

孟 莉,郭世英,符云鹏,等. 吉林晒烟中的生物碱组成及其对烟叶内在质量的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):287-290.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.05.096

# 吉林晒烟中的生物碱组成及其对烟叶内在质量的影响

孟 莉<sup>1</sup>,郭世英<sup>2</sup>,符云鹏<sup>1</sup>,邱宝平<sup>2</sup>,刘晓旭<sup>2</sup>,郭濛濛<sup>1</sup>,赵晓军<sup>1</sup>,韩富根<sup>1</sup>

(1. 河南农业大学烟草学院,河南郑州 450002; 2. 红塔辽宁烟草有限责任公司,辽宁沈阳 110000)

**摘要:**选取吉林长春当地 3 个主栽晒烟品种为研究对象,探讨晒烟中的生物碱组成及其对烟叶内在质量的影响。结果表明:(1)各品种生物碱在叶片发育过程中持续增加,成熟后期趋于稳定,其中大白花的生物碱含量最高,青黄叶次之,大叶黄最少。晒后烟叶中生物碱总量为 4.4%~6.0%;烟碱转化率为 3.8%~11.2%;烟碱、降烟碱、假木贼碱、新烟草碱占总生物碱的比例分别为 82.00%~89.00%、3.20%~9.10%、0.53%~0.58%、6.70%~8.30%。(2)晒后烟叶的降烟碱、转化率与还原糖、总糖达到极显著负相关,生物碱总量与还原糖、总糖达到显著负相关。晒后烟叶中 4 种生物碱均与总氮呈正相关且基本达到显著水平。(3)烟碱及生物碱总量与劲头得分呈极显著负相关;降烟碱与灰色得分呈极显著负相关,与香气质、香气量得分基本达到显著负相关;假木贼碱与劲头、燃烧性得分呈显著负相关;烟碱转化率与评吸各项指标均呈负相关,且相关性接近显著水平,并与香气质、灰色得分达到极显著水平。

**关键词:**晒烟;生物碱;内在质量;相关性;化学成分

**中图分类号:** S572.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)05-0287-04

生物碱是一类特殊的含氮化合物,烟草生物碱包括烟碱、降烟碱、假木贼碱和新烟草碱,其组成与含量直接影响烟草制

品的感官评吸质量、烟气特征和安全性<sup>[1-5]</sup>。烟碱是烟草特有的化学成分,具有兴奋中枢神经及末梢神经的作用。烟碱在燃烧过程中挥发,使烟气呈碱性并产生刺激性气味,对烟叶质量有负面效应。降烟碱又称去甲基烟碱,易在调制及陈化过程中进一步生化转化,如氧化生成麦斯明;降烟碱还易发生酰化产物,使烟气挥发性物质的组成及含量发生变化,从而影响烟叶的香味品质及可用性。赵永利等采用气相色谱法对我国烟叶和卷烟的生物碱组成及含量现状进行了全面分析测定,并系统研究了白肋烟烟碱转化率与卷烟感官评吸品质、烟气 TSNA 含量的关系<sup>[6-9]</sup>。对于烤烟生物碱含量与其部位、

收稿日期:2014-10-11

基金项目:中国烟草实业发展中心资助项目(编号:zysy-2010-03);红塔辽宁烟草有限责任公司资助项目(编号:20130401)。

作者简介:孟 莉(1990—),女,河南民权人,硕士研究生,主要从事烟草栽培生理生化研究。E-mail:mengli61400@163.com。

通信作者:符云鹏,教授,硕士生导师,主要从事烟草栽培生理生化研究。E-mail:ypfu01@163.com。

## 3 小结

本试验建立了固相萃取-高效液相色谱法同时测定水产品中己烯雌酚和甲基睾酮 2 种激素药物残留的方法,同单组分检测相比,样品前处理可有效缩短检测时间,节约检测成本,提高检测效率。

## 参考文献:

- [1] Vick A M, Hayton W L. Methyltestosterone pharmacokinetics and oral bioavailability in rainbow trout[J]. Aquatic Toxicology, 2001, 52(3/4): 177-188.
- [2] 李俊锁,邱月明,王 超. 兽药残留分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,2002:256-299.
- [3] 李佩佩,梅光明,张小军,等. 固相萃取-高效液相色谱法测定水产品中的甲基睾酮残留量[J]. 食品科学,2012,31(22):282-285.
- [4] 中国海洋大学,国家水产品质量监督检验中心. 水产品中甲基睾酮残留量的测定:液相色谱法[S]. 北京:中国农业出版社,2006.
- [5] Jiang J, Lin H, Fu X T, et al. Preliminary validation of high performance liquid chromatography method for detection of methyltestosterone residue in carp muscle[J]. Journal of Ocean University of China, 2005, 4

(3):248-251.

- [6] Barry T P, Marwah A, Marwah P. Stability of 17 alpha-methyltestosterone in fish feed[J]. Aquaculture, 2007, 271(1):523-529.
- [7] 牛晋阳,孙 焕,李莹莹. 高效液相色谱-串联质谱法测定猪肉中 10 种类固醇类激素残留[J]. 食品科学,2010,31(4):230-232.
- [8] Chu P S, Lopez M, Serfling S, et al. Determination of 17 alpha-methyltestosterone in muscle tissues of tilapia, rainbow trout, and salmon using liquid chromatography-tandem mass spectrometry[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(9):3193-3198.
- [9] 祝瑞琳,杨 弘,肖 炜,等. 超高效液相色谱-串联质谱联用测定罗非鱼肌肉中甲基睾酮残留[J]. 食品科学,2011,32(22):243-247.
- [10] 张彩虹. 高效液相色谱法测定己烯雌酚的实验研究[J]. 中国热带医学,2006,6(2):328-329.
- [11] 胡 鲲,杨先乐,张 菊. 酶联免疫法检测中华鳖肌肉中己烯雌酚[J]. 上海水产大学学报,2002,11(3):199-202.
- [12] Lu H H, Conneely G, Crowe M A, et al. Screening for testosterone, methyltestosterone, 19-nortestosterone residues and their metabolites in bovine with enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)[J]. Analytica Chimica Acta, 2006, 570(1):116-123.

评吸质量关系的研究也有部分报道<sup>[10-13]</sup>,但对晒烟这一特色类型烟叶中生物碱组成的烟碱还鲜有研究。本试验研究了生物碱在叶片发育过程中的变化,以及晒后烟叶中的生物碱组成及其对烟叶内在质量的影响,为进一步改善烟叶质量提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验地点设在吉林省长春市农安县朝阳沟村,供试晒烟品种为青黄叶、大叶黄和大白花,采用随机区组设计,小区面积为 0.02 hm<sup>2</sup>,重复 3 次。试验地土壤为油沙土,其 pH 值为 5.7;有机质含量为 15.98 g/kg,碱解氮含量为 140.00 mg/kg,速效磷含量为 17.58 mg/kg,速效钾含量为 148.83 mg/kg。田间栽培管理措施按照优质晒烟生产技术规范进行。

### 1.2 取样方法

选取各品种代表性烟株的上二棚叶(自下而上第 13、14 位叶)和中部叶(自下而上第 9、10 位叶)进行研究,自叶龄 10 d 开始取样,每隔 10 d 取样 1 次,直至叶片成熟采收。每次各处理取 5~10 张烟叶于 105℃ 下杀青 15 min,之后于 60℃ 下烘干至恒重,保存,用于生物碱类物质的测定。调制后,采取上部叶和中部叶各 5 kg,用于常规化学成分和感官质量的分析测定。

### 1.3 测定指标与方法

采用气相色谱(GC)技术检测 4 种生物碱成分:样品经烘干后粉碎,各样品称取 100 mg,用甲基丁醚提取生物碱,具体操作及参数设定参照 Burton 等的方法<sup>[14]</sup>进行。烟碱转化能力用烟碱转化率表示,即降烟碱含量占烟碱与降烟碱含量之和的百分比。按照 YC/T159—2002、YC/T160—2002、YC/T161—2002、YC/T217—2007、YC/T162—2002 方法测定烟叶中总糖、还原糖、烟碱、总氮、钾、氯的含量,所用仪器为德国 BRAN + LUEBBE 公司制造的 AA3 型流动分析仪。由红塔辽宁烟草有限责任公司召集卷烟评吸委员 6 名,按照 YC/T 1382—1998<sup>[15]</sup>规定的方法进行感官评吸,分别按香气质、香气量、杂气、浓度、劲头、刺激性、余味、燃烧性和灰色 9 个指标进行评吸打分(其中,劲头适中分值最高,劲头偏大或偏小分值降低),取其平均值。

### 1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2003 软件和 SPSS 19.0 软件进行数据处理和统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 叶片发育过程中生物碱含量的变化

**2.1.1 烟碱** 由图 1 可知,各品种上部叶中的烟碱含量随叶龄的增加而增加,在成熟后期略有降低,而中部叶中的烟碱含量呈直线上升趋势。其中,整个生育期各品种上部叶的烟碱在叶龄 20~30 d 时增长最快,而中部叶的烟碱在叶龄 30~40 d 时增长最快。从品种来看,上部叶烟碱含量表现为:大白花 > 青黄叶 > 大叶黄,中部叶烟碱含量表现为:大白花 > 大叶黄 > 青黄叶;从部位来看,烟碱含量表现为:上部叶 > 中部叶。

**2.1.2 降烟碱** 由图 2 可知,各品种上部叶的降烟碱含量随叶龄的增加而增加,在成熟后期略有降低,而中部叶的降烟碱

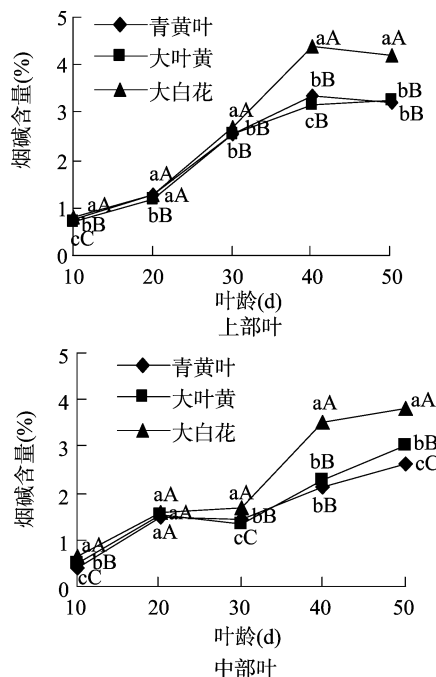


图1 烟碱在叶片发育过程中的变化

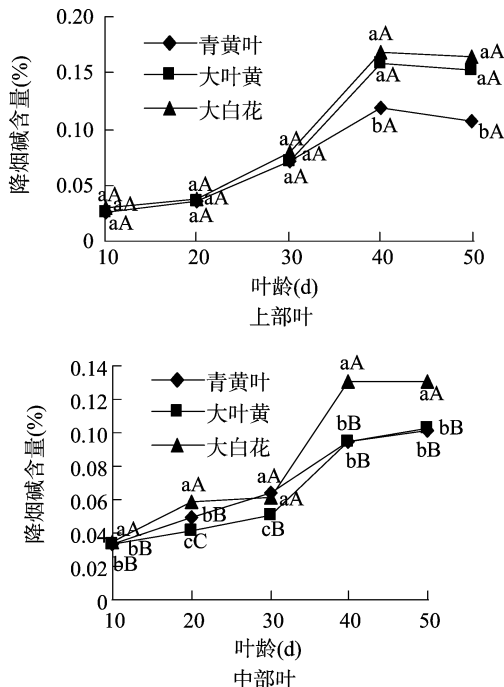


图2 降烟碱在叶片发育过程中的变化

含量呈直线上升趋势,其中,整个生育期各品种不同部位烟叶的降烟碱含量均在叶龄 30~40 d 时增长最快。从品种来看,降烟碱含量在叶片发育前期表现为:大白花 > 青黄叶 > 大叶黄,后期表现为大白花 > 大叶黄 > 青黄叶;从部位来看,降烟碱含量表现为:上部叶 > 中部叶。

**2.1.3 假木贼碱** 由图 3 可知,各品种上部叶的假木贼碱含量随叶龄的增加而增加,在成熟后期呈下降趋势,而中部叶的假木贼碱含量呈直线上升趋势,其中,整个生育期各品种不同部位烟叶的假木贼碱含量均在叶龄 30~40 d 时增长最快。

从品种来看,假木贼碱含量表现为:大白花 > 青黄叶 > 大叶黄;从部位来看,假木贼碱含量表现为:上部叶 > 中部叶。

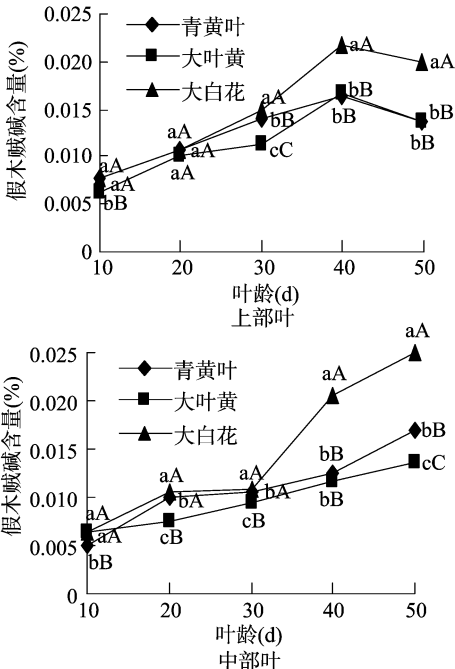


图3 假木贼碱在叶片发育过程中的变化

2.1.4 新烟草碱 由图4可知,各品种上部叶的新烟草碱含量随叶龄的增加而增加,在成熟后期呈下降趋势,而中部叶的新烟草碱含量呈直线上升趋势,其中,整个生育期各品种不同部位烟叶的新烟草碱含量均在叶龄30~40 d时增长最快。从品种来看,新烟草碱含量表现为:大白花 > 青黄叶 > 大叶黄;从部位来看,新烟草碱含量表现为:上部叶 > 中部叶。

2.2 晒后烟叶中的生物碱含量及其组成

表1 不同品种晒后烟叶的生物碱含量及其组成

部位	品种	生物碱含量(%)				烟碱转化率		占生物碱总量百分比(%)			
		烟碱	降烟碱	假木贼碱	新烟草碱	生物碱总量	(%)	烟碱	降烟碱	假木贼碱	新烟草碱
上部叶	青黄叶	4.550 3	0.202 4	0.027 6	0.422 1	5.202 3	4.258 0	87.466 6	3.890 0	0.529 6	8.113 9
	大叶黄	3.977 7	0.158 9	0.026 0	0.335 2	4.497 8	3.840 2	88.436 6	3.531 7	0.578 5	7.453 2
	大白花	4.862 7	0.609 5	0.032 3	0.411 5	5.915 9	11.137 3	82.197 1	10.301 9	0.545 6	6.955 3
中部叶	青黄叶	4.159 0	0.193 7	0.026 2	0.389 1	4.768 0	4.449 9	87.227 0	4.062 3	0.549 3	8.161 5
	大叶黄	3.985 2	0.149 5	0.024 2	0.374 7	4.533 6	3.616 4	87.903 5	3.298 3	0.533 6	8.264 7
	大白花	4.182 0	0.451 7	0.027 1	0.336 9	4.997 7	9.747 6	83.679 0	9.037 6	0.542 3	6.741 1

2.3 晒后烟叶生物碱与常规化学成分的相关性分析

由表2可知,晒后烟叶的烟碱、降烟碱、假木贼碱、新烟草碱、生物碱总量与还原糖、总糖呈负相关,且降烟碱、转化率与还原糖、总糖相关达到极显著水平,生物碱总量与还原糖、总糖相关达到显著水平;晒后烟叶的烟碱、降烟碱、假木贼碱、新烟草碱与钾、氯、总氮呈正相关,其中生物碱类与总氮相关基本达到显著水平。

2.4 晒后烟叶生物碱与感官质量的相关性分析

由表3可知,烟碱、生物碱总量与劲头得分呈负相关,且达到极显著水平。降烟碱与香气质、香气量、灰色得分呈负相关,并与香气质、香气量基本达到显著水平,与灰色达到极显著水平。假木贼碱与香气质、香气量、浓度、刺激性、劲头、燃

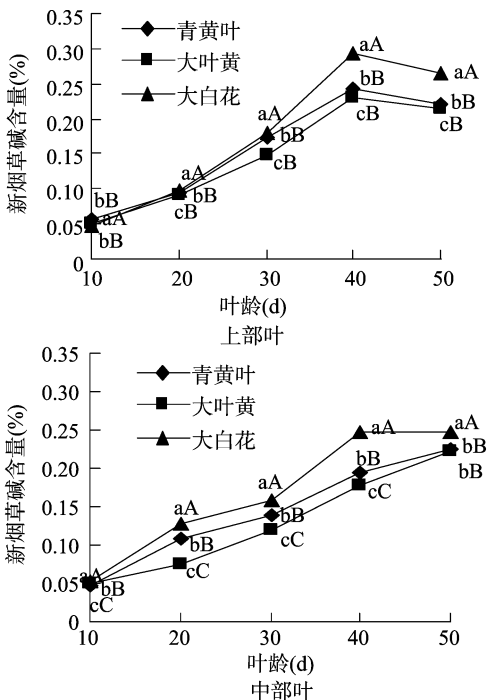


图4 新烟草碱在叶片发育过程中的变化

由表1可知,从品种来看,烟碱、降烟碱和假木贼碱含量均为大白花最高,青黄叶次之,大叶黄最小;新烟草碱含量在3个品种之间无明显规律;大白花的转化率远远大于其他2个品种。整体来看,各品种的生物碱含量和转化率均为上部叶 > 中部叶。烟碱占总生物碱的比例为82.00%~89.00%;降烟碱所占比例为3.20%~9.10%,假木贼碱所占比例为0.53%~0.58%,新烟草碱所占比例为6.70%~8.30%;烟碱转化率为3.80%~11.20%。

表2 晒后烟叶生物碱与常规化学成分的相关性

变量	相关系数				
	钾	还原糖	总糖	氯	总氮
烟碱	0.480	-0.695	-0.711	0.494	0.899 *
降烟碱	0.829 *	-0.963 **	-0.973 **	0.179	0.634
假木贼碱	0.634	-0.807	-0.823 *	0.341	0.904 *
新烟草碱	0.177	-0.101	-0.124	0.701	0.537
生物碱总量	0.608	-0.819 *	-0.834 *	0.313	0.866 *
转化率	0.864 *	-0.966 **	-0.974 **	-0.293	0.564

注: \* 表示相关显著; \*\* 表示相关极显著。

烧性、灰色得分呈负相关,且与劲头、燃烧性得分达到显著水平;假木贼碱与杂气、余味得分呈正相关,但相关性不强。新

表 3 晒后烟叶生物碱与感官质量的相关性

变量	相关系数								
	香气质	香气量	浓度	刺激性	杂气	劲头	余味	燃烧性	灰色
烟碱	-0.238	-0.553	-0.232	-0.382	0.137	-0.959**	0.207	-0.761	-0.584
降烟碱	-0.829*	-0.791	-0.636	-0.724	-0.384	-0.767	-0.427	-0.781	-0.925**
假木贼碱	-0.541	-0.556	-0.295	-0.435	0.037	-0.865*	0.032	-0.886*	-0.661
新烟草碱	-0.350	-0.284	0.109	-0.157	0.462	-0.719	0.633	-0.188	-0.119
生物碱总量	-0.435	-0.674	-0.377	-0.527	-0.016	-0.965**	0.027	-0.803	-0.731
转化率	-0.871*	-0.808	-0.715	-0.750	-0.502	-0.706	-0.547	-0.734	-0.947**

注：\* 表示差异显著；\*\* 表示差异极显著。

烟草碱与香气质、香气量、刺激性、劲头、燃烧性、灰色得分呈负相关，与浓度、杂气、余味得分呈正相关。转化率与评吸各项指标均呈负相关，且相关性接近显著水平；与香气质、灰色得分达到极显著水平。

3 结论与讨论

不同类型烟叶中生物碱含量有所不同，史宏志等研究了我国烤烟和白肋烟烟叶生物碱的平均含量，烤烟为：烟碱 2.454%，降烟碱 0.056%，假木贼碱 0.014%，新烟草碱 0.039%；白肋烟为：烟碱 3.742%，降烟碱 0.173%，假木贼碱 0.032%，新烟草碱 0.087%<sup>[1]</sup>。在对吉林长春晒烟的研究中发现，烟叶中 4 种生物碱含量及烟碱转化率均为上部叶高于中部叶，晒后烟叶的 4 种生物碱含量为：烟碱 3.900% ~ 4.600%，降烟碱 0.140% ~ 0.610%，假木贼碱 0.024% ~ 0.028%，新烟草碱 0.330% ~ 0.430%；烟碱转化率为 3.800% ~ 11.200%。烟碱含量过高则劲头大，吃味偏苦、涩、辛辣，刺激性强，使人有呛咳不快的感觉；烟碱含量过低则劲头小，吸食淡而无味。优质烟生产一般要求烤烟烟碱含量在 1.5% ~ 3.5% 之间，以 2.5% 为宜；白肋烟烟碱含量在 2.0% ~ 4.5% 之间，以 3.5% 为宜<sup>[2]</sup>。由于全国晒烟风格迥异，优质晒烟烟碱含量尚未规定。

生物碱含量是决定烟叶感官品质的要素，吸烟者主要是为了享受从烟气中吸收的烟碱所形成的刺激作用。烟碱含量主要影响到烟叶的生理强度、吃味和刺激性，对烟叶香气也有间接影响。降烟碱由烟碱在去甲基酶的作用下脱甲基形成，烟碱向降烟碱转化是导致烟叶 NNN、总 TSNA 含量增高的主要因素之一<sup>[16]</sup>，降烟碱的含量及相对组成近年来逐渐受到重视，降烟碱水平增高会影响烟叶的香味品质和可用性<sup>[17]</sup>。本试验结果表明：晒后烟叶的降烟碱、烟碱转化率与还原糖、总糖呈极显著负相关。生物碱总量与还原糖、总糖呈显著负相关；与总氮基本达到显著正相关。烟碱、生物碱总量与劲头得分呈极显著负相关。降烟碱与香气质、香气量基本达到显著负相关；与灰色得分达到极显著负相关。假木贼碱与劲头、燃烧性得分达到显著负相关。新烟草碱与香气质、香气量、刺激性、劲头、燃烧性、灰色得分呈负相关；与浓度、杂气、余味得分呈正相关。烟碱转化率与评吸各项指标均呈负相关，且相关性接近显著水平；与香气质、灰色得分达到极显著水平。

参考文献：

[1]王瑞新. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:65-84.

[2]史宏志,张建勋. 烟草生物碱[M]. 北京:中国农业出版社,2004:1-8.

[3]史宏志,Bush L P,Wang J,等. 我国不同类型烟叶烟碱向降烟碱转化研究[J]. 中国烟草科学,2001(4):6-8.

[4]史宏志,黄元炯,刘国顺,等. 我国烟草和卷烟生物碱含量和组成比例分析[J]. 中国烟草学报,2001,7(2):8-12.

[5]徐宜民,王树声,赖禄祥,等. 烟草生物碱的研究现状[J]. 中国烟草科学,2003(2):12-16.

[6]赵永利,史宏志,杨兴有,等. 白肋烟烟碱转化率与生物碱含量及新烟草碱/降烟碱值的关系[J]. 河南农业大学学报,2009,43(2):135-138.

[7]史宏志,李进平,Bush L P,等. 烟碱转化率与卷烟感官评吸品质和烟气 TSNA 含量的关系[J]. 中国烟草学报,2005,11(2):9-13.

[8]李超,史宏志,谢子发,等. 白肋烟不同品种生物碱含量株间分布与变异性分析[J]. 西南农业学报,2009,22(2):281-285.

[9]邱慧慧,史宏志. 烤烟叶片形状与生物碱含量及感官质量的关系研究[J]. 中国农学通报,2011,27(29):85-91.

[10]高志强,邓小华,曾忠平,等. 烤烟生物碱与评吸质量的关系[J]. 中国农学通报,2008,24(6):82-85.

[11]王丽丽,汤朝起,王以慧,等. 贺州晒黄烟主要生物碱含量与其评吸质量的相关性研究[J]. 中国烟草学报,2013,19(3):23-27.

[12]胡建军,等. 湖南烤烟生物碱含量及其评吸质量的相互关系研究[J]. 中国烟草科学,2012(4):31-36.

[13]谢晋,陈建军,吕永华,等. 烤烟氮、碱量的冠层光谱检测[J]. 江苏农业学报,2013,29(4):776-771.

[14]Burton H R,Bush L P,Djordjevic M V. Influence of temperature and humidity on the accumulation of tobacco specific nitrosamines in stored burley tobacco [J]. J Agric Food Chem,1989,37:1372-1377.

[15]YC/T 138—1998 烟草及烟草制品:感官评价方法[S].

[16]史宏志,Bush L P,Krauss M,等. 烟碱向降烟碱转化对烟叶麦斯明和 TSNA 含量的影响[J]. 烟草科技,2004(10):27-30.

[17]孙玉合,丁昌敏,张历历,等. 烟草新胞质雄性不育系 86-6 的创造及其利用[J]. 中国烟草学报,1999,5(1):20-24.