广东农业科学 2018，45（5）：77-82
Guangdong Agricultural Sciences doi：10.16768/j.issn.1004-874X.2018.05.014

王涛，吴飞跃，高华锋，等．不同装烟方式对烤后烟叶中性香气物质的影响［J］．广东农业科学，2018，45（5）：77-82.

不同装烟方式对烤后烟叶中性香气物质的影响

王　涛[1]，吴飞跃[2]，高华锋[1]，解　燕[1]，毛建书[1]，马　力[1]，王文超[3]，张豹林[1]

（1. 云南省烟草公司曲靖市公司，云南 曲靖 655000；2. 河南农业大学烟草学院，河南 郑州 450002；
3. 红云红河集团曲靖卷烟厂，云南 曲靖 655001）

摘　要：为研究不同装烟方式对烤后烟叶中性致香物质的影响，对烟夹、散叶堆积与散叶插扦装烟方式进行对比试验。结果表明，不同装烟方式对烟叶中性致香物质的影响差异显著，与烟夹装烟方式相比，散叶装烟方式的中部叶类胡萝卜素、芳香族氨基酸、棕色化反应产物、类西柏烷类和新植二烯等裂解产物含量显著升高，上部叶的中性致香物质含量显著降低；中性致香物质含量赋权评价分值中部叶以散叶堆积处理（T2）最高（569.24），上部叶以烟夹处理（T1）最高（495.61）。从烤后烟叶中性致香物质含量的角度出发，云南曲靖烟区散叶堆积和烟夹装烟方式可分别增加中部、上部烤后烟叶香气物质含量，可作为后续研究、推广的主要装烟方式。

关键词：烤烟；烘烤；中部叶；上部叶；装烟方式；致香物质

中图分类号：S572；TS44+1　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1004-874X（2018）05-0077-06

Effects of different method of loading tobacco leaves on aroma content of tobacco leaves

WANG Tao[1], WU Fei-yue[2], GAO Hua-feng[1], XIE Yan[1], MAO Jian-shu[1],
MA Li[1], WANG Wen-chao[3], ZHANG Bao-lin[1]

（1.*Qujing Branch of Yunnan Province Tobacco Company*, *Qujing* 655000, *China*;
2.*College of Tobacco Science*, *Henan Agricultural University*, *Zhengzhou* 450002, *China*;
3. *Qujing Cigarette Factory*, *Hongyun Honghe Group*, *Qujing* 655001, *China*）

Abstract: In order to study the effects of different tobacco loading methods on neutral aroma components of tobacco leaves, we conducted a comparative experiment between tobacco clamp, loose leaves accumulation and sticking and inserting type. The results showed that there were significant differences in the neutral aroma components in different methods of loading tobacco leaves. Compared with tobacco leaf clamp, the content of carotenoids, aromatic amino acids, browning products, cypress and neopadienes was significantly higher in the middle part of the leaves. However, the content of neutral aroma components was significantly lower in the upper loose leaf tobacco loading method. The evaluation score of neutral aroma constituents was highest in the middle leaf T2 loose leaf accumulation（569.24）, and highest in the upper leaf T1 smoke clamp（495.61）. According to the content of aroma substances content in flue-cured tobacco leaves, the accumulation of loose leaf and smoke clamp can increase respectively the aroma content of the tobacco leaves in the middle and upper parts in Qujing tobacco growing area in Yunnan Province. They could be the most important methods of loading tobacco leaves in research or extension application field.

Key words: flue-cured tobacco; curing; middle leaf; upper leaf; method of loading tobacco leaf; aromha

收稿日期：2018-03-12
基金项目：中国烟草总公司云南省公司资助项目（2017YN19）
作者简介：王涛（1988-），男，硕士，农艺师，E-mail：yueyueyancao@163.com

随着烟草行业“精益化”发展进程，我国烟叶烤房由传统普通烤房逐渐发展为集约化密集式烤房[1]，同时由于国内普通密集式烤房烘烤过程用工多、能耗大、效益低等问题不断凸显以及国外装烟技术、烘烤技术的发展与成熟[2]，部分产区通过试验研究并逐渐推广烟夹、散叶等烘烤装烟方式。由于我国散叶烟叶烘烤起步较晚，相关配套技术仍需进一步完善，加之高密度烘烤烟叶香气质量未达卷烟工业企业要求[3]，因此，从烤后烟叶香气质量的角度筛选出产区适宜的装烟方式对提高烘烤能效及烟叶工业可用性至关重要。我国烟草行业散叶装烟相关研究目前主要集中在烘烤效益、品质等方面。烘烤效益方面，谢已书等[4]采用烟夹、散叶堆放及散叶插扦与常规挂竿烘烤经济效益进行对比研究，表明前 3 种装烟方式可显著减少用工及能耗成本；浦秀平等[5]不同装烟方式烟叶烘烤效益研究也表明散叶装烟可提高工作效率，减工降本效果明显；徐秀红等[6]对散叶、烟夹、挂竿等 3 种装烟方式进行研究，表明烟夹装烟可提高桔黄烟比例且降低能耗成本。烟叶品质方面，武圣江等[7]对普通挂竿、密集挂竿和散叶插扦 3 种装烟方式烟叶品质进行研究，表明散叶插扦装烟方式烤后烟叶质量综合评价最佳；卢贤仁等[8]、谢已书等[9]均对传统挂竿装烟与烟夹、散叶、插扦装烟方式烤后烟叶致香物质进行研究，结果均表明散叶、插扦高密度装烟方式可较为明显地增加烤后烟叶香气物质；刘闯等[10]采用 4 cm 宽烟夹、10 cm 宽烟夹、烟框和正常挂竿 4 种装烟方式进行烘烤试验，结果表明 10 cm 宽烟夹夹持烘烤可显著增加烤后烟叶中性致香物质含量。由于产区生态条件等因素的差异，不同装烟方式烟叶烘烤效益或烤后烟叶品质的研究大多具有较为明显的地域限制，尚不具备较大的适用范围。而云南曲靖罗平烟区相关研究尚未涉及。本试验以烟夹、散叶堆积、散叶插扦等 3 种不同装烟方式对云南曲靖罗平产区装烟方式烤后烟叶中性致香物质含量进行分析，为准确筛选出与产区相匹配的装烟方式提供理论依据和数据支撑。

1　材料与方法

1.1　试验材料

试验于 2017 年在云南省曲靖市罗平县羊者窝烘烤工厂进行，供试烤烟品种为 K326。试验田生产管理按照当地优质烟叶生产管理指南进行。以中部叶（第 9 ~ 11 叶位）、上部叶（第 14 ~ 16 叶位）为试验材料进行烘烤试验。试验烤房采、装烟过程均进行烟叶二次优化处理并按照当地生产规范进行装烟。试验烤房为气流上升式 3 层烤房（3 层，烟室规格 8 m × 2.7 m × 3.6 m），并依据实际装烟方式对烤房进行部分改动。

1.2　试验方法

试验烤房装烟方式设置烟夹装烟（T1）、散叶堆积（T2）、散叶插扦（T3）3 个处理，均按照烟叶部位分别进行烘烤试验，3 次重复。每个处理的中部叶烤房装烟量均控制在 4 500 kg 左右，上部叶装烟量控制在 5 000 kg 左右，其中 T1 处理采用三段式烘烤工艺[11]进行烘烤，T2 处理、T3 处理参照《贵州省烤烟散叶密集烤房烘烤技术规程（试行）》进行烘烤。

1.3　测定项目及方法

1.3.1　*烤后烟叶中性致香物质含量测定*　参照烤烟 42 级国标 GB2635–92，选取不同处理中部叶 C3F、上部叶 B2F 各 3 kg 进行烤后烟叶香气物质含量测定，测定方法参照钱华等[12]的方法进行。

1.3.2　*中性致香物质含量赋权评价*　烤后烟叶主要中性致香物质含量赋权评价参照田斌强等[13]的方法并稍加改进，以“烟叶 + 类胡萝卜素降解产物 / 芳香族氨基酸裂解产物 / 棕色化反应产物 / 类西柏烷类降解产物含量 / 新植二烯”为关键词进行检索，以“只检索学术文章 + 烤烟 + 农业科学”为限定条件。不同中性致香物质类型检索结果数量计为 a_i（i=1，2，3，4，5），文献检索总量为 T。不同处理、部位烤后烟叶中性致香物质赋权评价分值为中性致香物质含量与权重（Q_i）的乘积，权重计算公式如下，结果见表 1。

$$T = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5$$

$$Q_i\,(\%)=\frac{a_i}{T}\times 100\ (i=1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5)$$

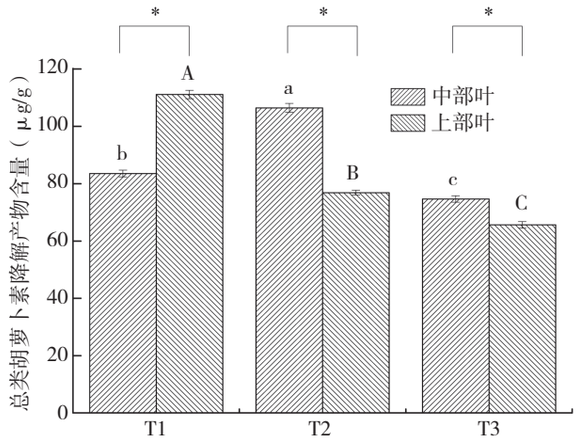
表 1　烤后烟叶中性致香物质评价权重

中性致香物质类型	检索结果（篇）	权重（%）
烟叶类胡萝卜素降解产物	172	30.50
烟叶芳香族氨基酸裂解产物	2	0.35
烟叶棕色化反应产物	49	8.69
烟叶类西柏烷类降解产物含量	84	14.89
烟叶新植二烯	257	45.57

2　结果与分析

2.1　不同装烟方式对烤后烟叶类胡萝卜素含量的影响

类胡萝卜素是烟叶香气形成的重要前体物质，如巨豆三烯酮、异佛尔酮、紫罗兰酮、大马酮等类胡萝卜素降解产物是烟叶感官品质形成的重要物质[14]。由图 1 可知，不同部位、不同装烟方式处理的烟叶类胡萝卜素降解产物含量均存在一定差异，中部叶总类胡萝卜素降解产物含量以处理 T2 最高，比处理 T1、T2 分别高 22.93、31.81 μg/g；上部叶以处理 T1 最高，比处理 T2、T3 分别高 34.25、45.48 μg/g。同一处理不同部位表现为处理 T1 上部叶的类胡萝卜素降解产物含量比中部叶高 27.58 μg/g，而处理 T2、T3 均表现为上部叶含量小于中部叶含量，比中部叶分别减少 29.60、9.02 μg/g。



小写英文字母不同者表示中部叶不同处理差异显著，大写英文字母不同者表示上部叶不同处理差异显著，* 表示同一处理不同部位物质含量差异显著，图 2 ~ 图 6 同

图 1　不同装烟方式烤后烟叶的总类胡萝卜素降解产物含量

2.2　不同装烟方式对烤后烟叶芳香族氨基酸含量的影响

烟草中芳香族氨基酸降解后主要形成苯甲醛、苯乙醛、苯甲醇、苯乙醇等化合物，芳香族氨基酸降解产物在烟叶感官评价中具有坚果香、焦香、果香、清香等特质，对烤烟香气具有良好的影响[15]。由图 2 可知，不同处理芳香族氨基酸裂解产物含量与总类胡萝卜素含量降解产物含量具有相似的变化。不同处理中部叶芳香族氨基酸裂解产物含量以处理 T3 最高，比处理 T1、T2 分别高 2.29、0.16 μg/g；上部叶芳香族氨基酸裂解产物含量则以处理 T1 最高，比处理 T2、T3 分别高 0.84、2.16 μg/g。同一处理不同部位间芳香族氨基酸裂解产物含量处理 T1 表现为上部叶最高，比中部叶高 2.88 μg/g，处理 T2 中部叶和上部叶无显著差异，处理 T3 则表现出中部叶最高，比上部叶高 1.57 μg/g。

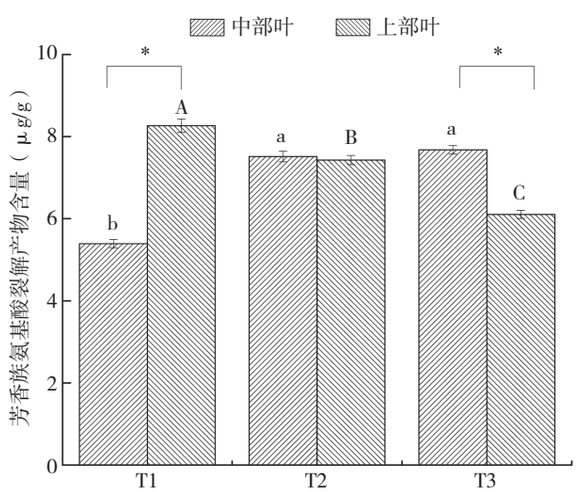


图 2　不同装烟方式烤后烟叶的芳香族氨基酸裂解产物含量

2.3　不同装烟方式对烤后烟叶棕色化反应物质的影响

氨基酸与糖类作用的棕色化反应产物既具有香气，而且还具有颜色，香气的优劣与这些物质有重要关系；棕色化产物中多种物质具有特

殊的香味，如坚果香、甜香、爆米花香等[15]。由图 3 可知，中部叶不同处理棕色化反应产物含量以处理 T3 最高，比处理 T1、T2 分别高 7.21、192 μg/g；上部叶棕色化反应产物含量则以处理 T2 含量最高，比处理 T1、T3 分别增加 2.87、6.13 μg/g。同一处理不同部位之间处理 T1、T2 均表现为上部叶含量最大，比中部叶分别高 4.23、1.813 μg/g，处理 T3 则以中部叶最大，比上部叶高 6.24 μg/g。

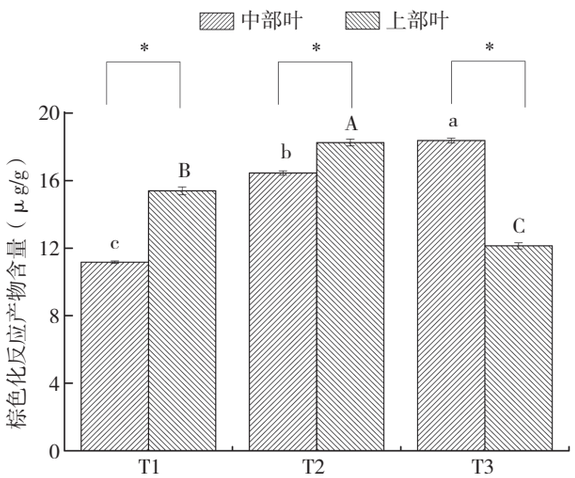


图 3　不同装烟方式烤后烟叶的棕色化反应产物含量

2.4　不同装烟方式对烤后烟叶类西柏烷类含量的影响

类西柏烷类致香物质主要包括茄酮和氧化茄酮，是烟叶中重要的致香成分，具有一定的甜香，能调和卷烟的吃味，它不但本身具有很好的香气，而且其降解转化产物如茄醇、茄呢呋喃、降茄二酮等也是烟草中很重要的致香物质[15]。由图 4 可知，不同处理中部叶类西柏烷类降解产物含量以处理 T3 最高，比处理 T1、T2 分别高 22.49、30.78 μg/g；上部叶同样以处理 T3 含量最高，比处理 T1、T2 分别高 9.39、6.15 μg/g。同一处理不同部位之间处理 T1、T2 均表现为上部叶最大，比中部叶分别高 8.51、19.04 μg/g，处理 T3 则以中部叶含量比上部叶高 5.594 μg/g。

2.5　不同装烟方式对烤后烟叶新植二烯含量的影响

新植二烯在烟草燃烧时可直接进入烟气并具有减轻刺激性和使烟气变醇和的作用，为一

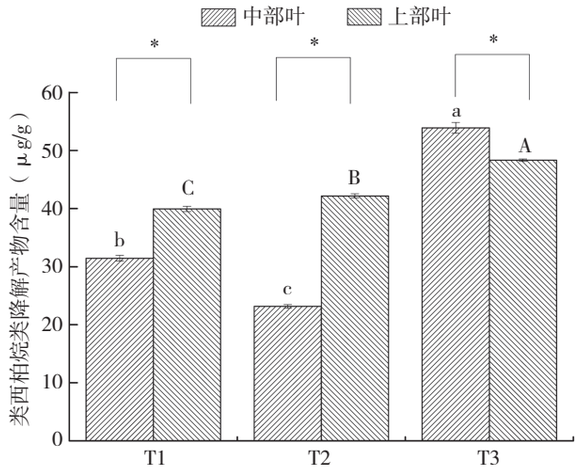


图 4　不同装烟方式烤后烟叶的类西柏烷类降解产物含量

种重要的烟草增香剂，具有携带烟叶中其他挥发性香气物质和致香物质及添加的香气成分进入烟气的作用[15-16]。由图 5 可知，不同处理中部叶新植二烯含量以处理 T2 最高，比处理 T1、T3 分别高 445.50、543.74 μg/g；上部叶则以处理 T1 含量最高，比处理 T2、T3 分别高 407.16、312.874 μg/g。同一处理不同部位处理 T1、T3 均表现为上部叶含量最大，比中部叶分别高 303.47、88.83 μg/g，而处理 T2 则表现为中部叶含量最大，比上部叶高 549.20 μg/g。

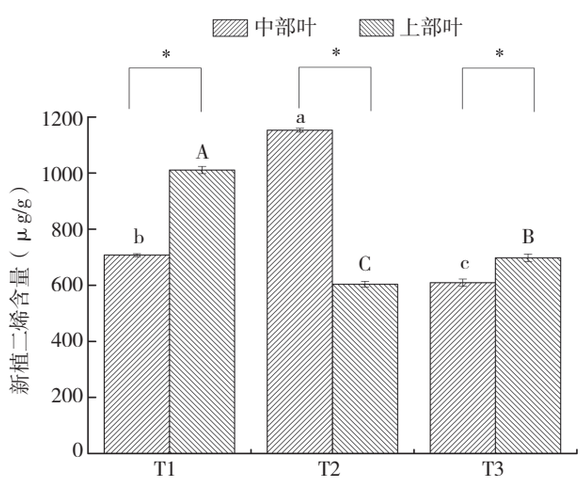


图 5　不同装烟方式烤后烟叶的新植二烯含量

2.6　不同装烟方式烤后烟叶的中性致香物质赋权评价

由图 6 可知，不同处理中部叶以处理 T2 分

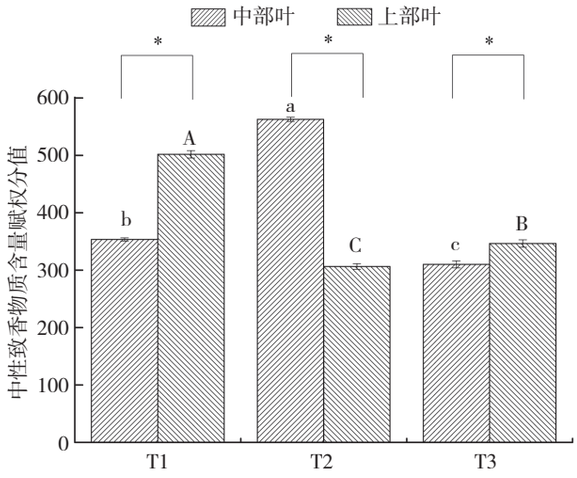


图 6　不同装烟方式烤后烟叶中性致香物质评价结果

值最高，比处理 T1、T3 别高 209.24、252.73；上部叶以处理 T1 最高，比处理 T2、T3 分别高 195.41、155.49。同一处理不同部位处理 T1、T3 均表现为上部叶分值最高，比中部叶分别高 148.35、36.35；处理 T2 则表现为中部叶最高，比上部叶高 256.30。不同部位间中性致香物质含量的总和以处理 T2 最高、为 869.28，比处理 T1、T3 分别高 13.83 和 212.81。

3　结论与讨论

烟叶香气物质的形成需要内在大分子碳氮化合物在相对较低的温度，并结合相对较高的湿度的条件下进行较为充分的转化，对烟叶致香前体物质和烟叶香气含量的提高具有重要作用[17-18]。但由于装烟方式的不同烟叶叶片之间的间隙相差较大，在实际烘烤过程中内部环境的变化，如温度、湿度、叶间风速等[19-21]，对烤后烟叶内在质量形成具有一定的影响。本研究结果表明，与烟夹装烟方式相比，中部散叶装烟方式的类胡萝卜素、芳香族氨基酸、棕色化反应产物、类西柏烷类和新植二烯等裂解产物含量明显较高，这与卢贤仁等[8]的研究结果较为一致。贺方云等[22]研究发现，烤房采用散叶堆放装烟方式进行烘烤，造成烤后烟的香气量降低，与本试验研究存在差异，可能是由于烤烟品种差异所致。另外与烟夹装烟方式相比，上部散叶装烟方式的中性致香物质含量明显较低，可能与上部叶叶片较厚且干筋期时间持续较长有关[22]。整体烟叶中性致香物质赋权评分以 T2 散叶堆积装烟方式最高，这可能是散叶装烟处理的烟叶没有外在器械夹持，烘烤过程中烟叶倒伏影响装烟层之间空气流动，从而减缓烟叶排湿，促进烟叶致香前体物质较多形成[23]；T3 处理散叶插扦装烟方式烤后烟叶中性致香物质总分值最低，这可能由于采用叶基部朝下、叶尖插扦的散叶插扦烘烤方式，在烟叶烘烤过程中叶片较少出现倒伏，随着烟叶水分的散失与叶片的收缩由于叶尖插扦的原因造成烟叶之空隙增大，致使湿度散失过快、大分子营养转化减少或干筋期叶间隙风速较大致使香气物质损失量增加，这与杨彦明等[19]的研究结果较为一致。

综上所述，云南曲靖罗平烟区在中部烟叶进行密集烘烤时，散叶装烟方式能增加烤后烟中性致香物质的含量，其中以散叶堆积装烟方式较好，此外相关研究表明采用散叶堆积装烟可明显减少人工、能耗成本且烟叶整体品质相对较好[9, 24]，在上部烟叶进行密集烘烤时，采用烟夹装烟方式能显著提高烤后烟叶致香物质含量，进而改善烤后烟叶的工业可用性。

参考文献：

[1]　冰火，建利，江洪东. 论烟叶精益生产[J]. 中国烟草学报，2014(1)：1-8.

[2]　宋朝鹏，陈江华，许自成，等. 我国烤房的建设现状与发展方向[J]. 中国烟草学报，2009，15(3)：83-86.

[3]　潘文杰，谢已书，李章海，等. 不同烘烤方式烘烤过程中烟叶表面烷烃类物质变化的研究[J]. 安徽农业大学学报，2011，38(3)：469-473.

[4]　谢已书，邹焱，李国彬，等. 密集烤房不同装烟方式的烘烤效果[J]. 中国烟草科学，2010，31(3)：67-69.

[5]　浦秀平，徐世峰，任杰，等. 不同装烟方式对密集烘烤效率及烟叶质量的影响[J]. 中国烟草科学，2013(4)：98-102.

[6]　徐秀红，王林立，王传义，等. 密集烤房不同装烟方式对烟叶质量及效益的影响[J]. 中国烟草科学，2010，31(6)：72-74.

[7] 武圣江, 潘文杰, 宫长荣, 等. 不同装烟方式对烤烟烘烤烟叶品质和安全性的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(17): 3659–3668.
[8] 卢贤仁, 陈芝波, 向章敏, 等. 密集烘烤不同装烟方式对烤后烟叶中性致香物质含量的影响[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(12): 66–69.
[9] 谢已书, 武圣江, 向章敏, 等. 不同装烟方式对烤后烟叶中性和酸性香气成分含量的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 317–320.
[10] 刘闯, 陈振国, 李进平, 等. 不同装烟方式对烟叶挥发性性致香物质含量的影响[J]. 云南农业大学学报, 2011, 26(1): 70–74.
[11] 宫长荣, 周义和, 焕文. 烤烟三段式烘烤导论[M]. 北京: 科技出版社, 2005.
[12] 钱华, 杨军杰, 史宏志, 等. 豫中不同土壤质地烤烟烟叶中性致香物质含量和感官质量的差异[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(6): 17–22.
[13] 田斌强, 代晓燕, 于长江, 等. 基于超星发现系统数据库挖掘的河南农业大学烟草学科发展分析[J]. 河南农业大学学报, 2015, 49(1): 117–123.
[14] 高远, 张艳玲, 张仕祥, 等. 不同香型烤烟类胡萝卜素及其降解产物含量与感官质量的关系[J]. 烟草科技, 2014(2): 38–43.
[15] 韩富根. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.
[16] 胡皓月, 许自成, 苏永士, 等. 影响烟草新植二烯含量因素的研究进展[J]. 江西农业学报, 2010, 22(1): 17–20.
[17] Week W. Chemistry of tobacco constituents influences flavor and aroma[J]. Dec. adv. In Tob. Sci, 1985, 11: 175–200.
[18] 王爱华, 王松峰, 管志坤, 等. 烤烟密集烘烤过程中阶梯升温变黄生理生化特性研究[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(1): 69–73.
[19] 杨彦明. 密集烤房不同装烟方式烧烤环境响应及实效性分析[D]. 郑州: 河南农业大学, 2014.
[20] 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.
[21] 静玮, 刘义军, 彭芍丹, 等. 焙烤对澳洲坚果果仁挥发性成分特征的影响[J]. 广东农业科学, 2016, 43(7): 110–119.
[22] 贺方云, 吴峰, 耿富卿, 等. 不同烘烤方式对烤烟香气成分的影响[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(5): 60–63.
[23] 路晓崇, 宋朝鹏, 典瑞丽, 等. 烤烟散叶堆积烘烤过程中烘烤因素与叶温变化的通径分析[J]. 河南农业大学学报, 2014, 48(6): 684–688.
[24] 张警予, 娄元菲, 王文超, 等. 烤烟密集烤房不同装烟方式烘烤效果对比分析[J]. 江西农业学报, 2014(3): 65–68.

(责任编辑　邹移光)