

# 基于生物质颗粒燃料的低温低湿烘烤工艺对云烟87烟叶质量的影响

覃潇<sup>1</sup>, 姚少云<sup>2</sup>, 王祖福<sup>1</sup>, 汤晓明<sup>1</sup>, 姚旺<sup>1</sup>, 符昌武<sup>1</sup>, 李迪秦<sup>2</sup>, 王修忠<sup>3</sup>, 成志军<sup>3</sup>

(1湖南省烟草公司张家界市公司, 湖南张家界427000; 2湖南农业大学农学院, 湖南长沙410128; 3湖南中烟工业有限责任公司, 湖南长沙410014)

**摘要:** 为探讨低温低湿烘烤工艺技术在湘西植烟区烟叶调制上的可行性, 比较分析了中温中湿烘烤工艺和低温低湿烘烤工艺下云烟87烤后烟叶的质量差异。结果表明: 与中温中湿烘烤工艺相比, 低温低湿烘烤工艺下, X2F、B2F和C3F烟叶的主要化学成分可用性指数 (CCUI) 分别提高3.29%、2.62%和2.47%, 感官质量指标评价总分值分别提高8.89%、10.8%和6.02%, 外观质量指标评价总分值分别提高7.32%、10.0%和8.05%, 物理特性指标评价总分值分别提高5.97%、14.6%和3.59%, 烟叶质量综合指标评价总分值分别提高5.83%、8.31%和5.36%。同时, 本研究使用的烘烤燃料总成本较对照低14.3%。研究结果初步表明, 低温低湿烘烤工艺可提高湘西烟区种植的云烟87烟叶烘烤质量。

外观质量、内在质量、化学成分、物理特性是烟叶质量的重要构成组分。外观质量指标主要有颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分、色度等。内在质量即烟叶的感官质量 (或者评吸质量), 主要包括香气质、香气量、杂气、刺激性、燃烧性、灰分、余味、浓度、劲头等指标。化学成分主要包括总糖与还原糖、烟碱、总氮、氯、钾等。物理特性指标主要包括厚度、平衡水含量、填充值、拉力、叶质重等[1-3]。烟叶质量是反映与体现烟叶必要性状指标值均衡性的复合性概念, 它具有时间性、对应性和区域性特点[1]。烟叶质量除受品种遗传基因[4-6]、植烟区生态环境条件[4]和栽培技术措施[3, 7]影响外, 还与烘烤工艺技术[2-3]紧密相关。为了提升烟叶品质, 前人在开展烤房建设研究[8]的同时, 也开展了烘烤燃料[9-10]及与烤房配套的烘烤工艺技术[11-13]等研究。但由于不同生态区域、鲜烟成熟度、内含物和水分含量, 以及烟叶部位、烤房、烘烤工艺技术和燃料性能等多方面的差异, 导致烘烤后的烟叶质量不同。本研究旨在分析基于生物质颗粒燃料的低温低湿烘烤工艺对烤后烟叶主要品质指标的影响, 探讨低温低湿烘烤工艺技术在湘西植烟区烟叶调制上的可行性, 为其在烟叶调制上的应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点与材料

试验在张家界市桑植县龙潭坪镇烟草站开展, 供试烤烟品种为云烟87。2021年2月12日播种, 5月7日移栽, 移栽行株距为1.2m × 0.5m, 种植面积约3.33hm<sup>2</sup>。基肥施有机肥1800kg/hm<sup>2</sup>、菜籽饼肥450kg/hm<sup>2</sup>和烟草专用基肥825kg/hm<sup>2</sup>; 追肥施提苗肥45kg/hm<sup>2</sup>、硝酸钾210kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾270kg/hm<sup>2</sup>。烤房为气流上升式密集烤房, 规格10m × 2.7m × 3.7m; 使用的燃料为生物质颗粒 (处理) 和煤炭 (对照) 两种。

### 1.2 试验设计与处理

试验设2种不同烘烤工艺处理: T1处理为以生物质颗粒为燃料的低温低湿烘烤工艺, CK (对照) 为以方块煤炭为燃料的中温中湿烘烤工艺。T1处理点火后到变黄期的温湿度较T2低2~4℃, 其余阶段一致。

按照同一成熟度标准采收, 采收时下部、中部和上部烟叶的SPAD值分别为25.8~27.1、23.5~25.4和23.5~25.1。每个处理每部位各装90杆鲜烟叶进行烘烤, 每30杆作为一个取样单位。

### 1.3 测定项目及方法

烤后每个处理分别取X2F、C3F和B2F烟叶10片, 参照江祥伟等[12]和蔡宪杰等[14]方法测定厚度、平衡水含量、填充值、拉力、叶面重/叶面密度等物理指标; 参照王彦亭等[1]方法计算拉力、含梗率、平衡含水率、叶面密度的权重总分值; 对颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分、色度等外观质量指标和香气质、香气量、杂气、刺激性、燃烧性、灰分、余味、浓度、劲头感官质量指标分别进行评分并计算权重总分; 测定总糖、还原糖、烟碱、总氮、氯、钾等主要化学成分指标含量, 并采用模糊数学隶属函数的数据模型对其可用性指数 (CCUI) 进行评价[15]。选取外观质量、物理特性、感官评吸质量指标, 采用赋值权重指数和法进行评价[1], 其中烟叶的化学成分、外观质量、感官质量、物理特性指标采用专家赋权, 依次对化学成分、外观质量、感官质量、物理特性指标的平均分值赋权重20%、10%、60%、10%, 并计算综合总得分, 作为烟叶质量优劣的评价依据。

### 1.4 数据统计及分析

采用SPSS14.0统计软件进行数据分析。

## 2结果与分析

### 2.1不同处理烟叶主要物理特性指标

从表1可知，T1处理X2F、C3F和B2F的烟叶厚度分别较CK高0.003、0.006和0.005mm；叶面密度分别较CK高4.0、4.6和3.9g/m<sup>2</sup>；拉力分别较CK高0.16、0.16和0.14N；填充值分别较CK低0.37、0.26和0.65cm<sup>3</sup>/g；含梗率分别较CK低0.5、1.2和1.3百分点；平衡水率分别较CK高1.8、1.2和0.2百分点。

不同处理烟叶各主要物理特性指标的分值及权重总分值见表2。T1处理X2F、C3F和B2F的拉力、叶面密度、含梗率、平衡水率的权重总分值分别比CK高5.97%、14.60%和3.59%。表明T1处理不同部位烤后烟叶物理指标性状均不同程度地优于对照。

表 1 不同处理烟叶主要物理特性指标

Table 1 Main physical characteristics of tobacco leaves in different treatments

| 处理             | 等级  | 厚度/mm | 叶面密度/(g·m <sup>-2</sup> ) | 拉力/N | 填充值/(cm <sup>3</sup> ·g <sup>-1</sup> ) | 含梗率/% | 平衡水分/% |
|----------------|-----|-------|---------------------------|------|-----------------------------------------|-------|--------|
| T <sub>1</sub> | X2F | 0.055 | 58.1                      | 1.31 | 3.95                                    | 25.7  | 14.2   |
|                | C3F | 0.063 | 63.3                      | 1.42 | 3.75                                    | 24.5  | 13.3   |
|                | B2F | 0.066 | 65.4                      | 1.49 | 3.16                                    | 25.5  | 12.8   |
| CK             | X2F | 0.052 | 54.1                      | 1.17 | 4.32                                    | 26.2  | 12.4   |
|                | C3F | 0.057 | 58.7                      | 1.26 | 4.01                                    | 25.7  | 12.1   |
|                | B2F | 0.061 | 61.5                      | 1.35 | 3.81                                    | 26.8  | 12.6   |

表 2 不同处理烟叶各主要物理特性指标分值及权重总分值

Table 2 Total weight score of main physical characteristics of tobacco leaves in different treatments

| 处理             | 等级  | 拉力   | 叶面密度 | 含梗率  | 平衡水分  | 权重总分值 |
|----------------|-----|------|------|------|-------|-------|
| T <sub>1</sub> | X2F | 75.0 | 68.1 | 82.1 | 100.0 | 79.9  |
|                | C3F | 81.0 | 73.3 | 98.3 | 96.0  | 87.9  |
|                | B2F | 84.5 | 85.4 | 80.2 | 88.0  | 83.6  |
| CK             | X2F | 68.5 | 64.1 | 84.0 | 84.0  | 75.4  |
|                | C3F | 73.0 | 68.7 | 82.3 | 81.0  | 76.7  |
|                | B2F | 77.5 | 71.5 | 85.9 | 86.0  | 80.7  |

### 2.2不同处理烟叶主要化学成分及CCUI

从表3可知，T1处理X2F和C3F烟叶的还原糖/烟碱分别较CK提高了2.76、0.34，而C3F降低了0.25；T1处理X2F和C3F烟叶的钾/氯分别较CK提高了0.72、0.69，而C3F降低了0.67；T1处理X2F烟叶的氮/烟碱较CK高0.01，而X2F和C3F分别降低了0.01和0.05。T1处理X2F、C3F和B2F烟叶的主要化学成分可用性指数（CCUI）分别较CK高3.29%、2.62%和2.47%。由此表明，T1处理不同部位烤后烟叶主要化学成分的协调性、烟叶主要化学成分的工业可用性均优于CK。

表 3 不同处理烟叶主要化学成分含量

Table 3 Main chemical components content of different treatments of tobacco leaves

| 处理             | 等级  | 淀粉/% | 总糖/% | 还原糖/% | 烟碱/% | 氮/%  | 钾/%  | 氯/%  | 还原糖/烟碱 | 钾/氯   | 氮/烟碱 | CCUI |
|----------------|-----|------|------|-------|------|------|------|------|--------|-------|------|------|
| T <sub>1</sub> | X2F | 3.17 | 28.1 | 26.9  | 2.38 | 1.98 | 2.84 | 0.27 | 11.30  | 10.40 | 0.83 | 94.2 |
|                | C3F | 3.05 | 26.5 | 23.4  | 2.44 | 2.16 | 2.72 | 0.29 | 9.56   | 9.27  | 0.88 | 97.9 |
|                | B2F | 2.68 | 25.3 | 22.1  | 2.27 | 1.84 | 2.44 | 0.27 | 9.75   | 9.14  | 0.81 | 95.5 |
| CK             | X2F | 3.15 | 25.3 | 22.5  | 2.63 | 2.22 | 2.61 | 0.27 | 8.54   | 9.68  | 0.84 | 91.2 |
|                | C3F | 2.75 | 24.1 | 20.1  | 2.18 | 1.82 | 2.26 | 0.26 | 9.22   | 8.58  | 0.83 | 95.4 |
|                | B2F | 3.35 | 27.1 | 25.3  | 2.52 | 2.16 | 2.68 | 0.27 | 10.00  | 9.81  | 0.86 | 93.2 |

### 2.3不同处理烟叶主要外观质量指标评价

从表4可知，T1处理X2F、C3F和B2F烟叶的颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分、色度等外观质量指标的总分值分别较CK高7.32%、10.0%和8.05%。说明T1处理不同部位烤后烟叶外观质量均优于对照。

表 4 不同处理烟叶外观质量评价

Table 4 Main chemical components content of different treatments of tobacco leaves

| 处理             | 等级  | 颜色  | 成熟度 | 结构  | 身份  | 油分  | 色度  | 总分值  |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| T <sub>1</sub> | X2F | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.0 | 7.5 | 7.0 | 44.0 |
|                | C3F | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 49.5 |
|                | B2F | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.5 | 8.0 | 7.5 | 47.0 |
| CK             | X2F | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 6.5 | 6.5 | 41.0 |
|                | C3F | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 45.0 |
|                | B2F | 7.0 | 7.0 | 7.5 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 43.5 |

#### 2.4不同处理烟叶主要感官质量指标评价

从表5可知，T1处理X2F、C3F和B2F烟叶的香气质、香气量、杂气、刺激性、燃烧性、灰分、余味、浓度、劲头等感官质量指标的总分值分别较CK高8.89%、10.8%和6.02%。初步表明，T1处理不同部位烤后烟叶感官质量均优于CK。

表 5 不同处理烟叶感官质量评价

Table 5 Main sensory quality evaluation of tobacco leaves with different treatments

| 处理             | 等级  | 香气质 | 香气量 | 杂气  | 刺激性 | 燃烧性 | 灰分  | 余味  | 浓度  | 劲头  | 总分值  |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| T <sub>1</sub> | X2F | 6.0 | 6.0 | 6.5 | 6.0 | 3.5 | 3.5 | 6.0 | 6.0 | 5.5 | 49.0 |
|                | C3F | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.0 | 3.7 | 3.7 | 7.5 | 7.5 | 6.5 | 58.4 |
|                | B2F | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 3.7 | 3.7 | 6.1 | 7.0 | 6.0 | 52.5 |
| CK             | X2F | 5.5 | 6.0 | 6.0 | 5.5 | 3.0 | 3.0 | 5.5 | 5.5 | 5.0 | 45.0 |
|                | C3F | 7.0 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 3.7 | 3.5 | 6.5 | 6.5 | 6.0 | 52.7 |
|                | B2F | 6.5 | 6.0 | 6.5 | 6.0 | 3.5 | 3.5 | 6.0 | 6.0 | 5.5 | 49.5 |

#### 2.5不同处理烟叶综合质量评价

烟叶感官质量、外观质量和物理特性的综合评价结果见表6。T1处理X2F、B2F和C3F烟叶的综合质量评价得分分别较CK高5.83%、8.31%和5.36%。评价结果进一步表明，T1处理不同部位烤后烟叶整体质量均优于CK。

表 6 不同处理烟叶综合质量评价

Table 6 Comprehensive quality evaluation of tobacco leaves with different treatments

| 处理             | 等级  | 评价得分      |      |      |      | 综合得分 |
|----------------|-----|-----------|------|------|------|------|
|                |     | 化学成分可用性指数 | 感官质量 | 外观质量 | 物理特性 |      |
| T <sub>1</sub> | X2F | 94.2      | 49.0 | 44.0 | 79.9 | 58.1 |
|                | C3F | 97.9      | 58.4 | 49.5 | 87.9 | 63.9 |
|                | B2F | 95.5      | 52.5 | 47.0 | 83.6 | 60.9 |
| CK             | X2F | 91.2      | 45.0 | 41.0 | 75.4 | 54.9 |
|                | C3F | 95.4      | 52.7 | 45.0 | 76.7 | 59.0 |
|                | B2F | 93.2      | 49.5 | 43.5 | 80.7 | 57.8 |

#### 2.6不同处理烘烤能源成本

从表7可知，T1处理不同部位烟叶烘烤的燃料成本均低于对照，T1处理的平均烘烤成本比CK低12.55%。

表 7 不同处理烘烤能源成本  
Table 7 Baking energy cost of different treatments元·kg<sup>-1</sup>

| 处理             | 部位   | 干烟能源成本 | 平均干烟能源成本 |
|----------------|------|--------|----------|
| T <sub>1</sub> | 下部烟叶 | 2.65   | 2.09     |
|                | 中部烟叶 | 2.43   |          |
|                | 上部烟叶 | 1.21   |          |
| CK             | 下部烟叶 | 3.01   | 2.39     |
|                | 中部烟叶 | 2.81   |          |
|                | 上部烟叶 | 1.35   |          |

### 3讨论

现有烤烟烘烤燃料主要是煤炭、生物质颗粒和电能等。燃料在烟叶烘烤过程中仅仅是供能，使新鲜烟叶失水而干燥，不同类型的燃料尽管燃烧值有差异，但因其与烤房使用的燃烧机性能较为匹配，在保持一定烘烤工艺的前提下，燃料一般对烤后烟叶质量没有明显影响[16-18]，但会影响烟叶烘烤成本[10]及热能供应的稳定性[8, 10]。本试验采用生物质颗粒作为燃料，是基于试验烤房燃烧机性能和结构，以及低温低湿烘烤工艺和降低烘烤成本的综合需要。

烟叶烘烤是在相对封闭环境中营造适宜的温度与湿度环境，通过燃料提供热能的输入，脱去鲜烟中的水分，使烟叶变黄干燥，从而呈现和固定烟叶品质的物理和化学变化过程。在此过程中，烘烤温度与湿度参数的设置、稳温和升温的时间及升温的速率，对烘烤过程中鲜烟叶的脱水、烤后烟叶外观与感官质量及致香物质含量、烟叶主要化学成分变化、烟叶物理性状变化等均有不同程度的影响和作用[3, 19-21]。

为了解决湘西烟区云烟87在中温中湿烘烤工艺条件下易出现的挂灰、僵硬等问题，本研究利用现有气流上升密集式烤房，使用生物质颗粒作为烘烤燃料，采用低温低湿烘烤工艺进行烘烤。装烟后将风机开到最大档吹3~5h，除去鲜烟叶片表面的水分以后再点火，点火起始烘烤干球温度36℃、湿球温度34℃，点火后到变黄期，干球温度和湿球温度设置低于现有中温中湿烘烤2~4℃，通过慢变黄、慢排湿，使烟叶中的淀粉等碳水化合物、蛋白质和脂类物质在酶作用下得以充分降解与转化，从而提高烟叶的外观与感官质量，改善烟叶物理性状与主要化学成分指标的协调性，增加致香物质含量，最终提升烟叶品质。本试验结果表明，采用低温低湿烘烤工艺，促进了不同部位烤后烟叶质量的提高。

### 4结论

在湘西烟区，采用低温低湿烘烤工艺，有利于提高云烟87烤后烟叶的主要化学成分指标的协调性及CCUI，改善烟叶感官、外观质量及烟叶物理特性，实现烟叶综合品质的提升。同时，采用生物颗粒燃料可降低烘烤成本。本研究结果可在湖南西部植烟区先行试点，在取得初步成效的基础上，择机推广应用。

## 参考文献:

- [1] 王彦亭,谢剑平,李志宏. 中国烟草种植区划[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [2] 宫长荣. 烟草调制学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [3] 聂荣邦. 烤烟栽培与调制[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,1992.
- [4] 张兴伟,冯全福,杨爱国,等. 中国烟草种质资源分开发利用情况分析[J]. 植物遗传资源学报,2016,17(3):507-516.
- [5] 杨志晓,王轶,刘红峰,等. 我国主栽烤烟品种亲缘关系及育种[J]. 中国烟草学报,2013,19(2):34-41.
- [6] 王国平,周东洁,牛永志,等. 中国烟草种质资源创新研究进展[J]. 种子,2017,36(12):44-51.
- [7] 李迪秦,刘伊芸,胡亚杰,等. 不同基因型烤烟农艺性状与质量指标评价及灰色关联分析[J]. 云南农业大学学报(自然科学),2020,35(4):643-650.
- [8] 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.
- [9] 郑华,熊瑶,邱忠智,等. 不同生物质能燃烧机在烟叶烘烤中的应用[J]. 贵州农业科学,2018,46(12):122-126.
- [10] 赵新帅,罗会龙,祁志敏. 生物质颗粒燃料密集烤房与燃煤型密集烤房性能对比研究[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版),2019,44(2):69-74.
- [11] 闫鼎,徐海清,曹亚凡,等. 中温中湿烘烤工艺对烤烟淀粉含量及品质的影响[J]. 安徽农学通报,2022,28(7):117-119.
- [12] 江祥伟,李井军,易克,等. 不同烘烤工艺技术对烟叶品质的影响[J]. 作物研究,2021,35(1):61-65.
- [13] 谢永辉,朱利全,刘启付,等. 温湿度在烤烟烘烤中对烤烟品质影响研究进展[J]. 农业灾害研究,2013,3(9):60-63.
- [14] 蔡宪杰,王信民,尹启生. 烤烟外观质量指标量化分析初探[J]. 烟草科技,2004,37(6):37-39,42.
- [15] 李迪秦,龚湛武,陈一凡,等. 不同播种移栽期对烤烟产量与品质影响的多指标模糊评价[J]. 核农学报,2017,31(11):2258-2264.
- [16] 崔国民,汪伯军,许安定,等. 不同烘烤工艺对不同部位不同成熟度档次烟叶淀粉含量的影响[J]. Agricultural Science & Technology,2014,15(3):488-492.
- [17] 张永安,马彩娟,刘立博,等. 烤烟外观质量数字化方法与感官质量相关性分析[J]. 农学学报,2020,10(4):48-52.
- [18] 赵高坤,朱山,郑智云,等. 密集烤房不同装烟方式对烟叶质量的影响[J]. 中国农学通报,2015,31(34):269-272.

- [19] 陆超,蒋南,刘伊芸,等. 新中温中湿烘烤工艺下不同采收方式对烟叶质量的影响[J]. 作物研究,2018,32(4):312-317.
- [20] 袁芳,王锡春,袁方,等. 中温中湿烘烤工艺对新品系20619烤后烟叶质量的影响[J]. 南方农业,2021,15(24):8-10.
- [21] 王涛,吴彪,刘睿忝,等. 密集烘烤关键温度点稳温时间对烟叶颜色和色素降解的影响[J]. 作物研究,2014,28(4):388-394.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/212991.html>