

# 铜仁伏旱中部烟叶烘烤特性研究

陈勇华, 孙红权, 龙鹏臻, 艾永峰, 史金钟, 刘国权, 田慧源, 刘红飞\*, 杨洪, 杨力, 付超, 杨振

贵州省烟草公司铜仁市公司, 贵州 铜仁

收稿日期: 2025年5月13日; 录用日期: 2025年6月13日; 发布日期: 2025年6月20日

## 摘要

为探明烘烤过程中伏旱烟叶的烘烤特性, 通过动态取样研究烘烤过程烟叶生化指标的变化。研究结果表明: 烟叶烘烤过程: 含水量呈“慢-快-慢”的下降趋势, 其中变黄期、定色期、干筋期水分分别散失为8.2%、51.5%、32.8%; 烟叶收缩率呈“慢-快-慢”的收缩规律, 整个烘烤过程烟叶叶长、叶宽、叶面积分别减少了18.7%、29.8%、42.9%; SPAD值呈“快速降低-缓慢降低-缓慢增加”的变化规律; 淀粉和总糖、还原糖含量呈明显的消长关系, 淀粉含量整体呈下降趋势, 总糖、还原糖则相反; 总氮、烟碱及蛋白质含量呈“快-慢-缓慢”变化规律, 烘烤结束时, 烟叶总氮及烟碱含量分别为1.74%、2.02%、8.70%; K含量呈“快-慢-缓慢”的变化规律, 烘烤结束时, 烟叶K含量为2.07%; 石油醚提取物含量呈“快-慢-缓慢”的上升趋势。

## 关键词

云烟87, 烘烤特性, 伏旱烟叶, 中部叶

# Study on the Baking Characteristics of Drought-Affected Middle Tobacco Leaves in Tongren

Yonghua Chen, Hongquan Sun, Pengzhen Long, Yongfeng Ai, Jinzhong Shi, Guoquan Liu, Huiyuan Tian, Hongfei Liu\*, Hong Yang, Li Yang, Chao Fu, Zhen Yang

Tongren Branch of Guizhou Tobacco Company, Tongren Guizhou

Received: May 13<sup>th</sup>, 2025; accepted: Jun. 13<sup>th</sup>, 2025; published: Jun. 20<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

To explore the baking characteristics of drought-affected tobacco leaves during the baking process,

\*通讯作者。

文章引用: 陈勇华, 孙红权, 龙鹏臻, 艾永峰, 史金钟, 刘国权, 田慧源, 刘红飞, 杨洪, 杨力, 付超, 杨振. 铜仁伏旱中部烟叶烘烤特性研究[J]. 农业科学, 2025, 15(6): 821-830. DOI: 10.12677/hjas.2025.156101

the changes in biochemical indicators of tobacco leaves were studied through dynamic sampling. The research results show that during the baking process of tobacco leaves: the moisture content shows a “slow-fast-slow” decreasing trend, with 8.2%, 51.5%, and 32.8% of moisture lost during the yellowing period, color-fixing period, and drying period, respectively; the shrinkage rate of tobacco leaves shows a “slow-fast-slow” shrinking pattern, with the leaf length, leaf width, and leaf area of tobacco leaves reducing by 18.7%, 29.8%, and 42.9% throughout the baking process, respectively; the SPAD value shows a “rapid decrease-slow decrease-slow increase” change pattern; starch and total sugar and reducing sugar contents show a significant growth and decline relationship, with the starch content showing an overall downward trend, while total sugar and reducing sugar contents are the opposite; total nitrogen, nicotine, and protein contents show a “fast-slow-slower” change pattern, and at the end of baking, the total nitrogen, nicotine, and protein contents of tobacco leaves are 1.74%, 2.02%, and 8.70%, respectively; K content shows a “fast-slow-slower” change pattern, and at the end of baking, the K content of tobacco leaves is 2.07%; the content of petroleum ether extract shows a “fast-slow-slower” increasing trend.

## Keywords

Yunyan 87, Baking Characteristics, Drought-Affected Tobacco Leaves, Middle Leaves

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

烟叶烘烤特性是指烟叶在烘烤过程中表现出的变黄和脱水特性及其二者协调程度，烘烤特性良好的烟叶失水和变黄协调性较好[1]。目前，关于正常烟叶烘烤特性的研究较多，但针对特殊烟叶烘烤特性的研究少有，尤其是伏旱烟叶[2][3]。本试验正是针对伏旱中部叶烘烤过程的烘烤特性进行研究，旨在为伏旱烟区烟叶烘烤提供理论支撑。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 材料与方法

供试材料：云烟 87 中部叶。

试验地点：贵州省铜仁市印江县合水镇高寨村，地理位置为东经 108°55'北纬 28°03'，平均海拔 700 米，土壤类型为黄壤，土壤肥力中等，前作空闲。

### 2.2. 主要栽培措施

统一采用育苗工场的烟苗并在 2021 年 4 月下旬移栽，种植密度 1100 株/667 m<sup>2</sup>，留叶 21 片，施肥量为纯氮 7 kg/667 m<sup>2</sup>，N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1:1:2.3，基追肥比例为 6:4，其他栽培管理措施均按铜仁优质烤烟生产技术方案进行。

### 2.3. 试验设置

选取成熟度一致的烟叶，绑杆、编号放置于试验烤房中，采用当地烘烤工艺进行烘烤[4]，每隔 6 h 测定烟叶含水量及收缩率，直至定色期结束。重复 3 次试验。

## 2.4. 试验取样

鲜烟叶绑杆前进行称重,测 SPAD 值[5]。每隔 6 h 取一次样(取样从烘烤开始至烘烤结束),每次取 6 片叶,取样后称重、测 SPAD 值,将称重后的样品剪去叶尖和叶基后分为两份,一份放入自封袋置于-20℃环境中保存用于酶活性测定;另一份烘箱 105℃杀青 15 min 后,80℃烘干称重后于自封袋中保存用于主要化学成分测定。

化学成分、酶活性等测定于贵州大学烟草学院实验室进行,评吸送样贵州中烟技术中心进行。

## 2.5. 分析测定项目及方法

(1) 烟叶收缩率:毫米刻度尺测量;烟叶长收缩率% =  $((0\text{ h 烟叶长} - n\text{ h 烟叶长})/0\text{ h 烟叶长}) * 100\%$ ; 烟叶长收缩率% =  $((0\text{ h 烟叶宽} - n\text{ h 烟叶宽})/0\text{ h 烟叶宽}) * 100\%$ ; 烟叶长收缩率% =  $((0\text{ h 烟叶叶面积} - n\text{ h 烟叶叶面积})/0\text{ h 烟叶叶面积}) * 100\%$ 。

(2) SPAD 值采用叶绿素仪 SPAD-502 测定;

(3) 水分、干物质采用称重法测定;

(4) 淀粉、总糖、还原糖采用 3, 5-二硝基水杨酸比色法测定;

(5) 总氮及蛋白质采用  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$  = 消化法 - 靛酚蓝分光光度法测定;

(6) 石油醚提取物采用石油醚浸提法测定;

(7) 烟碱采用紫外分光光度计法测定;

(8) K 采用火焰分光光度计测定。

注: n h 指烘烤过程中第 n 个时间点时的烟叶变化情况。

## 2.6. 数据分析

数据分析采用 Excel2010 软件进行。

## 3. 结果分析

### 3.1. 伏旱烟叶烘烤过程主要生理变化规律

伏旱烟叶烘烤过程主要生理变化记录见表 1。

**Table 1.** The main physiological change data during the tobacco leaf baking process

**表 1.** 烟叶烘烤过程主要生理变化数据

烘烤时间/h	含水量/%	失水量占总含水量/%	叶长收缩率/%	叶宽收缩率/%	叶面收缩率/%	SPAD 值
0	78.2	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2
6	77.4	1.0	0.6	1.8	2.4	19.2
12	77.1	1.4	1.4	2.6	4.0	16.4
18	76.6	2.0	1.6	3.5	5.0	13.5
24	76.4	2.3	2.0	4.8	6.7	10.7
30	75.9	2.9	2.2	5.5	7.6	9.1
36	75.2	3.8	2.9	5.9	8.6	8.8
42	75.0	4.1	3.2	6.6	9.6	6.3
48	74.3	5.0	3.6	6.9	10.3	6.0

续表

54	73.6	5.9	3.8	7.1	10.6	5.8
60	73.3	6.3	4.3	7.9	11.8	5.1
66	72.8	6.9	4.4	8.6	12.6	4.7
72	72.0	7.9	4.6	9.1	13.3	4.3
78	71.8	8.2	5.0	9.5	14.0	3.9
84	67.1	14.2	6.0	10.7	16.0	3.7
90	65.1	16.8	7.0	11.0	17.2	3.6
96	57.7	26.2	8.5	12.4	20.1	3.5
102	50.2	35.8	9.7	13.1	21.7	3.3
108	47.7	39.0	10.3	13.6	23.3	3.4
114	41.0	47.6	11.9	15.0	25.7	3.6
120	38.1	51.3	13.1	19.1	30.4	3.8
126	34.6	55.8	15.7	26.0	37.6	3.8
132	31.5	59.7	16.8	28.0	40.3	4.0
烘烤结束	5.9	92.5	18.7	29.8	42.9	

### 3.1.1. 云烟 87 中部叶烘烤过程烟叶水分变化规律

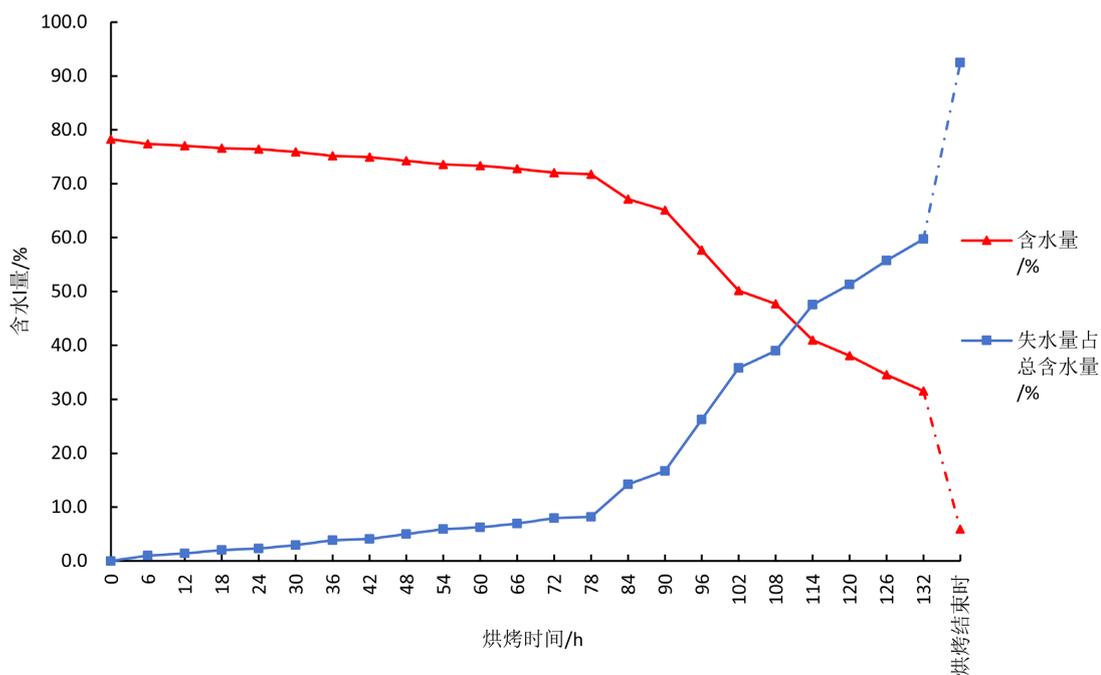


Figure 1. The variation law of moisture content during the tobacco leaf baking process

图 1. 烟叶烘烤过程含水量变化规律

由图 1 结果表明, 烘烤过程烟叶含水量呈“慢-快-慢”的下降趋势[6]。烟叶含水量为 78.2%, 整个烘烤过程烟叶水分总量散失了 92.5%, 其中变黄期水分下降较慢, 仅下降了 8.2%, 失水速率仅 0.11%/h,

这与(变黄期)采用保湿变黄有关;随着排湿加快,进入定色期后烟叶水分在快速下降,下降了51.5%,其中定色前期下降26.8%(失水速率1.12%)、后期下降24.7%;进入干筋期后,依然有部分水分排出,为32.8%;失水均衡性为0.98,略低于中部叶易烤性较好(1~1.3)的标准。

### 3.1.2. 云烟 87 中部叶烘烤过程烟叶收缩率

由图2可知,随着烘烤时间推进,烟叶收缩率呈“慢-快-慢”的收缩规律。变黄期烟叶收缩率变化较缓慢,定色期烟叶收缩率变化最快,烟叶收缩最大,之后烟叶收缩率变缓。整个烘烤过程烟叶叶长、叶宽、叶面积分别减少了18.7%、29.8%、42.9%,其中变黄期、定色期、干筋期叶长收缩率分别为5.0%、12.2%、1.5%,叶宽收缩率分别为9.5%、18.5%、1.8%,叶面积分别为14.0%、26.3%、2.6% [7]。

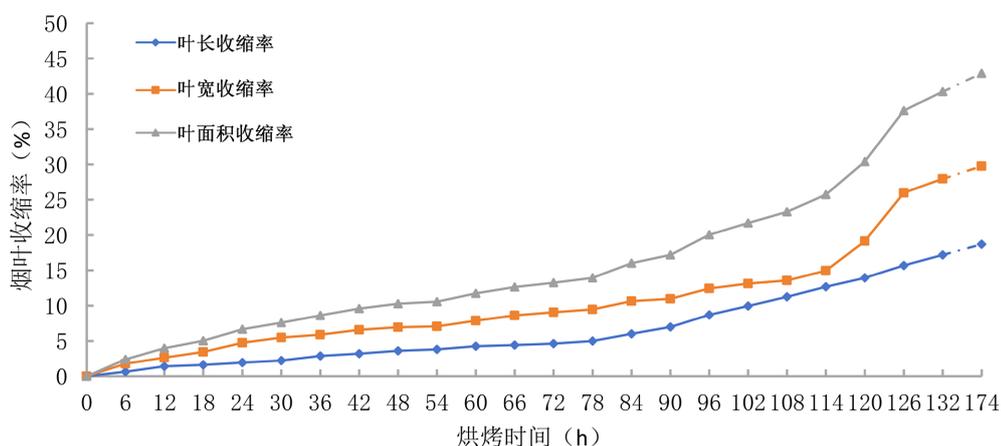


Figure 2. The variation law of tobacco leaf shrinkage rate during the baking process of the middle leaves of the drought-affected tobacco leaf Yunyan 87

图 2. 伏旱烟叶云烟 87 中部叶烘烤过程中烟叶收缩率变化规律

### 3.1.3. 云烟 87 中部叶烘烤过程中 SPAD 值变化规律

由图3可知,烟叶烘烤过程 SPAD 值呈:“快速降低-缓慢降低-缓慢增加”的变化规律。变黄期温湿度适宜烟叶的转化,SPAD 值下降相对较快,下降了18.3 个点(82%),进入定色期后 SPAD 值缓慢下降,于102 h 时降至最低值为3.5,该阶段仅下降了0.6 个点,变黄、定色总下降量约85%,低于易烤性较好(90%以上)的标准,仅达易烤性中等(85%~90%)的标准;102 h 后 SPAD 值缓慢增加,因为在定色期大量排湿,烟叶在逐渐失水变干,烟叶变黄程度加深,直至132 h 时,烟叶 SPAD 为4.0。

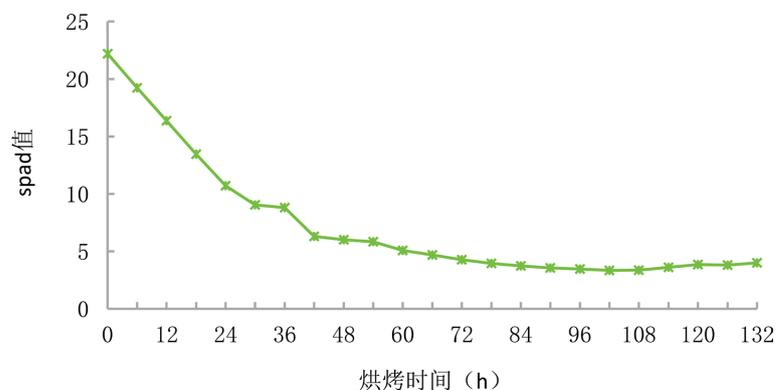


Figure 3. The variation law of SPAD value during the baking process of the middle leaves of Yunyan 87

图 3. 云烟 87 中部叶烘烤过程中 SPAD 值的变化规律

### 3.2. 伏旱烟叶烘烤过程主要化学成分变化规律

伏旱烟叶烘烤过程主要化学成分变化记录见表 2。

**Table 2.** Data on the changes of main chemical components during the tobacco leaf baking process

**表 2.** 烟叶烘烤过程主要化学成分变化数据

烘烤时间/h	总糖	还原糖	淀粉	总氮	烟碱	蛋白质	K 含量	石油醚提取物
0	5.91	5.42	31.64	2.61	2.98	13.12	1.28	5.37
6	8.90	6.64	28.39	2.58	2.93	12.99	1.34	5.48
12	10.12	7.13	26.37	2.56	2.87	12.89	1.38	6.04
18	13.54	9.49	22.22	2.52	2.81	12.75	1.49	6.37
24	14.87	10.19	20.57	2.47	2.73	12.49	1.53	6.75
30	15.68	12.54	18.04	2.43	2.67	12.30	1.59	6.80
36	17.23	13.31	15.27	2.37	2.62	12.02	1.61	6.86
42	18.43	14.56	13.35	2.36	2.58	11.93	1.66	6.97
48	18.97	15.73	11.72	2.30	2.56	11.63	1.68	6.98
54	19.24	16.32	10.35	2.26	2.52	11.43	1.70	7.30
60	19.89	16.83	9.92	2.22	2.45	11.21	1.73	7.33
66	20.54	17.07	9.35	2.16	2.44	10.86	1.75	7.36
72	20.97	17.69	9.06	2.10	2.40	10.50	1.78	7.45
78	21.85	18.15	8.51	2.06	2.39	10.30	1.81	7.59
84	21.32	18.90	8.28	2.02	2.36	10.08	1.82	7.64
90	21.84	19.43	7.93	1.99	2.34	9.90	1.85	7.71
96	22.39	19.91	7.28	1.98	2.30	9.89	1.89	7.82
102	22.65	20.33	7.01	1.93	2.25	9.63	1.91	7.98
108	22.97	20.84	6.97	1.91	2.21	9.55	1.93	8.02
114	23.23	21.04	6.69	1.89	2.18	9.46	1.94	8.20
120	23.94	21.72	6.47	1.86	2.13	9.32	1.96	8.35
126	24.26	22.41	6.43	1.82	2.11	9.10	1.97	8.48
132	24.85	22.82	6.08	1.81	2.08	9.07	1.98	8.67
烘烤结束	26.02	23.64	4.83	1.74	2.02	8.70	2.07	9.48

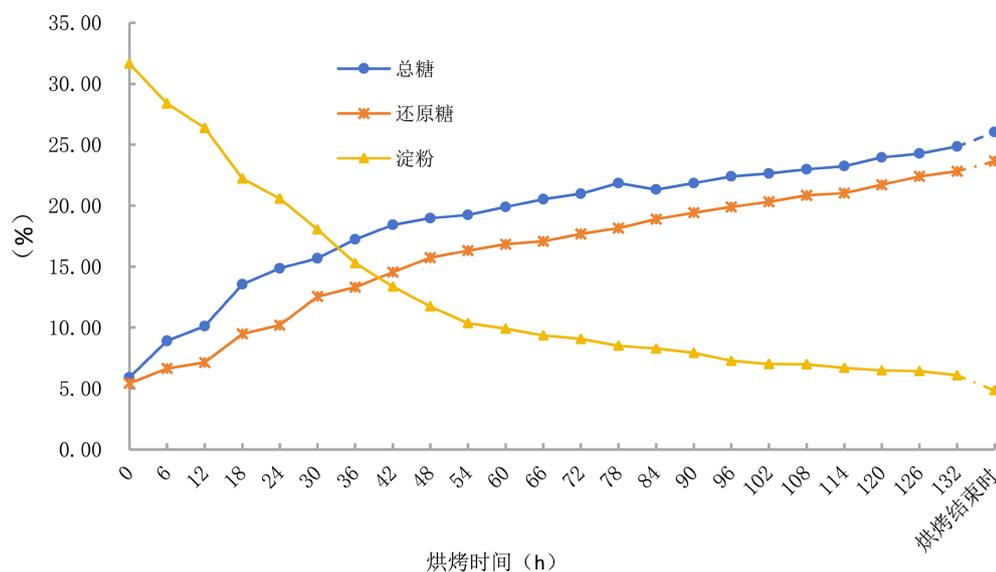
#### 3.2.1. 烟叶烘烤过程中主要碳水化合物的变化规律

图 4 结果表明, 烟叶在烘烤过程中淀粉和总糖、还原糖含量呈明显的消长关系, 淀粉含量整体呈下降趋势, 总糖、还原糖则相反。

(1) 烟叶烘烤过程淀粉含量呈: “快 - 慢 - 缓慢” 的下降趋势。烘烤结束时, 烟叶淀粉含量为 4.83%, 整个烘烤过程烟叶淀粉含量下降了 26.81 个百分点; 其中, 变黄期、定色期、干筋期淀粉含量分别下降了 23.13、2.43、1.25 个百分点[8]。

(2) 随着烘烤时间的推进, 烟叶总糖含量呈: “快 - 慢 - 缓慢” 的变化规律。烘烤结束时, 烟叶总糖

含量为 26.02%，整个烘烤过程烟叶总糖含量增加了 20.10 个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期总糖含量分别增加了 15.94、3.00、1.17 个百分点[9]。



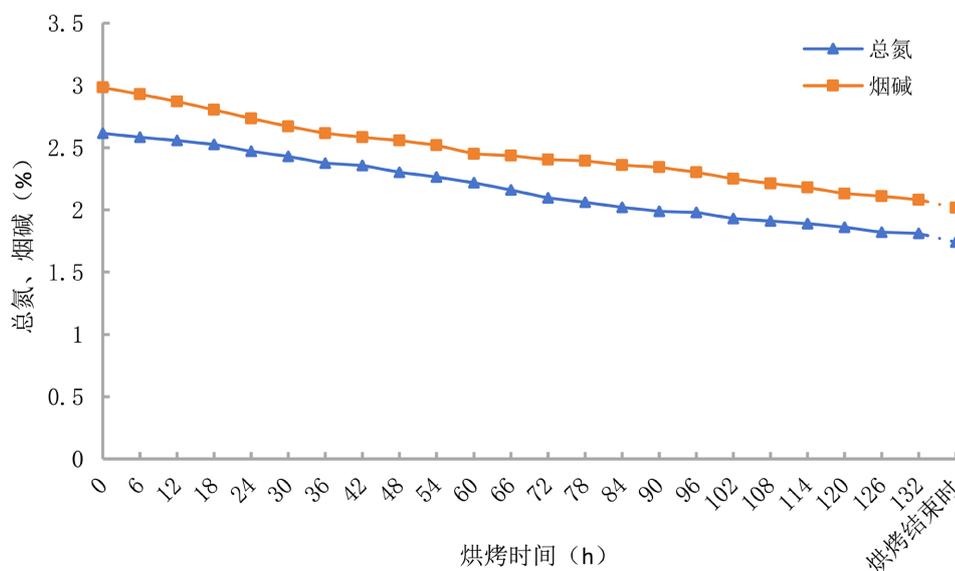
**Figure 4.** The changes of total sugar, reducing sugar and starch contents during the baking process of drought-affected tobacco leaves

**图 4.** 伏旱烟叶烘烤过程中总糖、还原糖、淀粉含量变化

(3) 烟叶烘烤过程还原糖含量呈：“快-慢-缓慢”的变化规律。烘烤结束时，烟叶还原糖含量为 23.64%，整个烘烤过程烟叶还原糖含量增加了 18.22 个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期还原糖含量分别增加了 12.73、4.67、0.82 个百分点。

### 3.2.2. 烟叶烘烤过程中总氮及烟碱含量的变化规律

由图 5 可知，烟叶烘烤过程总氮及烟碱含量呈：“快-慢-缓慢”变化规律。烘烤结束时，烟叶



**Figure 5.** The variation patterns of total nitrogen and nicotine content during the tobacco leaf baking process

**图 5.** 烟叶烘烤过程中总氮、烟碱含量的变化规律

总氮含量为 1.74%，整个烘烤过程总氮含量下降了 0.87 个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期分别下降了 0.55、0.25、0.07 个百分点。烟叶烟碱含量为 2.02%，整个烘烤过程烟叶烟碱含量下降了 0.96 个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期分别下降了 0.59、0.31、0.06 个百分点[10] [11]。

### 3.2.3. 烟叶烘烤过程蛋白质含量变化规律

由图 6 可知，烟叶烘烤过程蛋白质含量呈：“快-慢-缓慢”的下降趋势。烘烤结束时，烟叶蛋白质含量为 8.70%，整个烘烤过程烟叶蛋白质含量下降了 4.42 个百分点。其中，变黄期、定色期、干筋期分别下降了 2.82、1.23、0.37 个百分点[12]。

### 3.2.4. 烟叶烘烤过程 K 含量变化规律

由图 7 可知，随着烘烤时间的推进，烟叶 K 含量呈：“快-慢-缓慢”的变化规律。烘烤结束时，

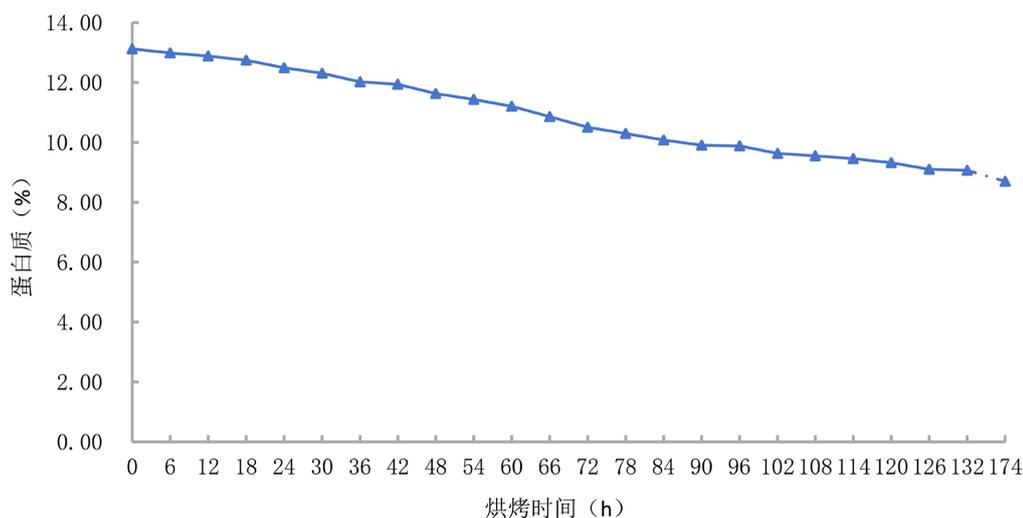


Figure 6. The variation law of protein content during the baking process of tobacco leaves

图 6. 烟叶烘烤过程中蛋白质含量的变化规律

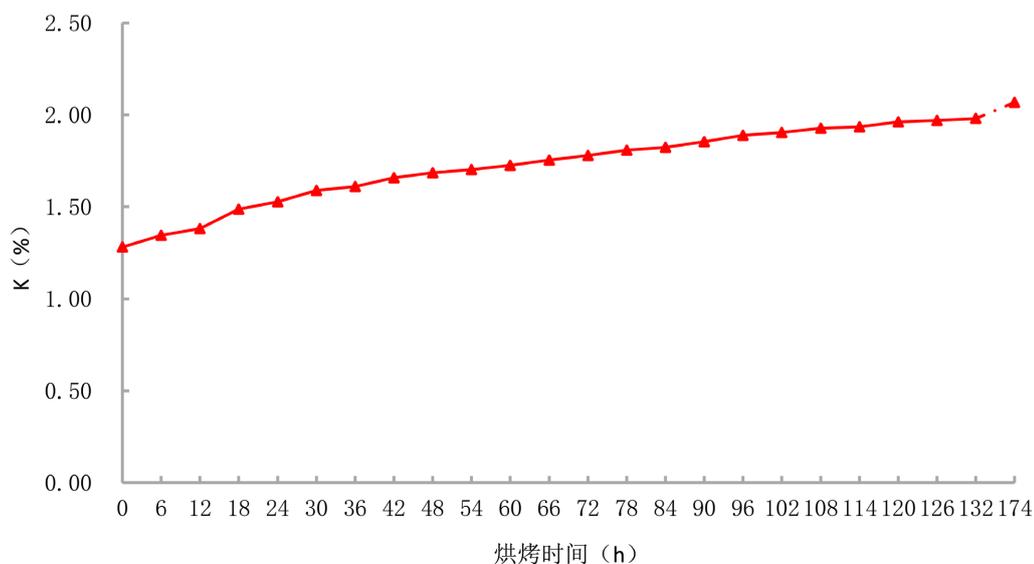


Figure 7. The variation law of K content during the tobacco leaf baking process

图 7. 烟叶烘烤过程中 K 含量的变化规律

烟叶 K 含量为 2.07%，整个烘烤过程烟叶 K 含量增加了 0.74 个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期分别增加了 0.53、0.17、0.09 个百分点。

### 3.2.5. 烟叶烘烤过程石油醚提取物含量变化规律

由图 8 可知，烟叶烘烤过程石油醚提取物含量呈：“快-慢-缓慢”的上升趋势。烘烤结束时，烟叶石油醚提取物含量为 9.48%，整个烘烤过程石油醚提取物含量增加了 4.11 个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期石油醚提取物含量分别增加了 2.22、1.08、0.81 个百分点[13]。

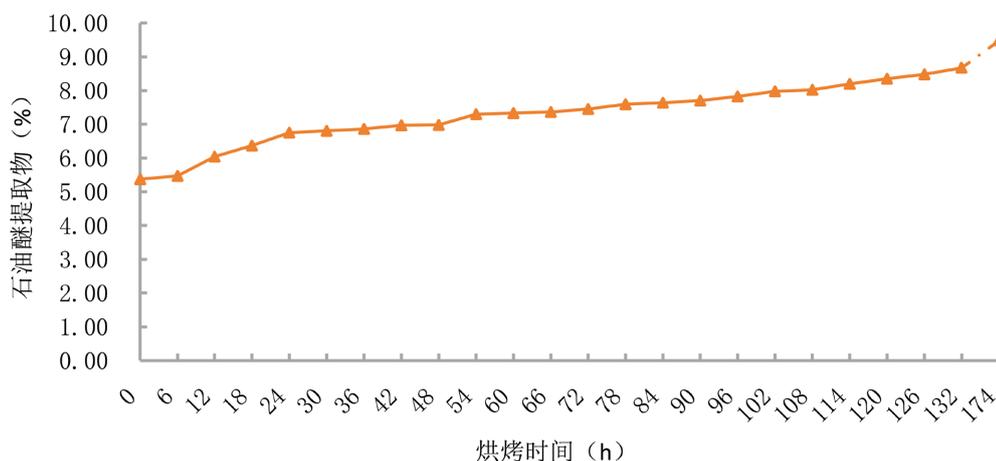


Figure 8. The variation law of the content of petroleum ether extract during the tobacco leaf baking process  
图 8. 烟叶烘烤过程中石油醚提取物含量的变化规律

## 4. 结论

(1) 烘烤过程烟叶含水量呈“慢-快-慢”的下降趋势。烟叶含水量为 78.2%，整个烘烤过程烟叶水分总量散失了 92.5%，其中变黄期、定色期、干筋期水分分别散失为 8.2%、51.5%、32.8%；失水均衡性约为 85%，易烤性中等。

(2) 随着烘烤时间推进，烟叶收缩率呈“慢-快-慢”的收缩规律。整个烘烤过程烟叶叶长、叶宽、叶面积分别减少了 18.7%、29.8%、42.9%，其中变黄期、定色期、干筋期叶长收缩率分别为 5.0%、12.2%、1.5%，叶宽收缩率分别为 9.5%、18.5%、1.8%，叶面积分别为 14.0%、26.3%、2.6%。

(3) 烟叶烘烤过程 SPAD 值呈：“快速降低-缓慢降低-缓慢增加”的变化规律。变黄期 SPAD 值下降较快，下降了 18.3 个点；定色期 SPAD 值缓慢下降，于 102 h 时降至最低值为 3.5，该阶段仅下降了 0.6 个点，变黄-定色下降量(代表叶绿素降解量) 89%，易烤性中等；102 h 后 SPAD 值缓慢增加，增加了 0.5 个点，直至 132 h 时，烟叶 SPAD 为 4.0。

(4) 烟叶在烘烤过程中淀粉和总糖、还原糖含量呈明显的消长关系。淀粉含量整体呈下降趋势，总糖、还原糖则相反。烟叶烘烤过程淀粉含量呈：“快-慢-缓慢”的下降趋势。烘烤结束时，烟叶淀粉含量为 4.83%，整个烘烤过程烟叶淀粉含量下降了 26.81 个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期淀粉含量分别下降了 23.13、2.43、1.25 个百分点。随着烘烤时间的推进，烟叶总糖含量呈：“快-慢-缓慢”的变化规律。烘烤结束时，烟叶总糖含量为 26.02%，整个烘烤过程烟叶总糖含量增加了 20.10 个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期总糖含量分别增加了 15.94、3.00、1.17 个百分点。烟叶烘烤过程还原糖含量呈：“快-慢-缓慢”的变化规律。烘烤结束时，烟叶还原糖含量为 23.64%，整个烘烤过程烟叶还原糖含量增加了 18.22 个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期还原糖含量分别增加了 12.73、4.67、0.82

个百分点。

(5) 烟叶烘烤过程总氮及烟碱含量呈：“快-慢-缓慢”变化规律。烘烤结束时，烟叶总氮含量为1.74%，整个烘烤过程总氮含量下降了0.87个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期分别下降了0.55、0.25、0.07个百分点。烟叶烟碱含量为2.02%，整个烘烤过程烟叶烟碱含量下降了0.96个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期分别下降了0.59、0.31、0.06个百分点。

(6) 烟叶烘烤过程蛋白质含量呈：“快-慢-缓慢”的下降趋势。烘烤结束时，烟叶蛋白质含量为8.70%，整个烘烤过程烟叶蛋白质含量下降了4.42个百分点。其中，变黄期、定色期、干筋期分别下降了2.82、1.23、0.37个百分点。

(7) 随着烘烤时间的推进，烟叶K含量呈：“快-慢-缓慢”的变化规律。烘烤结束时，烟叶K含量为2.07%，整个烘烤过程烟叶K含量增加了0.74个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期分别增加了0.53、0.17、0.09个百分点。

(8) 烟叶烘烤过程石油醚提取物含量呈：“快-慢-缓慢”的上升趋势。烘烤结束时，烟叶石油醚提取物含量为9.48%，整个烘烤过程石油醚提取物含量增加了4.11个百分点；其中，变黄期、定色期、干筋期石油醚提取物含量分别增加了2.22、1.08、0.81个百分点。

## 基金项目

中国烟草总公司贵州省公司科技项目(2023XM33)。

## 参考文献

- [1] 刘子丹, 胡彬彬, 陈玉昌, 等. 美引烤烟品种‘NC297’的烘烤特性分析[J]. 中国农学通报, 2025, 41(4): 134-143.
- [2] 何文伟, 王莲, 张鸿飞, 等. 基于伏旱条件下的烤烟成熟度与致香物质及评吸质量关系[J]. 特产研究, 2023, 45(3): 46-50, 58.
- [3] 袁锦锋. 贵州不同香型烟区烟叶烘烤特性差异研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2024.
- [4] 任周营, 何力, 刘欢, 等. 烘烤工艺对上部烟叶化学品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(6): 59-63.
- [5] 汪薇, 王振华, 唐经祥, 等. 基于 SPAD 值的不同海拔烤烟采收成熟度研究[J]. 安徽农业科学, 2024, 52(10): 30-33.
- [6] 邓奕龙, 赵永伟, 李洪臣, 等. 变温变黄对烟叶水分散失与形态结构变化协同关系的影响[J/OL]. 江苏农业科学, 2024: 1-10. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1214.S.20241210.1334.004.html>, 2025-06-16.
- [7] 倪克平, 甄焕菊, 姬小明, 等. 不同采烤成熟度对云烟 87 上部叶烘烤质量的影响[J]. 福建农业科技, 2023, 54(2): 55-60.
- [8] 危阜斌, 徐茜, 陈志厚, 等. 烟叶烘烤期的淀粉转化规律及烤后烟叶的化学成分含量[J]. 贵州农业科学, 2019, 47(10): 124-128.
- [9] 王建波, 李明海, 史训瑶, 等. 铜仁烤烟糖含量特征及空间分布[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2018, 30(1): 30-32.
- [10] 王建波, 谢友, 史训瑶, 等. 铜仁烤烟烟碱含量特征及其空间分布[J]. 亚热带农业研究, 2017, 13(3): 160-164.
- [11] 马浩, 陈少鹏, 薛刚, 等. 不同烘烤工艺烤后烟叶内在质量评价及关联性分析[J]. 浙江农业科学, 2023, 64(7): 1790-1796.
- [12] 潘洪, 龙庆祥, 林小淇, 等. “两炖一停”烘烤工艺烤烟蛋白酶活性及蛋白质含量的动态变化[J]. 中国农学通报, 2021, 37(9): 137-141.
- [13] 王莲. 三种烘烤工艺对伏旱烟叶生理生化及烤后烟叶品质的影响[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2021.