

初烤烟叶空间颜色指标与化学成分关系的研究*

柳 均¹, 汪宏毅¹, 覃光炯², 张 婷^{1**}, 俞 飞¹, 彭龙俊¹

(1. 湖北省烟草公司 湖北省烟草质量监督检验站, 湖北 武汉 430030;

2. 湖北省烟草科学研究院, 湖北 武汉 430030)

摘要:【目的】研究烟叶表观颜色与内在化学成分的关系。【方法】采用标准方法测定了云烟 87 烟叶颜色及不同形态烟叶的相关化学成分。【结果】(1) 短期贮存过程中, 烟叶颜色亮度持续降低、红度逐步升高至稳定、黄度基本平稳, 正反面颜色的变化基本同步; (2) 烟叶中总植物碱、总氮、总糖、绿原酸和芸香苷的含量均有降低, 还原糖和茛菪亭含量增加; (3) 烟叶正面的空间颜色参数与还原糖和多酚类物质的相关性达到显著或极显著水平。【结论】在烟叶贮存过程中应密切关注烟叶颜色变化, 合理确定打叶时间和加工方式, 为更好地提升烟叶内在质量、保证烟叶品质奠定基础。

关键词: 初烤烟叶; 贮存; 颜色; 化学成分

中图分类号: TS 411

文献标识码: A

文章编号: 1004-390X(2019) 02-0284-06

The Linkage of Colors and Chemical Components within Flue-cured Tobacco Leaves

LIU Jun¹, WANG Hongyi¹, QIN Guangjiong², ZHANG Ting¹, YU Fei¹, PENG Longjun¹

(1. Hubei Province Tobacco Quality Supervision & Test Station, Wuhan 430030, China;

2. Tobacco Research Institute of Hubei Province, Wuhan 430030, China)

Abstract: [Purpose] Study on the relation of apperant colors and internal chemical components in tobacco leaves. [Method] The color and chemical composition of different forms of Yunyan87 were examined by standard method. [Result] (1) The brightness of tobacco leaves continued to slide, red color became dominating until it reached stability, yellow color was quite stable, color changed between the front and back face of the leaves were synchronized, under short-term storage. (2) The contents of total alkaloids, nitrogen and sugar, as well as chlorogenic acid and rutin were declined, the contents of reducing sugar and scopoletin were increased, within tobacco leaves. (3) The relativities in color of front face of the leaves reached 5% or 1% signification levels in comparison with reducing sugar and polyphenols. [Conclusion] In order to improve the internal quality of the tobacco leaves, consistent surveillance on the color changes of tobacco leaves during storing process, as well as to establish a suitable plan for threshing and redrying tobacco leaves and further manufacturing become so important.

Keywords: flue-cured tobacco leaves; storage; color; chemical component

收稿日期: 2018-01-22

修回日期: 2018-07-24

网络出版时间: 2019-01-29

*基金项目: 湖北省烟草公司项目(027Y2018-037)。

作者简介: 柳均(1984—), 男, 湖南常德人, 硕士, 工程师, 主要从事烟草质量分析研究。

E-mail: lingyi1984@163.com

**通信作者 Corresponding author: 张婷(1979—), 女, 河南信阳人, 硕士, 高级工程师, 主要从事烟草质量分析研究。

E-mail: 125633737@qq.com

网络出版地址: [http://dx.doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).201801032](http://dx.doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).201801032)

烟叶从烘烤结束到交售、调拨至打叶复烤,这一过程涉及不同的保管主体和贮存环境,跨越的时间长短不一,其中烟叶的贮存环境直接影响烟叶质量,生产中因贮存条件不当造成烟叶品质降低^[1-2]的现象时有发生。前人对贮存初烤烟叶的研究主要集中在烟叶外观品质^[3-5]、内在化学成分^[6-7]或其对应关系上,对烟叶颜色的研究集中在质体色素^[8-9]、烟叶褐变^[10]或烘烤调制中的颜色参数^[11]上,对快速检测短期贮存过程中初烤烟叶空间颜色参数变化、内在化学成分变化及两者相关性的研究国内鲜有报道。本研究以湖北利川初烤云烟87烟叶为研究对象,通过模拟标准贮存条件,研究短期贮存过程中烟叶表观颜色和内在化学成分变化的规律,以期通过烟叶外观颜色的研究揭示初烤烟叶短期贮存后内在化学成分的变化,为更好地指导烟叶贮存管理、科学判断烟叶品质转化、合理规划打叶复烤和加工方式、促进烟叶提质保香提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于2016年9月—2017年2月进行,选取湖北利川烟区云烟87烤后烟叶为供试材料,取等级C3F烟叶进行颜色指标和化学成分分析。

1.2 试验方法

烟叶样品经烤烟国标(GB 2635—1992)严格等级筛选后,取C3F烟叶分成3等份,每等份2 kg,为保证样品每次取样的代表性,模拟了3种形态进行取样,参照相关方法^[12-13]分别制成长宽约4 cm的片状、宽度在0.7~1.1 mm的丝状和粗细在20目至10目筛的粉状3种不同形态样品。另选取6片完整烟叶,从叶基部至叶尖部在主脉两侧离主脉5 cm处对称、正反无损标记3对监测点,用以跟踪烟叶正面、反面空间颜色变化。

利用恒温恒湿箱将上述烟叶样品按照烟草行业标准^[14]规定的温湿度条件避光贮存。分别于初烤、贮存30、60、90、120、150和180 d取样,取样后按烟草行业标准方法^[15]制样并置于-20℃低温冰箱中保存,待试验结束后所有样品统一进行测定。

1.3 测定方法

样品中水分、总植物碱、总糖、还原糖、总

氮和多酚类物质参照烟草行业标准方法^[15-19]进行检测。

采用国际通用的测色标准CIE1976 LAB(或 $L^*a^*b^*$)系统^[11],它适用于一切光源色或物体色的表示与计算,可以从 L^* (从黑到白,表示亮度,0~100)、 a^* (从绿到红,表示红度, -A~+A)和 b^* (从蓝到黄,表示黄度, -B~+B)3个方向三维立体分别评价。烟叶正面 L^* 、 a^* 和 b^* 与烟叶反面 L^* 、 a^* 和 b^* 差值的绝对值分别由 ΔL^* 、 Δa^* 和 Δb^* 来表示。在温度20℃、湿度60%RH试验条件下,采用中孔模式,利用经过标准色块校准后的Color i5全自动色差仪(美国爱色丽)自动分析烟叶正反面 L^* 、 a^* 、 b^* 和 ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* 的值。

1.4 数据分析

数据处理及作图采用Microsoft Excel 2010进行,采用SPSS 17.0进行方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

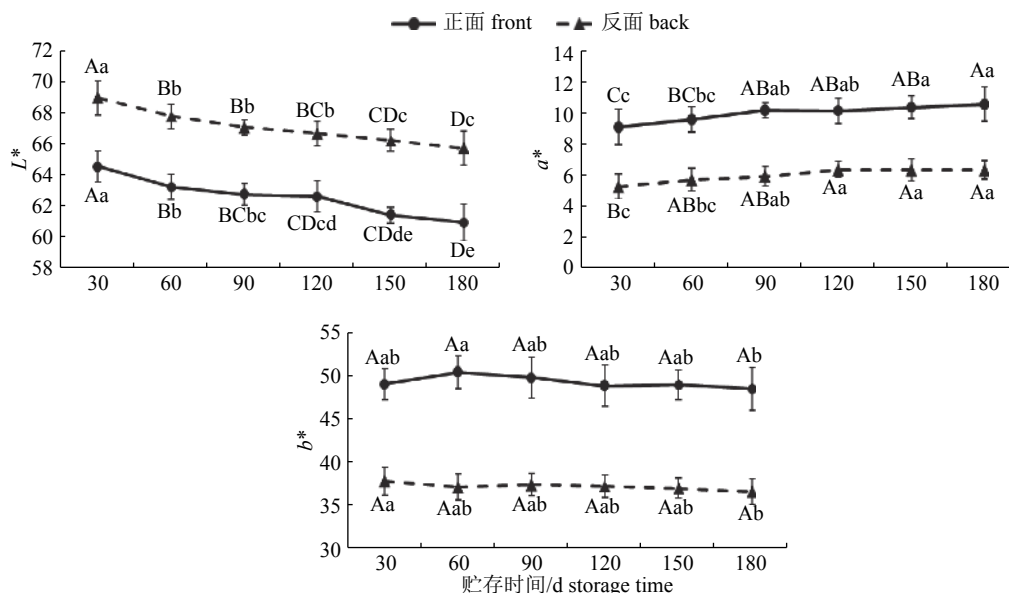
2.1 贮存过程中烤烟颜色的变化

由图1可知:随着贮存时间的延长,正、反面烟叶亮度 L^* 值显著或极显著降低,至贮存180 d时,降低的趋势并未减弱,正面的降幅甚至有所增加。贮存180 d后,烟叶正、反面红度 a^* 值较30 d时均极显著增加,其中正面90 d与30 d相比增幅极显著,90~180 d增幅放缓;反面120 d与30 d相比极显著增加,但在120~180 d时趋于平稳。正、反面黄度 b^* 值变化较为平缓,正面贮存前后变化差异不明显,反面贮存30 d与180 d差异显著。从烟叶正、反面的比较来看,试验贮存时间内,烟叶反面亮度 L^* 值始终高于正面,但红度 a^* 值、黄度 b^* 值均低于正面。

正、反面的颜色绝对差值(图2)显示:烟叶正、反面的 ΔL^* 与 Δa^* 较为接近,且在试验贮存时间内变化幅度较为一致,贮存前后相差不大; Δb^* 高于 ΔL^* 和 Δa^* ,30~60 d时 Δb^* 有所升高,60~180 d逐步降低并相对平稳。

2.2 烟叶贮存过程中相关化学成分的变化

由图3可知:初烤烟叶样品随贮存时间的延长,总植物碱、总氮基本表现为先升高后降低,总糖连续降低,还原糖缓慢增加至平稳。总植物碱在各形态样品贮存过程中主要表现为先升高,至150 d时明显降低的趋势;总氮表现为片状样品贮存至60 d明显升高、随后持续降低,粉状样品持续升高至120 d后明显降低,丝状样品在90 d



注：小写字母表示 5% 显著性差异，大写字母表示 1% 极显著性差异。

Note: Small letters represent 5% significant difference, while capital letters represent 1% significant difference.

图 1 贮存过程中烟叶颜色参数的变化

Fig. 1 Changes in leaf color parameters during storage

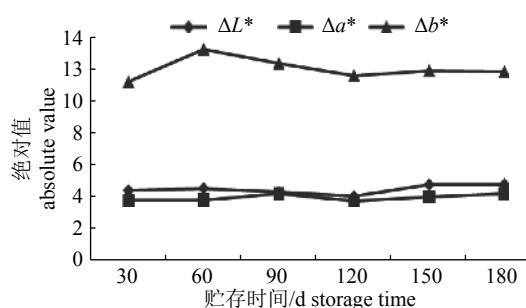


图 2 贮存过程中烟叶颜色参数绝对值的变化

Fig. 2 Changes of color parameters absolute value of tobacco leaves during storage

最高，随后持续降低；总糖表现为粉状与片状样品贮存后一直持续降低，丝状样品先降低后升高最后再持续降低；还原糖表现为粉状样品持续缓慢增加，丝状、片状样品先显著增加后相对平稳。

由图 4 可知：初烤烟叶样品随贮存时间的延长，绿原酸、总酚表现为逐步降低，茛菪亭逐步增加，芸香苷变化规律不明显。绿原酸与总酚表现的规律相似，各形态样品总体表现为随贮存时间的延长而降低，贮存 180 d 较贮存 30 d 绿原酸和总酚含量低；茛菪亭主要表现为各形态样品随贮存时间的延长而增加，总的来看，180 d 时较 30 d 明显增加；芸香苷在粉状、片状样品中呈缓慢降低趋势，在丝状样品中呈先升高后持续降低趋势。

2.3 烟叶颜色参数和化学成分的相关性

由表 1 可知：贮存过程中，烟叶正面 L^* 、 a^* 、 b^* 值和反面 a^* 、 b^* 值均与还原糖、绿原酸、茛菪亭、芸香苷和总酚间存在显著或极显著的正或负相关，说明烟叶表观颜色与内在多酚类物质、还原糖等成分的含量密切相关。

3 讨论

初烤烟叶在贮存过程中受环境温湿度^[10]、微生物^[20]、氧气^[21]及自身酶活性^[22]等因素影响，使得烟叶内含物质进一步降解、转化，其中外观颜色的变化是烟叶在贮存过程中最直接的表现^[23]。研究显示：复烤烟叶在醇化过程中，颜色逐步加深，由橘黄向深橘黄、红棕和棕褐色转变^[24-25]。本研究采用 CIE1976 LAB 系统分析得知：初烤烟叶在短期贮存过程中，烟叶亮度持续降低、红度逐步提升并趋于稳定，黄度基本保持稳定，正反面颜色变化基本同步，这与前人的研究结果相吻合。试验中烟叶正面亮度始终低于反面，但正面红度和黄度始终高于反面，这与烟叶在生长过程中正面叶绿素多，背面叶绿素少，正面叶肉组织厚，背面叶肉组织薄等叶内组织结构的差异^[26]有直接关系。

复烤片烟通过自然醇化，烟叶中的大分子物质被降解和转化，小分子物质逐步合成和积累，

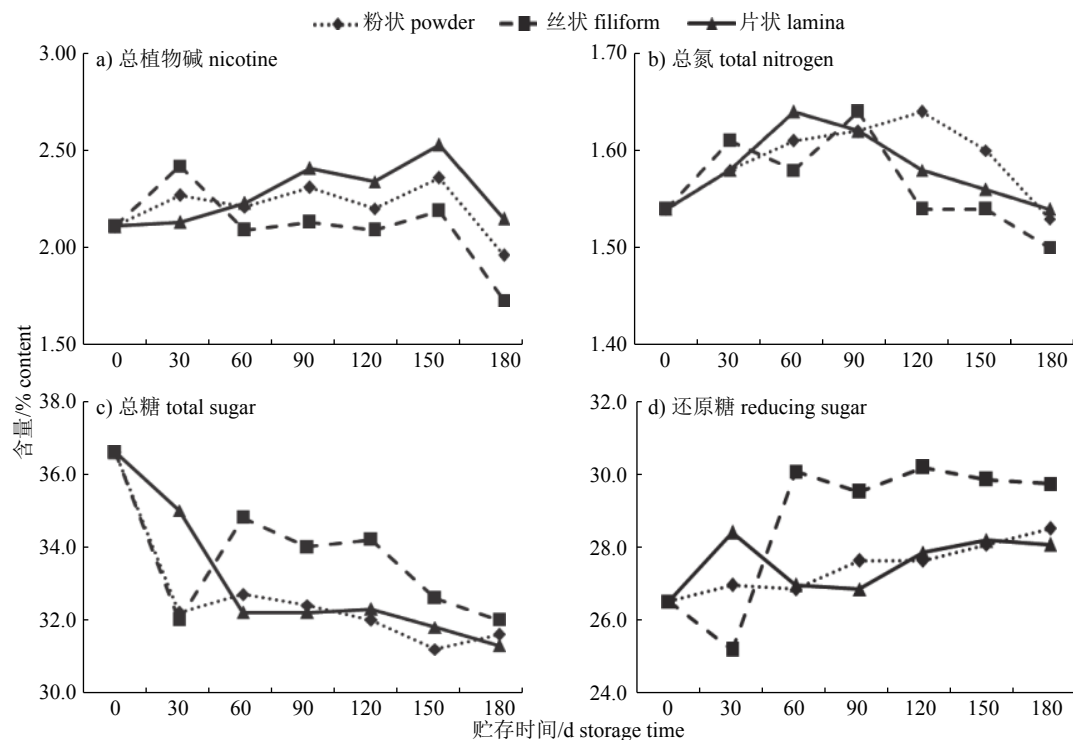


图3 贮存过程中烟叶相关化学成分的含量变化

Fig. 3 Chemical composition changes of tobacco leaf during storage

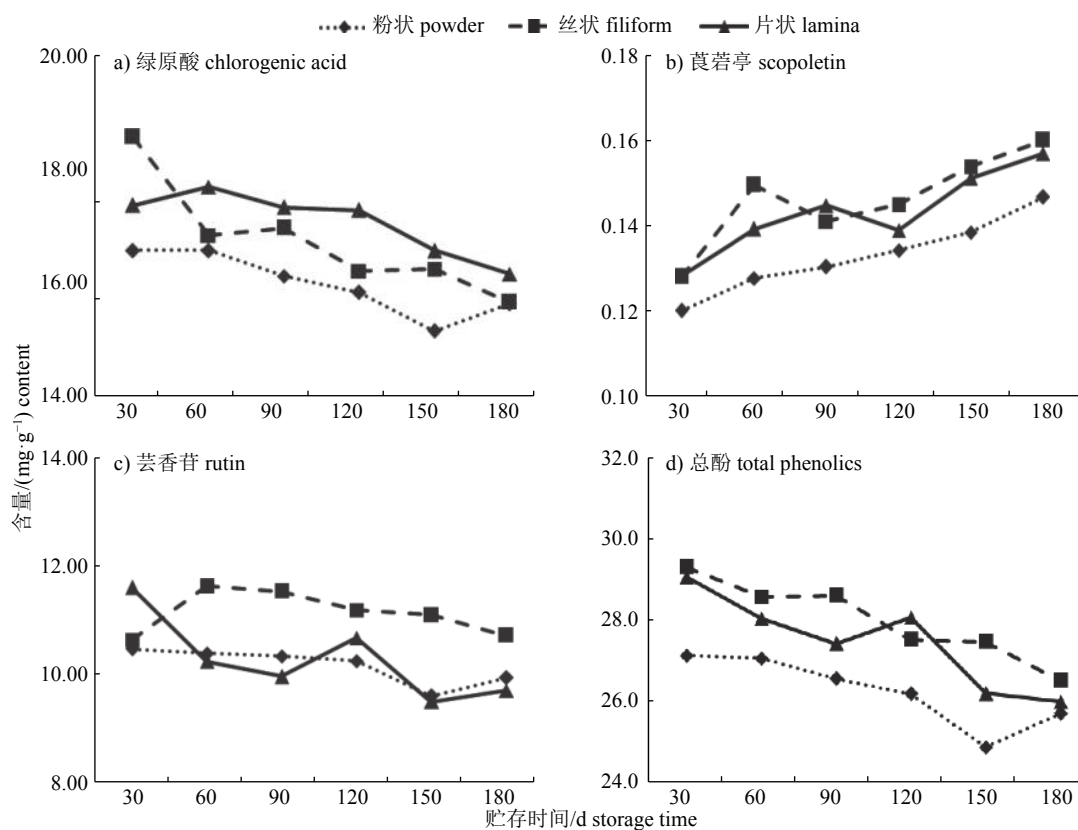


图4 贮存过程中烟叶多酚类物质的含量变化

Fig. 4 Changes in polyphenols content in tobacco leaves during storage

表 1 烟叶空间颜色参数与化学成分的相关性分析

Tab. 1 Correlation between color parameters and chemical compositions of tobacco leaves

参数 parameters	总植物碱 nicotine	总氮 nitrogen	总糖 sugar	还原糖 reducing sugar	绿原酸 chlorogenic acids	茛菪亭 scopoletin	芸香苷 rutin	总酚 total phenolics
正面 L^* front L^*	-0.461	-0.363	-0.774	0.959**	-0.887*	0.932**	-0.826*	0.883*
正面 a^* front a^*	0.413	0.354	0.706	-0.918**	0.858*	-0.962**	0.841*	-0.837*
正面 b^* front b^*	-0.323	-0.160	-0.614	0.912*	-0.838*	0.858*	-0.729	0.918**
反面 L^* back L^*	0.380	0.460	0.790	-0.697	0.615	-0.441	0.510	-0.634
反面 a^* back a^*	0.395	0.204	0.655	-0.909*	0.854*	-0.901*	0.770	-0.872*
反面 b^* back b^*	-0.279	0.009	-0.645	0.826*	-0.863*	0.775	-0.734	0.829*

注：“*”表示相关性显著 ($P<0.05$)，“**”表示相关性极显著 ($P<0.01$)。
Note: “*” or “**” indicate significant difference at 5% level or 1% level.

使得烟叶中的化学物质逐渐协调，烟叶内在品质得到改善。综合试验中不同形态的烟叶样品数据，短期贮存后，烟叶中总植物碱、总氮和总糖含量降幅分别为 9.0%、1.3% 和 10.9%，还原糖增幅为 9.4%；绿原酸、芸香苷和总酚含量降幅分别为 9.3%、3.0% 和 6.8%，茛菪亭增幅为 15.4%。这与前人^[8, 27-29]的研究结果较为一致。

贮存过程中，各形态初烤烟叶样品的总植物碱、总氮含量先升高后降低，总糖连续降低，还原糖缓慢增加至趋于平稳；绿原酸和总酚含量持续降低，茛菪亭持续增加。其中，还原糖的升高应该与烟叶中的淀粉等多糖物质的降解有关，总糖的降低与部分水溶性糖类参与棕色化反应转化成其他物质或被微生物消耗等有关；总植物碱、总氮的降低与烟叶中部分植物碱转化成挥发性的碱以及部分氨基酸参与棕色化反应等有关；酚类物质的降低，与烟叶在贮存过程中氧气与多酚类物质反应生成醌类物质继而进一步转化有关^[30]。

研究表明：烟叶贮存过程中表观颜色的变化与烟叶中酶促棕色化反应^[31]和非酶促棕色化反应^[32]有直接关系。试验中烟叶表观颜色与化学成分的相关性主要集中在还原糖和多酚类物质上，特别是烟叶正面的空间颜色参数与还原糖和多酚类物质的含量呈显著或极显著相关性。说明初烤烟叶在贮存初期既存在与还原糖有关的非酶促棕色化反应，也存在与多酚类物质相关的酶促棕色化反应。结合烟叶中还原糖和多酚类物质变化规律来看，推测初烤烟叶短期贮存初期烟叶颜色的变化主要以酶促棕色化反应为主，非酶促棕色化反应为辅。

本研究以云烟 87 烤烟品种为例，通过分析初烤烟叶表观颜色和内在成分随贮存时间的延长

而产生的显著变化及其相关性，揭示了云烟 87 初烤烟叶内在强烈的酶促或非酶促反应，为研究烟叶长期贮存所发生的烟叶褐变、碳化、糟腐等现象，从表观颜色判断内在成分的变化以及内在化学成分的变化途径提供了参考，其他品种烤烟的变化规律有待进一步研究。

[参考文献]

[1] 赖成连, 张增基, 赖荣华, 等. 仓储方式对初烤烟叶质量的影响[J]. 烟草科技, 2008(11): 59. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0861.2008.11.014.

[2] 姜优胜, 刘勇, 张平德, 等. 初烤烟叶仓储与水分控制管理[J]. 现代农业科技, 2014(8): 74. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5739.2014.08.043.

[3] 陈庆园, 陈雪, 袁有波. 初烤烟叶外观质量与主要化学成分关系的研究[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(1): 30. DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2008.01.001.

[4] 付秋娟, 刘加红, 张怀宝, 等. 初烤烟叶外观质量与其主流烟气有害成分释放量关系研究[J]. 中国烟草科学, 2015, 36(6): 94. DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2015.06.017.

[5] 孙平, 程森, 窦玉青, 等. 四川会东初烤烟叶外观质量与主要化学成分关系研究[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(1): 29.

[6] 蒋海峰, 钟庆华, 杨旸, 等. 禄丰县不同植烟乡镇初烤烟叶主要化学成分比较与聚类分析[J]. 山地农业生物学报, 2015, 34(3): 35. DOI: 10.15958/j.cnki.sdnyswxb.2015.03.007.

[7] 窦玉青, 张伟峰, 刘新民, 等. 全国初烤烟叶常规化学成分年度间变化[J]. 中国烟草科学, 2015, 36(2): 26. DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2015.02.005.

[8] 张清明, 张瀛, 林建麒, 等. 不同品种初烤烟叶短期醇化过程中质体色素和化学成分的变化[J]. 中国烟草科学, 2014, 35(2): 55. DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2014.02.010.

[9] 过伟民, 张骏, 刘阳, 等. 烤烟质体色素及多酚与外观质量关系研究[J]. 中国烟草学报, 2009, 15(2): 33.

[10] 李宇翔, 张争鸣, 董美, 等. 不同陈化条件下烤烟褐变与还原糖含量变化关系[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(13): 7153. DOI: 10.13989/j.cnki.0517-6611.2010.13.092.

- [11] 霍开玲, 宋朝鹏, 武圣江, 等. 不同成熟度烟叶烘烤中颜色值和色素含量的变化[J]. 中国农业科学, 2011, 44(10): 2013.
- [12] YC/T 147—2001. 打叶烟叶质量检验[S].
- [13] 张本甫. 卷烟工艺规范[M]. 北京: 中央文献出版社, 2003.
- [14] GB/T 16447—2004/ISO 3402:1999. 烟草及烟草制品调节和测试的大气环境[S].
- [15] YC/T 31—1996. 烟草及烟草制品试样的制备和水分的测定烘箱法[S].
- [16] YC/T 160—2002. 烟草及烟草制品总植物碱的测定连续流动法[S].
- [17] YC/T 159—2002. 烟草及烟草制品水溶性糖的测定连续流动法[S].
- [18] YC/T 161—2002. 烟草及烟草制品总氮的测定连续流动法[S].
- [19] YC/T 202—2006. 烟草及烟草制品多酚类化合物绿原酸、茛菪亭和芸香苷的测定[S].
- [20] 关亮, 李天丽, 陈竹亭, 等. 陈化烟叶中纤维素降解菌群的分离及其特性研究[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(6): 103.
- [21] 刘红光, 胡玲, 颜克亮, 等. 氧气含量对复烤片烟醇化品质的影响研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2016, 31(5): 867. DOI: [10.16211/j.issn.1004-390X\(n\).2016.05.015](https://doi.org/10.16211/j.issn.1004-390X(n).2016.05.015).
- [22] 武德传, 周冀衡, 李章海, 等. 复烤片烟醇化过程中几种化合物含量及相关酶活性的变化[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(3): 78. DOI: [10.3969/j.issn.1007-5119.2010.03.018](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-5119.2010.03.018).
- [23] 陈万年, 宋纪真, 范坚强, 等. 福建和云南烤烟烟片的最佳醇化期及适宜贮存时间[J]. 烟草科技, 2003(7): 9. DOI: [10.3969/j.issn.1002-0861.2003.07.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-0861.2003.07.002).
- [24] 闫铁军. 不同产区烤烟配方模块在醇化过程中质量的变化趋势及醇化周期研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2009.
- [25] 齐凌峰, 卓思楚, 宋纪真, 等. 不同产地片烟的最佳醇化期及适宜贮存时间研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(1): 155. DOI: [10.13989/j.cnki.0517-6611.2010.01.086](https://doi.org/10.13989/j.cnki.0517-6611.2010.01.086).
- [26] 韩锦峰. 烟草栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [27] 王晓辉, 赵云川, 李炎强, 等. 陈化过程中云南烤烟复烤片烟 B2F 和 C3F 某些理化指标的变化[J]. 烟草科技, 2004(10): 18. DOI: [10.3969/j.issn.1002-0861.2004.10.006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-0861.2004.10.006).
- [28] 范坚强, 宋纪真, 陈万年, 等. 醇化过程中烤烟片烟化学成分的变化[J]. 烟草科技, 2003(8): 19. DOI: [10.3969/j.issn.1002-0861.2003.08.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-0861.2003.08.007).
- [29] 刘红光, 胡玲, 颜克亮, 等. 初烤烟叶自然醇化过程中内在化学成分变化研究[J]. 江西农业学报, 2015, 27(8): 71. DOI: [10.3969/j.issn.1001-8581.2015.08.016](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-8581.2015.08.016).
- [30] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [31] 李玉娥, 尹启生, 宋纪真, 等. 烟草酶促棕色化反应及调控技术研究进展[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(6): 71. DOI: [10.13496/j.issn.1007-5119.2008.06.005](https://doi.org/10.13496/j.issn.1007-5119.2008.06.005).
- [32] 东风, 孙丽平, 张莉. 非酶褐变反应的研究进展[J]. 农产品加工学刊, 2006(10): 10.

责任编辑: 何馨成