternative energy tobacco leaves on economic traits

处理 Treatment	鲜烟量 Fresh tobacco quantity//kg/炉	干烟量 Dry tobacco quantity//kg/炉	鲜干比 Ratio of fresh and dry tobacco	上等烟比例 Proportion of upper grade tobacco//%	中等烟比例 Proportion of middle grade tobacco //%	下等烟比例 Proportion of low grade tobacco//%	级外烟比例 Proportion of external tobacco %	均价 Mean price 元/kg
①	5 600	586	9.56	57.2	29.9	5.1	7.8	28.42
②	5 600	676	8.29	62.7	26.4	4.6	6.3	30.26
③	5 600	687	8.15	59.6	30.2	4.8	5.4	31.01
④	5 600	577	9.70	56.4	28.3	4.7	10.6	28.56

表 6 不同替代能源对初烤烟叶外观质量的影响

Table 6 Effects of different alternative energy tobacco leaves on appearance quality

等级 Grade	处理 Treatment	成熟度 Mature degree	叶片结构 Leaf structure	身份 Identity	油分 Oil	色度 Chroma	颜色 Color
X ₂ F	①	成熟	疏松	稍薄	稍有	中	橘黄
	②	成熟	疏松	稍薄	稍有	中	橘黄
	③	成熟	疏松	稍薄	稍有	中	柠檬黄
	④	成熟	疏松	稍薄	稍有	中	橘黄
C ₃ F	①	成熟	疏松	中等	有	中	橘黄
	②	成熟	疏松	中等	有	中	橘黄
	③	成熟	疏松	中等	有	中	橘黄
	④	成熟	疏松	中等	有	中	橘黄
B ₂ F	①	成熟	尚疏松	稍厚	有	强	橘黄
	②	成熟	尚疏松	稍厚	有	强	橘黄
	③	成熟	尚疏松	稍厚	有	强	橘黄
	④	成熟	尚疏松	稍厚	有	强	橘黄

叶级外烟叶比例较高,分别占 7.8%、10.6%。生物质压块、生物质颗粒、醇基作为替代能源的中上等烟比例分别较褐煤提高 2.8%、5.5%、6.0%,交售均价除生物质压块略低于褐煤外,生物质颗粒、醇基分别较褐煤提高 6.0%、8.6%。

从表 6 可以看出,不同替代能源对初烤烟叶外观质量除

醇基燃料 X₂F 颜色为柠檬黄外,其他等级的外观质量基本相同,说明不同替代能源对初烤烟叶的外观质量影响不大。

2.3 不同替代能源对排放主要污染的影响 在烤烟工艺进行过程中实时监测烟囱中的烟气参数,根据多次实测的情况,平均得出烟气的具体成分,见表 7。

表 7 不同能源烘烤过程中主要气体污染物排放情况

Table 7 Emissions of major gaseous pollutants during different energy baking processes

处理 Treatment	烟气温度 Flue-gas temperature//°C	CO ₂ %	CO mg/L	NO _x mg/L	SO ₂ mg/L	总污染物 Total pollutants mg/L
①	64.28	11.20	362.40	274.30	5.10	641.80
②	63.42	11.30	356.80	278.50	5.00	640.30
③	186.31	11.20	757.90	4.30	4.10	766.30
④	63.32	10.90	3 237.50	84.50	99.70	3 421.70

从表7可以看出,醇基燃料燃烧系统输出的烟气温度为186.31℃,比褐煤燃料提高约2倍,生物质类燃料燃烧系统输出的烟气温度与褐煤燃料相当。从CO₂排放情况可知,替代能源燃烧烟气中CO₂含量比褐煤提高0.3~0.4百分点,说明更有利于替代能源的充分燃烧;从其他主要污染物排放情况可以看出,替代能源CO和SO₂的排放明显低于褐煤,由于生物质类燃料主要成分为木质素和纤维素等,因此NO_x排放明显高于褐煤燃料。不同替代能源燃烧烟气中总污染物排放(除CO₂外)与褐煤燃烧相比,生物质压块减少2 779.90 mg/L,生物质颗粒减少2 781.40 mg/L,醇基减少2 655.40 mg/L,减排效果明显。

3 结论与讨论

通过对生物质压块、生物质颗粒、醇基3种替代能源与保山烟区烘烤常规燃料褐煤的烟叶烘烤效能的对比研究可知,替代能源燃料可以有效缩短烤房升温时间,有利于减少整个烘烤工艺时间,尤其是生物质燃料升温迅速,效果明显,对其烘烤工艺的优化有待进一步研究。同时,替代能源燃烧系统的改进可实现燃料的自动添加,在减工方面优势明显,还可实现燃料的精准投放,有利于烟叶烘烤过程中稳温点的控制,但由于替代能源的燃料成本较高,降本效果不明显,尤其是醇基燃料烘烤成本约为褐煤的2.4倍,不利于该技术的

推广应用。生物质压块由于燃料体积较大,减少了有效燃烧面积,在烘烤升温阶段不利于温度的升高,对稳温点的控制也存在一定的制约。

此外,替代能源燃烧过程中烟气中主要污染物明显低于常规能源(褐煤),在环境保护方面具有明显的社会效益和经济效益,符合现代烟叶生产的发展趋势。替代能源对初烤烟叶的外观质量影响不大,对烟叶经济效益有一定的提升作用。

综合分析,生物质颗粒燃料作为燃煤的替代能源具有一定的优势,既能满足烘烤需求,又能实现清洁烘烤,在实际烘烤过程中具有较高的推广应用价值。

参考文献

- [1] 王清,韦宜,艾复清. 不同类型烤房烘烤效应研究[J]. 山地农业生物学报,2010,29(4):308-311.
- [2] 汤若云,段美珍. 电热式密集烤房与燃煤式密集烤房比较试验初探[J]. 湖南农业科学,2012(21):96-99.
- [3] 宫长荣,陈江华,吴洪田,等. 密集烤房[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [4] 王刚,何兵,谷仁杰,等. 贵州烤烟太阳能热泵密集烤房烘烤效果研究[J]. 耕作与栽培,2010(1):10-12.
- [5] 孙培和,王先伟,王法懿,等. 高温热泵烟叶烤房的研究与应用[J]. 现代农业科技,2010(1):252-253,256.
- [6] 詹吉平,杜超凡,卢雨,等. 醇基燃料密集烘烤应用效果初探[J]. 农业科学与技术,2015(10):2334-2336.
- [7] 王文杰,李峥,岳秀江,等. 生物质压块及燃烧炉在烟叶烘烤中的应用效果研究[J]. 现代农业科技,2013(11):11.
- [8] 熊锋龙,姚俊杰,蒋左玉,等. 贵州人工养殖子二代大鲵骨骼、肌肉中10种元素的测定[J]. 食品工业科技,2014,35(18):71-73,79.
- [9] 杨星,刘文枝,肖汉兵,等. 嗜水气单胞菌灭活疫苗免疫后大鲵外周血免疫指标的变化[J]. 中国水产科学,2014,21(3):621-628.
- [10] 于喆,江辉,钟蕾,等. 大鲵细菌性感染综合征的病原分离与药敏试验分析[J]. 湖南师范大学自然科学学报,2012,35(6):74-79.
- [11] 高正勇,曾令兵,孟彦,等. 患病大鲵中弗氏柠檬酸杆菌的分离与鉴定[J]. 微生物学报,2012,52(2):169-176.
- [12] 贺路,刘鉴毅. 大鲵的病害及其防治[J]. 水利渔业,1999,19(1):31-32.
- [13] 耿毅,汪开毓,李成伟,等. 蛙病毒感染致养殖大鲵大规模死亡的电镜观察及PCR检测[J]. 中国兽医科学,2010,40(8):817-821.
- [14] 王春玲,夏焱,张士娇,等. 家蝇蝇甘露糖结合凝集素的结构及免疫调节作用[J]. 生物工程学报,2013,29(5):601-611.
- [15] 陈政良. C型凝集素的免疫功能[J]. 细胞与分子免疫学杂志,1997,13(S2):34-37.
- [16] 郑珍,薛壮,逢越,等. Galectins/intelectins 凝集素家族——固有免疫中重要的模式识别分子[J]. 免疫学杂志,2014,30(1):75-78.
- [17] 陈政良. 补体激活第三途径——凝集素途径[J]. 国外医学(分子生物学分册),1999,21(5):295-298.
- [18] 田群. 甘露聚糖结合凝集素与疾病相关性研究进展[J]. 现代农业科技,2012(24):272,276.
- [19] QU M, TONG C Q, KONG L, et al. Purification of a secreted lectin from *Andrias davidianus* skin and its antibacterial activity[J]. Comparative biochemistry and physiology part C: Toxicology & Pharmacology, 2015, 167: 140-146.
- [20] 林清华. 免疫学实验[M]. 武汉:武汉大学出版社,1999:254-260.
- [21] 周旋,肖向红,张晶钰,等. 虹彩病毒胁迫下东北林蛙NF-κB和I-κB的差异表达[J]. 东北林业大学学报,2013,41(10):108-111.

(上接第76页)

生物入侵的第1阶段即“自己”和“非己”识别阶段发挥重要作用。因此从大鲵自身免疫系统着手,对其中具有的免疫活性物质进行研究,开发基于酶联免疫反应的大鲵凝集素检测试剂盒,对于研究大鲵凝集素在其体内不同组织中的分布特征及表达水平与大鲵健康状况之间的关系,将具有一定的实际意义。该试验使用从大鲵体表黏液中分离纯化的大鲵凝集素(ADL)作为完全抗原,免疫新西兰白兔,成功制备出高效价的多克隆抗体,确定了抗原抗体的最佳稀释倍数,建立了检测ADL含量的间接ELISA标准曲线,并对该方法的重复性及添加回收率作出评价,证实该方法的可行性,最后通过建立的ELISA检测方法对大鲵样本进行检测,确定其在生物体内不同部位的分布。在今后的研究中,人们可结合单克隆抗体制备及免疫组化技术,扩大检测样本的选取范围,如血液样本及更容易采集到的体表黏液等,确定健康大鲵中ADL的分布范围,对低于正常值下限的大鲵及时采用合理的治疗手段,降低大鲵的非正常原因死亡数量,减少养殖企业的经济损失。

参考文献

- [1] 李莉,王锡昌,刘源. 中国养殖大鲵的食用、药用价值及其开发利用研究进展[J]. 食品工业科技,2012,33(9):454-458.