

# 烤烟上部叶带茎烘烤研究

徐建平, 夏开宝, 刘彩虹, 殷寿安, 郑波, 雷晓, 陈云飞, 强继业\*

(1. 云南省曲靖市烟草公司, 云南曲靖655000; 2. 云南农业大学烟草学院, 云南昆明650201)

**摘要** 研究烤烟上部烟叶一次性不带茎烘烤和带茎烘烤过程中水分代谢情况、内在化学品质、外观质量、经济效应以及DNA、RNA中的放射性强度, 并对两种烘烤方法进行对比, 发现带茎烘烤时烟茎中的水分能进入烟叶中参与代谢, 但根据同位素示踪法对DNA、RNA中放射性的测定发现不论是带茎烘烤还是一次性不带茎烘烤各时期茎秆或叶柄的水分参与了叶片中核酸代谢, 但都不强, 对烘烤后的烟叶内在化学品质和外观质量进行分析发现带茎烘烤的烟叶品质相对较一次性不带茎烘烤好。

**关键词** 烤烟; 上部叶; 带茎烘烤

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)01-00123-03

## Study on Hue-curing of Upper Leaves with Stalk

XU Jian ping et al (Tobacco Corporation of Qijing, Qijing, Yunnan 655000)

**Abstract** We studied the way of water metabolism, internal quality, appearance quality, economic effect and radioactive intensities of DNA, RNA in upper leaves of flue-cured Tobacco with two different curing methods, flue-curing of leaves with stalk and not. The result indicated that the water in stem can transfer into leaves and take part in metabolism when cured with stalk but not evident in DNA and RNA. The study on internal quality, appearance quality and economic effect indicated that the leaves cured with stalk appeared better than that of leaves without stalk.

**Key words** Flue-cured tobacco; Upper leaves; Flue-curing of leaves with stem

烤烟的上部烟叶对总体产量和质量都有很大的影响<sup>[1-2]</sup>, 国内不少烟区上部叶占烤烟单株产量的30%~40%, 是烟叶单株产量的重要组成部分。但是目前的烘烤方法对提高烤烟上部叶的可用性存在很多的不足, 主要表现在烤后烟叶出现含青(青茎、浮青等)、挂灰等杂色现象比较普遍, 烟叶质量较差, 上中等烟比例较低, 烟叶可用性低。在目前烟叶优质适产的要求下, 提高上部叶的质量、可用性对于提高烟叶的总体质量和经济效益都具有重要意义<sup>[3-4]</sup>。因此, 如何提高烤烟上部叶的质量和可用性成为一个备受关注的问题。笔者研究带茎烘烤对烟叶品种云烟87上部叶的调制效应, 为以后的进一步研究提供了一定参考依据。

## 1 材料与方

试验于2005年在云南宣威落水进行, 烤烟品种为云烟87, 试验设2个处理, 处理A为上部4片叶成熟后一次性不带茎烘烤, 处理B上部4片叶成熟后一次性连烟茎砍下, 带茎烘烤, 烘烤方法均采用常规烤房3段式烘烤。采用失重法和<sup>3</sup>H<sub>2</sub>O同位素示踪法测定烟叶变黄期, 定色期, 干茎期叶尖部, 叶中部, 叶基部, 叶脉, 茎秆水分含量, 并测定烤后烟叶内在化学成分(烟碱、全氮、还原糖、总糖、蛋白质、淀粉、氯、钾), 对其内在品质进行分析; 另外, 烘烤前一次性不带茎烘烤的烟叶从每片叶叶柄注入15 μG<sup>3</sup>H<sub>2</sub>O, 带茎烘烤的烟叶在靠近叶柄的茎秆上注入同样量, 采用同位素示踪法测量不同烘烤时期烟叶中DNA、RNA中的放射性强度, 从而得到其中的代谢强度。采用同位素H<sup>3</sup>做放射自显影, 采用直接把H<sup>3</sup>注射到茎秆中, 对烟叶叶片进行放射自显影。用生物统计软件SPSS进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 烟叶不同烘烤时期水分代谢

**2.1.1 一次性不带茎烘烤水分含量。**从表1可知, 对于一次性不带茎烘烤烟叶来说, 在烘烤的第1、2阶段, 水分含量

均呈叶脉>叶基部>叶中部>叶尖部的趋势, 第3阶段呈叶尖>叶中>叶基>叶脉的趋势。从图1可知, 对于一次性不带茎烘烤烟叶来说, 烟叶变黄期和定色期叶脉水分含量相对较高, 其余各部位水分含量基本接近, 且叶脉的水分含量从变黄期到定色期基本不变; 到干筋期时, 各部位水分含量逐渐变得基本一致, 此时, 烟叶中的水分含量基本已蒸发完。这期间叶片的水分含量下降较大, 特别是叶脉的水分含量变化更大。从表2可知, 叶尖和叶中部的水分含量变化成极显著正相关 $R=1.000^{**}$ , 说明叶中部的水分与叶尖部水分密切相关, 烘烤过程中, 叶中的水分能畅通进入叶尖参与代谢。其他各部位的水分含量呈正相关, 表明烟叶各部分的水分可以相互运输。

表1 不带茎烘烤不同阶段水分含量(处理A) %

烘烤阶段	叶尖	叶中	叶基	叶片	叶脉
变黄期	58.18	66.82	71.94	69.42	73.95
定色期	29.33	32.45	38.12	48.22	68.61
干筋期	11.97	11.94	10.80	10.65	7.73

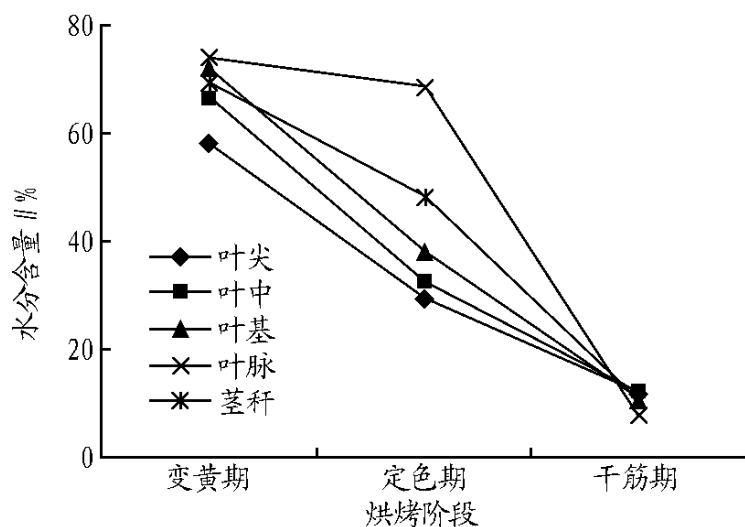


图1 不带茎烘烤水分含量变化趋势

**2.1.2 带茎烘烤水分代谢。**从表3可知, 对于带茎烘烤烟叶来说, 在变黄期, 水分含量呈茎秆>叶脉>叶基部>叶中部>叶尖部的趋势; 到定色期时, 水分含量呈茎秆>叶脉>叶基部>叶中部>叶尖部的趋势; 到干筋期, 水分含量呈茎秆

> 叶中部> 叶尖部> 叶基部> 叶脉的趋势。从图2 可知, 对于带茎烘烤烟叶来说, 烘烤变黄期, 烟茎和叶脉水分含量较为接近, 叶基、叶中、叶尖的水分含量差别不大, 在3 个烘烤阶段这3 者的水分含量下降均较快, 干筋期时, 各部位水分含量逐渐变得较为接近, 整个叶片定色期前水分下降较慢, 定色期后水分下降较快。从表4 可知, 叶脉和茎秆的水分含量呈显著性正相关关系  $R = 1.000^*$ , 叶尖和叶中部、叶中部

表2 不带茎烘烤统计分析

部位	相关性	叶尖	叶中	叶基	叶脉	叶片
阶段	R	- 0.990	- 0.990	- 0.998 *	- 0.900	- 0.987
	P	0.091	0.092	0.039	0.287	0.102
叶尖	R		1.000 * *	0.997	0.829	0.955
	P		0.001	0.052	0.378	0.192
叶中	R			0.997	0.828	0.954
	P			0.053	0.379	0.194
叶基	R				0.872	0.976
	P				0.326	0.141
叶脉	R					0.958
	P					0.186

注:\* 为0.05 水平上差异显著,\* \* 为0.01 水平上差异显著。下同。

表3 带茎烘烤不同阶段水分含量(处理B) %

烘烤阶段	叶尖	叶中	叶基	叶脉	叶片	茎秆
变黄期	73.62	74.90	77.54	83.71	78.10	83.71
定色期	39.58	44.30	48.91	76.21	59.14	79.37
干筋期	10.36	10.88	9.09	6.97	9.48	20.21

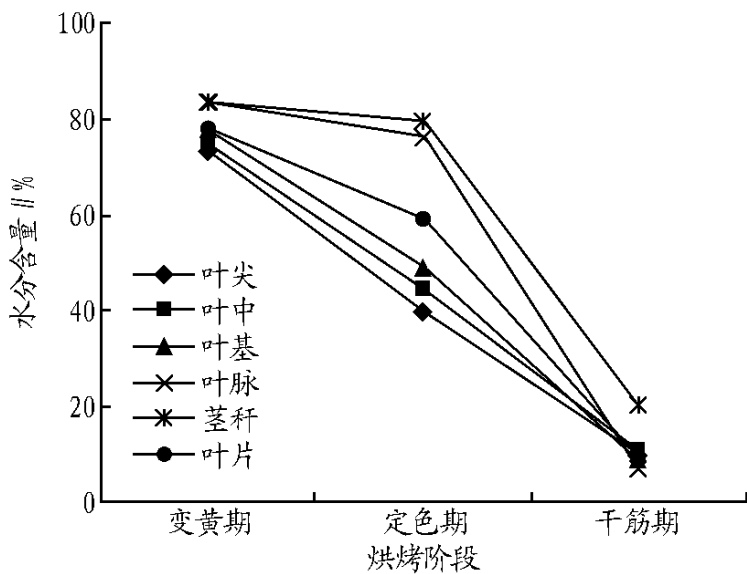


图2 带茎烘烤水分含量变化趋势

表6 烟叶内在成分分析

处理	N %	K <sub>2</sub> O %	还原糖 %	总糖 %	淀粉 %	烟碱 %	蛋白质 %	施木克值	糖碱比	Cl <sup>-</sup> %	K <sup>+</sup> /Cl <sup>-</sup>
A	1.73	1.070	18.0	21.4	0.35	2.23	8.38	2.55	9.61	0.11	9.73
B	1.76	1.105	15.9	19.2	1.45	2.25	8.59	2.24	8.55	0.18	6.14

由表7 可知, 带茎烘烤的烟叶中的总 N 和还原糖含量比不带茎烘烤低, 且差异显著 ( $|t| = 12.194, 7.895 > t_{0.05} = 2.447$ ), 其余各成分均是带茎烘烤比一次性不带茎烘烤中的高, 但只有淀粉和总糖的差异显著, ( $|t| = 6.754, 10.271 > t_{0.05} = 2.447$ )。

从外观质量来说, 一次性采收的烟叶烤后叶片厚度适中、弹性好、有油分、光泽强、但有青烟、且少量叶片出现挂灰情况, 而带茎烘烤后的烟叶叶片厚度适中、有油分、弹性也很好、光泽强、无青烟、无挂灰现象, 品质较一次性不带茎烘烤

表4 带茎烘烤统计分析

部位	相关性	叶尖	叶中	叶基	叶脉	叶片
3 个阶段	R	- 0.999 *	- 1.000 *	- 0.996	- 0.907	- 0.895
	P	0.028	0.016	0.060	0.277	0.294
叶尖	R		0.998 *	0.990	0.888	0.875
	P		0.044	0.088	0.305	0.322
叶中	R			0.998 *	0.917	0.906
	P			0.044	0.261	0.278
叶基	R				0.943	0.933
	P				0.217	0.234
叶脉	R					1.000 *
	P					0.018
茎秆	R					0.978
	P					0.133

和叶基部的水分含量呈显著性正相关关系  $R = 0.998^*$ 、 $0.998^*$ ; 说明水分在烘烤阶段能从茎秆运输到叶脉, 且运输程度较强, 水分从叶基到叶中到叶尖的转运也较强。

2.1.3 一次性不带茎烘烤与带茎烘烤水分比较。从表5 可知, 变黄期、定色期2 个阶段, 带茎烘烤的烟叶水分含量均高于一次性不带茎烘烤的, 干筋期后, 带茎烘烤的烟叶各部位水分含量反而低于一次性不带茎烘烤烟叶, 特别是叶基, 比一次性不带茎烘烤烟叶水分含量要低约19%, 原因可能是带茎烘烤时间较长以及回潮时带茎烘烤的烟叶带茎回潮, 水分可能从叶片再反向输回茎秆中。

表5 带茎烘烤比一次性不带茎烘烤的水分增加情况 %

烘烤阶段	叶尖	叶中	叶基	叶脉	叶片
变黄期	20.97	10.79	7.22	11.66	11.11
定色期	25.90	26.75	22.06	9.97	18.46
干筋期	- 15.54	- 9.74	- 18.81	- 10.90	- 12.34

2.2 不同烘烤方法烟叶内在品质和外观质量 从表6 可知, 不论是一次性不带茎烘烤还是带茎烘烤的烟叶, N、还原糖、总糖、烟碱、蛋白质、施木克值等都比较适宜; K<sub>2</sub>O、淀粉含量均较低, 其中一次性不带茎烘烤的烟叶都较带茎烘烤的更低, 钾含量低会一定程度上影响烟叶的燃烧性, 吸湿性和香气质<sup>[5-8]</sup>; 2 种烘烤方法的糖碱比都稍高, 一次性不带茎烘烤的烟叶糖碱比更高, 2 种烘烤方法中的 Cl<sup>-</sup> 含量均较低, 这可能是烟叶本身的 Cl<sup>-</sup> 含量就少的原因。

的烟叶稍好。

表7 2 种不同烘烤方法部分内在成分方差分析

变异来源	相关差异分析			t 值	自由度
	平均数	标准差	平均标准误		
还原糖	- 2.0750	0.3403	0.1702	- 12.194	3
总 N	- 2.1500	0.5447	0.2723	- 7.895	3
淀粉	1.0500	0.3109	0.1555	6.754	3
总糖	3.776E- 02	7.352E- 03	3.676E- 03	10.271	3
K <sub>2</sub> O	3.500E- 02	0.2475	0.1750	0.200	3
烟碱	2.000E- 02	0.2970	0.2100	0.095	3
蛋白质	0.2150	0.3606	0.2550	0.843	3

**2.3 核酸中放射性比活度分析** 从表8可知,对一次性不带茎烘烤烟叶叶肉中DNA的测定发现,变黄期放射性强度较大,说明 $^3\text{H}_2\text{O}$ 参与核酸代谢,到定色期,放射性强度大大降低,可能是烘烤过程中,核酸降解较多而合成少,到干筋期,放射性强度又增加,这是由于烟叶烘干,质量急剧降低,使得放射性强度和质量的比值反而增加,带茎烘烤与一次性不带茎烘烤不同之处在于定色期时,其放射性比活度高于变黄期,这可能是由于茎秆中水分充足, $^3\text{H}_2\text{O}$ 还能继续从茎秆中进入叶肉参与核酸代谢,这与烘烤的第1、2阶段带茎烘烤较一次性不带茎烘烤水分散失较慢一致。对叶脉中DNA的测定发现,不论是带茎烘烤还是一次性不带茎烘烤,随着烘烤时期的延伸,其放射性比活度逐渐减弱,说明叶脉中 $^3\text{H}_2\text{O}$ 参与核酸代谢前期稍强,然后逐渐降低。而对于RNA来说,放射性比活度在叶肉中的变化与DNA相似,在叶脉中几乎检测不到,这可能是由于叶脉中组织较老,提取RNA困难有关。在带茎烘烤的茎秆中,DNA和RNA中的放射性比活度也很

表8 不同时期、部位DNA、RNA中的放射性比活度 Bq/g

	变黄期		定色期		干筋期	
	A	B	A	B	A	B
	叶脉DNA	279.33	136.97	5.58	91.95	62.57
RNA			906.71			35.11 105.28
叶肉DNA	357.89	111.96	168.64	168.71	446.66	62.57
RNA	473.43	308.49	81.11	344.751	283.88	355.73
茎秆DNA						
RNA	91.87		508.65		1 115.46	

表10 不同烘烤方法经济指标对照

处理	上等烟 %	中等烟 %	下等烟 %	单价 元/kg	产值 元/hm <sup>2</sup>	整炉鲜重 kg	整炉干重 kg	鲜干比	总耗煤量 kg
A	32.95	60.2	6.83	7.58	22 296.60	1 014	196.00	5.17	470
B	29.54	64.06	6.39	7.60	24 206.25	2 060	325.45	6.33	643
上升比例 %	-11.54	6.03	-6.89	0.26	7.89			18.33	26.91

**2.4 带茎烘烤与一次性不带茎烘烤的经济效益比较** 从表10可知,中等烟比例、单价、产值、鲜干比、总耗煤量,处理B的均高于处理A的,上升比例分别为6.03%、0.26%、7.89%、18.33%、26.91%;上等烟比例、下等烟比例、处理B的均低于处理A的,下降比例分别为11.54%、6.89%;综合几项指标,上部烟叶一次性砍收、烘烤的经济效益稍高于上部烟叶一次性不带茎烘烤的。

### 3 讨论

(1) 带茎烘烤处理的试验结果表明,水分在烘烤阶段能从茎秆运输到叶脉,且运输程度较大。水分在烘烤阶段从茎秆到叶脉,再到叶基部、叶中部、叶尖部的运输较通畅。

(2) 对于烟叶的整个叶片情况来讲,在变黄期、定色期,带茎烘烤处理均高于其他各处理,在干筋期,由于烟叶水分已基本散失,各处理的水分含量基本一致。

(3) 带茎烘烤时,从变黄期到定色期,叶脉与茎秆的水分含量下降趋势相似,均缓慢,但从定色期到干筋期,两者水分含量下降剧烈,且叶脉的含水率下降速度快于茎秆的。

(4) 通过对茎秆、叶脉、叶肉中DNA、RNA放射性比活度的测定,发现茎秆或叶柄内的水分能参与叶片内的核酸代谢,这进一步说明茎秆、叶柄内的水分在烘烤过程中能运输

到叶脉、叶肉内区。

低,这可能有两个原因,一是老组织提取DNA和RNA较困难,二是茎秆质量较大,使得计算出来的比活度变小。从表9可见,一次性不带茎烘烤的烟叶变黄期叶肉中的核酸代谢最强,特别是RNA,占42.7%,到定色期则是叶脉中的RNA强,占78.03%,到干筋期又变为叶肉中强;而对于带茎烘烤来说,变黄期和一次性不带茎烘烤的类似,但定色期则以茎秆中的RNA最强,占30.95%干筋期仍是茎秆中RNA较强,占65.55%,其次为叶肉中RNA;从以上说明随着烘烤时期的延伸,代谢主要部位也发生改变,带茎烘烤和一次性不带茎烘烤略有不同,影响因素很多,如水分含量、温度变化、组织衰老程度、纤维素含量、带茎与不带茎本身的差异等<sup>[9-10]</sup>,主要原因还需要进一步研究确定。

表9 不同时期、部位的核酸代谢比例 %

部位	变黄期		定色期		干筋期	
	A	B	A	B	A	B
叶脉DNA	25.15		0.481	8.25	3.68	
DNA			21.10	78.03	14.75	53.45
叶肉DNA	32.22	17.24	14.51	15.14	58.34	3.68
茎秆DNA	42.63	47.51	6.98	30.95	37.08	20.91
DNA			14.15	45.66	65.55	

总体而言,由于测定出的放射性比活度值都比较低,所以可以推测茎秆或叶柄处的水分参与叶片内的核酸代谢并不强,这可能是由于烟叶已成熟,组织变老,加上烘烤过程中大量失水,其生理活动已很大程度上减弱的缘故。

到叶脉、叶肉内区。

(5) 不论从内在品质、外观质量还是经济效益来说,带茎烘烤的烟叶都稍强于一次性不带茎烘烤,说明带茎烘烤法有必要再进一步的深入研究已验证其科学依据。

### 参考文献

- [1] 徐增汉,王能如,王东胜,等.半晾半烤法提高烤烟上部叶可用性的研究[J].浙江农业科学,2003(5):34-36.
- [2] 成本喜,侯留记,熊向东,等.烤烟上部叶[J].烟草科技,1996(6):35-36.
- [3] 徐增汉,王能如,王茂书,等.不同采收方式对烤烟上部叶烘烤质量的影响[J].安徽农业科学,2001,29(5):660-662.
- [4] 伍贤进.土壤水份对烤烟某些生理特性影响的研究[J].吉林农业大学学报,1998,20(2):22-25.
- [5] 王芳,林克惠,刘剑飞,等.不同施钾量对山地烤烟产量和品质的影响[J].云南农业大学学报,2005,20(1):39-44.
- [6] 刘国顺,叶协锋,王彦亭,等.不同施钾量对烟叶香气成分含量的影响[J].中国烟草科学,2004(4):1-4.
- [7] 孙梅霞,汪耀富,张全民,等.烟草生理指标与土壤含水量的关系[J].中国烟草科学,2000(2):30-33.
- [8] 孙梅霞,陈义红.烤烟不同水分条件下成熟期叶片植物学特性[J].安徽农业科学,2002,30(4):603-604.
- [9] 汪耀富,阎桂年,王廷晓,等.干旱胁迫下烤烟叶片水分代谢研究[J].河南农业大学学报,1994,28(1):50-54.
- [10] 陆继锋,杨春雷,李建平.白肋烟整株调制期间的水分代谢研究[J].中国烟草,1996(2):1-4.