

# 贮存时间对造纸法再造烟叶内在质量的影响

赵东辉, 李新生, 苏雷, 林晓利 (上海烟草集团太仓海烟烟草薄片有限公司, 江苏太仓 215433)

**摘要** [目的]研究贮存时间对再造烟叶内在质量的影响。[方法]采取实验室试验,用现代分析方法检测再造烟叶的 pH、多酚、有机酸和糖类含量,并进行感官评吸。[结果]试验表明,再造烟叶的颜色稳定性良好,pH 逐渐下降;3 种多酚含量均先减小后增加;7 种有机酸和 2 种糖类含量均先增加后减小;再造烟叶的感官质量总体变化不大,中后期略有下降。[结论]了解贮存时间对再造烟叶内在质量的影响,对获取最佳储存时间和优化库存结构有一定指导意义。

**关键词** 再造烟叶;贮存时间;理化性质;感官质量

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)36-139-03

## Effects of Storing Time on the Inherent Quality of Paper-making Process Reconstituted Tobacco

ZHAO Dong-hui, LI Xin-sheng, SU Lei et al (Taicang Haiyan Tobacco Sheet Co. Ltd., Shanghai Tobacco Group, Taicang, Jiangsu 215433)

**Abstract** [Objective] To study effects of storing time on the inherent quality of reconstituted tobacco. [Method] Under the conditions of laboratory test, the pH value, polyphenol, organic acid and sugar of reconstituted tobacco were tested by modern analytical methods, and the sensory quality was also carried out. [Result] The results showed that: the color stability of reconstituted tobacco was good, while the pH value decreased gradually; contents of 3 kinds of polyphenols decreased firstly and then increased; both 7 kinds of organic and 2 kinds of sugar increased firstly and then decreased; in general, the sensory quality of reconstituted tobacco have little change, but the middle and later stage decreased slightly. [Conclusion] To understand effects of storing time on the inherent quality of reconstituted tobacco has certain guiding significance for obtaining the best storage time and optimizing inventory structure.

**Key words** Reconstituted tobacco; Storing time; Physicochemical property; Sensory quality

再造烟叶,作为卷烟生产中烟叶的一种替代性原料,由于其能充分利用卷烟制造过程中产生的烟草废弃物,同时又能起到降焦减害的作用,因此日益受到烟草生产企业的重视<sup>[1-4]</sup>。随着生产规模的扩大,再造烟叶在装箱后会进行贮存,期间,它的内部成分可能随贮存时间的延长在无机催化剂或酶的作用下发生变化,影响其内在质量<sup>[5]</sup>。目前,有关烟叶和卷烟贮存期间内在质量发生变化的研究较多,如范坚强等研究了福建和云南烤烟醇化过程中化学成分的变化<sup>[6]</sup>;黄世杰等对比不同贮存时间对卷烟烟气挥发性致香成分总量的影响,发现贮存 180 d 后致香成分明显下降<sup>[7]</sup>;周晓等研究了不同贮存时间对卷烟烟丝及主要化学成分的影响<sup>[8]</sup>。然而,关于再造烟叶内在质量随贮存时间变化的研究尚未见诸文献报道。为此,笔者利用现代分析技术对贮存期间再造烟叶的内在质量进行了研究,旨在确定再造烟叶的最佳贮存时间,为提高产品质量、制定适宜库存量、合理库存结构提供理论参考。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 原料:试验样品是由上海烟草集团太仓海烟烟草薄片有限公司提供的同一批次再造烟叶。

主要仪器:Agilent 1260 高效液相色谱仪、Agilent 7890 气相色谱仪、SKALAR SAN 连续流动分析仪,荷兰 SKALAR 公司;DELTA 320 型 pH 计,上海诚铭科技有限公司;Elrepho Code-071 白度色度仪,瑞典;Foss 旋风磨,法国 FOSS 公司;VENTICELL 鼓风干燥箱,德国 MMM 公司;XP205 分析天平,瑞士 METTLER TOLEDO。

主要试剂:草酸、苹果酸、柠檬酸(>99%),ACROS 公

司;棕榈酸甲酯、亚麻酸甲酯、油酸甲酯、硬脂酸甲酯(>99.5%),TIC 公司;绿原酸和莨菪亭(>98%),百灵威科技有限公司;芸香苷(>98%),德国 Dr. Ehrenstorfer 公司;甲醇(HPLC/ACS),百灵威科技有限公司;己二酸(>99.5%),上海凌峰化学试剂有限公司;浓硫酸(AR),江苏金丰溢化工有限公司;乙酸(AR),国药集团化学试剂有限公司。

## 1.2 贮存试验

**1.2.1 实验室试验。**取样品 20 kg 装入再造烟叶包装纸箱,放入恒温恒湿室内储藏,储藏温度为(22±2)℃,相对湿度为 60%。样品用于测定 pH、色度值、多酚、有机酸和糖类成分,并进行感官评吸。此外,取 10 kg 样品,密封严密,放入冷库中储藏,储藏温度为 -5℃左右,作为感官评吸时的对照品。

**1.2.2 取样方案设计。**取样按表 1 进行,整个贮存过程采用随机取样。取得样品后,干燥,粉碎后得到样品粉末。如遇未能及时评吸和检测时样品应存放于冷库中保存。

表 1 取样时间

取样次数	贮存时间//d	取样次数	贮存时间//d
1	0	5	180
2	30	6	240
3	60	7	300
4	120	8	360

**1.3 样品的分析方法** 采用贺继涛等介绍的方法来测定再造烟叶的 pH<sup>[9]</sup>;再造烟叶的色度值通过白度色度仪进行测定;3 种多酚含量的测定参见苏雷等的方法<sup>[10]</sup>;采用烟草行业内部标准方法测定总糖和还原糖<sup>[11]</sup>;有机酸含量采用气相色谱法测定<sup>[12]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 再造烟叶贮存过程中 pH 的变化** 如图 1 所示,再造烟

**作者简介** 赵东辉(1987-),男,河南南阳人,助理工程师,硕士,从事再造烟叶化学研究。

**收稿日期** 2015-11-25

叶烟末水浸液的 pH 随贮存时间的增加逐渐递减,360 d 时下降了 4.96%,这与王晓辉等研究得出的陈化过程中烤烟烟叶 pH 一般呈下降趋势的结果一致<sup>[13]</sup>。贮存过程中再造烟叶 pH 的变化是多种化学变化的最终结果,是各种化学反应的综合体现<sup>[14]</sup>。再造烟叶 pH 对卷烟吸味有重要的影响,pH 越大,说明烟叶中游离烟碱的含量越高,吸烟时生理满足感就越强,其劲头也越大,反之劲头就越小<sup>[15]</sup>。因此,pH 的降低将会使抽吸时的烟气劲头变小。

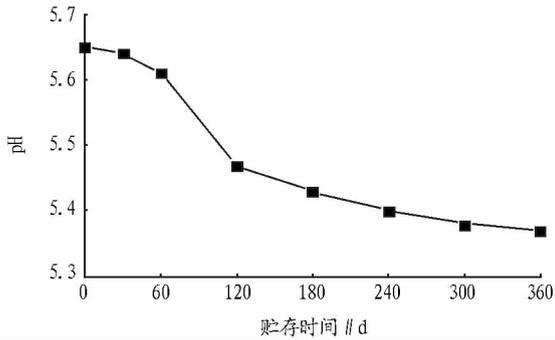
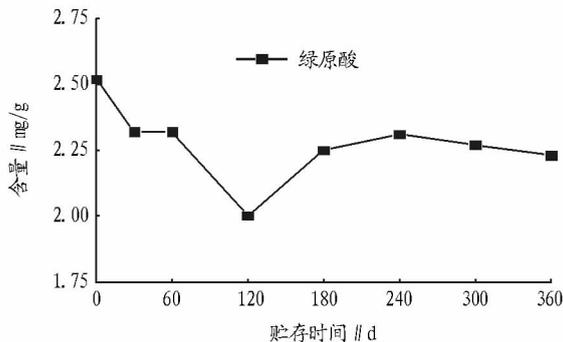


图1 再造烟叶烟末水浸液 pH 变化曲线

**2.2 再造烟叶贮存过程中色度值的变化** 颜色是反映再造烟叶质量的一项重要物理指标,同一批次的产品可能会因存放时间过久,内在化学成分发生棕色化反应而使颜色产生差异<sup>[16]</sup>,进而影响产品质量的稳定性。由表2可知,经过360 d 的贮存,样品正面和反面的 L(亮度)、a(红度)、b(黄度)值的



极差/均值比值均在 5.0% 以内,所引起偏差主要是由于试验误差引起。这说明再造烟叶的色度值在储存期间没有发生显著性差异,其颜色的稳定性良好。

表2 再造烟叶色度值测定结果

类型	正面			反面		
	L(亮度)	a(红度)	b(黄度)	L(亮度)	a(红度)	b(黄度)
d						
0	48.72	15.55	37.75	51.69	14.11	38.43
30	50.04	15.19	38.48	53.15	13.91	39.26
60	50.23	15.25	38.96	52.27	14.09	38.98
120	50.48	14.84	38.66	53.23	13.76	38.83
180	49.90	15.20	38.69	51.74	13.84	38.18
240	48.89	15.17	37.77	51.65	13.79	38.06
300	50.09	14.84	38.50	52.76	13.66	38.46
360	50.26	14.81	38.31	52.45	13.54	38.13
均值	49.83	15.11	38.39	52.37	13.84	38.54
极差	1.76	0.74	1.21	1.58	0.57	1.20
(极差/均值) × 100	3.53	4.90	3.15	3.02	4.12	3.11

**2.3 再造烟叶贮存过程中多酚含量的变化** 多酚类物质对烟草的颜色、品质 and 安全性均有作用,而绿原酸、萜萜亭和芸香苷是烟草中最主要的酚类物质,故研究其变化趋势至关重要。由图2可知,绿原酸和萜萜亭的含量均随贮存时间的增加先减小,然后缓慢增加,最后趋于稳定;芸香苷的含量先减小,而后增加至初始含量,接下来又逐渐减少,并趋于稳定。值得注意的是,3种多酚均在贮存120 d 时含量达到最小值。其中,芸香苷降低率达到最高的30.19%,绿原酸和萜萜亭的降低率分别为20.40%和25.11%。

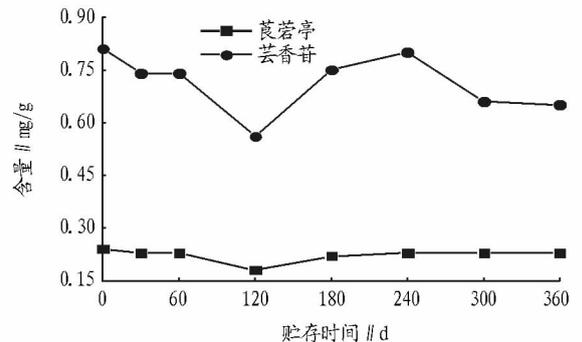


图2 贮存时间对再造烟叶中多酚含量的影响

多酚的减少可能与多酚氧化酶的作用有关。据文献<sup>[16]</sup>报道,多酚会在多酚氧化酶的作用下发生酶促棕色化反应,降解生成一系列香气物质(如甲基呋喃甲醇、呋喃酮类、吡喃酮类等),这些降解物能改善烟草制品的吸味,增加其香气,这对提高再造烟叶品质有重要意义。前期储藏过程中,多酚含量降低,可能与多酚氧化酶在此过程中逐渐对其发挥氧化作用有关。此后,多酚氧化酶活性降低,多酚含量则先上升,而后趋于稳定。

**2.4 再造烟叶贮存过程中有机酸含量的变化** 再造烟叶中有机酸的种类和含量直接影响着产品的吸味和品质,对卷烟烟气的香气贡献重大。如表3所示,贮存再造烟叶中7种有机酸含量均随贮存时间的延长呈现先增大后减小的趋势。其中,草酸和苹果酸在贮存240 d 时达到最大值,后期略有下

降。这类非挥发性多元酸能与生物碱结合成盐,调节质子化和游离态烟碱比例,进而能影响烟叶的劲头和吃味<sup>[17]</sup>。贮存过程中,二者含量下降将会对烟叶的劲头和吸味产生不良影响,柠檬酸在贮存30~60 d 时达到最大值,180 d 后下降速率加快,至360 d 时,下降了约50.26%,这对降低卷烟刺激性将较为有利<sup>[12]</sup>。棕榈酸在贮存60 d 时达到最大值,而其他3种高级脂肪酸(硬脂酸、油酸、亚油酸)则在贮存30 d 时达到最大值。不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸总量之比除了贮存前期略有增大外,后期持续下降,由起始值2.01下降至贮存360 d 时的1.65。由于饱和脂肪酸可以增加烟气的脂肪味或腊味,调节烟草 pH,平衡烟气酸碱度,使烟气醇和,不饱和脂肪酸能增加烟气的刺激性并产生涩味<sup>[18]</sup>,故不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸总量比值的降低对卷烟的吸味将会

表3 再造烟叶有机酸含量测定结果

贮存时间 d	非挥发性有机酸			饱和脂肪酸		不饱和脂肪酸		不饱和脂肪酸/ 饱和脂肪酸
	草酸//mg/g	苹果酸//mg/g	柠檬酸//mg/g	棕榈酸//mg/g	硬脂酸//mg/g	亚油酸//mg/g	油酸//mg/g	
0	7.27	51.70	13.47	0.70	0.16	0.70	1.03	2.01
30	7.29	51.85	14.47	0.78	0.18	0.80	1.17	2.05
60	7.30	53.26	14.47	0.81	0.18	0.76	1.11	1.88
120	7.32	54.15	14.14	0.79	0.18	0.76	1.06	1.88
180	7.32	55.49	14.03	0.73	0.18	0.70	0.99	1.86
240	7.45	53.34	11.28	0.69	0.18	0.63	0.90	1.76
300	7.36	49.29	8.91	0.60	0.15	0.52	0.72	1.65
360	7.11	48.99	6.70	0.56	0.16	0.50	0.69	1.65

产生有利的影响。

**2.5 再造烟叶贮存过程中糖类含量的变化** 卷烟产品的化学质量随贮存时间变化将直接影响消费者的满意度。为了对产品质量负责,烟草生产企业有必要研究再造烟叶糖类成分随贮存时间的变化情况。由图3可知,贮存再造烟叶的总糖和还原糖含量先是缓慢增加,在120 d时含量分别达到最大值9.34%和8.80%,后期呈下降趋势,贮存360 d时,总糖和还原糖含量分别降低了8.39%和9.63%。糖类含量的减少一方面和自身氧化降解有关,另一方面是因为它能够和烟草中氨基酸发生美拉德反应生成一系列低级羰基化合物、低级脂肪酸、呋喃化合物和吡咯衍生物等,再造烟叶被赋予甜焦糖味的同时,烟量感也得到增加<sup>[19]</sup>。

**2.6 再造烟叶贮存过程中感官质量的变化** 再造烟叶的感官评吸质量是其品质优劣的最终体现,它与烟叶的内在质量密不可分。上述分析结果表明,在贮存期间,再造烟叶的pH、多酚、有机酸和糖类发生了一定程度的变化,这将对再

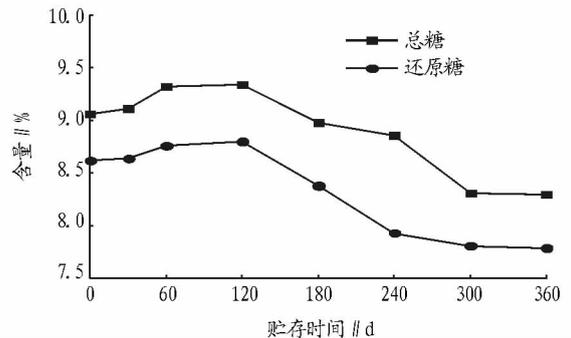


图3 贮存时间对再造烟叶中糖类含量的影响

造烟叶的感官评吸质量产生一定的影响。由表4可知,再造烟叶在贮存过程中,感官质量总体变化不大,中后期略有下降。其中,再造烟叶的苦涩感有所改善,而口腔残留、喉部和鼻腔刺激等感官质量下降,这与再造烟叶的pH、多酚、有机酸和糖类发生变化产生的综合作用有关。

表4 再造烟叶贮存过程中感官评吸质量的变化

贮存时间 d	舒适感特征						烟气特征					异味	合计
	口腔刺激	口腔残留	苦涩感	喉部刺激	喉部干燥	鼻腔刺激	木质气	纸味	香气质	香气量	烟气浓度		
0	7	8	6	5	4	4	5	6	4	4	5	20	78.0
30	7	8	6	5	4	4	5	6	4	4	5	20	78.0
60	7	7	6.5	5	4	4	5	6	4	4	5	20	77.5
120	7	7	6.5	5	4	4	5	6	4	4	5	20	77.5
180	7	7	6.5	5	4	4	5	6	4	4	5	20	77.5
240	7	7	6.5	5	4	3.5	5	6	4	4	5	20	77.0
300	7	7	6.5	4.5	4	3.5	5	6	4	4	5	20	76.5
360	7	7	6.5	4.5	4	3.5	5	6	4	4	5	20	76.5

### 3 结论

综上所述,再造烟叶烟末水浸液的pH随贮存时间的增加而递减,贮存360 d时下降了4.96%;在贮存期间色度值没有发生显著性差异,说明其颜色稳定性较好;3种多酚含量均先减小后增加,且在贮存120 d时达到最小值,芸香苷、绿原酸和茛菪亭的降低率分别为30.19%、20.40%和25.11%。7种有机酸含量均随贮存时间的延长先增大后减小,其中草酸和苹果酸在贮存240 d时达到最大值,此后含量略有下降;柠檬酸在贮存30~60 d达到最大值,在360 d时,下降了约50.26%;棕榈酸在贮存60 d时达到最大值,硬脂酸、油酸和亚油酸则在贮存30 d时达到最大值。不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸总量之比除了在贮存前期略有增大外,之后由初始

值2.01下降至贮存360 d时的1.65;总糖和还原糖含量先是缓慢增加,在120 d时含量分别达到最大值9.34%和8.80%,后期呈下降趋势,贮存360 d时,总糖和还原糖含量分别降低了8.39%和9.63%;再造烟叶在贮存过程中感官质量总体变化不大,中后期略有下降。

### 参考文献

- [1] 许萍,夏文水,宁敏.不同脱乙酰度壳聚糖与烟草薄片主要性能品质关系的研究[J].安徽农业大学学报,2002,29(3):316-320.
- [2] 陈祖刚,蔡冰,王建新,等.国内外造纸法薄片工艺与品质比较[J].烟草科技,2002(2):4-10.
- [3] 汪华文.造纸法薄片在卷烟中的应用效果分析[J].烟草科技,2000(8):15-16.
- [4] 朱俊敬.对降低卷烟焦油量的思考与探讨[J].河南烟草,1999(3):21-22.

下,各基因型发芽指数普遍低于对照值,表明干旱胁迫抑制了种子的萌发。1A、1B 代换系和父本 Synthetic 6x 的发芽指数与中国春无显著差异。2A、3A、4A、6A、7A、4B、5B、6B、7B、3D、4D、5D、6D、7D 代换系的发芽指数显著或极显著高于中国春,1D 代换系的发芽势极显著低于母本中国春。

从干旱/对照值来看,父本 Synthetic 6x 的发芽势显著高于母本与中国春,表明父本 Synthetic 6x 的抗旱性高于母本。此外,除 1A、5A、2D、7D 代换系外,其余代换系的发芽指数均显著或极显著高于中国春。即 2A、3A、4A、6A、7A、4B、5B、6B、7B、3D、4D、5D、6D 代换系发芽指数及其干旱/对照值均显著或极显著高于中国春,由此推测 Synthetic 6x 的 2A、3A、4A、6A、7A、4B、5B、6B、7B、3D、4D、5D 和 6D 染色体上可能存在促进种子萌发的基因。

综合比较干旱胁迫下各代换系的发芽率、发芽势及发芽指数可知,5B、6B、4D、6D 和 7D 代换系均显著或极显著高于母本中国春,表明 Synthetic 6x 的 5B、6B、4D、6D 和 7D 染色体上可能存在干旱胁迫下提高种子活力、促进种子萌发的基因。

### 3 讨论

种子萌发是一个复杂的生理生化过程,干旱是限制种子萌发的一个主要影响因子<sup>[9]</sup>。PEG-6000 是一种渗透调节剂,其溶液可模拟干旱胁迫环境,对种子萌发起到抑制作用。郁飞燕等<sup>[5]</sup>研究认为,高浓度 PEG-6000(20%)对小麦种子萌发起到明显抑制效应。李威<sup>[10]</sup>研究认为 15% 以上浓度 PEG-6000 也对裸燕麦种子萌发产生抑制作用。郭秀璞等<sup>[11]</sup>采用 PEG-6000 渗透胁迫研究了不同抗旱性小麦品种对渗透胁迫反应的差异性。结果表明,渗透胁迫条件下小麦的发芽率明显下降。姚维传等<sup>[12]</sup>对 16 个皖麦品种进行发芽试验,认为水分胁迫下小麦发芽率亦有所降低。该研究以 20% 的 PEG-6000 作为渗透剂模拟水分胁迫来鉴定小麦种子在高渗透液中的萌发状况,结果表明,在干旱胁迫下,小麦种子的发芽率、发芽势及发芽指数明显降低,即小麦种子萌发生长减弱,这与前人的研究结果较为一致。

近年来,有关代换系的抗性及抗性基因的染色体定位已

成为国内外专家的研究热点,苑泽宁<sup>[13]</sup>以小麦-黑麦 5A/5R 二体代换系种子为材料,研究了不同浓度 NaCl 胁迫下种子萌发特性;李敏<sup>[14]</sup>利用一套以籼稻珍汕 97B 为背景、粳稻日本晴为供体的染色体片段代换(导入)系为材料,对水稻种子萌发速率进行数量性状位点(QTL)分析,并精细定位其中一个主效 QTL qGR2;Morgan 等<sup>[15]</sup>利用埃及红-中国春异代换系,将小麦渗透调节基因定位在 7A 染色体上。该试验结果表明,Synthetic 6x 的 5B、6B、4D、6D 和 7D 染色体上可能存在干旱胁迫下提高种子活力、促进种子萌发的基因,可在抗旱育种中加以利用。

### 参考文献

- [1] 倪胜利,张国宏,李兴茂.旱地小麦育种的研究机理与进展[J].现代农业科技,2007(24):102-105.
  - [2] 王赞,李源,吴欣明,等.PEG 渗透胁迫下鸭茅种子萌发特性及抗旱性鉴定[J].中国草地学报,2008,30(1):50-55.
  - [3] HOHL M, PETER S. Water relations of growing maize coleoptiles comparison between mannitol and polyethylene glycol 6000 an external osmoticum for adjusting turgor pressure[J]. Plant physiology, 1991, 95: 716-722.
  - [4] 万中原,王志欣,杨文思,等.温度和 PEG 处理对小麦种子萌发期间酶学特性的影响[J].山东农业科学,2013,45(7):42-45.
  - [5] 郁飞燕,李保峰,李巍,等.PEG-6000 胁迫对不同品系小麦种子萌发的影响[J].山东农业科学,2012,44(10):51-53.
  - [6] 贾继增,张正斌,DEVOS K,等.小麦 21 条染色体 RELP 作图位点遗传多样性分析[J].中国科学,2001,31(3):13-21.
  - [7] 白志英,李存东,吴同燕,等.干旱胁迫条件下小麦旗叶酶活性和丙二醛含量的染色体定位[J].植物遗传资源学报,2009,10(2):255-261.
  - [8] 白志英,李存东,赵金锋,等.干旱胁迫对小麦代换系叶绿素荧光参数的影响及染色体效应初步分析[J].中国农业科学,2011,44(1):47-57.
  - [9] 景蕊莲,吕小平.用渗透胁迫鉴定小麦种子萌发期抗旱性的方法分析[J].植物遗传资源学报,2003,4(4):292-296.
  - [10] 李威. PEG 胁迫下 6 种裸燕麦品种种子萌发期的抗旱性研究[J].种子,2014,33(5):38-41.
  - [11] 郭秀璞,石晶,郭永新,等.渗透胁迫对小麦萌发生长及某些生理生化特性的影响[J].洛阳农专学报,1998,18(4):17-20.
  - [12] 姚维传,熊际友.水分胁迫下皖麦品种种子萌发及幼苗生长差异性研究[J].安徽农业科学,2000,28(5):607-609,617.
  - [13] 苑泽宁.盐胁迫对小麦-黑麦 5A/5R 二体代换系种子萌发的影响[J].哈尔滨师范大学自然科学学报,2011,27(2):72-75.
  - [14] 李敏.利用水稻代换系定位种子萌发速率和品质基因[D].武汉:华中农业大学,2013.
  - [15] MORGAN J M, TAN M K. Chromosomal location of a wheat osmoregulation gene using RFLP analysis[J]. Australian journal of plant physiology, 1996, 23: 803-806.
- (上接第 141 页)
- [5] 张西中,徐晓燕,韩中明,等.烤烟片烟陈化过程中化学成分及相关酶活性的分析[J].贵州农业科学,2008,36(6):24-26.
  - [6] 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):19-22.
  - [7] 黄世杰,郭艳,周晓,等.贮存时间对卷烟烟气致香成分的影响[J].南方农业学报,2012,43(3):373-375.
  - [8] 周晓,李小兰,孟东玲,等.卷烟贮存时间对烟丝 pH 及主要化学成分的影响[J].南方农业学报,2012,43(9):1382-1385.
  - [9] 贺继涛,杨涛,段焰青,等.烟末水浸液 pH 值与烟碱蒸出率的相关性[J].烟草科技,2007(3):47-50.
  - [10] 苏雷,严新龙,张钰,等.造纸法再造烟叶工艺过程中多酚类物质的变化[J].烟草科技,2014(2):49-52.
  - [11] 国家烟草质量监督检验中心.烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法:YC/T 159-2002[S].北京:中国标准出版社,2002.
  - [12] 黄善松,吴晶晶,周芸,等.不同烟丝中非挥发性有机酸和高级脂肪酸含量比较[J].安徽农业科学,2015,43(5):231-234.
  - [13] 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):18-20.
  - [14] FRANKENBURG W G. Chemical changes in the harvested tobacco leaf. II. Chemical and enzymic conversions during fermentation and aging[J]. Adv Enzymology, 1950, 10: 325-431.
  - [15] 段焰青,杨涛,者为,等.烟丝 pH 值的变化对卷烟烟气烟碱和感官质量的影响[J].烟草科技,2008(4):39-41.
  - [16] 朱小茜,徐晓燕,黄义德,等.多酚类物质对烟草品质的影响[J].安徽农业科学,2005,33(8):1910-1911.
  - [17] 谭宏祥,程传玲,赵桂铭,等.河南烤烟中多元酸和高级脂肪酸的分析研究[J].安徽农学通报,2008,14(5):33-34.
  - [18] 王瑞新.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,2003.
  - [19] 周正红,高孔荣,张水华.烟草中化学成分对卷烟烟香味品质的影响及其研究进展[J].烟草科技,1997(2):22-24.