

生物质能源替代煤炭烘烤烟叶的试验初报

杜传印¹，王玉华¹，夏磊¹，孟凡武¹，王德权¹，高政绪¹，姜振玲²，王先伟¹

(1.山东潍坊烟草有限公司，山东潍坊261205.2.潍坊市坊子区农业局，山东潍坊261200)

摘要：为探讨生物质能源替代煤炭烘烤烟叶的效果，进行对比试验。结果表明，生物质颗粒烘烤较传统燃煤烘烤每炉用工成本降低34.5元、烘制1kg干叶能耗成本增加0.24元、制得干叶的均价提高1.1元·kg⁻¹。烟气检测表明，生物质烤房的颗粒物、SO₂、氮氧化物排放量较燃煤烤房减少75%以上。生物质颗粒烘烤烟叶降本增效和环保效果明显，具有较好的推广应用前景。

煤炭资源仍是目前烟叶烘烤的主要燃料，每千克干烟叶耗煤量一般为1.5-2.0kg，利用效率只有30%左右[1]，且燃烧释放的大量有害物质会对环境造成严重污染。研究表明，使用煤炭进行烟叶烘烤，每千克烟叶生产过程中会产生9.4g NO_x、13.2g SO₂和302g CO₂[2]。随着煤炭等不可再生能源的短缺和环境污染等问题的加剧，积极寻求开发可以替代煤炭进行烟叶烘烤的新型高效能源，已成为烤烟生产中亟待解决的问题[3]。

生物质颗粒燃料是以作物秸秆、树枝、锯木、玉米芯、花生壳等材料经过加工压制而成的颗粒状环保新能源[4-6]。相较于传统能源，生物质能源更加清洁卫生，投料操作更加方便，降低了人工劳动强度，更符合减工降本和环保的实际需要，应用前景广阔[7-10]。

本研究对生物质颗粒和煤炭两种烘烤能源进行对比，探讨生物质颗粒用于烟叶烘烤的可行性，以期降低烟叶烘烤对煤炭的依赖度，推进烟区清洁环保生产。

1 材料与方法

1.1 材料

生物质颗粒，潍坊当地生产的杂木颗粒；生物质颗粒炉，深圳广和能源发展有限公司；鲜烟叶，品种NC55。

1.2 试验设计

在潍坊市诸城琅埠烘烤工厂进行试验。试验设置2个处理：T1，自动加料式生物质颗粒密集烤房（以下简称生物质烤房，共5座）；T2，自动加煤密集烤房（以下简称自动上煤烤房），作为对照。装烟全部采用挂竿方式，栽培和田间管理均按当地生产技术指导方案进行。

2 结果与分析

2.1 烘烤能耗比较

由表1可知：生物质烤房每烤1kg干烟平均耗电0.70kW·h，生物质颗粒消耗量为1.66kg，能耗成本为1.93元；自动上煤烤房每烤1kg干烟平均耗电0.64kW·h，煤炭消耗量为1.35kg，能耗成本为1.69元。每烤1kg干烟，生物质烤房的能耗成本较自动上煤烤房高0.24元。

表 1 制得 1 千克干烟的烘烤能耗成本比较

处理	烤烟部位	燃料用量/ kg	耗电量/ (kW·h)	成本/ 元
T1	下部	1.76	0.73	2.04
	中部	1.80	0.73	2.07
	上部	1.42	0.63	1.68
	平均	1.66	0.70	1.93
T2	下部	1.58	0.72	1.95
	中部	1.36	0.62	1.68
	上部	1.15	0.60	1.48
	平均	1.35	0.64	1.69

注：生物质颗粒价格按 810 元·t⁻¹、煤炭价格按 850 元·t⁻¹、电价按 0.84 元·(kW·h)⁻¹计算。

2.2 烘烤用工比较

由于生物质烤房燃料加注料斗较大（100kg），每加一次可以使用较长时间，加之生物质烤房的稳定性和控温精确性均优于自动上煤烤房，因此，用工数量可以大大降低。本试验中，生物质烤房较自动上煤烤房每炉可节约0.23个工，用工成本可节省34.5元。由此可知，生物质烤房操作便捷，省工省时，能有效降低烘烤用工成本。

表 2 烘烤用工成本比较

处理	每轮次用工量/个	每炉用工	工资单价/元	每炉人工费/元
T1	14	0.47	150	70.5
T2	14	0.70	150	105

2.3 烟叶经济指标比较

如表3所示：T1处理的橘黄烟比例较T2高出2.6个百分点，杂色比例较T2低0.9个百分点，上、中等烟比例分别较T2高2.1、0.6个百分点。在均价方面，生物质烤房烤后烟叶为25.3元·kg⁻¹，自动上煤烤房均价为24.2元·kg⁻¹，说明生物质烤房在提高烟叶经济性状方面有明显效果。

2.4 烟叶外观质量比较

从表4可以看出，生物质烤房和自动上煤烤房烤后烟叶在颜色、身份和叶片结构上无显著差异。在色度指标上，生

物质烤房烤后烟叶表现为强至中，而自动上煤烤房烤后烟叶表现为中，说明生物质烤房在提升烟叶色度方面有一定的效果。

表 3 生物质烤房和自动上煤烤房烤后烟叶经济性状

处理	部位	橘黄烟 比例/%	柠檬黄烟 比例/%	杂色 比例/%	上等烟 比例/%	中等烟 比例/%	均价/ (元·kg ⁻¹)
T1	下部	86.4	8.9	4.7	8.2	82.3	20.5
	中部	92.3	6.3	1.4	76.3	22.1	32.7
	上部	87.5	8.4	4.1	55.3	40.2	22.6
	平均	88.7	7.9	3.4	46.6	48.2	25.3
T2	下部	83.3	12.7	4.0	6.5	82.6	20.8
	中部	88.5	7.9	3.6	73.7	20.5	30.6
	上部	86.4	8.2	5.4	53.4	39.7	21.2
	平均	86.1	9.6	4.3	44.5	47.6	24.2

表 4 生物质烤房和自动上煤烤房烤后烟叶外观质量比较 (中部烟叶)

处理	颜色	身份	结构	色度
T1	橘黄	适中	疏松	强至中
T2	橘黄	适中	疏松	中

2.5 烟叶化学成分比较

由表5可以看出，2个处理的下部叶 (X2F) 总糖和还原糖 (合称两糖) 含量均适宜，中 (C3F)、上 (B2F) 部叶的两糖含量略高于适宜值。T1处理不同部位烟叶总烟碱含量均低于T2处理。两种烘烤方式下钾、氯含量无显著差异。T1处理的烟叶蛋白质含量低于自动上煤烤房，尤以中下部烟叶表现明显。2个处理的烟叶钾氯比、糖碱比均在适宜范围，无显著差异。在两糖差方面，2个处理均在适宜范围内，但生物质烤房上、中、下部位的两糖差均低于自动上煤烤房，说明生物质烤房烤后烟叶的两糖含量协调性优于自动上煤烤房。

表5 不同供热方式烤后烟叶化学成分比较

等级	处理	总糖/%	还原糖/%	总烟碱/%	总氮/%	氧化钾/%	氯/%	蛋白质/%	钾氯比	糖碱比	两糖差/%
X ₂ F	T1	22.60	20.52	1.97	1.63	2.26	0.55	8.38	4.11	11.47	2.08
	T2	21.05	18.34	2.03	1.98	2.24	0.56	9.94	4.00	10.37	2.71
C ₂ F	T1	26.59	24.45	2.33	1.77	2.25	0.48	8.56	4.69	11.41	2.14
	T2	24.80	22.08	2.51	1.91	2.16	0.49	9.25	4.41	9.88	2.72
B ₂ F	T1	27.01	24.88	2.73	2.01	1.87	0.45	9.63	4.16	9.89	2.13
	T2	27.31	23.48	2.93	2.1	1.88	0.47	9.94	4.00	9.32	3.83

2.6烟气排放检测指标比较

如表6所示，生物质烤房烟气中的颗粒物、二氧化硫及氮氧化合物的排放量均低于自动上煤烤房。其中，生物质烤房的颗粒物排放量较自动上煤烤房降低75.4%，二氧化硫排放量降低97.2%，氮氧化物排放量降低86.3%。由此可以看出，生物质替代煤炭作为烟叶烘烤燃料，在环保减排方面有着明显的优势。

表6 烤房烟气检测结果 单位： $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$

处理	颗粒物	二氧化硫	氮氧化物
T1	9.4	29.5	92
T2	38.2	1043	669

3小结与讨论

本研究表明，与煤炭烘烤相比，改用生物质燃料烘烤，每炉烟可节省人工成本34.5元。从烤后烟叶经济指标看，生物质烘烤的烟叶上等烟比例比燃煤烘烤提高2.1个百分点，均价提高 $1.1 \text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，较许锡祥等[11]的研究数据偏低，这可能是由于本研究所采用的烘烤工艺与生物质烤房的配合度还较低。受制于生物质颗粒热值及成本等因素影响，生物质烘烤能源成本比燃煤烘烤增加 $0.24 \text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 干烟，但总体来看，按照每炉烘烤干烟400kg计算，采用生物质烘烤方式，每炉可增加收入378.5元。

生物质烤房烤后烟叶的橘黄烟比例、上等烟比例、中等烟比例、叶片色度均优于燃煤烤房，烟叶内在化学成分也得到一定程度的改善。这与王紫微等[12]的研究一致。这主要是因为生物质烤房对温、湿度的控制更为精准，能更好地落实烘烤工艺，避免升温或降温幅度偏大造成的烟叶青筋、挂灰现象的发生，可有效降低烤坏烟的概率。

总体来看，利用生物质作为能源烘烤烟叶较传统燃煤烘烤具有明显的降本增效优势，且对烤后烟叶的外观质量及内在品质也有进一步提升，在降低污染物排放水平、促进农业生态循环良性发展等方面具有积极效果。然而，目前生物质燃烧炉无法与现有的传统烤房土建结构精准匹配，使用之前需要对传统烤房进行改造。同时，生物质燃烧炉设备价格较高，初期投入过大，一定程度上限制了烟农自行安装的积极性。因此，出台相关优惠政策及补助办法对于生物质烤房的推广是非常有必要的。

参考文献：

- [1]杨晔，马建彬，徐增汉，等.密集烤房烟气余热利用及烘烤效果的研究[J]•江西农业学报，2015(3)：62-65.
- [2]兰树斌，张大斌，曹阳.生物质能源炉具替代密集烤房煤炭供热系统研究[J]•现代农业科技，2016(18):140-141.
- [3]崔志军，孟庆洪，刘敏，等.烟草桔梗气化替代煤炭烘烤烟叶研究初报[J]•中国烟草科学，2010，31(3):70-72.
- [4]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，2004，22(7)：18-21.

- [5]潘登华,艾复清,展岚波.不同热源烘烤节本增效试验研究[J].山地农业生物学报,2010,29(2):147-150.
- [6]华旭,阿敏,阿英.用秸秆块取代煤炭做燃料[J]-节能技术,2005,23(3):283-285.
- [7]飞鸿,蔡正达,胡坚,等.利用生物质烘烤烟叶的研究[J].当代化工,2011,40(6):565-567.
- [8]王文杰,李峰,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
- [9]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.
- [10]王承伟,范伟,宾俊,等.新型生物质密集烤房的应用效果研究[J].作物研究,2017,31(3):302-306.
- [11]许锡祥,陈承亮,吕作新,等-几种新型密集烤房烘烤效果比较[J].中国烟草科学,2017,38(5):82-86.
- [12]王紫薇,张海平,赵晓军,等-
新型生物质烤房对烟叶致香物质及内在化学成分的影响[J]•河南农业大学学报,2018,52(3):391-396.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/175358.html>