

增香微生物用于烤烟发酵的初步研究

吕 欣¹, 王 颖¹, 赵德学², 胡喜怀², 郭志刚²

(1 西北农林科技大学 食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100; 2 陕西中烟工业有限责任公司, 陕西 西安 710065)

[摘 要] **【目的】**探索烟用增香微生物对陕西烤烟理化指标和吸食质量的影响。**【方法】**采用本实验室从烟叶上分离筛选并保存的 14 株烟用增香微生物,通过接种微生物并在恒温恒湿条件下发酵,考察不同增香微生物对陕西烤烟烟叶理化指标及吸食质量的影响。**【结果】**经增香微生物处理后,烤烟烟叶各项主要理化指标均有不同程度的改变,LBT 1.0005 等菌株可使烟碱含量降低,LBT 1.0001 等菌株可使总糖和还原糖含量上升,而 LBT 2.0003 等菌株可使烟碱含量增加,LBT 1.0005 和 LBT 1.0013 等菌株可使总糖含量降低,LBT 2.0003 可使还原糖含量降低。评吸结果表明,经微生物处理后,陕西烤烟烟叶的烟气浓度、香气量、细腻感等得以明显改善。**【结论】**增香微生物接种发酵后,可明显改善烤烟烟叶的吸食品质。

[关键词] 增香微生物;发酵;烤烟;烟叶品质

[中图分类号] TS41⁺4

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2011)12-0186-05

Primary study on the effect of microorganism inoculation on flue-cured tobacco fermentation

LÜ Xin¹, WANG Ying¹, ZHAO De-xue², HU Xi-huai², GUO Zhi-gang²

(1 College of Food Science and Engineering, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Chinese Tobacco Shaanxi Industrial Company Limited, Xi'an, Shaanxi 710065, China)

Abstract: **【Objective】**The study was done to explore the effect of microorganism inoculation on low quality flue-cured tobacco leaf. **【Method】**14 strains, which were screened from tobacco leaf to enhance flavor of flue-cured tobacco, were inoculated on flue-cured tobacco under certain moisture and temperature to investigate the effects of the strains on chemical composition and sensory evaluation of flue-cured tobacco produced in Shaanxi Province, China. **【Result】**Main chemical compositions of flue-cured tobacco vary after fermentation. LBT 1.0005 can reduce the nicotine content, LBT 1.0001 can increase the concentration of total sugar and reducing sugar, while LBT 2.0003 can increase the nicotine content, LBT 1.0005 and LBT 1.0013 can reduce the concentration of total sugar, LBT 2.0003 can reduce concentration of total sugar and reducing sugar. It is shown that the quality of the flue-cured tobacco is improved significantly after fermentation by sensory evaluation method. The smoking gas concentration, aroma and smoothness of the flue-cured tobacco produced in Shaanxi Province are improved. **【Conclusion】**Inoculation of flavour-enhancing strains can significantly improve the quality of flue-cured tobacco.

Key words: microorganism; fermentation; flue-cured tobacco; quality of flue-cured tobacco

发酵可改善烟叶可用性,是烟叶吸食品质形成 的重要环节。根据发酵方式的不同,烟叶发酵可分

* [收稿日期] 2011-09-08

[基金项目] 陕西中烟工业有限责任公司资助项目“烟叶生物发酵增香技术研究及应用”(4007)

[作者简介] 吕 欣(1975—),男,上海人,副教授,博士,主要从事烟用增香微生物的筛选和应用研究。

E-mail: xinlu@nwsuaf.edu.cn

为人工发酵和自然发酵 2 种。在自然发酵过程中,烟叶中大分子化合物的降解和呈香物质的生成等均优于人工发酵过程,而且其对烟叶香气与吸味品质的改善效果也明显好于人工发酵^[1-4]。然而,自然发酵的烟叶贮存周期较长,导致生产成本增高,且在长期贮存过程中容易发生虫害和霉变。与自然发酵相比,人工发酵能够在可控条件下提高烟叶品质,并可大大缩短发酵时间,但发酵后烟叶品质的改善效果不如自然发酵好^[5-7]。因而,改善人工发酵过程,使其接近自然发酵成为烟草行业的一个热点研究领域。

原烟和低等级烟叶在品质上存在着较大的缺陷,如在吃味方面表现为粗糙、苦、辣、涩及滞吞等,在气味方面表现为香气量少、香气质差、杂气和青杂气较多、刺激性较大,以及烟叶色泽及燃烧性也不符合要求等^[8]。因此,改善原烟和低等级烟叶的可用性,是提高烟叶使用品质、降低生产成本的关键。本研究采用烟叶增香微生物,通过恒温恒湿发酵,考察不同烟叶增香微生物对陕西烤烟烟叶理化指标和评吸质量的影响,以期改善低等级烟叶的品质提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试 剂 胰化蛋白胨、酵母膏、氯化钠等,均为分析纯,由广东光华化学厂有限公司生产。

1.1.2 菌 株 从烟叶(云南曲靖、福建龙岩、津巴布韦等自然醇化 3 年以上烟叶)上分离筛选的增香菌共有 14 株,菌株编号分别为 LBT 1.0001、LBT 1.0005、LBT 1.0007、LBT 2.0001、LBT 2.0002、LBT 2.0003、LBT 1.0010、LBT 1.0013、LBT 1.0015、LBT 1.0016、LBT 1.0019、LBT 1.0021、LBT 1.0022 和 LBT 1.0027。

1.1.3 LB 培养基 含胰化蛋白胨 10 g/kg,酵母提取物 5 g/kg,NaCl 10 g/kg;加入 20 g/kg 琼脂成为斜面固体培养基,用于菌种保藏。

1.1.4 烟叶原料 选用 2009 年陕西咸阳生产的秦烟 96 初烤烟叶 CX2K(咸阳 CX2K)和陕西渭南生产的秦烟 96 初烤烟叶 C3L(渭南 C3L)。

1.2 试验方法

1.2.1 烟叶发酵 用接种环将增香微生物菌株分别从斜面培养基(LB 固体)上接种 2 环到 100 mL LB 液体培养基中(14 株菌分别培养,其中 LBT 1.0001、LBT 1.0005、LBT 1.0007、LBT 2.0001、

LBT 2.0002 和 LBT 2.0003 用于咸阳 CX2K 烟叶;LBT 1.0010、LBT 1.0013、LBT 1.0015、LBT 1.0016、LBT 1.0019、LBT 1.0021、LBT 1.0022 和 LBT 1.0027 用于渭南 C3L 烟叶),于 37 ℃,120 r/min 培养 24 h,将得到的菌悬液于 4 ℃ 11 000 r/min 离心 10 min,弃上清液得到湿菌体。用 5 mL 无菌去离子水将湿菌体重悬后,分别均匀喷洒到 55 g 烟叶上(1 株菌喷施 1 个烟叶样品),以等量无菌去离子水为对照,将喷洒处理好的烟叶置于 37 ℃,相对湿度 80%条件下发酵 48 h 后备用。

1.2.2 理化指标测定 总糖和还原糖的测定采用 YC/T 159—2002 的方法^[9];烟碱的测定采用 YC/T 160—2002 的方法^[10];钾的测定采用 YC/T 173—2003 的方法^[11];总氮的测定采用 YC/T 161—2002 的方法^[12];氯的测定 YC/T 161—2002 的方法^[13]。

1.2.3 单料烟评吸评价 将发酵后的烟叶在 24 ℃、相对湿度 65%条件下平衡 24 h,剪成 1 mm 的烟丝,手工卷制烟棒。由陕西中烟工业有限责任公司技术中心的 5 人评吸小组进行综合评价,评吸方法采用整体循环评吸法^[11]。

2 结果与分析

2.1 增香微生物发酵后烟叶理化指标的变化

由表 1 可以看出,增香微生物发酵后,除 LBT 1.0001 处理外,其余处理的烟叶总糖均略微下降,而还原糖除 LBT 2.0003 处理外均有不同程度的上升。一般认为,总糖和还原糖含量是衡量烟草品质的重要指标,与烟叶评吸质量呈显著正相关,即在一定范围内,含糖量越高,烟叶的吸食品质越好^[14-16]。因此,经增香微生物处理后烟叶还原糖含量增加,表明供试微生物具有改善烟叶吸食品质的潜力。除 LBT 2.0002 和 LBT 2.0003 处理烟叶的烟碱含量略有上升外,其余菌株处理烟叶的烟碱含量均有不同程度的下降;各处理烟叶钾含量均有所降低;各处理烟叶氯含量除 LBT 1.0001 和 LBT 1.0007 处理有所下降外,LBT 2.0001 和 LBT 2.0002 处理均明显增加,其余处理与对照相比变化不大;LBT 1.0001、LBT 1.0005、LBT 2.0001 和 LBT 2.0003 处理烟叶的总氮含量升高,而 LBT 1.0007 和 LBT 2.0002 处理烟叶的总氮含量略微下降或者不变,总氮含量的增加可能导致烟叶香气变差,产生辛辣味、苦味和刺激性气味等^[8,17]。糖碱比与吸食品质呈正相关^[17-20],除 LBT 2.0002 和 LBT 2.0003 处理烟叶的糖碱比下降外,其余处理烟叶的

糖碱比均有所上升。理化指标分析结果初步表明，改善,但还需评吸评价进一步证实。经过增香微生物发酵处理后,烟叶的吸食品质有所

表 1 增香微生物发酵后咸阳 CX2K 烤烟烟叶的理化分析

Table 1 Chemical analysis of flue-cured tobacco Xianyang CX2K after fermentation by flavour-enhancing strains								
编号 Number	菌株 Strain	总糖/ (g · kg ⁻¹) Total sugar	还原糖/ (g · kg ⁻¹) Reducing sugar	烟碱/ (g · kg ⁻¹) Nicotine	氯/ (g · kg ⁻¹) Chlorine	钾/ (g · kg ⁻¹) Potassium	总氮/ (g · kg ⁻¹) Total nitrogen	糖碱比 Ratio of total sugar to nicotine
1	对照 CK	250.2	234.8	10.2	4.3	45.0	15.9	24.53
2	LBT 1.0001	272.9	258.6	6.1	3.9	40.5	20.2	44.74
3	LBT 1.0005	241.6	237.0	5.1	4.3	42.9	20.4	47.37
4	LBT 1.0007	249.0	239.3	7.7	4.2	43.0	15.9	32.34
5	LBT 2.0001	241.3	237.2	8.5	5.3	43.5	16.7	28.39
6	LBT 2.0002	248.2	238.7	10.9	5.1	42.9	15.3	22.77
7	LBT 2.0003	232.4	222.9	12.2	4.4	44.2	21.4	19.05

由表 2 可以看出,经增香微生物发酵后,除 LBT 1.0013、LBT 1.0015 和 LBT 1.0016 处理烟叶的总糖含量有所下降外,其余各处理烟叶的总糖含量均有所升高,其中以 LBT 1.0019 处理烟叶总糖含量的增加幅度最大,较对照增加约 9.6%;各处理还原糖含量均呈升高趋势;烟叶钾含量除 LBT

1.0010和 LBT 1.0027 处理外均有所降低;各处理烟叶氯含量与对照相比变化不大;烟叶总氮含量均有所增加。与对照相比,处理后烟叶糖碱比为 10~12,除 LBT 1.0013 和 LBT 1.0015 处理外,其余处理烟叶的糖碱比均有所上升。

表 2 增香微生物发酵后渭南 C3L 烤烟烟叶的理化分析

Table 2 Chemical analysis of flue-cured tobacco Weinan C3L after fermentation by flavour-enhancing strains								
编号 Number	菌株 Strain	总糖/ (g · kg ⁻¹) Total sugar	还原糖/ (g · kg ⁻¹) Reducing sugar	烟碱/ (g · kg ⁻¹) Nicotine	氯/ (g · kg ⁻¹) Chlorine	钾/ (g · kg ⁻¹) Potassium	总氮/ (g · kg ⁻¹) Total nitrogen	糖碱比 Ratio of total sugar to nicotine
1	对照 CK	229.4	190.3	22.4	7.0	25.3	20.5	10.24
2	LBT 1.0010	237.7	219.7	19.3	6.8	25.6	21.8	12.32
3	LBT 1.0013	215.2	192.1	21.3	7.7	23.2	25.3	10.10
4	LBT 1.0015	223.8	200.9	22.0	7.2	23.4	21.1	10.17
5	LBT 1.0016	222.7	199.1	20.6	7.1	24.6	23.4	10.81
6	LBT 1.0019	251.5	221.5	20.0	6.8	23.4	23.4	12.58
7	LBT 1.0021	236.3	220.7	21.3	7.3	23.7	21.9	11.09
8	LBT 1.0022	235.1	216.0	20.2	6.4	24.0	20.9	11.64
9	LBT 1.0027	242.5	216.6	19.6	6.3	25.3	22.8	12.37

综合表 1 和表 2 可以看出,经增香微生物发酵后,不同等级烟叶的理化指标均有所改善,但仍需感官评定来证实。此外,部分菌株可不同程度地降解烟碱含量,如 LBT 1.0001、LBT 1.0005、LBT 1.0007、LBT 2.0001、LBT 1.0010、LBT 1.0013、LBT 1.0015、LBT 1.0016、LBT 1.0019、LBT 1.0021、LBT 1.0022 和 LBT 1.0027 等,而部分菌株具有增加烟碱含量的能力,如 LBT 2.0003。这些菌株还有用于改善上部和下部烟叶可用性的潜力,但还有待进一步深入研究。

2.2 增香微生物发酵后单料烟的评吸结果

评吸结果(表 3 和表 4)表明,与原烟叶相比,烟用增香微生物对烟叶的评吸结果有较大影响,普遍具有改善吸味的作用,但菌株不同,所改善的吸味品质也有一定差异。LBT 1.0001 处理烟叶后,烟气浓

度大量增加,烟香较好,杂气微有,刺激较小,余味较干净。而烟叶经 LBT 1.0005 处理后,虽然有土腥气和辣感,但香气量增加,增香感好。LBT 1.0007、LBT 2.0002、LBT 2.0003、LBT 1.0010、LBT 1.0015 处理后的烟叶,香气均变得细腻柔和。由评吸结果与理化分析结果综合比对认为,理化指标的变化可在一定程度上表征或预测烟叶吸食品质的变化,但尚无法全面表征感官质量的改变,如经 LBT 2.0002 处理后,烟叶还原糖、烟碱和氯含量增加,总糖、钾、总氮含量和糖碱比下降,即与烟叶品质改善呈正相关的主要指标(糖碱比、总糖等)均有所下降,如果按照理化指标分析,则该处理烟叶的品质应有所降低,而实际并非如此,LBT 2.0002 处理后的烟叶烟气柔和,细腻感和烟气透发性好,刺激、辣感少,余味改善明显,与理化指标的变化并不完全一致。

因此,理化分析结果与感官评吸质量之间的关系仍然有待进一步深入研究^[21]。

表 3 增香微生物发酵后咸阳 CX2K 烤烟烟叶的评吸结果

Table 3 Sensory evaluation of flue-cured tobacco Xianyang CX2K after fermentation by flavour-enhancing strains		
编号 Number	处理菌株 Strain	评吸结果(与未处理原样相比) Smoking evaluation(Compared with origin)
1	LBT 1.0001	烟气浓度大量增加,烟香较好,微有杂气,刺激较小,余味较干净 Smoking gas concentration increase significantly,aroma is good,little offensive taste,little irritancy,cleanness after taste is good
2	LBT 1.0005	香气量增加,增香感好,有土腥气,有辣感 Aroma concentration increase,flavor is enhanced,little earthy flavour,acid
3	LBT 1.0007	香气细腻柔和,杂气与原样一致,辣感、刺激均不大 Aroma is smoothy and harmony,offensive taste is same as control,little acid and irritant
4	LBT 2.0001	烟气浓度增加,杂气不大 Smoking gas concentration increase,little offensive taste
5	LBT 2.0002	柔和细腻感好,烟气透发性好,刺激、辣感少,余味改善明显 Aroma is smoothy and harmony,flavor is enriched,little acid and irritant,flavour is improved after taste
6	LBT 2.0003	香气细腻柔和,烟气浓度一般,品质有提高,但舌尖辣感重 Aroma is smoothy and harmony,ordinary smoking gas concentration,aroma quality is improved,feel acid significantly at tip of tongue

表 4 增香微生物发酵后渭南 C3L 烤烟烟叶的评吸结果

Table 4 Sensory evaluation of flue-cured tobacco Weinan C3L after fermentation by flavour-enhancing strains		
编号 Number	处理菌株 Strain	评吸结果(与未处理原样对比) Sensory evaluation(Compared with origin)
1	LBT 1.0010	烟气细腻柔和,香气质有提高,烟气浓度提高,微有杂气 Aroma is smoothy and harmony,the quality of aroma is improved,smoking gas concentration increase,little offensive taste
2	LBT 1.0013	烟气量无增加,柔和感好,舌尖有辣感 Smoking gas concentration is same as control,flavor is smoothy,feel acid at tip of tongue
3	LBT 1.0015	柔和细腻感略好,其余基本一致 Aroma is smoothy and harmony,other is same as control
4	LBT 1.0016	香气浓度、量均有提升,柔和性较好 Aroma concentration increase,aroma is harmony
5	LBT 1.0019	陈烟气息增加,香气浓度提高,有辣感 Aroma of fermented tobacco increase,aroma concentration increase,little acid
6	LBT 1.0021	香气量和浓度均较好,集中度较好,余味一般 Aroma concentration is good
7	LBT 1.0022	烟气醇和度较好,有一定的香气量,较原样好 Aroma is mellow,certain aroma concentration,better than control
8	LBT 1.0027	烟气浓度有提高,有粗糙感,烟气醇度稍欠,有辣感 Smoking gas concentration increase,little harshness,mellowness is not enough,little acid

3 讨 论

在卷烟工业中,烟叶经过 2 年左右的自然陈化后,香气和感官品质均会得到较大的提升。一般认为,酶、微生物和化学反应在烟叶陈化中起主要作用^[3,8]。目前,微生物在烟叶陈化中的作用日益为人们所重视,而陈化烟叶表面的微生物种群也为烟叶的快速人工发酵提供了丰富的菌种来源^[21-23]。本实验室从烟叶表面筛选出了 14 株增香菌,将其用于单料烟(烤烟)的快速发酵增香,研究结果表明,通过微生物发酵处理后,烤烟烟叶的质量得到明显改善,感官评吸质量得到提高。此外,理化分析结果表明,烟用增香微生物除可改善烟叶吸食品质外,还可降低或者增加烟碱含量,对于提高上部或下部烟叶的可用性也提供了有益的启示。然而,微生物作用于烤烟烟叶后,关于其各类香气成分的变化规律,以及这

些香气成分与感官评吸评价结果的关系等均还有待进一步深入研究和探索。

志谢:感谢陕西中烟工业有限责任公司技术中心曹永艳和王大峰对样品测试所给予的帮助。

[参考文献]

[1] English C F, Bell E J, Berter A J, et al. Isolation of thermophiles from road leaf tobacco and effect of pure culture inoculation on cigar aroma and mildness [J]. Applied Microbiology, 1967, 15: 117-119.

[2] 赵铭钦, 李晓强. 烟叶微生物发酵机理及生物制剂应用研究进展 [J]. 甘肃农业大学学报, 2007, 42(6): 84-91.

Zhao M Q, Li X Q. Review of the action mechanisms of microbe in tobacco fermentation and application of biologic preparation [J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2007, 42(6): 84-91. (in Chinese)

[3] 刘碧荣, 徐彦军, 杨志华. 提高我国烤烟香吃味的主要技术研究概述 [J]. 山地农业生物学报, 2006, 25(2): 171-176.

- Liu B R, Xu Y J, Yang Z H. Review on main techniques to improve aroma and taste of flue-cured tobacco [J]. Journal of Mountain Agriculture and Biology, 2006, 25 (2): 171-176. (in Chinese)
- [4] 宋 鹏, 陈五岭. 烟草发酵中施加微生物及制剂研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(2): 588-589, 600.
Song P, Chen W L. Research progress on supply microorganism and its additive in the process of tobacco fermentation [J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2008, 36(2): 588-589, 600. (in Chinese)
- [5] 夏 露, 张 娟, 王远亮, 等. 生物技术在烟叶发酵中的应用研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(22): 12013-12015.
Xia L, Zhang J, Wang Y L, et al. Research progress on the application of biotechnology in tobacco fermentation [J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2010, 38(22): 12013-12015. (in Chinese)
- [6] 于会喜, 王 毅, 马永凯, 等. 发酵烟叶表面微生物的多样性及其应用现状 [J]. 河北农业科学, 2009, 13(10): 59-60, 70.
Yu H X, Wang Y, Ma Y K, et al. Diversity of microorganism in fermented tobacco leaves and application status [J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2009, 13(10): 59-60, 70. (in Chinese)
- [7] 徐 洁, 张修国, 张天宇, 等. 微生物真菌菌剂对烟叶品质的影响 [J]. 西南农业大学学报, 2005, 27(2): 163-168.
Xu J, Zhang X G, Zhang T Y, et al. Improving tobacco quality by epiphyte agents [J]. Journal of Southwest Agricultural University, 2005, 27(2): 163-168. (in Chinese)
- [8] 许建营. 烟草工艺与调香技术 [M]. 北京: 中国纺织出版社, 2007.
Xu J Y. Tobacco technology and flavour formulating technology [M]. Beijing: China Textile & Apparel Press, 2007. (in Chinese)
- [9] 国家烟草专卖局. YC/T 159—2002 烟草及烟草制品水溶性糖的测定: 连续流动法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
State Tobacco Monopoly Administration. YC/T 159—2002 Determination of water soluble sugars: Continuous flow method [S]. Beijing: Standards Press of China, 2002. (in Chinese)
- [10] 国家烟草专卖局. YC/T 160—2002 烟草及烟草制品总植物碱的测定: 连续流动法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
State Tobacco Monopoly Administration. YC/T 160—2002 Determination of total alkaloid: Continuous flow method [S]. Beijing: Standards Press of China, 2002. (in Chinese)
- [11] 国家烟草专卖局. YC/T 173—2003 烟草及烟草制品钾的测定: 火焰光度法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
State Tobacco Monopoly Administration. YC/T 173—2003 Determination of potassium: Flame photometry [S]. Beijing: Standards Press of China, 2003. (in Chinese)
- [12] 国家烟草专卖局. YC/T 161—2002 烟草及烟草制品总氮的测定: 连续流动法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
State Tobacco Monopoly Administration. YC/T 161—2002 Determination of total nitrogen: Continuous flow method [S]. Beijing: Standards Press of China, 2002. (in Chinese)
- [13] 国家烟草专卖局. YC/T 162—2002 烟草及烟草制品氯的测定: 连续流动法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
State Tobacco Monopoly Administration. YC/T 161—2002 Determination of chloride: Continuous flow method [S]. Beijing: Standards Press of China, 2002. (in Chinese)
- [14] 韩定国, 易 克, 王 翔, 等. 昆明不同亚气候带烤烟感官评吸质量与糖类及其相关指标的关系 [J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2011, 37(2): 131-134.
Han D G, Yi K, Wang X, et al. Studies on the Kunming's flue-cured tobacco smoking and carbohydrate-related in different sub-climatic zones [J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences, 2011, 37(2): 131-134. (in Chinese)
- [15] 宋朝鹏, 张勇刚, 许自成, 等. 河南烤烟总糖含量的区域特征及其对评吸质量的影响 [J]. 云南农业大学学报, 2010, 25 (4): 506-510.
Song Z P, Zhang Y G, Xu Z C, et al. Regional characteristics of total sugar contents in flue-cured tobacco leaf in Henan Province and their influence on smoking quality [J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2010, 25 (4): 506-510. (in Chinese)
- [16] 邓小华, 周冀衡, 陈冬林, 等. 湖南烤烟还原糖含量区域特征及其对评吸质量的影响 [J]. 烟草科技, 2008(6): 13-19.
Deng X H, Zhou J H, Chen D L, et al. Regional characteristic of reducing sugar contents in Hunan flue-cured tobacco and its effects on smoking quality [J]. Tobacco Science & Technology, 2008(6): 13-19. (in Chinese)
- [17] 汤朝起, 王 平, 窦玉青, 等. 河南烤烟主要化学成分与吸食品质的关系 [J]. 中国烟草科学, 2009, 30(5): 41-45, 49.
Tang Z Q, Wang P, Dou Y Q, et al. Relationship between major chemicals of flue-cured tobacco and its smoking quality in Henan Province [J]. Chinese Tobacco Science, 2009, 30(5): 41-45, 49. (in Chinese)
- [18] 高维常, 许冬青, 袁有波, 等. 申渭基地烤烟主要化学成分与吸食品质的关系 [J]. 贵州农业科学, 2011, 39(5): 52-55.
Gao W C, Xu D Q, Yuan Y B, et al. Relationship between chemical composition and smoking quality of tobacco in Shenwei Base [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2011, 39(5): 52-55. (in Chinese)
- [19] 吴 春, 王志红. 烤烟评吸质量与主要化学成分相关及通径分析 [J]. 贵州农业科学, 2010, 38(11): 63-66.
Wu C, Wang Z H. Correlation and path analysis between smoking quality and main chemical components in flue-cured tobacco [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2010, 38(11): 63-66. (in Chinese)
- [20] 杜咏梅, 郭承芳, 张怀宝, 等. 水溶性糖、烟碱、总氮含量与烤烟吃味品质的关系研究 [J]. 中国烟草科学, 2000(1): 7-10.
Du Y M, Guo C F, Zhang H B, et al. Study on relationship between content of water-soluble sugar, alkaloid, total nitrogen and taste quality of flue-cured tobacco [J]. Chinese Tobacco Science, 2000(1): 7-10. (in Chinese)