

红茶菌发酵制备特色酸香型烟草浸膏

叶建斌¹, 齐晓娜¹, 张婷婷², 孙福艳¹, 杨宗灿²,
王高杰², 张展², 艾丹², 刘文召², 冯颖杰^{*2}

(1. 郑州轻工业大学 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南中烟工业有限责任公司技术中心, 河南 郑州 450016)

摘要: 为制备一种酸香型烟草浸膏, 首先优化了烟草浸提液提取工艺, 通过红茶菌发酵浸提液并浓缩获得烟草浸膏, 经 GC-MS 分析了浸膏的香味成分, 结合感官评价其在卷烟中应用效果。结果显示: 提取工艺经优化后, 烟草浸提液提取率和糖质量分数分别达到 55.34%、13.14 g/L; 与未发酵浸膏相比, 发酵烟草浸膏香味成分含量和种类均有所增加, 其中苯乙酸、乳酸、3-甲基丁酸等酸性香味成分增加明显, 且巨豆三烯酮、 β -大马酮、 β -紫罗兰酮、麦芽酚等烟草特征香味成分含量均有提高; 发酵浸膏在卷烟中应用, 可有效提高卷烟的吸食品质, 香气质和香气量也明显提高, 且效果优于未发酵制备的烟草浸膏。经浸提优化和生物发酵, 获得了一种具有酸香特征的烟草浸膏, 为制备有特征香味的烟草浸膏提供了借鉴。

关键词: 红茶菌; 烟草; 发酵; 烟草浸膏

中图分类号: TS 44 文章编号: 1673-1689(2021)10-0104-08 DOI: 10.3969/j.issn. 1673-1689.2021.10.014

Production of Characteristic Acid Fragrance Tobacco Extract by Fermentation Using Microbe from *Kombucha*

YE Jianbin¹, QI Xiaona¹, ZHANG Tingting², SUN Fuyan¹, YANG Zongcan²,
WANG Gaojie², ZHANG Zhan², AI Dan², LIU Wenzhao², FENG Yingjie^{*2}

(1. School of Food and Bioengineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China; 2. Technology Center of Henan Tobacco Industrial Co. Ltd., Zhengzhou 450016, China)

Abstract: To obtain an acid fragrance tobacco extract, the extraction technology was first optimized. The extracts were then fermented using microbe from *Kombucha*, and the tobacco extract with acid fragrance were obtained after concentration. The flavor components of prepared tobacco extract were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), and the application of tobacco extract was also estimated combined with sensory quality evaluation. The results showed that the extraction rate and sugar contents of tobacco extract reached 55.34% and 13.14 g/L after the extraction process optimization, respectively. Compared with the unfermented tobacco extract, the content and types of flavor components were both increased in the fermented tobacco extract, such as phenylacetic acid,

收稿日期: 2020-12-13

基金项目: 河南中烟工业有限责任公司科技项目(2019410001340087)。

作者简介: 叶建斌(1986—), 男, 博士, 副教授, 硕士研究生导师, 主要从事烟草生物技术研究。E-mail: happye1986@163.com

* 通信作者: 冯颖杰(1990—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事烟草生物技术方面的研究。Email: fyjwin123@163.com

lactic acid, 3-methylbutyric acid and other acidic flavor components. Several characteristic aroma components of tobacco were also increased, such as megastigmatrienone, β -damascone, β -ionone, and maltol. The cigarette sensory was effectively improved if the as-prepared fermented tobacco extract was applied, with the quality and quantity of aroma significantly enhanced. Meanwhile, the effect of fermented tobacco extract was better than the unfermented tobacco extract. A special acid fragrance tobacco extract was obtained through the optimization of extraction process and biological fermentation, which could be used as a reference in the preparation of tobacco extract with characteristic aroma.

Keywords: *Kombucha*, tobacco, fermentation, tobacco extract

烟草浸膏是卷烟重要的香原料,可以提高烟草主体香气,赋予卷烟更为自然、饱满的香气量,有效弥补国内一些烟叶香味不足、特征香气不突出的缺点^[1-2]。通过对物理或化学法制备的烟草浸膏的研究表明^[3-5],这类烟草浸膏的香味成分基本来源于烟叶原料,香型特征一般受制于原料的种类。因此,此类烟草浸膏还无法满足各企业的针对性需求。此外,卷烟中添加烟草浸膏后,虽然香气量和劲头有所提升,但由于烟碱的增加,烟气对喉部的刺激感也有所增加。因此,如何制备一种既可提供新型香气,又能解决烟碱对喉部刺激的烟草浸膏成为本领域亟须解决的技术难题。

近年来,生物产香技术在食品和烟草加工领域的应用研究有不少报道。一些微生物或酶用于酿造、调味品、功能饮料、烟草等食品领域发酵后可产生让人喜悦的特征性香味^[6-8],利用生物酶或微生物发酵技术处理烟草原料制备烟草浸膏的研究也有报道^[9-12]。这些研究证实了酶或微生物在辅助制备特色烟草浸膏方面具有广阔的应用前景,而寻找开发特色的生物材料是成功制备烟草浸膏的关键。

“红茶菌”是一种民间传统功能性茶饮料,其中包含有酵母菌、醋酸菌、乳酸菌等益生菌。乳酸菌和酵母菌常用于烟草加工,以提升烟草原料的内在品质^[13-15]。另外,发酵成熟的“红茶菌”液中含有活的有益微生物,又含有其代谢产物,如茶多酚、氨基酸、维生素、有机酸、D-葡萄糖二酸-1,4内酯等,可赋予良好的医疗保健功能^[16]。应用红茶菌菌种进行发酵时,微生物自身生长代谢过程中可产生丰富的酶系,可能会分解转化原料中某些成分而生成新的活性物质,同时植物浸出物作为诱导物可刺激菌体产生丰富的代谢产物,最终会使发酵液活性提高^[17]。鉴

于“红茶菌”中的醋酸杆菌在发酵后可产生一定量的酸性物质,而酵母和乳酸菌发酵烟草原料可以产生香气物质,作者利用红茶菌发酵烟草浸提液,以期制备一种特色的酸香型烟草浸膏。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

1.1.1 菌种与培养基 红茶菌:作者所在实验室保存;种子培养基:葡萄糖 20 g,蛋白胨 5 g,酵母粉 5 g,磷酸二氢钠 4 g,柠檬酸 1.15 g,去离子水定容至 1 L,121 °C 灭菌 10 min。

1.1.2 烟末与烟丝 烟末:收集自黄金叶生产制造中心某牌号卷烟退出烟末;试验烟丝:黄金叶品牌二类卷烟叶组配方。

1.1.3 试剂 聚乙氧基月桂醚:分析纯,天津市科密欧化学试剂有限公司产品;磷酸氢二钠:分析纯,天津市凯通化学试剂有限公司产品;二氯甲烷:色谱纯,上海安谱实验科技股份有限公司产品;乙酸苯乙酯:优级纯,北京百灵威科技有限公司产品;酒石酸钾钠:分析纯,天津市科密欧化学试剂有限公司产品;次氯酸钠:分析纯,天津市科密欧化学试剂有限公司产品;水杨酸钠:分析纯,天津市科密欧化学试剂有限公司产品。

1.1.4 仪器 流动分析仪(AutoAnalyzer3):德国布朗卢比公司产品;气质联用仪(7890-5975C):美国 Agilent 公司产品;恒温恒湿箱(KBF240):德国 Binder 公司产品;旋转蒸发仪(RE52AA):上海亚荣生化仪器厂产品;氨基酸分析仪(Biochrom 30):大昌华嘉商业有限公司产品;高效液相色谱仪(1260 Infinity ELSD):安捷伦科技有限公司产品;循环水式真空泵(SHL-D):北京凯亚仪器有限公司产品;

高速离心机(Hicen FR):德国英雄实验仪器公司产品。

1.2 方法

1.2.1 红茶菌种子制备 作者所在实验室保存的红茶菌混合菌种在无菌环境下按接种体积分数 6% 接种于种子培养基中, 30 °C 恒温静置培养 4 d。

1.2.2 优质烟草浸膏制备工艺流程 烟草浸提液灭菌后接种红茶菌种子液, 根据红茶菌特性^[17-18]设置转速 120 r/min, 温度 30 °C 振荡培养 6 d。离心、过滤取上清液, 70 °C 减压浓缩至密度为 (1.200±0.005) g/cm³, 加入体积分数 95% 乙醇后放置于 -20 °C 沉降 24 h, 离心取上清液, 55 °C 减压浓缩至密度为 (1.200±0.005) g/cm³, 得到优质烟草浸膏。

1.2.3 烟末水提优化

1) 单因素试验设计 称取一定量烟末按照比例与去离子水混合, 恒温水浴提取, 离心后得到烟草浸提液。

A 为按照料液质量体积比 (g:mL) 分别为 1:2、1:4、1:6、1:8、1:10、1:12、1:14、1:16、1:18、1:20, 60 °C 浸提 2 h, 检测提取率和总糖质量浓度;

B 为料液质量体积比 (g:mL) 为 1:12, 分别在 30、40、50、60、70、80、90、99 °C 下浸提 2 h, 检测提取率和总糖质量浓度;

C 为料液质量体积比 (g:mL) 为 1:12, 在 60 °C 下分别提取 15、30、60、90、120、180、240、300 min, 检测提取率和总糖质量浓度。

综合考虑提取率和总糖质量浓度, 确定最佳料液比、浸提温度和浸提时间。浸提液提取率: 烟末提取前烘干称质量记为 W_0 , 烟末提取后烘干称质量记为 W_1 , 浸提液离心后沉淀烘干称质量记为 W_2 , 浸提液提取率 $R = (W_0 - W_1 - W_2) / W_0$ 。浸提液总糖质量浓度: 连续流动分析法检测^[19]。

2) 响应面法对水提条件的优化 在单因素试验的基础上, 采用 Box-Behnken 原理, 以料液比 (A)、浸提温度 (B) 和浸提时间 (C) 为自变量, 提取率为响应值, 设计三因素三水平响应面优化试验, 试验因素与水平见表 1。应用 Design Expert 10 软件对响应面试验数据进行回归及方差分析, 确定各个因素的显著性。

1.2.4 香味成分分析

1) 前处理 量取 1 g 发酵后的烟草浸膏加入 10 mL 二氯甲烷中, 并加入质量浓度为 1.032 mg/mL 的乙酸苯乙酯作为内标, 常温振荡混合 1 h, 静置后

倒入分液漏斗, 取有机相。重复萃取 5 次, 合并有机相, 经旋蒸浓缩至体积为 2~5 mL 之间, 测量浓缩后体积。

表 1 因素水平

Table 1 Factor levels

水平	因素		
	A 料液质量体积比 (g:mL)	B 浸提温度/°C	C 浸提时间/h
-1	1:10	60	1
0	1:12	70	2
1	1:14	80	3

2) GC-MS 分析条件 色谱柱: DB-5MS (50 m × 0.25 mm × 0.25 μm); 进样温度: 250 °C; 分流比: 5:1; 延迟: 5 min; 载气: He; 载气流量: 1 mL/min; 升温程序: 50 °C (1 min) 以 5 °C/min 升至 250 °C (5 min); 传输线温度: 270 °C; 离子源: EI 源; 电子能量: 70 eV; 扫描范围: 35~600 AMU; 图谱库: NIST11。

1.2.5 感官评价 参比卷烟为黄金叶未加香加料卷烟, 以未加任何香料的卷烟为空白 (CK), 未经发酵的烟草浸膏 (其余步骤和条件与红茶菌发酵后的烟草浸膏的制备方法完全相同) 添加的卷烟作为对照 (T_0), 加入红茶菌发酵的烟草浸膏的卷烟为试验组 (T_1)。烟草浸膏添加量为 50 μg/g, 混匀后于温度 22 °C、湿度 65% 环境中平衡 48 h, 卷制成卷烟。对卷烟进行评价时, 总共 11 个指标, 每个指标满分 5 分, 满分 55 分, 空白统一要求按照 3 分打, 总计 33 分。共 7 位评委打分, 对所有评委评分计算平均分。

基于雷达图的感官质量评价步骤如下: 1) 评价数据前期处理, 包括数据标准化处理和数据变换; 2) 绘制雷达图; 3) 利用雷达图综合评价法对卷烟感官质量进行定量评价。

2 结果与分析

2.1 烟末水提条件优化

2.1.1 单因素实验 浸提物含量的多少直接影响后续制备烟草浸膏的品质, 其中浸提率和糖质量浓度是考察浸提效果的两个重要指标。作者对浸提料液比、浸提时间和温度进行单因素实验, 结果见图 1-3。随着料液质量体积比的降低, 烟末浸提率呈现明显上升趋势。在料液质量体积比为 1:12 时, 提取率为 31.66%, 糖质量浓度为 9.86 g/L, 之后随浸提率上升, 提取率和糖质量浓度提升不明显。由于含

水量的增加,浸提液中糖质量浓度整体呈现下降的趋势。料液质量体积比过高,烟末提取率低,料液质量体积比过低则导致糖质量浓度降低。另外,浸提液中过高的含水量会提高后期浓缩成本。因此,综合考虑浸提率和工艺成本,可选择1 g:12 mL作为最佳料液比。

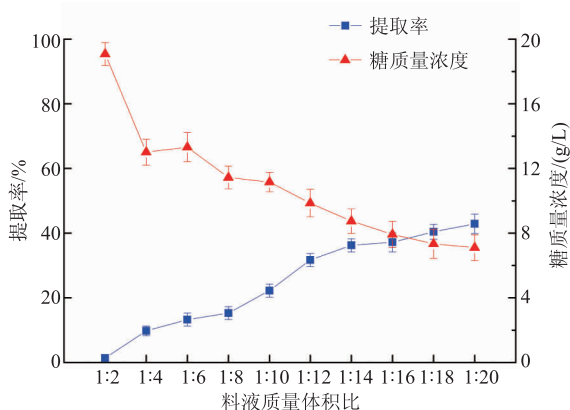


图1 料液质量体积比对浸提效果的影响

Fig. 1 Influence of material-to-liquid ratio on the extraction efficiency

进一步考察浸提温度对浸提效果的影响,可以看出,随着温度的升高,浸提率和糖质量浓度呈现缓慢上升的趋势。浸提温度低于60℃时,糖质量浓度上升幅度较高。浸提温度为60℃时,提取率为52.33%,糖质量浓度为11.16 g/L。在温度为60~90℃区间随着温度升高,糖质量浓度增加不明显。综合考虑浸提成本和浸提效果,选择60℃为最优浸提温度。

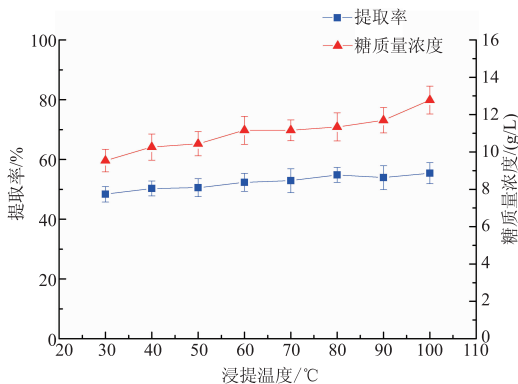


图2 浸提温度对浸提效果的影响

Fig. 2 Influence of extraction temperature on extraction efficiency

随着浸提时间的增加,提取率和糖质量浓度呈逐渐上升的趋势。浸提时间在0~2 h时,提取率和糖质量浓度增加明显。浸提时间为2 h时,提取率高达

55.34%,糖质量浓度为13.14 g/L。之后随着浸提时间的增加,糖质量浓度缓慢增加,提取率保持稳定,故浸提时间2 h为最优。综上,料液比和浸提时间对浸提效果的影响较大,浸提温度对浸提效果的影响较小。

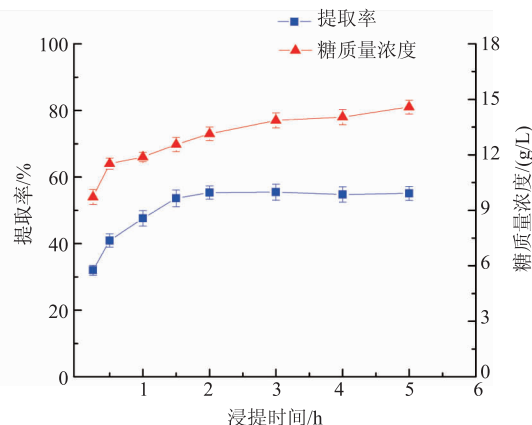


图3 浸提时间对浸提效果的影响

Fig. 3 Influence of extraction time on extraction efficiency

2.1.2 响应面实验 以料液质量体积比、浸提温度和浸提时间为自变量,以提取率为响应值进行响应面分析,确定3种不同因素对提取效率的影响程度,结果见表2。

表2 Box-Behnken 试验设计方案及结果

Table 2 Experimental design and results of Box-Behnken

试验号	浸提时间/h	料液质量体积比/(g:mL)	浸提温度/℃	提取率/%
1	2	1:14	60	44.65
2	3	1:12	80	43.54
3	2	1:14	80	45.13
4	1	1:10	70	42.65
5	3	1:14	70	42.97
6	2	1:12	70	45.35
7	2	1:12	70	46.37
8	1	1:12	80	44.26
9	2	1:12	70	45.39
10	3	1:12	60	43.79
11	2	1:12	70	46.67
12	2	1:12	70	45.58
13	1	1:14	70	43.37
14	3	1:10	70	41.52
15	1	1:12	60	45.26
16	2	1:10	80	44.19
17	2	1:10	60	44.38

对表2的结果进行多元回归拟合及方差分析,结果见表3。

表 3 方差分析及显著性检验结果

Table 3 Analysis of variance and significant test

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
回归模型	27.337 03	9	3.037 448	10.954 33	0.002 324	显著
浸提时间 A	1.729 8	1	1.729 8	6.238 395	0.041 132	显著
料液质量体积比 B	1.428 05	1	1.428 05	5.150 156	0.057 529	
浸提温度 C	0.115 2	1	0.115 2	0.415 46	0.539 751	
AB	0.133 225	1	0.133 225	0.480 466	0.510 548	
AC	0.140 625	1	0.140 625	0.507 154	0.499 415	
BC	0.112 225	1	0.112 225	0.404 731	0.544 888	
A ²	13.790 3	1	13.790 3	49.733 67	0.000 202	
B ²	8.667 4	1	8.667 4	31.258 33	0.000 824	
C ²	0.095 053	1	0.095 053	0.342 801	0.576 597	
残差	1.940 98	7	0.277 283			
失拟差	0.466 1	3	0.155 367	0.421 368	0.748 198	不显著
纯误差	1.474 88	4	0.368 72			
总差	29.278 01	16				
R ²				0.9337		
R ² _{Adj}				0.8485		
校正值				10.683		

注:差异性不显著($P>0.05$);差异性显著($0.01<P\leq 0.05$)。

由表 3 可知,模型的 P 值小于 0.05,表明该模型回归显著;失拟项 P 值为 0.748 198 >0.1 ,表明该项检验不显著,该实验方法可靠。该模型的决定系数 $R^2=0.933 7$,表明模型在 93.37%程度上能够解释提取率与变量之间的关系。对提取率进行二次多项回归拟合分析,可得到 Y (提取率)对 A (浸提时间)、 B (料液比)、 C (浸提温度)的二次多项回归方程:

$$Y=45.87-0.47A+0.42B-0.12C+0.18AB+0.19AC+0.17BC-1.81A^2-1.43B^2+0.15C^2。$$

为了更加直观地观察各因素间的交互作用,利用 Design-Expert 软件做出回归方程中交互的响应曲面图,见图 4(a)—(c)。可以看出,3 个因素对提取率影响的先后顺序为浸提时间、料液质量体积比、浸提温度。因此,严格控制浸提时间和料液比是保证水提效果的关键。运行软件的期望函数优化程序,以提取率达到最大值为目标,获得优化水提工艺参数为:浸提时间 1.823 5 h、料液质量体积比(g:mL)1:12.156、浸提温度 60 ℃,预测提取率可达到 46.209 7%,见图 4(d)。考虑到实际操作的限制,选取浸提时间 2 h、料液质量体积比(g:mL)1:12、浸提温度 60 ℃为最优水提条件,这一结论进一步验

证了单因素实验条件优化的结果。

2.2 烟草浸膏香味成分分析

以上述最优条件下浸提获得的烟草浸提液为底物,利用红茶菌进行发酵。结果表明:经红茶菌发酵后,烟草浸膏香味成分的种类和质量分数增加明显。其中,香味物质种类由 39 种增加到 70 种(表格未全列出),部分特征性香味物质列于表 4。

与未发酵烟草浸膏相比,大部分酸类香味物质的质量分数在发酵浸膏中显著增加。其中苯乙酸发酵后质量分数增加到 141.95 $\mu\text{g/g}$,苯乙酸具有香叶和玫瑰样的香气,而且天然存在于烟草中,因此常作为烟用香精^[20]。发酵后还新增了 3-甲基丁酸、乳酸、丁二酸、戊二酸、2-甲基己酸等有机酸,有机酸质量分数的提高可以有效缓解烟碱对喉部的刺激感。其中乳酸带有轻微的酸气和味道,在烟草中常用作调味剂,可提调香气,改善刺激性和辛辣杂味;3-甲基丁酸能在烟草制品中增添酒味、水果和乳酪样甜香味道。丁二酸、2-甲基己酸、香草酸等都是国标允许的烟用或食用香料,有利于提升烟草品质^[20]。此外发酵后的烟草浸膏中还增加了高级脂肪酸,如 9,12-十八碳二烯酸、 α -亚麻酸、硬脂酸,质量分数分别增加到 22.45、24.72、36.24 $\mu\text{g/g}$ 。这些酸性物质

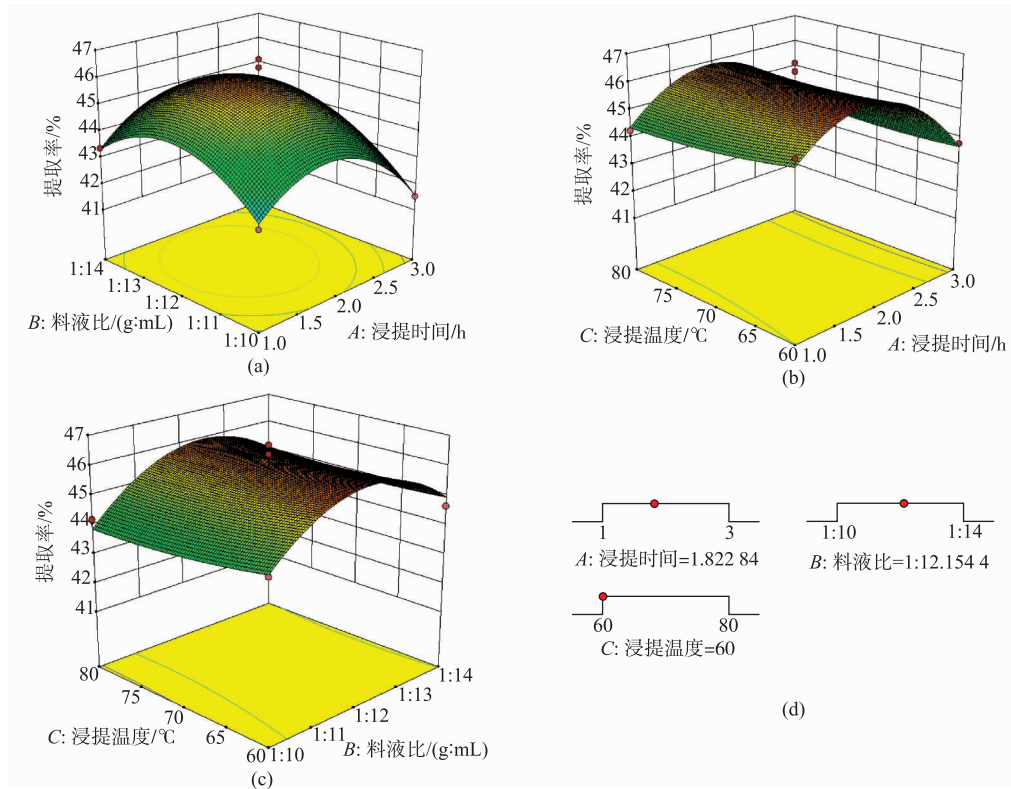


图4 响应面优化确定烟草浸提最优条件

Fig. 4 Optimal conditions for tobacco extraction were determined by response surface optimization

的提高可能与红茶菌中的醋酸杆菌及乳酸菌发酵相关。之前有研究表明,具有香气的烟叶,酸性组分含量高;缺乏香气的烟叶,酸性组分含量低。因此,

通过红茶菌发酵后的烟草浸膏是一种具有酸香特征烟用香料。

表4 烟草浸膏发酵前后主要香味成分变化

Table 4 Changes of main aroma components of tobacco extract before and after fermentation

类别	香味物质	质量分数/($\mu\text{g/g}$)		类别	香味物质	质量分数/($\mu\text{g/g}$)	
		对照	发酵			对照	发酵
酸类	3-甲基丁酸	0	5.55	醇类	2,3-丁二醇	5.83	40.37
	乳酸	0	16.84		3-甲基-1-戊醇	0	14.28
	丁二酸	0	5.46		苯甲醇	1.74	2.86
	戊二酸	0	4.40		α -苯甲基-苯乙醇	0	12.56
	2-甲基己酸	0	3.49		4-羟基苯乙醇	24.48	41.69
	苯甲酸	14.49	17.18		1-(2-呋喃基)乙二醇	5.40	42.48
	苯乙酸	24.60	141.95	醛酮类	1-羟基-2-丙酮	23.67	64.54
	香草酸	1.62	17.34		麦芽酚	4.04	6.30
	棕榈酸	13.17	42.79		5-羟甲基糠醛	10.97	12.84
	9,12-十八碳二烯酸	0	22.45		香草醛	1.58	1.98
	α -亚麻酸	0	24.72		3-羟基-7,8-二氢- β -紫罗兰酮	0	6.76
	硬脂酸	0	36.24		巨豆三烯酮	23.93	31.54
	β -大马酮	10.35	20.17		酚类	邻苯二酚	0
β -紫罗兰酮	1.59	5.83	4-甲氧甲基苯酚	0		6.43	
茄酮	23.98	26.47	2,5-二叔丁基苯酚	0		2.06	
新植二烯	89.63	96.41	愈创木酚	24.30		28.96	
金合欢醇	5.79	4.28					
种类		19	33				
总量		311.16	809.73				

另外, 巨豆三烯酮、 β -大马酮、 β -紫罗兰酮、麦芽酚等烟草特征香味物质质量分数都有所增加, 发酵后质量分数分别为: 31.54、20.17、5.83、6.30 $\mu\text{g/g}$ 。巨豆三烯酮有甜润而又持久的烟草样香气和干果香气, 具有烟草香和辛香底蕴, 是烟草中重要的香味成分。 β -大马酮具有浓而甜润的花香, 在烟草中能使卷烟香气甜醇, 改善粗劣气, 增加天然感和厚实感。 β -紫罗兰酮有紫罗兰花香气, 在卷烟中可以增强清甜香韵。麦芽酚具有甜香味的增效作用, 能与烟草香味谐和, 使烟气吸味有柔和醇厚的口感^[20]。2,3-丁二醇、1-(2-呋喃基)乙二醇、1-羟基-2-丙酮的质量分数显著增加, 分别增加 592.45%、686.67%、172.67%。2,3-丁二醇可以赋予烟气清香, 羟基丙酮可以使烟气更加柔顺、赋予烟气酒香。发酵后新增

α -苯甲基-苯乙醇、3-羟基-7,8-二氢- β -紫罗兰酮等香气物质, 都是可以明显提高烟草酸香气息和果香嗅香的重要香气物质。研究结果表明, 浸提液发酵后香味物质明显增多, 美拉德反应产物增加, 推测红茶菌发酵浸提液可以促进美拉德反应的发生。已知美拉德反应是在中性和微酸性条件下进行的^[21-23], 而红茶菌发酵会产生大量有机酸, 正好提供酸性环境。

2.3 卷烟感官评价

对制备的卷烟进行感官评价, 评吸结果计算平均分, 见表 5。CK 为空白组, T_0 为对照组 (添加未发酵烟草浸膏), T_1 为实验组 (添加发酵烟草浸膏)。由表 5 可知, 加入红茶菌发酵得到的烟草浸膏后, 杂气减轻, 润感提升, 香气质、香气量、回甜、余味等均有提高。

表 5 卷烟评吸结果平均值

Table 5 Average value of cigarette smoking evaluation results

样品	香气质	香气量	杂气	透发	劲头	浓度	细腻柔和	刺激	干燥	回甜	余味	总分
CK	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	33.00
T_0	3.00	3.07	3.07	2.93	3.00	2.93	3.36	3.14	3.14	3.07	2.86	33.57
T_1	3.29	3.14	3.14	3.36	3.00	2.86	3.29	3.07	3.29	3.43	3.21	35.07

以上述数据为基础, 通过雷达图进一步分析卷烟感官质量的改进。从图 5 可看出, CK 的浓度较高, 其余各指标明显低于 T_0 和 T_1 , 香气质、香气量等指标较低, 其感官质量较差。 T_0 的大部分指标高于 CK, 但低于 T_1 , 其中余味、劲头、刺激性等指标较低。 T_1 各指标值较为接近, 可见其指标比较协调, 其感官质量要优于其他两个样品。为了比较各样品间感官质量指标的差异大小, 根据图 5 计算出雷达图的特征量。雷达图面积为 S , 边长平方和为 L 。3 个卷烟样品雷达图 S 和 L 的值分别为:

样品 CK 的 $S=2.284$, 样品 T_0 的 $S=4.078$, 样品 T_1 的 $S=11.797$; 样品 CK 的 $L=11.323$, 样品 T_0 的 $L=17.907$, 样品 T_1 的 $L=48.255$ 。

由评价函数 $f(S, L) = \sqrt{S \times L}$ 可得: 样品 CK 的 $f=5.085$; 样品 T_0 的 $f=8.545$; 样品 T_1 的 $f=23.860$ 。因此, 根据评价函数数值的大小, 可得出卷烟样品中感官质量排序为 $T_1 > T_0 > CK$ 。

3 结语

利用红茶菌发酵烟草浸提液, 经浓缩制备酸性

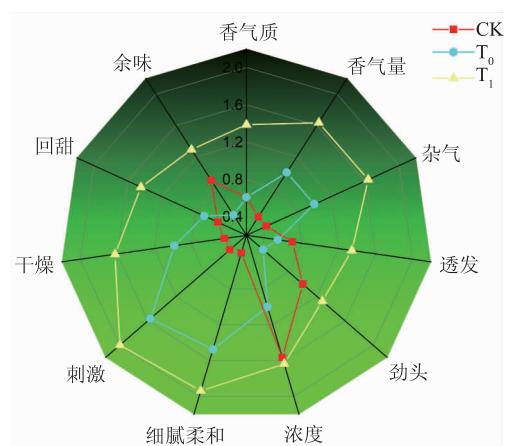


图 5 样品感官质量评价雷达图

Fig. 5 Radar chart of sensory quality evaluation of sample

特征烟草浸膏, 对其提取工艺进行优化, 开展浸膏香味成分分析并应用于卷烟进行感官评价, 得到结论如下:

1) 优化结果显示, 烟末水提的最优条件为料液质量体积比 (g:mL) 1:12, 60 $^{\circ}\text{C}$ 恒温提取 2 h, 烟草浸提液提取率和含糖质量浓度可分别达到 55.34%、13.14 g/L;

2) 经红茶菌发酵后,浸提液中酸性香味成分的种类和含量增加明显,巨豆三烯酮、 β -大马酮、 β -紫罗兰酮、麦芽酚等烟草特征香味物质质量分数均有提高;

3) 红茶菌发酵制备得到的烟草浸膏具有酸香性质,将其添加到卷烟中,香气质、香气量等均有提高,并明显优于未发酵烟草浸膏。

参考文献:

- [1] Z ŠVOB TROJE, Z FRÖBE, D PEROVIC. Analysis of selected alkaloids and sugars in tobacco extract[J]. *Journal of Chromatography A*, 1997, 775(1-2): 101-107.
- [2] 张广东, 史宏志, 杨兴有, 等. 烤烟和白肋烟互换调制方法对烟叶中性香气物质含量及感官质量的影响[J]. *中国烟草学报*, 2015, 21(4): 34-39.
- [3] 邹鹏, 戴魁, 张亚平, 等. 云南烟叶提取物的分子蒸馏分离及在卷烟中应用[J]. *烟草科技*, 2019, 52(5): 40-49.
- [4] 卢真保, 胡武, 孙胜南. 烟草浸膏的亚临界萃取及成分分析[J]. *香料香精化妆品*, 2019, 279(6): 11-13, 20.
- [5] STELA J, TANJA G, ŽELJKO K, et al. Separation of active compounds from tobacco waste using subcritical water extraction[J]. *Journal of Supercritical Fluids*, 2019, 153: 104593.
- [6] ELHALIS H, COX J, FRANK D, et al. The crucial role of yeasts in the wet fermentation of coffee beans and quality[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2020, 333: 108796.
- [7] 张安东, 贝鑫临, 张欣, 等. 产香酵母在食品工业中的应用[J]. *绿色科技*, 2015, 142(11): 260-264.
- [8] 薛磊, 郑泽浩, 郭志刚, 等. 烟草增香细菌的筛选及其作用效果[J]. *中国烟草科学*, 2019, 40(5): 60-67.
- [9] 庞登红, 李丹, 熊国玺, 等. 酶法处理烟叶碎片制备烟草浸膏[J]. *江南大学学报(自然科学版)*, 2009, 8(5): 607-612.
- [10] 凌军, 杨艳梅, 王绍坤, 等. 酶法提取制备烟草浸膏工艺优化[J]. *河南农业科学*, 2015, 44(1): 154-159.
- [11] 王娜, 李丹, 程书峰, 等. 产香酵母菌处理烟叶碎片制备特色烟草浸膏的工艺研究[J]. *香料香精化妆品*, 2010, 223(2): 4-9, 16.
- [12] 吴长伟, 杨清, 杨蕾, 等. 微生物休止细胞发酵制备烟草浸膏及其在卷烟中的应用[J]. *河南农业科学*, 2013, 42(1): 155-159.
- [13] 杨娟, 米其利, 熊文, 等. 食源性乳酸菌在改善烟叶品质中的应用[J]. *浙江农业学报*, 2018, 30(5): 854-862.
- [14] ETSCHMANN M M, SELL D, SCHRADER J. Screening of yeasts for the production of the aroma compound 2-phenylethanol in a molasses-based medium[J]. *Biotechnology Letters*, 2003, 25(7): 531-536.
- [15] 巩效伟, 刀娅, 赵伟, 等. 产香酵母菌筛选、条件优化及发酵产物在电子烟烟液中的应用[J]. *烟草科技*, 2020, 53(2): 62-71.
- [16] 林娟, 叶秀云, 曹泽丽, 等. “红茶菌”中微生物的分离及纯菌混合发酵生产[J]. *中国食品学报*, 2015, 15(2): 39-48.
- [17] 杨婧娟, 赵声兰, 马雅鸽, 等. 红茶菌复合发酵饮品的配方优化及发酵工艺研究[J]. *食品科技*, 2019, 44(11): 109-115.
- [18] WAGNER, GEERTS C, SONDI A N. Effects of flavoured tea on the products of kombucha fermentation[C]. *Saskatchewan: Canadian Society for Bioengineering*, 2013.
- [19] 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]. 2002
- [20] 谢剑平. 烟草香原料[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [21] 闫克玉. 烟草化学[M]. 郑州: 郑州大学出版社, 2002.
- [22] 曾世通, 卢斌斌, 李鹏, 等. 丙氨酸与葡萄糖美拉德反应体系中 HMF 的形成分析[J]. *中国食品学报*, 2017, 17(4): 289-293.
- [23] 高徐梅, 武士杰, 张锐, 等. 葡萄糖与脯氨酸的美拉德反应条件优化及其产物的再造烟叶加香研究[J]. *安徽农业科学*, 2017, 45(7): 67-69.