

刘慧, 赵松超, 武志勇, 等. 不同采收方式对雪茄烟上部叶晾制效果的影响[J]. 中国烟草学报, 2021, 27(3). LIU Hui, ZHAO Songchao, WU Zhiyong, et al. Effects of different harvesting methods on upper leaves air-curing of Cigar[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2021, 27(3). doi: 10.16472/j.chinatobacco.2020.T0060

## 不同采收方式对雪茄烟上部叶晾制效果的影响

刘慧, 赵松超, 武志勇, 赵铭钦\*

河南农业大学, 烟草学院, 郑州 450002

**摘要:** 【目的】为了解不同采收方式对雪茄烟上部叶晾制效果的影响。【方法】以 H382 为实验材料, 于海南五指山试验点设置了 3 种采收方式: 带茎采收、一次性采收和逐片采收, 研究不同采收方式对雪茄烟上部叶晾制过程中含水率、多酚氧化酶活性、多酚类物质含量、淀粉酶活性及内在化学成分的影响。【结果】(1) 上部叶一次性采收烟叶含水率在晾制过程中较适宜烟叶生命活动的进行, 逐片采收烟叶失水过快而带茎采收失水过慢。(2) 晾制过程中以一次性采收烟叶 PPO 活性较好, 带茎采收烟叶 PPO 活性较高, 逐片采收烟叶 PPO 活性较低, 均不利于烟叶品质的提升。(3) 晾制结束后烟叶绿原酸、芸香苷和萹荩亭含量以一次性采收处理较高。(4) 化学成分如烟碱、两糖比、钾氯比等以一次性采收烟叶中较为协调。【结论】相对于带茎采收和逐片采收, 上部叶一次性采收可有效提高酶促棕色化反应对雪茄烟叶的有利影响, 避免烟叶发黑, 提高烟叶品质。

**关键词:** 采收方式; 雪茄; 晾制; 酶活; 多酚; 化学成分

雪茄是由纯烟叶卷制而成的一种特殊烟草制品<sup>[1]</sup>, 为了卷制的雪茄烟成品的美观, 烟叶的颜色要求以浅褐色为好<sup>[2]</sup>, 而采收后的雪茄烟叶在晾制过程中发生的酶促棕色化反应是颜色形成的关键步骤<sup>[3]</sup>, 同时晾制过程也是雪茄烟香气品质形成的关键时期。雪茄烟晾制的外观质量和品质受很多因素的影响, 如晾制温湿度<sup>[4-5]</sup>、晾制密度<sup>[6-7]</sup>、采收成熟度<sup>[8-9]</sup>及不同部位<sup>[10]</sup>等。许多研究表明, 雪茄烟叶中的多酚类物质在晾制过程中通过参与酶促棕色化反应产生褐变进而影响烟叶色泽和香气<sup>[11]</sup>。多酚氧化酶是存在于叶绿体中, 调节酶促棕色化反应的关键物质, 其活性高低直接影响晾制后叶片的外观质量及内在品质<sup>[12-13]</sup>; 淀粉酶是碳代谢中的关键酶, 在晾制期间把淀粉催化水解为小分子物质, 对烟叶的品质起着重要的作用。肖波等<sup>[14]</sup>研究发现, 一次性采叶烘烤的淀粉酶活性及多酚氧化酶高于常规逐叶采收, 减弱了烟叶调制后期的酶促棕色化反应和膜脂过氧化。段史江等<sup>[15]</sup>研究发现适当减少采烤次数可以改善烤烟品质, 有效地

降低烟叶挂灰程度<sup>[16]</sup>。一次性采收较分次采收更能提高烟叶品质及可用性<sup>[17-18]</sup>。目前前人就不同采收方式对烤烟烘烤过程中生理特性及品质的影响进行了大量研究<sup>[4-10]</sup>, 而关于雪茄烟叶的带茎采收尚未有人涉及, 故本文从不同采收方式角度探讨何种雪茄烟采收方式晾制效果较好, 旨在为更清晰的了解雪茄烟的最佳采收方式及提高雪茄烟晾制效果及品质提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验地概况及材料

试验于 2018—2019 年在海南省五指山市番阳镇(北纬 18°52'32", 东经 109°23'32")进行, 试验品种为雪茄 H382, 试验地块地势平坦, 灌溉便捷, 土壤为红色沙壤土质, 土层肥力均匀, 土层基本理化性质: 碱解氮 63.16 mg/kg, 速效磷 26.27 mg/kg, 速效钾 124.61 mg/kg, 土壤 pH 为 5.9。

**基金项目:** 中国烟草总公司海南省公司科技重点项目“优质雪茄烟叶晾房研制及晾制技术研究”(201746000024054)

**作者简介:** 刘慧(1997—), 在读硕士研究生, 研究方向为烟草栽培与生理, Email: 15890670273@163.com

**通讯作者:** 赵铭钦(1964—), 教授, 博士生导师, 主要从事卷烟调香的教研科研工作, Email: zhaomingqin@henau.edu.cn

**收稿日期:** 2020-07-08; **网络出版日期:** 2021-05-31

## 1.2 试验设计

该试验采用漂浮育苗,于同年2月22日移栽,施用烟草专用复合肥,  $N:P_2O_5:K_2O=1:1:2$ ,施用量为  $820\text{ kg/hm}^2$ ,基追肥比 6:4,采用条施的方法进行施肥。行株距为  $110\text{ cm}\times 45\text{ cm}$ ,其他措施均按照大田规范化管理进行。试验选取大田长势均匀一致的烟株,以上部 4~6 片叶为试验材料,设置 3 种采收方式为 3 个处理(见表 1),每处理标记 20 杆烟叶作为测试样品,采用当地晾制工艺自然晾制法进行晾制。

表 1 不同采收方式晾制试验设计

Tab. 1 Experimental design of drying system for the leaves harvested with different methods

处理 (Treatment)	采收方式 (Harvesting methods)
C1	带茎采收,当上部叶第一片成熟时,在距离第一片上部叶 5 cm 左右烟茎的位置砍下,挂杆晾制。
C2	一次性采收,当上部叶第一片成熟时,将上部叶一次性全部采下,编杆晾制;
C3	成熟一片采收一片,编杆挂入晾房

## 1.3 测定项目及方法

从晾制开始定期(每隔 5 d)随机选取各处理烟叶 3 片,将其烘干磨碎,过 60 目筛,采用 Waters2695 型高效液相色谱仪测定烟叶中的绿原酸、芸香苷和萹荭亭含量<sup>[19]</sup>;加热烘干法测定烟叶中的含水率<sup>[20]</sup>,去除烟叶叶尖及叶基部 1/3 部分,留中间部分采用比色法测定多酚氧化酶(PPO)活性<sup>[21]</sup>及 3, 5-二硝基水杨酸比色法测定淀粉酶(AMS)活性<sup>[22]</sup>;每个处理 3 次重复,晾制为期 1 个月,共取 7 次样。晾制结束之后,取各处理晾后样各 1 kg,将其烘干磨碎,过 60 目筛,采用连续流动分析法测定其常规化学成分<sup>[23]</sup>,每个处理重复 3 次。

## 1.4 数据处理

利用 Microsoft excel 2010 进行图表处理,SPSS 21.0 进行数据显著性差异分析及相关性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 采收方式对雪茄烟叶晾制过程中含水率变化的影响

晾制过程中的烟叶含水率变化如图 1,由于晾房内面积一定,挂上烟叶后,内部空气流通变差,且烟叶呼吸作用放热,晾房内温度逐渐升高,故随着温度

的逐渐升高烟叶内部含水率逐渐下降。晾制前期,烟叶含水率先缓慢下降,第 10~15 d 急剧下降,后又趋于缓慢。由图 1 可看出,不同处理烟叶含水率下降趋势一致,C1 处理含水率始终较其他两处理高,C3 处理降幅最大,晾制第 5 d 至第 20 d 达到显著差异水平( $P<0.05$ ),第 25 d 后差异不显著。

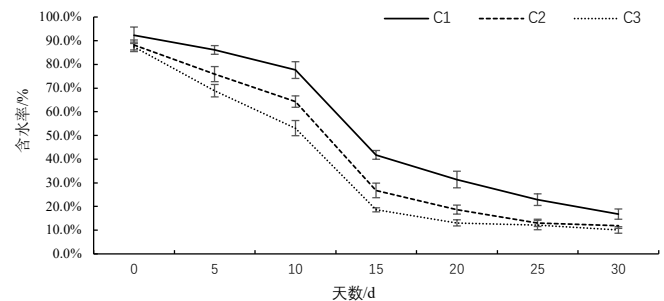


图 1 晾制过程中不同采收方式烟叶的含水率变化

Fig. 1 Changes in moisture content of tobacco leaves harvested by different methods during air-curing process

### 2.2 采收方式对雪茄烟叶晾制过程中多酚氧化酶(PPO)的影响

晾制过程中多酚氧化酶活性如图 2,各处理 PPO 活性趋势一致,均呈单峰变化趋势,但同一时间点始终以 C1 处理活性最高,C2 次之,C3 最低。0~15 d 各处理酶活性均呈上升趋势,在第 15 d 达到峰值,此时各处理烟叶酶活性分别增加了 131.7%、87.9%、65.9%。晾制 5~20 d,各处理间差异达到显著水平( $P<0.05$ )。第 15 d 后开始下降,至晾制结束,C1、C2、C3 各处理烟叶多酚氧化酶活性分别下降了 93.6%、94.1%、91.2%。晾制结束时,各处理 PPO 活性无显著差异( $P>0.05$ )。

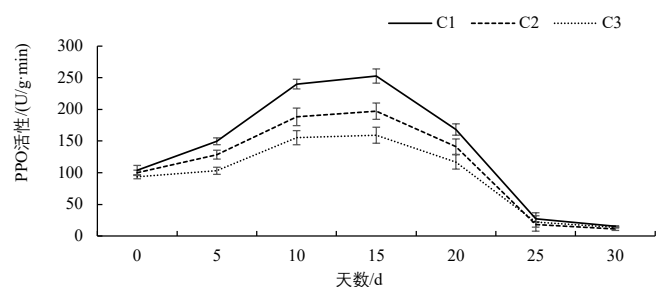


图 2 晾制过程中不同采收方式烟叶的 PPO 活性变化

Fig. 2 Changes of PPO activity of tobacco leaves harvested with different methods during

### 2.3 采收方式对雪茄烟叶晾制过程中多酚类物质的影响

如图 3A 所示, 晾制过程中三个处理 (C1、C2、C3) 烟叶绿原酸的含量变化一致, 呈现先微升后降的变化趋势, 第 5 d 左右时达到峰值, 此时  $C2 > C1 > C3$ , 其后在第 5~10 d 几乎呈直线型下降, 之后绿原酸含量下降趋于缓慢, 晾制结束时绿原酸含量 C2 最高, C3 次之, C1 最低。芸香苷 (图 3B) 在晾制初期各处理含量差异不大, 随着晾制的进行芸香苷的含量均呈现一个小幅度的上升后下降, 在第 5 d 左右时达到峰值, 后 5~20 d 急剧下降, 且晾制期间 3 个处理间始终表现为 C2 处理含量最高。茛菪亭是除绿原酸、芸香苷外重要的多酚类物质<sup>[24]</sup>, 如图 3C, 雪茄烟叶中茛菪亭含量较少, 在晾制过程中缓慢减少, 不同处理间下降速率差别不大, 晾制结束时, 烟叶中茛菪亭含量变化与绿原酸、芸香苷含量一致, C2 处理最高, C1 次之, C3 最低。

### 2.4 酶促棕色化反应相关指标相关性分析

雪茄烟叶晾制过程中烟叶颜色变化主要是由于酶促棕色化反应所引起<sup>[13]</sup>, 根据多酚氧化酶活性及多酚含量的变化, 将晾制 0~15 d 及 0~20 d 的三个处理酶促棕色化反应指标进行相关分析, 结果如表 2 所示。各处理多酚含量均与 PPO 活性呈负相关性, 晾制开始 0~15 d 绿原酸含量的变化与 PPO 活性呈显著负相关性, C3 处理达到极显著水平。晾制 0~20 d 绿原酸含量变化与 PPO 活性相关性不显著。芸香苷、茛菪亭均一直没有表现出与 PPO 活性的显著相关性。

表 2 不同采收方式晾制过程中酶促棕色化反应相关指标的相关性分析

Tab. 2 Correlation analysis of indexes related to enzymatic browning reaction during different harvesting methods

处理 (Treatment)	时间 (Time)	测定指标 (Index)		
		绿原酸含量 (Chlorogenic acid content)	芸香苷含量 (Rutin content)	茛菪亭含量 (Scopoletin content)
C1	0~15 d	-0.965*	-0.699	-0.698
	0~20 d	-0.779	-0.212	-0.359
C2	0~15 d	-0.956*	-0.497	-0.427
	0~20 d	-0.723	-0.082	-0.223
C3	0~15 d	-0.993**	-0.851	-0.902
	0~20 d	-0.762	-0.450	-0.498

注: \* 表示在  $P < 0.05$  水平相关性显著; \*\* 表示  $P < 0.01$  水平相关性极显著。

Note: \* indicates significant correlation at  $P < 0.05$  level; \*\* indicates that the correlation at  $P < 0.01$  level is extremely significant.

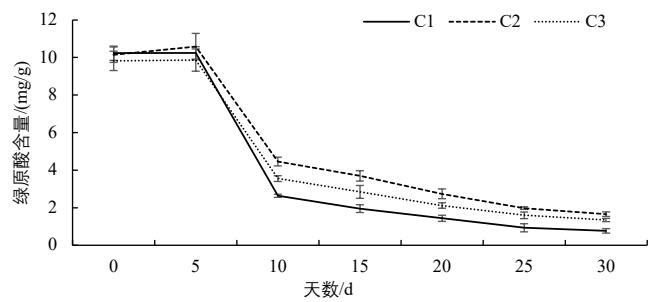


图 3A 晾制过程中不同采收方式烟叶的绿原酸含量变化

Fig. 3A Variation of chlorogenic acid content in tobacco leaves harvested with different methods during the air-curing process

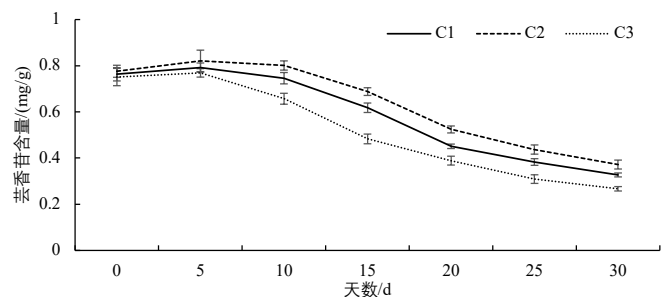


图 3B 晾制过程中不同采收方式烟叶的芸香苷含量变化

Fig. 3B Changes of rutin content in tobacco leaves harvested with different methods during the air-curing process

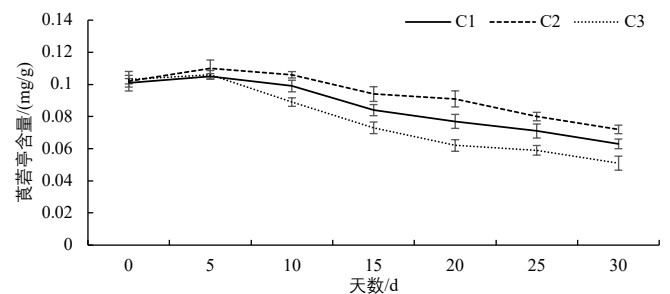


图 3C 晾制过程中不同采收方式烟叶的茛菪亭含量变化

Fig. 3C Changes of scopolamine content in tobacco leaves harvested with different methods during air-curing process

### 2.5 采收方式对雪茄烟叶晾制过程中淀粉酶 (AMS) 活性的影响

如图 4 所示, 淀粉酶活性在晾制期间呈现单峰变化趋势, 于第 10 d 达到峰值, C1、C2、C3 处理淀粉酶活性分别比晾制初期升高了 180.1%、250.7%、198.8%, 之后酶活性逐渐下降。不同处理淀粉酶活性从第 5 d 开始差异达到了显著水平 ( $P < 0.05$ ), 且随着晾制进行, 差异逐渐增大, 以 C2 处理酶最高。淀粉含量 (图 5) 随着晾制的进行逐渐下降, 前期淀粉

降解速率较快,后期趋于缓慢,各处理变化趋势一致,但以C2处理淀粉降解速率为最快,显著高于C1、

C3处理。至晾制结束时,C1、C2、C3处理淀粉分别降解了72.8%、80.3%、68.2%。

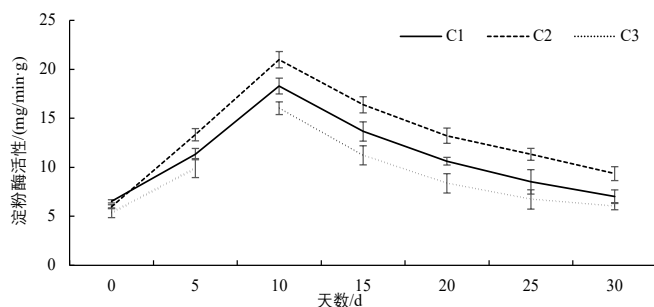


图4 晾制过程中不同采收方式烟叶淀粉酶活性变化

Fig. 4 Changes of amylase activity in tobacco leaves with different harvested with different methods during air-curing

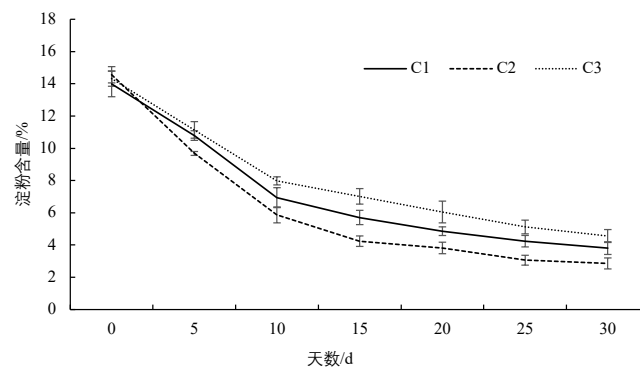


图5 晾制过程中不同采收方式烟叶淀粉含量变化

Fig. 5 Changes of starch content in tobacco leaves with different harvested with different methods during air-curing

## 2.6 采收方式对雪茄烟叶晾制后内在化学成分及协调性的影响

不同采收方式的雪茄烟叶晾制后,其化学成分如表3,总糖、淀粉、还原糖含量均以C2处理最高,分别为1.85%、2.49%、1.53%,显著高于C1与C3处理,与之有显著性差异。C2、C3处理钾含量显著高于C1处理,但以C2处理含量最高。其他化学成分差异不大。

一般来讲,优质烤后烟叶总糖含量达到18%~22%,还原糖含量16%~20%,烟碱含量1.5%~3.5%,淀粉含量4%~5%,两糖比 $\geq 0.9$ (比值越大标志成熟度越好),钾氯比 $\geq 4$ <sup>[25]</sup>,由于雪茄烟叶晾制过程中叶表面微生物作用及叶片细胞消耗糖类物质致使晾制后雪茄烟叶糖含量与烤烟相比普遍偏低<sup>[26]</sup>。但与其他两处理相比,综合来看,C2处理化学成分较为协调。

表3 不同采收方式的烟叶化学成分及协调性

Tab. 3 Chemical composition and compositional coordination of tobacco leaves harvested with different methods

处理	化学成分 (Chemical composition)							
	总糖 /%	烟碱 /%	淀粉 /%	钾 /%	氯 /%	还原糖 /%	两糖比	钾氯比
C1	1.51 b	2.64 a	1.83 b	3.87 b	0.69 a	1.12 b	0.75 b	5.61 b
C2	1.85 a	2.77 a	1.76 b	4.36 a	0.61 a	1.53 a	0.82 a	7.14 a
C3	1.62b	2.83 a	2.49 a	4.17 a	0.72 a	1.26 ab	0.77 b	5.79 b

## 2.7 采收方式对雪茄烟叶晾制表现颜色的影响

不同采收方式雪茄烟叶晾制效果如图6,带茎采收烟叶颜色发黑,与茎所连叶基部与叶其他部位变色不均匀,叶片皱缩,整体含水量分布不均匀,这是因为带茎采收含水量一直处于偏高水平,PPO活性较强,氧化较多的多酚类物质产生褐变,故颜色偏黑;一次性采收烟叶含水量、PPO活性变化较为适中,颜色为均匀红棕色,外观质量较好;逐片采收烟叶多酚物质含量下降转化的褐色物质较多,致使叶边缘颜色较为暗沉,且晾制过程中水分散失过快,导致烟叶些许皱缩,支脉凸起,韧性不佳。



图6 不同采收方式烟叶晾制后颜色变化对比

Fig. 6 Comparison of color changes after air-curing of tobacco leaves harvested with different methods



### 3 讨论

与烤烟不同,雪茄烟叶的调制是在晾房内自然凋亡的过程,其中伴随着温度升高,烟叶失水,淀粉、多酚等大分子物质的降解。晾制品质与此时期雪茄烟叶颜色和水分协调变化密切相关,两者的协同进行对晾制后的雪茄烟叶质量至关重要<sup>[27]</sup>。烟叶含水量的多少会影响细胞内多种酶活性,进而对雪茄烟叶的晾制效果产生影响<sup>[28-29]</sup>。如有资料显示晾制过程中多酚氧化酶活性大小与烟叶含水率密切相关,烟叶含水率越高,PPO活性就越强<sup>[30]</sup>。本试验中,C1处理晾制过程中水分由茎迁移至叶片延缓了水分的散失,C2处理上部叶部分叶片成熟档次相比于逐片采收较低,因此,各处理间烟叶含水率始终为C1>C2>C3,故PPO活性以C1最高,C2次之,C3最低。且随着晾制的进行,烟叶水分散失,膜系统遭到破坏<sup>[31]</sup>,膜系统透性增大使活性氧自由进出烟叶组织,促使PPO活性升高<sup>[32-33]</sup>,也可能是由于随着晾制的进行,温度升高,致使酶活性增强<sup>[34]</sup>。之后从第15d开始,随着水分的大量散失,PPO酶活性也随之下降,此变化规律与赵松超<sup>[6,9]</sup>等的研究结果一致。

本研究中晾制前期烟叶中的热解物如木质素等热解使多酚含量微微上升<sup>[35]</sup>,第5d时含量最高,后随着多酚氧化酶活性的增加,加上失水导致细胞结构被破坏,氧气进入烟叶内,在多酚氧化酶与氧气共同作用下多酚类物质被氧化,含量急剧下降<sup>[36-37]</sup>。晾制过程中PPO活性以C1最高,因此晾制结束时以C1处理的绿原酸含量最低;由于C3处理失水较C1和C2快,其膜脂过氧化水平较高,产生较多的活性氧,故而C3处理绿原酸被氧化而致含量较C2低<sup>[6]</sup>。虽然芸香苷、莨菪亭和绿原酸一样也是先升高后降低,但由于多酚氧化酶主要以绿原酸为底物<sup>[38]</sup>,因此芸香苷、莨菪亭的变化与绿原酸有所不同,各处理芸香苷、莨菪亭并没有迅速下降。另芸香苷、莨菪亭含量与膜脂过氧化水平相关,芸香苷和莨菪亭会清除膜脂过氧化作用所产生的活性氧而含量下降<sup>[6]</sup>,其中C1处理的烟叶和烟茎同步失水导致该处理烟叶所处环境湿度增大,C3处理失水较快,较高的湿度和较快的失水速度导致膜脂过氧化作用增强,芸香苷和莨菪亭含量降低,因此芸香苷与莨菪亭含量以C2最高。雪茄烟叶具有较长的晾制时间,在此期间烟叶内的多酚类物质被氧化,这是海南雪茄烟叶呈现出褐色的主要原因,但过多的酚类物质被氧化易造成烟叶晾出深黑色,因此多酚被氧化过多既不利于烟叶颜色的定型,也不利

于烟叶内在品质的提升,C2处理的烟叶在晾制过程中更有利于形成优质烟叶。

烟叶晾制过程中,淀粉经淀粉酶降解转化为糖类<sup>[39]</sup>,烟叶糖含量很大程度上会影响烟叶香吃味,淀粉含量过高不仅产生糊焦味,影响抽吸品质,且易挂灰。本试验中,随着晾制进行,温度升高,淀粉酶活性逐渐增大,晾制过程中适度失水能有效增加烟叶的呼吸速率,产生较多的热量,因此以适度失水的C2处理烟叶淀粉酶活性增大速率较快<sup>[40-41]</sup>,之后烟叶水分散失较多,环境湿度和烟叶含水率较低,淀粉酶活性遭到钝化,但并没有失活<sup>[42]</sup>,所以后期淀粉酶活性降低但较初始阶段要高。由于一次性采收烟叶的成熟度组织结构和化学成分达到了晾制的较佳水平,因此C2处理前期烟叶淀粉降解较快,淀粉降解较多<sup>[43]</sup>,后期烟叶含水率过低,淀粉酶几乎停止降解<sup>[44]</sup>,综合来看晾制结束后C2处理烟叶中淀粉降解最多,品质较好。

烟叶的质量很大程度上取决于烟叶内种类多而复杂的内在化学成分,其各个成分的含量及比值对烟叶质量有很大的影响<sup>[45]</sup>。不同方式采收的烟叶,其内在化学成分含量也有一定差别<sup>[46]</sup>。本研究中带茎采收处理的烟叶在较长时间的晾制过程中含水率一直处于较高状态,导致烟叶内长时间饥饿代谢,而糖类物质作为呼吸基质被消耗过多<sup>[47]</sup>,干物质含量降低,C1处理烟叶晾制后钾含量较其他处理含量低是由于带茎采收烟叶在晾制过程中,一些钾离子向烟杆内转移<sup>[48]</sup>,故晾制结束时C1处理钾含量显著低于其他两个处理。

### 4 结论

不同采收方式对雪茄烟叶晾制过程中烟叶含水率、多酚氧化酶活性、多酚类物质含量、淀粉酶活性及内在化学成分均具有显著的影响,一次性采收方式的雪茄烟叶各方面明显优于其他两种采收方式,更适合于晾制出优质的雪茄烟叶。

### 参考文献

- [1] 李爱军,秦艳青,代惠娟,等. 国产雪茄烟叶科学发展白议[J]. 中国烟草学报,2012(01):118-120.  
LI Aijun, QIN Yanqing, DAI Huijuan, et al. On the Scientific development of Domestic cigars [J]. Chinese Journal of Tobacco, 2012, (01):118-120.
- [2] 王瑞新. 面向21世纪课程教材,烟草化学[M]. 中国农业出版社,2003.  
WANG Ruixin. Course textbook for 21st century. Tobacco chemistry [M]. China Agricultural Press, 2003.

- [3] 李秀妮, 乔保民, 吴创, 等. 晾晒烟调制过程中酶促棕色化反应及调控方法 [J]. 天津农业科学, 2018(2): 76-79.  
LI Xiuni, QIAO Baomin, WU Chuang, et al. Enzymatic Browning reaction and its regulation in the curing process of air and sun smoke [J]. Tianjin Agricultural Science, 2018(2): 76-79.
- [4] 卢绍浩, 张嘉雯, 赵喆, 等. 晾制湿度对雪茄烟叶碳氮代谢关键酶活性及品质的影响 [J]. 中国烟草学报, 2020, 26(4): 26-34.  
LU Shaohao, ZHANG Jiawen, ZHAO Zhe, et al. Effects of air-curing humidity on key enzyme activities related to carbon and nitrogen metabolism in and quality of cigar tobacco leaves [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2020, 26(4): 26-34.
- [5] 顾会战. 调制温湿度条件对雪茄外包烟叶生理变化与理化特性的影响 [D]. 河南农业大学, 2006.  
GU Huizhan. Effect of temperature and humidity modulation on physiological changes and physicochemical characteristics of cigar foreskin tobacco [D]. Henan Agricultural University, 2006.
- [6] 赵松超, 李一凡, 刘博远, 等. 晾制密度对雪茄烟叶膜脂过氧化作用及品质的影响 [J]. 作物学报, 2019, 045(007):1090-1098.  
ZHAO Songchao, LI Yifan, LIU Boyuan, et al. Effect of drying density on membrane lipid peroxidation and quality of cigar tobacco [J]. Acta Agronomica Sinica, 2019, 045(007):1090-1098.
- [7] 张锐新. 移栽期、施氮量及晾制密度对海南雪茄烟品质影响研究 [D].  
ZHANG Ruixin. Effect of nitrogen application and drying density on quality of Hainan Cigars during transplanting period [D].
- [8] 张嘉雯, 卢绍浩, 赵喆, 等. 不同成熟度雪茄烟叶晾制过程中生物碱含量的变化 [J]. 河南农业科学, 2020, 49(02):165-173.  
ZHANG Jiawen, LU Shaohao, ZHAO Zhe, et al. Changes of alkaloid content in tobacco leaves with different maturity [J]. Henan agricultural sciences, 2020, 49(02):165-173.
- [9] 赵松超, 田培, 刘博远, 等. 采收成熟度对雪茄烟叶晾制过程酶促棕色化反应及品质的影响 [J]. 中国农业科技导报, 2020, 22(05):51-59.  
ZHAO Songchao, TIAN Pei, LIU Boyuan, et al. Effect of harvest maturity on enzymatic Browning reaction and quality of cigar tobacco during drying [J]. Chinese Journal of Agricultural Science and Technology, 2020, 22(05):51-59.
- [10] 卢绍浩, 张嘉雯, 赵喆, 等. 不同部位雪茄烟叶晾制过程中多酚、色素及相关酶活性的变化 [J]. 中国烟草科学, 2019, 40(03):84-90, 98.  
LU Shaohao, ZHANG Jiawen, ZHAO Zhe, et al. Changes of polyphenolic pigment and related enzyme activities in different parts of tobacco leaves during curing [J]. Chinese journal of tobacco science, 2019, 40(03):84-90, 98.
- [11] 朱金峰, 王涵, 王国峰, 等. 植物生长物质对不同烘烤工艺下烟叶多酚含量及其酶活性的影响 [J]. 河南农业科学, 2013, 42(3):36-41.  
ZHU Jinfeng, WANG Han, WANG Guofeng, et al. Effects of plant growth substances on the polyphenol content and enzyme activities of tobacco leaves under different curing techniques [J]. Henan Agricultural Sciences, 2013, 42(3):36-41.
- [12] 兰俊荣, 靖军领, 黄一兰, 等. 不同成熟度烟叶烘烤过程中多酚氧化酶活性变化 [J]. 现代农业科技, 2010(23):54-55.  
LAN Junrong, JING Junling, HUANG Yilan, et al. Changes of polyphenol oxidase activity during the curing of tobacco leaves with different maturity [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2010(23):54-55.
- [13] 寇明钰, 李宁, 吴艳. 棕色化反应调控技术在烟草中的应用现状及展望 [J]. 湖北农业科学, 2009, 48(8):2013-2016.  
KOU Mingyu, LI Ning, WU Yan. Application status and prospect of browning reaction control technology in tobacco [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2009, 48(8): 2013-2016.
- [14] 肖波, 陈建军, 吕永华, 陈永明, 王维, 邓世媛, 王军. 采收方法对烤烟植株上部叶烘烤特性的影响 [J]. 植物生理学通讯, 2008(02):221-224.  
XIAO Bo, CHEN Jianjun, LV Yonghua, et al. Effects of harvesting methods on curing characteristics of upper leaves of flue-cured tobacco [J]. Plant physiology bulletin, 2008 (02): 221-224.
- [15] 段史江, 陈飞程, 韩助君, 等. 采收方式对烟叶品质和烤烟经济性性状的影响 [J]. 安徽农业科学, 2019, 47(24):34-38.  
DUAN Shijiang, CHEN Feicheng, HAN Zhujun, et al. Effects of harvesting methods on tobacco quality and economic characters of flue-cured tobacco [J]. Anhui agric sci, 2019, 47(24):34-38.
- [16] 李焱, 和健森, 苏家恩, 等. 采收方式对烤烟 K326 上部烟挂灰程度的影响 [J]. 湖南农业大学学报 (自然科学版), 2019, 45(01):16-20.  
LI Yan, HE Jiansen, SU Jiaen, et al. Effect of harvesting method on ash hanging degree of upper part of flue-cured tobacco K326 [J]. Journal of hunan agricultural university (natural science edition), 2019, 45(01):16-20.
- [17] 王芳, 周亚哲, 张雨薇, 等. 留叶数和采收方式对郴州烤烟品种‘云烟99’产质量的影响 [J]. 作物研究, 2018, 32(05):403-410.  
WANG Fang, ZHOU Yazhe, ZHANG Yuwei, et al. Effects of leaf number and harvesting methods on yield quality of Chenzhou flue-cured tobacco variety Yun-Yan 99 [J]. Crop Research, 2018, 32(05):403-410.
- [18] 许晓敬, 黄海棠, 杨立均, 等. 不同采收方式对烤烟上部叶品质的影响 [J]. 现代农业科技, 2019(07):9-11.  
XU Xiaojing, HUANG Haitang, YANG Lijun, et al. Effects of different harvesting methods on the quality of upper leaves of flue-cured tobacco [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2019(07):9-11.
- [19] 余小芬, 谢燕, 郑波, 等. 高效液相色谱法测定烟草中多酚类物质 [J]. 西南农业学报, 2013, 26(02): 531-534.  
YU Xiaofen, XIE Yan, ZHENG Bo, et al. Determination of polyphenols in tobacco by high performance liquid chromatography [J]. Acta Agriculturae Southwest, 2013, 26(02): 531-534.
- [20] 张志良. 植物生理学实验指导 (第二版) [M]. 高等教育出版社, 1990: 1-2.  
ZHANG Zhiliang. Experimental guidance of plant physiology (second edition) [M]. Higher Education Press, 1990: 1-2.
- [21] 郝再斌. 植物生理实验 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004: 116-117.  
HAO Zaibin. Plant physiology experiment [M]. Harbin: Harbin Institute of Technology Press, 2004: 116-117.
- [22] 邹琦. 植物生理学测试技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.  
ZOU Qi. Plant physiology testing technology [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1995.
- [23] 程传玲, 唐琦, 汪文良, 等. 烤烟常规化学成分与感官质量的典型相关分析 [J]. 贵州农业科学, 2011, 39(1): 59-61.  
CHENG Chuanling, TANG Qi, WANG Wenliang, et al. Typical correlation analysis between conventional chemical composition and sensory quality of flue-cured tobacco [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2011, 39(1): 59-61.
- [24] 李丛民. 植物多酚对烟草制品品质的影响 [J]. 烟草科技, 2000(1): 27-28.  
LI Congmin. Effects of plant polyphenols on quality of tobacco products [J]. Tobacco Science and Technology, 2000(1): 27-28.

- [25] 刘国顺. 烟草栽培学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 72-74.  
LIU Guoshun. Tobacco cultivation [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2003:72-74.
- [26] 王勇, 王行, 贺广生, 等. 耐高温产淀粉酶芽孢杆菌在烟叶烘烤中降解淀粉的应用研究 [J]. 中国烟草学报, 2017, 23(04): 56-63.  
WANG Yong, WANG Xing, HE Guangsheng, et al. Application of amylase resistant Bacillus in starch degradation in tobacco curing [J]. Acta Tobaccologica Sinica, 2017, 23(04): 56-63.
- [27] 王德宝, 史宏志, 杨兴有, 等. 不同晾房晾制期间温湿度差异及对白肋烟品质的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(6): 1405-1411.  
WANG Debao, SHI Hongzhi, YANG Xingyou, et al. Differences in temperature and humidity during curing in different breweries and their effects on burley tobacco quality [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2011, 19(6):1405-1411.
- [28] 王洁, 曾代龙, 符雷, 等. 晾晒烟叶发酵研究进展 [J]. 河南农业科学, 2014, 43(4):1-4.  
WANG Jie, ZENG Dailong, FU Lei, et al. Progress in fermentation of dried tobacco leaves [J]. Henan agricultural sciences, 2014, 43(4):1-4.
- [29] 董艳辉. 密集烘烤过程中烟叶温度与烤房环境因子关系及对烘烤质量的影响 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2014.  
DONG Yanhui. Relationship between temperature of tobacco leaves and environmental factors of baking house during intensive curing and its influence on curing quality [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2014.
- [30] 宋洋洋, 张小全, 杨铁钊, 等. 烟叶采收成熟度对烘烤过程中酶促棕色化反应相关指标的影响 [J]. 西北植物学报, 2014, 34(12): 2459-2466.  
SONG Yangyang, ZHANG Xiaoquan, YANG Tiezhao, et al. The effect of tobacco leaf harvest maturity on related indexes of enzymatic browning reaction during curing [J]. Journal of Northwestern Plants, 2014, 34(12): 2459-2466.
- [31] 宋朝鹏. 白肋烟晾制过程中主要生理变化和收晾处理对品质的影响 [D]. 河南农业大学, 2004.  
SONG Zhaopeng. The main physiological changes during the curing process of burley tobacco and the effect of harvesting and curing on the quality [D]. Henan Agricultural University, 2004.
- [32] 彭新辉, 周清明, 易建华, 等. 烟草多酚氧化酶研究进展 [J]. 烟草科技, 2006(12):38-42.  
PENG Xinhui, ZHOU Qingming, YI Jianhua, et al. Research progress of tobacco polyphenol oxidase [J]. Tobacco Science and Technology, 2006(12):38-42.
- [33] 杨际双, 邸葆, 杨丽. 水杨酸对菊花叶片细胞膜透性和抗氧化酶活性的影响 [J]. 浙江农业科学, 2009(5):902-904.  
YANG Jishuang, DI Bao, YANG Li. Effects of salicylic acid on cell membrane permeability and antioxidant enzyme activities of chrysanthemum leaves [J]. Zhejiang Agricultural Sciences, 2009(5):902-904.
- [34] 郭新枫. 调制温湿度条件对雪茄外包烟叶生理变化与理化特性的影响 [J]. 科技创新与应用, 2013(21): 4.  
GUO Xinfeng. Effects of temperature and humidity modulation on physiological changes and physicochemical characteristics of cigar wrapper tobacco leaves [J]. Science and Technology Innovation and Application, 2013(21): 4.
- [35] 宫长荣, 王爱华, 王松峰. 烟叶烘烤过程中多酚类物质的变化及与化学成分的相关分析 [J]. 中国农业科学, 2005(11): 173-177.  
GONG Changrong, WANG Aihua, WANG Songfeng. Changes of Polyphenols and Correlation Analysis with Chemical Composition during Tobacco Leaf Curing [J]. China Agricultural Science, 2005(11): 173-177.
- [36] 徐世杰, 王洁, 王慧方, 等. 调制过程中不同温湿度条件对海南雪茄茄衣烟叶质量的影响 [J]. 山东农业科学, 2016, 48(01):29-34.  
XU Shijie, WANG Jie, WANG Huifang, et al. Effects of different temperature and humidity conditions on tobacco quality of hainan cigar eggplant garment during the curing process [J]. Shandong agricultural sciences, 2016, 48(01):29-34.
- [37] 孙达旺. 植物单宁化学 [M]. 中国林业出版社, 1992.  
SUN Dawang. Plant Tannin Chemistry [M]. China Forestry Publishing House, 1992.
- [38] 佚名. 鸭梨黑心病的研究 II. 酚类物质的酶促褐变 [J]. Journal of Integrative Plant Biology, 1974(03):59-66.  
Research on Yali Black Heart Disease II. Enzymatic Browning of Phenolic Substances [J]. Journal of Integrative Plant Biology, 1974(03):59-66.
- [39] 韩富根. 烟草化学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.  
HAN Fugen. Tobacco Chemistry [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2010.
- [40] 孙在军, 易建华, 成志军, 等. 晒黄烟调制过程中失水率对呼吸作用的影响 [J]. 中国烟草科学, 2003(02): 33-35.  
SUN Zaijun, YI Jianhua, CHENG Zhijun, et al. Influence of water loss rate on respiration during the modulation of sun-dried smoke [J]. China Tobacco Science, 2003(02): 33-35.
- [41] 张潇骏, 王万能, 谭兰兰, 等. 不同烘烤工艺对烟叶淀粉含量及淀粉酶活性的影响 [J]. 烟草科技, 2015, 48(05): 57-60, 79.  
ZHANG Xiaojun, WANG Wanneng, TAN Lanlan, et al. Effects of different curing techniques on starch content and amylase activity of tobacco leaves [J]. Tobacco Science and Technology, 2015, 48(05): 57-60, 79.
- [42] 宫长荣, 袁红涛, 陈江华. 烘烤过程中环境湿度和烟叶水分与淀粉代谢动态 [J]. 中国农业科学, 2003, 36(2):155-158.  
GONG Changrong, YUAN Hongtao, CHEN Jianghua. Environmental humidity, tobacco leaf moisture and starch metabolism dynamics during curing [J]. Chinese Journal of Agricultural Sciences, 2003, 36(2):155-158.
- [43] 叶为民, 罗岩峰, 潘义宏, 等. 不同采收成熟度对景东烤烟品质的影响 [J]. 南方农业学报, 2013, 44(05): 735-739.  
YE Weimin, LUO Yanfeng, PAN Yihong, et al. Effects of different harvest maturity levels on the quality of Jing dong flue-cured tobacco [J]. Journal of Southern Agriculture, 2013, 44(05): 735-739.
- [44] 宫长荣, 袁红涛, 陈江华. 烤烟烘烤过程中烟叶淀粉酶活性变化及色素降解规律的研究 [J]. 中国烟草学报, 2002, 8(2): 16-20.  
GONG Changrong, YUAN Hongtao, CHEN Jianghua. Study on Changes of Amylase Activity and Pigment Degradation of Flue-cured Tobacco during the Flue-curing Process [J]. Chinese Journal of Tobacco, 2002, 8(2): 16-20.
- [45] 许晓敬, 黄海棠, 杨立均, 等. 不同采收方式对烤烟上部叶品质的影响 [J]. 现代农业科技, 2019(07):9-11.  
XU Xiaojing, HUANG Haitang, Yang Lijun, et al. Effects of different harvesting methods on the quality of upper leaves of flue-cured tobacco [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2019(07):9-11.
- [46] 彭玉福, 张书伟, 蔡宪杰, 等. 不同成熟度对河南烤烟上部叶品质的影响 [J]. 中国烟草学报, 2011, 17(4): 62-66.  
PENG Yufu, ZHANG Shuwei, CAI Xianjie, et al. Effect of different maturity on the quality of upper leaves of flue-cured tobacco in



- henan province [J]. Chinese journal of tobacco, 2011, 17(4): 62-66.
- [47] 余金恒, 代丽, 刘霞, 等. 采收方式对烤烟上部叶烘烤过程生理特性及品质的影响 [J]. 云南农业大学学报, 2009, 24(02): 210-215.  
YU Jinheng, DAI Li, LIU Xia, et al. Effects of harvesting methods on physiological characteristics and quality of flue-cured tobacco upper leaves during curing process [J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2009, 24(02): 210-215.
- [48] 魏硕, 谭方利, 马明, 等. 上部叶带茎烘烤水分迁移及形态结构变化 [J]. 河南农业大学学报, 2018, 52(02): 187-192, 231.  
WEI Shuo, TAN Fangli, MA Ming, et al. Moisture migration and morphological structure changes of the upper leaves with stems [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2018, 52(02): 187-192, 231.

## Effects of different harvesting methods on upper leaves air-curing of Cigar

LIU Hui, ZHAO Songchao, WU Zhiyong, ZHAO Mingqin\*

College of Tobacco Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China

**Abstract:** This study aim to investigate the effect of different harvesting methods on the curing effect of cigar tobacco upper leaves. In this study, H382 was adopted as the experimental material, and the effects of the three harvesting methods (stem harvesting, one-time harvesting and piece-by-piece picking.) on moisture content, polyphenol oxidase activity, polyphenol content, amylase activity and internal chemical components of cigar tobacco during air curing were studied. Test data show: 1) The moisture content of one-time harvested tobacco leaves was more suitable for the life activities of tobacco leaves in the air curing process. The water loss of tobacco leaves harvested piece by piece was too fast, but the water loss of leaves obtained by stem harvesting was too slow. 2) In the air curing process, the PPO activity of one-time harvested tobacco leaves was better than others, the PPO activity of tobacco leaves obtained by stem harvesting was higher, and the PPO activity of tobacco leaves harvested piece by piece was lower, which is not conducive to the improvement of tobacco quality. 3) The contents of chlorogenic acid, rutin and anisodamine were higher in tobacco leaves under one-time harvesting treatment after air curing. 4) The chemical components such as nicotine, ratio of two sugars and ratio of potassium to chlorine were more coordinated in tobacco leaves under one-time harvesting. Therefore, compared with stem harvesting and piece-by-piece harvesting, One-time harvesting can effectively improve the beneficial effect of enzymatic browning reaction on cigar tobacco leaves, avoid cigar tobacco blackening and improve its quality.

**Keywords:** harvesting methods; cigar; air-curing; enzyme activity; polyphenol; chemical composition

\*Corresponding author. Email: zhaomingqin@henau.edu.cn