

采收方式对烤烟上部叶烘烤过程 生理特性及品质的影响*

余金恒¹, 代丽¹, 刘霞¹, 牛志信², 官长荣^{1**}, 杨少杰¹

(1. 河南农业大学农学院, 河南 郑州 450002; 2. 安徽省芜湖卷烟厂, 安徽 芜湖 241000)

摘要: 烟叶采收方式是影响烘烤质量的重要因素, 研究了常规采收 (T1)、一次采收 (T2) 和带茎采收 (T3) 等3种不同采收方式对上部叶烘烤过程中生理特性和品质的影响。结果表明: 不同处理叶片水分含量总体上呈相同的下降趋势, T3烟叶水分含量高于T1和T2。不同处理的烟叶叶绿素、类胡萝卜素含量随烘烤时间推进呈下降趋势, 烘烤过程中T3的叶绿素、类胡萝卜素降解较慢, 烤后含量最低, 分别占鲜烟叶含量的3.24%和35.7%。T3烟叶的淀粉酶、转化酶活性均表现出较高的活性。烘烤过程中, 转氨酶活性呈现不一致性; GOT活性T1>T2>T3; GPT活性T3>T1>T2。此外, 上部叶带茎采收适当延长了烟叶变黄时间, 有利于内含物质的降解, 显著提高上部烟叶的经济效益。总之, 上部叶带茎采收烘烤处理的生理生化特性对烤后烟叶品质形成有利。

关键词: 采收方式; 上部叶; 烘烤; 生理特性; 品质

中图分类号: S 572.01 文献标识码: A 文章编号: 1004-390X (2009) 02-0210-06

Effect of the Harvesting Methods on the Physiological Characteristics and Quality of Upper Leaves of Flue-cured Tobacco

YU Jin-heng¹, DAI Li¹, LIU Xia¹, NIU Zhi-xin², GONG Chang-rong¹, YANG Shao-jie¹

(1. Agricultural College, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. Wuhu Tobacco Company of Anhui Province, Wuhu 241000, China)

Abstract: Picking methods of flue-cured tobacco was the important factor influencing the curing quality. The influence of 3 different picking methods, including common picking method (T1), concentrated picking method (T2) and harvesting with stalk (T3), on the physiological index and quality of upper leaves during curing process was studied. The results indicated that the moisture content of different treatments had the same falling tendency, and the moisture content of T3 was always higher than those of T1 and T2. Chlorophyll and carotenoid contents of 3 treatments decreased with the curing time, those in T3 degraded slower than the others, and were 3.24% and 35.7% of fresh leaf, respectively. Amylase and invertase showed higher activity in T3. The activity of transaminase showed inconsistency; the order of GOT activity was as follows: T1>T2>T3; the order of GPT activity was as follows: T3>T1>T2. Moreover, harvesting with stalk prolonged the yellowing time so as to degrade the embedded substance and increase economic benefits. In summary, the physiological characteristics could raise the quality of upper leaves of flue-cured tobacco.

Key words: picking methods; upper leaf; curing; physiological characteristics; quality

收稿日期: 2008-03-26 修回日期: 2008-06-26

* 基金项目: 国家烟草专卖局科技攻关项目 (110200302007)。

作者简介: 余金恒 (1982-), 男, 河南南阳人, 硕士, 主要从事烟草调制生理方面的研究。

E-mail: yjh2725@163.com

** 通讯作者 Corresponding author: 官长荣 (1948-), 男, 河南荥阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事烟草调制与加工研究。E-mail: gongchr009@126.com

生产上, 烘烤后上部烟叶普遍出现含青、挂灰等杂色现象, 上等烟比例较低, 烟叶可用性差。但上部叶对烤烟的总体产量和质量都有很大的贡献, 好的上部叶在现代混合型卷烟和低焦油烤烟型卷烟叶组配方中起着主导作用, 对卷烟香味及其风格具有很大贡献^[1,2]。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。据国内外报道, 烤烟顶部叶一次性采收(带茎或不带茎), 能明显改善上部叶的成熟状态和烤后化学成分的协调性, 提高香味品质^[3,4]。目前, 该项烘烤技术已在福建烟区、云南部分烟区推广应用, 不少烟区对带茎烘烤烤后烟叶化学成分, 如淀粉含量、总氮和烟碱含量、还原糖和可溶性糖含量等方面进行了研究^[5-7], 但对于带茎采收在烘烤过程中生理生化机制方面的研究报道不多, 为此, 比较了不同采收方式在烘烤过程中的碳氮代谢的异同, 以期为提高上部叶内在品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试品种与试验设计

试验于2006年进行, 地点设在福建龙岩上杭科技园, 供试品种为K326, 按当地优质烟生产技术规范进行栽培管理。烟株统一打顶(初花打顶), 留叶20片, 以上部叶6片叶为试验材料, 自下而上分别对第15, 16, 17, 18, 19, 20片叶进行标记。

试验设3个处理:

T1: 常规采收, 即成熟一片采收一片;

T2: 一次采收, 打顶后60 d左右, 上部6片叶不带茎秆集中1次采收, 编竿烘烤;

T3: 带茎采收, 打顶后60 d左右, 上部6片叶带茎秆一次采收, 编竿烘烤。

样品制备:

试验以第18片烟叶为试验材料, 分别于开始烘烤时(0 h), 及烘烤开始后每隔12 h取样一次, 取叶中部1/3区域用于生理指标测定; 同时, 另一部分样105℃杀青10~15 min后, 60~70℃烘干磨碎, 过60目筛保存, 用于常规化学成分分析, 各指标测定重复3次。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 生理指标测定

含水量的测定采用烘干称重法^[8]; 色素的测定采用比色法^[9]; 淀粉酶活性测定采用比色

法^[9]; 蔗糖转化酶(InV)采用比色法^[10]; 转氨酶采用比色法^[11]。

1.2.2 化学成分测定

水溶性总糖采用蒽酮比色法^[12]; 还原糖采用DNS显色法^[12]; 蔗糖采用间苯二酚比色法^[10]; 淀粉采用盐酸酸解蒽酮比色法^[13]; 总氮采用浓硫酸-双氧水消化法^[8]; 蛋白质含量的测定用间接计算法^[8]; 烟碱采用紫外分光光度法^[8]; 总游离氨基酸采用茚三酮比色法^[14]。

2 结果与分析

2.1 不同采收方式烘烤过程烟叶水分含量的变化

烟叶烘烤是烟叶脱水的干燥过程和生理生化过程的统一, 烟叶内水分含量多少直接影响叶内各种生理生化活动和物质转化进程。由图1可以看出3种采收方式的烟叶叶片水分含量总体上呈相同的变化的趋势, 在0~48 h烟叶失水量小, 失水速率慢; 48~72 h之间, 烟叶失水量多, 失水速率加快; 72 h以后烟叶失水量较小。但不同采收方式的烟叶在烘烤的各个时期失水的表现不同。T3处理烟叶水分在0~48 h几乎没有变化, 保持在77%左右; T1处理和T2处理烟叶的含水量在0~48 h都略有下降。在定色期, 3个处理烟叶水分含量均大幅下降, 但T3处理烟叶的水分含量始终高于其它两个处理。带秆烘烤烟叶在变黄期叶内水分散失缓慢, 可能是烘烤初期茎秆和主脉中的水分补充了叶片部分损失的水分, 可拉长烟叶变黄期, 使其经历的饥饿代谢时间较长, 有利于烟叶内淀粉、叶绿素等大分子物质的降解和充分转化, 这对改善调制后烟叶内在品质和提高

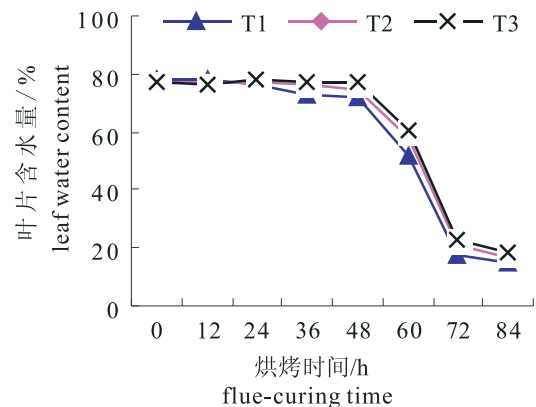


图1 烘烤过程中烟叶水分含量动态变化
Fig. 1 Change of water content of different harvesting treatments in flue-curing process

外观质量有利。

2.2 不同采收方式烘烤过程烟叶色素含量的变化

质体色素（叶绿素和类胡萝卜素）是影响烟叶品质和可用性的主要成分之一，它不仅决定了调制后烟叶的色泽，而且其相关降解产物与烟叶的香气质和香气量密切相关^[15]。

叶绿素是烟叶成熟和调制过程中变化幅度较大的物质之一，其主要降解产物新植二烯是烟叶中重要的萜烯类化合物，不仅本身具有一定香气，而且可分解转化形成低分子香味物质；类胡萝卜素对烟叶香味品质的形成有重要作用，其降解产生的香味物质刺激性小，香气质较好，对烟叶香气贡献率大，是影响烟叶香气质和香气量的重要组分。不同采收方式明显影响烟草叶片色素含量，烤后烟叶嗅香感觉明显。从图 2a 可以看出，烘烤过程中 3 个处理叶绿素呈相同的变化趋势。烘烤

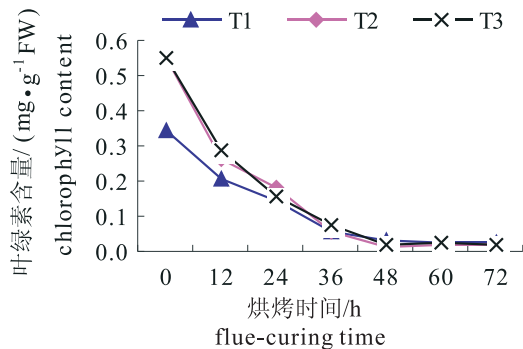


图 2a 不同采收方式烟叶烘烤过程叶绿素含量变化
Fig. 2a Change of chlorophyll content of different harvesting treatments in flue-curing process

2.3 不同采收方式烟叶在烘烤过程中淀粉酶、转化酶活性的变化

2.3.1 淀粉酶

烤后烟叶残留的淀粉是对烟叶色、香、味不利的化合物，淀粉是否彻底降解是烟叶质量的侧面反映，烘烤过程中淀粉酶活性的变化决定着淀粉的降解程度。由图 3 a 可见，刚采收的新鲜烟叶中淀粉酶活性最低，烘烤过程中烟叶淀粉酶活性先缓慢升高，而后有所下降，至定色期时又上升，表现出升高 - 降低 - 升高的变化趋势。不同采收处理酶活性变化的幅度不一致，在 0 ~ 12 h，淀粉酶活性为 T1 > T2 > T3；24 h 以后，T3 处理淀粉酶活性最高。变黄期是烟叶淀粉降解的

前期 (0 ~ 48 h)，叶绿素含量变化幅度较大，降解速率 T2 > T3 > T1；48 h 以后，各处理叶绿素含量变化趋于稳定，至定色后期 T1，T2，T3 处理叶绿素含量分别为烘烤初期的 7.39%，3.85%，3.24%；同时，T2，T3 处理叶绿素含量的初始值高于 T1 处理，说明顶部叶一次性采收（带茎或不带茎）提高了叶绿素的降解率，为烤后烟形成较多的致香物质提供基础。

不同采收方式烘烤过程中烟叶类胡萝卜素含量变化见图 2b，类胡萝卜素含量整体呈现下降趋势，但其降解速率远低于叶绿素降解速率。不同处理定色后期类胡萝卜素含量和鲜烟叶类胡萝卜素含量的比值 T1 为 56.5%，T2 为 36.3%，T3 为 35.7%。说明带杆采收烘烤比其它两种采收烘烤类胡萝卜素的降解量大，降解更充分。

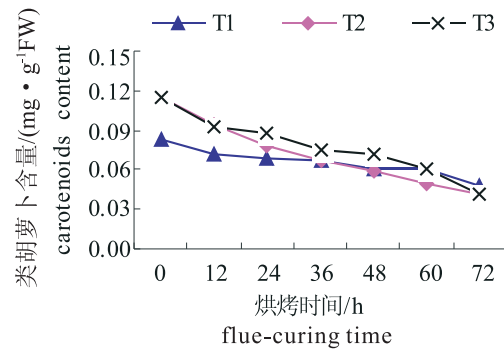


图 2b 不同采收方式烟叶烘烤过程类胡萝卜素含量变化
Fig. 2b Change of carotenoids content of different harvesting treatments in flue-curing process

关键时期，带茎采收处理烟叶淀粉酶活性在变黄期一直呈上升趋势，且在变黄中后期酶活性高于其它两个处理，这促进叶片淀粉更多降解，有利于烟叶形成良好品质。

2.3.2 转化酶

转化酶 (INV) 活性标志着植物叶片对光合产物利用的强度，也是碳代谢的重要标志。由图 3 b 可以看出，在烘烤 0 ~ 48 h，转化酶活性保持在较低的水平，48 h 以后转化酶活性急剧上升。烘烤后期带茎烘烤处理 (T3) 的转化酶活性持续升高且酶活性明显高于其它两个处理，这可能与 T3 处理水分含量较高有关。

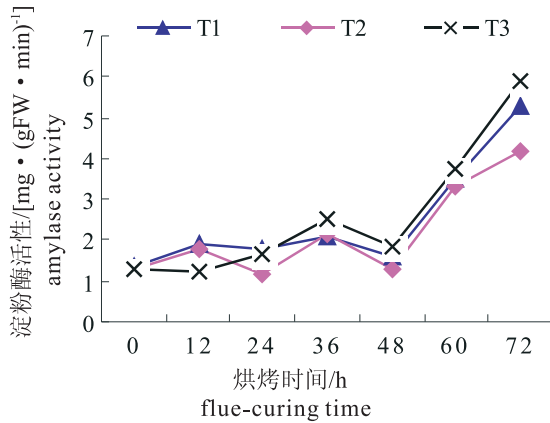


图 3a 不同采收方式烟叶烘烤过程淀粉酶活性变化
Fig. 3a Change of amylase activity of different harvesting treatments in flue-curing process

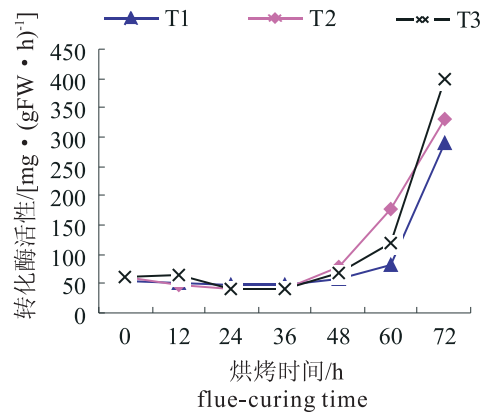


图 3b 不同采收方式烟叶烘烤过程转化酶活性变化
Fig. 3b Change of intertase activity of different harvesting treatments in flue-curing process

2.3 不同采收方式烟叶在烘烤过程中转氨酶活性的变化

谷丙转氨酶 (AST/GPT) 和谷草转氨酶 (ALT/GOT) 是调控 N 从其主要载体谷氨酸向组成蛋白质和含氮次生代谢产物合成前体的其它氨基酸转移的关键酶^[16,17]。图 4a 可见, T1, T2 处理 GPT 活性变化规律一致, 即烘烤的 0 ~ 24 h,

GPT 活性略有下降的趋势, 24 ~ 60 h GPT 活性缓慢上升至平稳状态, 60 h 以后 GPT 活性急剧升高; T3 处理 GPT 活性变化趋势则表现为: 烘烤前期 (0 ~ 24 h) GPT 活性保持在较低的水平, 24 h 以后至烘烤后期, GPT 活性持续升高。高温胁迫下 GPT 活性增加, 可能与其参与抗逆反应有关。

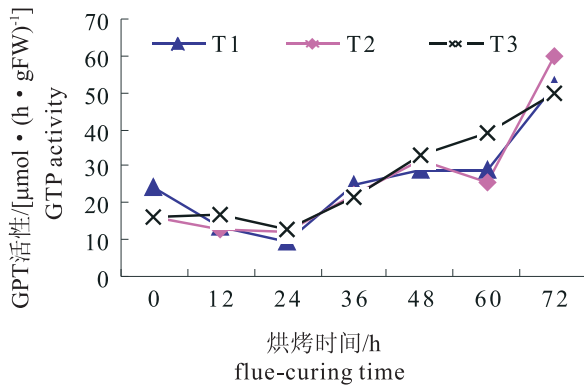


图 4a 不同采收方式烟叶烘烤过程GPT活性变化
Fig. 4a Change of GPT activity of different harvesting treatments in flue-curing process

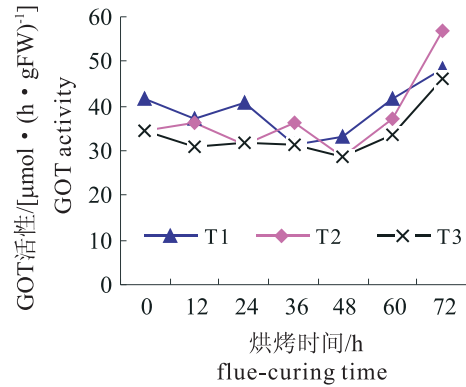


图 4b 不同采收方式烟叶烘烤过程中GOT活性变化
Fig. 4b Change of GOT activity of different harvesting treatments in flue-curing process

由图 4b 可以看出, 3 个处理的 GOT 活性呈现一致的变化规律, 即在变黄期 GOT 活性保持平稳的状态, 到定色期, GOT 活性呈增加的趋势。从整个烘烤过程来看, GOT 活性 T1 > T2 > T3。

2.4 不同采收方式烤后烟叶的主要化学成分

由表 1 可以看出, T3 处理烟叶总糖、还原糖、淀粉、总氮含量均低于 T1, T2 处理。与 T1 相比, 降幅分别为: 9.96%, 18.48%, 11.83%, 19.29%; 与 T2 相较, 降幅分别为: 10.10%,

14.93%, 7.84%, 14.41%。其中, T2, T3 处理淀粉含量与 T1 处理差异显著; 总糖、还原糖、总氮含量, T1 和 T2 处理间差异不显著, 但二者与 T3 处理差异达极显著水平。烟碱含量 T3 处理烟叶略高于其它两个处理, 且 3 个处理差异显著, 3 个处理钾含量差异均未达到显著水平, 说明不同采收处理对上部烟叶钾含量影响不大。而烟叶氯含量 T3 处理与其它两个处理相比略有增加, 且与其它两个处理差异达到极显著水平。

表 1 不同采收方式烤后上部烟叶常规化学成分比较分析

Tab. 1 Analysis of Chemical components in upper leaves of different harvesting treatments

处理 treatment	淀粉 starch	总糖 total sugar	还原糖 reducing sugar	总氮 total nitrogen	蛋白质 protein	烟碱 nicotine	钾 potassium	氯 chlorine
T1	6.00 a A	19.27 a A	18.18 a A	2.28 a A	10.61 a A	3.37 c B	2.05 a A	0.52 b B
T2	5.74 b B	19.30 a A	17.42 a A	2.15 a A	9.60 b A	3.56 b AB	1.95 b A	0.53 b B
T3	5.29 c B	17.35 b B	14.82 b B	1.84 b B	7.48 c B	3.73 a A	2.03 ab A	0.59 a A

注：表中小写字母表示 0.05 的差异显著性水平，大写字母表示 0.01 的差异显著性水平。

Note: Small letters mean significance at 0.05 level, Capital letters mean significance at 0.01 level.

2.5 不同采收方式烤后上部叶经济效益比较分析

不同采收方式烤后烟叶经济效益比较分析见表 2，带杆烘烤处理提高了烟叶均价，比 T1, T2 处理分别提高 1.58 元/kg, 0.83 元/kg；带杆烘烤处理提高了上部叶上等烟比例（71.8%），中上等烟比例（95.6%）和黄烟率（99.1%），降

低了杂色烟比例（7.3%）。虽然带杆采收处理的产量略低于其它两个处理，但带杆采收提高了烟叶均价，因此最终提高了烟叶的产值，与 T1, T2 相比较，产值分别增加 996.3 元/hm², 556.5 元/hm²。由此可见带杆烘烤处理可以提高上部烟叶的经济效益。

表 2 不同采收方式烤后烟叶经济效益比较分析

Tab. 2 Analysis of economic indicators of flue-cured tobacco upper leaf with different picking methods

处理 treatment	单价 /(元·kg ⁻¹) unit price	单产 /(kg·hm ⁻²) unit yield	产值 /(元·hm ⁻²) output value	上等烟比例/% excellent tobacco proportion	中上等烟比例/% higher-medium tobacco proportion	黄烟率/% yellow tobacco ratio	杂色烟/% variegated tobacco
T1	8.59	997.5	8568.6	52.2	80.3	89.2	10.8
T2	9.34	964.5	9008.4	61.6	89.1	92.7	7.3
T3	10.17	940.5	9564.9	71.8	95.6	99.1	0.9

3 结论与讨论

烟叶内水分含量直接影响叶内各种生理生化活动和物质转化进程。随着烘烤的进行，叶片水分含量不断下降，但带茎采收烟叶水分含量始终高于其它两个处理。这是由于带茎采收茎秆中水分向叶片中转移，部分补充了叶片损失的水分^[18]，拉长烟叶变黄期，有利于烟叶内相关酶保持较长时间的活性，促进了淀粉、叶绿素等大分子物质的降解和充分转化，另外带茎采收烘烤时，水分含量大的茎秆事实上相当于烤房的“湿度调节器”，茎秆中水分的不断散失使烤房内的环境湿度趋于协调，通常上部叶细胞排列紧密，内含物质更丰富，水分含量相对较少，解决了上部叶烘烤过程中保湿难的问题。这改善调制后烟叶内在品质，此外烤后烟叶嗅香感觉明显。

烘烤过程中，不同采收处理淀粉酶活性变化

呈现不一致性，带茎采收烘烤的淀粉酶活性在进入定色期前整体呈上升趋势，且总体上高于其它两个处理；同时，烟叶转化酶活性也以一次性采收（带茎或不带茎）处理较常规采收处理高，尤其烘烤后期带茎采收处理转化酶活性达到最高，两者共同作用促进烟叶大分子糖物质降解量增大，生成较多的小分子物质，这可能是带茎采收烘烤烤后烟叶淀粉含量降低，化学成分比例协调的原因之一。

带茎采收处理转氨酶活性变化呈现不一致性，其中 GPT 活性总体上高于其它两个处理，而 GOT 活性始终低于其它两个处理，此两种酶活性受外界多种因素的影响，GPT 和 GOT 活性在不同处理间变化规律不一致，其原因需进一步研究。

带茎采收处理降低了总糖和还原糖的含量，这与赖秀清等^[19]研究结果一致。与许自成等^[20]研究有一定的差异，可能因为带杆烘烤饥饿代谢

时间长, 糖类物质作为呼吸基质消耗的多, 另外也可能是部分可溶性糖类的转移所致, 有待进一步的研究。带杆烘烤能够降低烤后烟叶淀粉含量、协调烤后烟叶的化学成分、烟叶品质均一性好, 有效提高了上部烟叶的烘烤质量和可用性。

经济效益是烟叶质量的最终体现。在经济指标中, 带茎采收两个处理提高了烟叶的产值, 与对照相比较, 产值分别增加 996.3 元/hm², 556.5 元/hm², 因此, 在烟叶生产中通过带茎烘烤来改善和提高烟叶质量和经济效益是可行的, 最终使烟农的收益增加。

研究烟叶生理生化变化是对形成烟叶质量各项指标的具体体现。烟叶烘烤过程中的生理生化变化对烟叶质量的影响是各项指标的综合体现, 不能从某个生理生化指标来判断。从整体上分析, 烤烟上部叶带杆采收烘烤处理的生理生化特性对烤后烟叶的香气、化学成分含量、等质量因素的形成是有利的。

[参考文献]

- [1] 杨大光. 低焦油卷烟原料探析 [J]. 中国烟草科学, 1998, (2): 41-42.
- [2] 陈顺辉, 黄一兰, 巫升鑫, 等. 我国烤烟生产发展几个问题的探讨 [J]. 中国烟草科学, 2001, (3): 34-37.
- [3] 成本喜, 侯留记, 熊向东, 等. 烤烟上部叶一次采收方法研究 [J]. 烟草科技, 1996, (6): 35-36.
- [4] 赵元宽. 顶部叶带茎采收烘烤试验简报 [J]. 烟草科技, 2004, (4): 362-371.
- [5] 徐增汉, 王能如, 王书茂, 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.
- [6] 赵元宽. 顶部叶带茎采收烘烤试验简报 [J]. 烟草科技, 2004, (4): 36-37.
- [7] 袁黔华. 一次性带茎砍烤对烤烟上部叶质量的影响 [J]. 耕作与栽培, 2006, (4): 30-31, 42.
- [8] 王瑞新. 烟草化学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [9] 白宝璋, 史芝文. 植物生理学——测试技术 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993.
- [10] 张志良, 瞿伟箐. 植物生理学试验指导 (第3版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [11] 吴良欢, 蒋式洪, 陶勤南. 植物转氨酶活度比色法测定方法及其应用 [J]. 土壤通报, 1998, 29 (3): 136-138.
- [12] 王瑞新, 韩富根, 杨素勤. 烟草化学品质分析 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1990.
- [13] 何钟佩. 农作物化学控制实验指导 [M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993.
- [14] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [15] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学 [M]. 朱尊权译. 上海: 远东出版社, 1993. 385-396.
- [16] 莫良玉, 吴良欢, 陶勤南. 高温胁迫下水稻氨基酸态氮与铵态氮营养效应研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8 (2): 157-161.
- [17] 范雪梅, 姜东, 戴廷波, 等. 花后干旱和渍水下氮素供应对小麦籽粒蛋白质和淀粉积累关键调控酶活性的影响 [J]. 中国农业科学, 2005, 38 (6): 1132-1141.
- [18] 滕永忠, 胡从光, 徐建平, 等. 带茎烘烤的烤烟上部叶的水分散失 [J]. 烟草科技, 2007, (2): 53-57.
- [19] 赖秀清, 林桂华, 童旭华, 等. 烤烟上部叶带茎烘烤的技术研究 [J]. 中国烟草科学, 2006, (1): 29-31.
- [20] 许自成, 黄平俊, 苏富强, 等. 不同采收方式对烤烟上部叶内在品质的影响 [J]. 西北农林科技大学学报, 2005, 33 (11): 13-17.