

肠杆菌发酵对烟草浸膏化学成分及 卷烟品质的影响

Effects of *Enterobacter* fermentation on chemical components
of tobacco extract and cigarette quality

叶建斌¹ 齐晓娜¹ 杨宗灿² 张婷婷² 冯颖杰²

YE Jian-bin¹ QI Xiao-na¹ YANG Zong-can² ZHANG Ting-ting² FENG Ying-jie²

(1. 郑州轻工业大学食品与生物工程学院, 河南 郑州 450000;

2. 河南中烟工业有限责任公司技术中心, 河南 郑州 450000)

(1. School of Food and Bioengineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou, Henan 450000, China; 2. Technology Center of Henan Tobacco Industrial Co., Ltd., Zhengzhou, Henan 450000, China)

摘要:利用一株肠杆菌发酵烟草浸提液,经发酵、浓缩制备烟草浸膏。采用连续流动法分析发酵前后浸提液化学成分变化;通过 GC-MS 分析发酵浸膏的香味成分及其应用于卷烟后对感官和烟气香味成分的影响。结果表明:经发酵后浸提液中蛋白质、淀粉、半乳糖醛酸、总植物碱、氨基酸总含量分别降低 28.95%, 19.44%, 18.91%, 3.71%, 37.45%;经浓缩制备的发酵浸膏具有典型的清甜香风味,且茄酮、 β -大马酮、巨豆三烯酮等烟草特征香味成分明显增加;在卷烟中应用该发酵浸膏,烟气中的金合欢醇、 β -紫罗兰醇、糠醇、糠醛等具有甜香风味的香味成分有所提高,感官质量得到明显提升。

关键词:肠杆菌;烟草;发酵;烟草浸膏

Abstract: Here, tobacco extract was produced by fermentation using *Enterobacter*, then the tobacco extract was prepared by concentration. Continuous flow was applied to analyze the chemical composition of tobacco extract; and the aroma components were also analyzed by GC-MS. The as-prepared tobacco extract was applied in the cigarettes, and its effects on sensory and smoke aroma components were also evaluated. Results showed that, after fermentation, the content of protein, starch, galacturonic acid, total plant alkali and amino acid were decreased by 28.95%, 19.44%, 18.91%, 3.71% and 37.45%, respectively. The tobacco extracts prepared by fermentation had a typical sweet fla-

vor, and the characteristic flavor components of tobacco such as solanone, β -damascenone, and megastigmatrienone were significantly increased. The content of sweet fragrant substances such as farnesol, β -ionol, furfuryl alcohol, and furfural in cigarette smoke was increased, and the sensory quality was obviously improved.

Keywords: *Enterobacter*; tobacco; fermentation; tobacco extract

烟草浸膏是卷烟重要的香料,可以改善烟草吸食品质^[1-2]。目前用于烟草浸膏提取的方法有溶剂萃取^[3]、分子蒸馏^[4]、亚临界萃取^[5]及超临界萃取^[6]等物理化学方法,利用生物酶或微生物发酵等生物技术制备烟草浸膏的研究报道也越来越多^[7-10]。由于物理或化学法获得的烟草浸膏存在烟叶原料制约、操作过程复杂或有机溶剂使用过度等缺点,因此在推广应用上还受到一定的限制。生物酶法,由于酶制备的成本较高,限制了其在烟草浸膏制备中的推广应用。而微生物发酵法,反应条件温和,可以有效利用浸提液中一些大分子物质作为碳源或氮源,在生成香味物质的同时可以减少杂气,合成的香料味道更接近烟草本香。一些基于生物发酵的合成香料在卷烟加香中表现出了良好的效果。王娜等^[11]曾采用产香酵母菌处理烟叶碎片,通过对发酵工艺优化,制备获得了一种烟草浸膏,但发酵时间达到 14 d。

受限于细菌对高糖浓度不耐受以及对烟碱等烟草特征物质的敏感性,利用细菌发酵制备特征性烟草浸膏的报道目前还较少。因此,如何获得可耐受高浓度糖和烟碱的细菌是制备具有特征香味烟草浸膏的关键之一。实验室^[12]前期从烟草表面分离获得了一株肠杆菌,经过高浓度糖和烟碱的烟草浓缩液驯化后,该菌能在烟草浸提

基金项目:河南中烟科技项目(编号: CW201931);河南省科技攻关(编号: 172102410038)

作者简介:叶建斌,男,郑州轻工业大学副教授,博士。

通信作者:冯颖杰(1990—),男,河南中烟工业有限责任公司工程师,硕士。E-mail: fyjwin123@163.com

收稿日期:2020-12-13

液中降解烟草大分子物质并产生特征性的香味物质。研究拟利用该微生物对烟草浸提液进行发酵,考察该微生物发酵对烟草浸提液中大分子物质、氨基酸等化学成分的影响,并分析发酵后制得烟草浸膏中的香味成分及其应用于卷烟后对烟气香味成分的影响,以期制备一种特色的甜香型烟草浸膏。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂和仪器

1.1.1 菌种与培养基

肠杆菌:实验室保存;

种子培养基:蛋白胨 10 g,酵母粉 5 g,NaCl 10 g,去离子水定容至 1 L,pH 7.2,121 °C 高压蒸汽灭菌 20 min。

1.1.2 烟末、烟丝、卷烟

烟末、烟丝:黄金叶生产制造中心;

参比卷烟:红旗渠品牌,黄金叶生产制造中心。

1.1.3 试剂

二氯甲烷:色谱纯,上海安谱实验科技股份有限公司;

乙酸苯乙酯:标准品,北京百灵威科技有限公司;

甲醇、乙腈:色谱纯,天津市富宇精细化工有限公司;

磷酸氢二钠:分析纯,天津市凯通化学试剂有限公司;

无水硫酸钠:分析纯,上海国药集团化学试剂有限公司;

乙酸、聚乙氧基月桂醚、酒石酸钾钠、硫酸钾、水杨酸钠:分析纯,天津市科密欧化学试剂有限公司。

1.1.4 仪器

连续流动分析仪:AutoAnalyzer3 型,德国布朗卢比公司;

气相色谱-质谱联用仪:6890-5973 型,美国 Agilent 公司;

旋转蒸发器:EYELA(N-1100)型,上海亚荣生化仪器厂;

高效液相色谱仪:1260 Infinity ELSD 型,安捷伦科技有限公司;

生化培养箱:SHP-150 型,上海森信实验仪器有限公司;

紫外-可见分光光计:UV-2300 型,北京普析通用有限责任公司;

超声波清洗机:SB25-12D 型,宁波新芝生物科技股份有限公司;

高压蒸汽灭菌锅:YM50-Z 型,济南来宝医疗器械有限公司;

高速离心机:Hicen FR 型,德国英雄实验仪器公司;

恒温恒湿箱:KBF240 型,德国 Binder 公司;

20 孔道吸烟机:RM20HRM20H 型,德国 BORG-WALDT-KC 公司。

1.2 方法

1.2.1 肠杆菌种子制备 将肠杆菌菌株的单菌落接种到 5 mL 种子液培养基中,置于 30 °C,150 r/min 的摇床进行培养,反应至菌液 $OD_{600\text{ nm}}$ 值为 2.0~2.5 时,得到种子液,用于后续发酵。

1.2.2 烟草浸膏制备 烟丝按固液比($m_{\text{烟丝}}:V_{\text{水}}$)1:10 (g/mL) 于 55 °C 下浸提 2 h,过滤,取烟草浸提液,115 °C 灭菌 20 min,按体积分数 2% 将肠杆菌种子液接种到烟草浸提液中,37 °C 发酵培养 3 d,获得发酵浸提液,6 000 r/min 离心 10 min,上清液于 70 °C 真空浓缩至密度为 (1.200 ± 0.005) g/cm,加入 90% 乙醇后于 -20 °C 沉降 24 h,6 000 r/min 离心 10 min,取上清液,45 °C 下真空浓缩至密度为 (1.200 ± 0.005) g/cm,得烟草浸膏。

1.2.3 化学成分分析

(1) 蛋白质含量:按 YC/T 249—2008《烟草及烟草制品 蛋白质的测定 连续流动法》执行。

(2) 淀粉含量:按 YC/T 216—2007《烟草及烟草制品 淀粉的测定 连续流动法》执行。

(3) 果胶含量:按 YC/T 346—2010《烟草及烟草制品 果胶的测定 离子色谱法》执行。

(4) 总糖含量:按 YC/T 159—2002《烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法》执行。

(5) 还原糖含量:按 YC/T 159—2002《烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法》执行。

(6) 总植物碱含量:按 YC/T 160—2002《烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动法》执行。

(7) 氨基酸含量:按 YC/T 282—2009《烟叶 游离氨基酸的测定 氨基酸分析法》执行。

1.2.4 香味成分分析

(1) 前处理:取 1 g 发酵后的烟草浸膏加入 10 mL 二氯甲烷中,并加入一定浓度的乙酸苯乙酯作为内标,常温震荡混合 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,在水浴温度为 55 °C、体系压力为 18.0 kPa 下旋蒸浓缩至体积为 1 mL。

(2) GC-MS 分析条件:采用 DB-5MS (50 m × 0.25 mm × 0.25 μm) 柱;进样温度 250 °C;分流比 5:1;延迟 5 min;载气(He)流速 1 mL/min;升温程序:50 °C 保持 1 min,以 5 °C/min 升至 250 °C 保持 5 min;传输线温度 270 °C;EI 离子源;电子能量 70 eV;扫描范围 35~600 amu。NIST11 谱库进行检索,并结合标准质谱峰面积确定香味成分,以乙酸苯乙酯为内标进行定量分析,根据浓缩后体积计算各香味成分在烟草浸膏中的含量。

1.2.5 烟气香味物质分析 卷烟烟气粒相组分的种类和结构很复杂,其中主要香味物质包括萜类化合物、羰基化

合物(醛、酮类化合物)、氮杂环化合物、酚类化合物、有机酸等^[13-14]。参比卷烟为黄金叶(硬红旗渠)未加香加料卷烟(T₀),加入未经发酵烟草浸膏(其余步骤和条件与肠杆菌发酵后的烟草浸膏的制备方法完全相同)的卷烟作为对照(T₁),加入发酵烟草浸膏的卷烟为试验组(T₂)。烟草浸膏添加量为 300 mg/kg(按照卷烟烟丝重量 0.6 g),烟草浸膏添加完成后于温度 22 ℃、湿度 65%环境中平衡 48 h。

平衡水分之后取出,用吸烟机进行抽吸。卷烟抽吸完毕后,迅速取出剑桥滤片,放入锥形瓶中,加入 50 mL 萃取溶剂(以乙酸苯乙酯为内标,浓度为 1.032 mg/mL),摇匀,常温超声萃取 30 min(超声功率 70 W,超声频率 40 kHz),静置 5 min,取出上清液。再次加入 50 mL 萃取溶剂,重复上述萃取步骤。然后合并上清液,旋蒸浓缩至 1 mL,用 GC-MS 进行香味成分检测。GC-MS 分析条件同 1.2.4。

1.2.6 感官评价 以未加任何香料的卷烟为空白(K₀),加入未经发酵烟草浸膏的卷烟作为对照(K₁),加入发酵烟草浸膏的卷烟为试验组(K₂)。烟草浸膏添加量为 50 mg/kg,与烟丝混匀后于温度 22 ℃、湿度 65%环境中平衡 48 h,卷制成卷烟,经由 7 人组成的专业评吸小组对添加效果进行感官评价。

2 结果与分析

2.1 浸提液大分子物质在发酵过程中的变化

发酵前后烟草浸提液大分子物质含量变化见表 1。发酵后,浸提液中大分子物质均有所降低。其中总糖、还原糖含量与发酵前相比下降显著,分别降低了 49.51%,55.81%。蛋白质、淀粉、半乳糖醛酸、总植物碱含量与发酵前相比均有所降低,分别降低了 28.95%,19.44%,18.91%,3.71%。研究结果表明,经肠杆菌发酵后所得到的特色烟草浸膏与未经处理的普通烟草浸膏相比,大分子物质含量均有所下降。虽然淀粉会部分水解为单糖,但在发酵过程中,烟草浸提液中的微生物会消耗还原糖^[15],从而导致总糖和还原糖浓度有大幅度的降低。半乳糖醛酸作为果胶质的重要组成成分,在发酵过程中也有部分被水解^[16]。发酵过程中,蛋白质也会随着微生物的生长而被消耗,因此发酵后蛋白质含量出现一定程度的降低。

2.2 浸提液氨基酸含量在发酵过程中的变化

对烟草浸提液发酵前后主要氨基酸含量进行检测,结果见表 2。浸提液发酵后,氨基酸总含量减少了 37.45%,但有部分氨基酸含量增加。

脯氨酸、天冬酰胺、4-氨基丁酸、谷氨酸、丙氨酸、天冬

表 1 发酵前后浸提液大分子物质质量浓度变化

Table 1 Changes of mass concentration of macromolecules in the extract before and after fermentation

大分子物质	发酵前/ (mg · mL ⁻¹)	发酵后/ (mg · mL ⁻¹)	变化率/%	大分子物质	发酵前/ (mg · mL ⁻¹)	发酵后/ (mg · mL ⁻¹)	变化率/%
蛋白质	2.06±0.15	1.46±0.08	-28.95	总糖	7.43±0.45	3.75±0.28	-49.51
淀粉	0.60±0.15	0.49±0.03	-19.44	还原糖	6.95±0.51	3.07±0.22	-55.81
半乳糖醛酸	2.60±0.02	2.11±0.16	-18.91	总植物碱	1.86±0.14	1.79±0.12	-3.71

表 2 烟草浸提液发酵前后氨基酸质量浓度变化

Table 2 Changes of amino acid mass concentration in tobacco extract before and after fermentation

氨基酸种类	发酵前/ (mg · mL ⁻¹)	发酵后/ (mg · mL ⁻¹)	变化率/ %	氨基酸种类	发酵前/ (mg · mL ⁻¹)	发酵后/ (mg · mL ⁻¹)	变化率/ %
脯氨酸(PRO)	697.21	474.32	-31.97	缬氨酸(VAL)	15.93	24.92	+56.43
天冬酰胺(ASN)	364.23	20.15	-94.47	胱氨酸(CYS)	0.00	6.74	—
4-氨基丁酸(GABA)	35.07	30.84	-12.07	精氨酸(ARG)	13.48	29.74	+120.62
谷氨酸(GLU)	47.03	40.25	-14.42	丝氨酸(SER)	23.05	29.87	+29.59
丙氨酸(ALA)	90.29	70.63	-21.77	异亮氨酸(IIE)	5.73	14.97	+161.26
天冬氨酸(ASP)	94.52	7.36	-92.21	亮氨酸(LEU)	27.68	36.25	+30.96
组氨酸(HIS)	21.98	12.56	-42.86	蛋氨酸(MET)	4.68	5.09	+8.76
苯丙氨酸(PHE)	46.93	39.86	-15.06	酪氨酸(TYR)	21.94	35.07	+59.85
色氨酸(TRP)	21.69	18.98	-12.49	赖氨酸(LYS)	10.35	25.25	+143.96
甘氨酸(GLY)	11.33	10.14	-10.50	总计	1 568.10	980.91	-37.45
苏氨酸(THR)	14.98	10.92	-27.10				

氨酸、组氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸、甘氨酸含量均降低。其中天冬酰胺含量降低最为显著,降低了94.47%。缬氨酸、胱氨酸、精氨酸、丝氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、蛋氨酸、酪氨酸、赖氨酸含量均增加。其中异亮氨酸含量增加最为显著,增加了 161.26%。氨基酸总含量减少的原因可能包括:① 氨基酸与还原糖发生美拉德反应。比如脯氨酸与葡萄糖反应生成 1-脱氧-1-(L-脯氨酰基)-D-果糖,丙氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸和天冬氨酸等与葡萄糖和果糖反应生成其他 Amadori 化合物;② 烟草浸提物自身富含大量微生物,氨基酸作为微生物生长代谢的主要氮源物质,发酵过程中被微生物作为氮源消耗掉;③ 氨基酸进一步分解变化。氨基酸脱氨基产生有机酸和氨,而氨可以与有机酸结合生成新的氨基酸,这也解释了发酵后各氨基酸含量有的增加、有的减少的现象。

2.3 烟草浸膏香味成分分析

未发酵烟草浸膏有 31 种香味成分,经肠杆菌发酵的烟草浸膏有 42 种香味成分。经肠杆菌发酵后,烟草浸膏香味物质含量由 334.19 $\mu\text{g/g}$ 增加到 486.98 $\mu\text{g/g}$ (表 3)。

与未发酵烟草浸膏相比,大部分醇类和酮类香味物质含量都有所增加。糠醇、3-甲基-2-环戊烯-1-酮、麦芽酚、5-甲基糠醛在发酵后含量分别提高了 175.00%, 207.36%, 194.41%, 48.07%。这 4 种物质是烤甜香味主要标志性成分^[17],具有甜的焦糖样香韵,其甜香味能与烟草香味谐和。苯甲醇、 α -苯乙醇、金合欢醇含量在发酵后分别达到 3.86, 7.70, 2.57 $\mu\text{g/g}$ 。苯甲醇会产生令人愉快的甜味芳香和果味芳香; α -苯乙醇具有蜂蜜的香气和水果的味道;金合欢醇具有温和新鲜青香,味道很甜。茄酮、 β -大马酮、巨豆三烯酮等烟草特征香味物质含量都有所增加,发酵后含量分别为 31.54, 15.82, 34.95 $\mu\text{g/g}$ 。茄酮具有新鲜胡萝卜样的香味; β -大马酮具有浓而甜润的花香;巨豆三烯酮有甜润而又持久的烟草样香气和干果香气,是烟草中重要的香味成分^{[18]101-110, 199-200}。上述香味成分含量的增加赋予了发酵浸膏一种清甜香风味,可明显提高其嗅香。

前期研究^[19]证实肠杆菌可降解烟草叶黄素,降解产物是 8-甲基- α -紫罗兰酮和 3-羟基- α -紫罗兰酮,其次还有少量的 3-氧化- α -紫罗兰酮。发酵后样品中检测到新增 8-甲基- α -紫罗兰酮,并赋予发酵浸膏一种花香和清香气,在卷烟中应用有望改善协调性,丰富卷烟的香气。另外,发酵后还新增了一些酯类和酚类香味物质,如: γ -丁内酯、乙酸对甲酚酯、邻苯二酚、4-甲氧甲基苯酚、2,5-二叔丁基苯酚。

2.4 卷烟烟气香味成分检测

将上述制备的不同浸膏应用于卷烟,并对卷烟烟气

表 3 烟草浸膏发酵前后主要香味成分变化[†]

Table 3 Changes of aroma components of tobacco extract before and after fermentation

类别	香味物质	含量/($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	
		未发酵	发酵
醇类	糠醇	2.12	5.83
	苯甲醇	1.74	3.86
	α -苯乙醇	3.69	7.70
	4-羟基-3-甲氧基苯甲醇	—	3.98
	β -紫罗兰醇	1.71	3.13
	丁香醇	—	1.36
	芳樟醇	1.62	3.09
	L-薄荷醇	1.37	0.54
	金合欢醇	0.62	2.57
	植醇	24.48	41.69
酮类	5-甲基-二氢-2(3H)-呋喃酮	—	1.53
	3-甲基-2-环戊烯-1-酮	2.31	7.10
	麦芽酚	3.04	8.95
	DDMP	30.99	46.91
	乙酰丁香酮	—	6.03
	3-羟基- β -突厥酮	20.24	13.86
	3-羟基-7,8-二氢- β -紫罗兰酮	—	6.76
	香叶基丙酮	0.03	0.02
	8-甲基- α -紫罗兰酮	—	17.35
	茄酮	15.93	31.54
醛类	β -大马酮	12.36	15.82
	巨豆三烯酮	24.71	34.95
	糠醛	0.28	1.35
	5-甲基糠醛	5.97	8.84
	苯乙醛	0.32	0.29
	香草醛	5.58	1.98
	棕榈酸	23.68	30.27
	亚油酸	17.39	15.02
	亚麻酸	13.42	15.27
	硬脂酸	20.28	24.51
酯类	γ -丁内酯	—	3.38
	乙酸对甲酚酯	—	5.45
	棕榈酸甲酯	1.46	1.35
	棕榈酸乙酯	1.27	2.63
	二氢猕猴桃内酯	0.27	0.95
	邻苯二酚	—	2.51
	4-甲氧甲基苯酚	—	6.43
	2,5-二叔丁基苯酚	—	2.06
	愈创木酚	24.30	28.96
	新植二烯	39.68	42.75
其他	芥酸酰胺	8.96	6.72
	三辛胺	24.37	21.69

[†] “—”表示未检出。

经 GC-MS 分析后, 比较应用效果。烟气中释放量较大的香味物质主要包括醇类、酮类、醛类、酸类、酚类、酯类以及一些其他烟草香味物质, 详见表 4。

由表 4 可知, T_0 (空白卷烟)、 T_1 (添加未发酵浸膏)、 T_2 (添加发酵浸膏) 的香味物质总含量分别为 140.55, 183.83, 222.97 $\mu\text{g/g}$ 。与 T_0 相比, T_1 、 T_2 的香味物质种类和含量都有所增加。其中植物醇、金合欢醇、 β -紫罗兰醇、糠醇、糠醛、柠檬醛、茄酮、 β -紫罗兰酮、2, 3-丁二酮、4, 7, 9-巨豆三烯-3-酮等醇、酮类香味物质在添加烟草浸膏后含量均得到了明显提高。 T_2 的植物醇、金合欢醇、 β -紫罗兰醇、糠醇含量分别达 32.87, 3.74, 1.21, 0.58 $\mu\text{g/g}$, 含量均高于 T_0 、 T_1 。植物醇常作为定香剂用于烟用香精; 金合欢醇和糠醇具有甜香气息; β -紫罗兰醇具有强烈的紫罗兰香气和甜的香味。这些香味物质都可以增加卷烟甜香香韵, 使烟气吸味更加柔和醇厚。与 T_1 相比, T_2 的糠醛、柠檬醛、 β -紫罗兰酮、2, 3-丁二酮的含量分别增加了 10.95%, 53.07%, 48.72%, 55.07%。糠醛具有甜的、焦糖的香韵; 柠檬醛具有强烈的柠檬样香气, 有一种特有的苦甜味道; β -紫罗兰酮具有显著的水果香和木香香气; 2, 3-丁二酮则具有奶香气息, 是奶油香精的主要香料^{[18]162, 183-202}。这些特征性香味成分在烟气中的增加与发酵浸膏中该类香味物质含量的增加具有一致性, 证实浸膏可作为香料应用于卷烟, 能够提高卷烟香气的质和量。

另外, 一些酚类物质如苯酚、对甲酚、愈创木酚、2-甲

氧基-4-乙烯苯酚、4-乙基苯酚含量均是 $T_2 > T_1 > T_0$, 这些酚类物质都可用于烟用香料。酯类物质中乙酸丁酯具有强烈的水果香气, 呈先辣后甜的味道, 在烟草中用于增强水果风味, 但由于其易挥发, 向烟气的转移率小, 故含量较低。辛酸甲酯具有强烈的酒香、果香和甜橙香气, 且持久性好, 在烟草制品中能加强烟香烟味的浓度, 香气与烤烟谐和^{[18]262, 355}。

总的来说, 烟草浸膏是卷烟重要的香原料, 添加一定量的烟草浸膏后, 卷烟烟气的香味成分增多, 主体香气得以提高, 赋予卷烟更为自然、饱满的香气量。与未发酵的烟草浸膏相比, 肠杆菌发酵后得到的烟草浸膏香味物质含量更高、甜香风味更加明显, 在卷烟中应用, 这种甜香风格可以转移到烟气中, 从而显著提高烟气的香气质。

2.5 卷烟感官评价

由表 5 可知, 加入发酵烟草浸膏的卷烟 (K_2) 较未加烟草浸膏的卷烟 (K_0) 和加入未发酵烟草浸膏的卷烟 (K_1), 杂气减轻, 润感提升, 刺激减小, 回甜、余味均有提高。同时, 由于肠杆菌发酵后产生了一些新的香气物质, 使得卷烟香气的质和量也增加明显, 能显著改善吸味和余味, 提高卷烟内在品质。

3 结论

试验利用肠杆菌发酵烟草浸提液制备了一种具有甜香风格的优质烟草浸膏。通过微生物发酵烟草浸提液可以有效减少底物中的蛋白、植物碱等大分子物质。肠杆

表 4 各卷烟烟气主要香味成分检测结果[†]
Table 4 Detection results of aroma substances in cigarette smoke

类别	香味物质名称	含量/($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)			类别	香味物质名称	含量/($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)		
		T_0	T_1	T_2			T_0	T_1	T_2
醇类	植物醇	14.50	26.64	32.87	酸类	棕榈酸	4.05	3.76	5.67
	金合欢醇	1.10	1.78	3.74		月桂酸	0.09	0.17	0.28
	β -紫罗兰醇	0.52	0.61	1.21		肉豆蔻酸	—	0.35	0.77
	糠醇	0.26	0.32	0.58	酚类	苯酚	2.09	1.79	1.89
	(1 <i>S</i> , 2 <i>E</i> , 4 <i>R</i> , 7 <i>E</i> , 11 <i>E</i>)-2, 7, 11-西柏三烯-4-醇	0.37	0.60	0.64		对甲酚	2.35	1.66	2.30
	戊五醇	—	—	0.26		愈创木酚	0.52	0.49	0.86
	糠醛	3.40	4.11	4.56		2-甲氧基-4-乙烯苯酚	0.84	0.77	1.24
	柠檬醛	4.78	5.86	8.97		4-乙基苯酚	—	—	0.66
	茄酮	10.75	16.98	20.03	酯类	辛酸甲酯	0.49	0.65	1.53
	β -紫罗兰酮	0.21	0.39	0.58		乙酸丁酯	0.18	0.16	0.29
醛、酮类	2, 3-丁二酮	0.53	0.69	1.07		三醋精	38.29	48.02	56.75
	4, 7, 9-巨豆三烯-3-酮	24.21	46.08	42.57	其他	3-羟基吡啶	1.54	1.59	1.72
	(6 <i>R</i> , 7 <i>E</i> , 9 <i>R</i>)-9-羟基-4, 7-巨豆二烯-3-酮	1.14	—	1.40		3-甲基吡啶	—	1.19	1.11
	3-甲基-2-环戊烯-1-酮	—	0.11	0.13		新植二烯	28.87	19.75	30.36
					总量		140.55	183.83	222.97

[†] “—”表示未检出。

表 5 不同处理后卷烟感官评吸结果

Table 5 Average value of cigarette smoking evaluation results

样品	香气质	香气量	杂气	浓度	细腻柔和	刺激	回甜	余味
K ₀	中等	较少	稍有	中等	较粗糙	较大	较差	微滞舌
K ₁	较好	尚足	较轻	较好	较细腻	有	中等	尚舒适
K ₂	好	较足	较轻	好	细腻	微有	较强	较舒适

菌本身发酵可产生紫罗兰香味成分,同时发酵后浸提液中参与美拉德反应的氨基酸种类和含量增加会提高后续制备浸膏的香味物质,这赋予了浸膏一种甜香风格的特征。另外,研究证明发酵浸膏中含有甜香风格的香味成分可以在卷烟中应用,并通过热转移直接进入卷烟烟气中,从而提高烟气的香气质和香气量。研究虽得出了发酵前后大分子物质和氨基酸含量的变化,但未追踪发酵过程中的动态变化,后续重点通过对发酵过程化学成分变化进行监控,进一步确定烟草浸膏物质组成对其风格特征的影响。

参考文献

[1] 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(6): 11-13, 20.

[2] TROJE Z V, FRBE Z, PEROVIC D. Analysis of selected alkaloids and sugars in tobacco extract[J]. Journal of Chromatography A, 1997, 775(1/2): 101-107.

[3] 李春, 向能军, 沈宏林, 等. 陈皮浸膏热裂解产物分析及其在卷烟中的应用[J]. 应用化工, 2009, 38(9): 1 339-1 343.

[4] 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.

[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 The, 2019, 153: 104593.

[6] 易聪华, 冀唯妮, 孔浩辉, 等. 烟梗本香物质的超临界 CO₂ 萃取[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2017, 45(6): 103-

108, 116.

[7] 韦杰, 冀志霞, 陈守文. 复合酶处理废次烟末制备烟草浸膏[J]. 现代食品科技, 2012, 28(2): 176-181.

[8] 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.

[9] 许春平, 孟丹丹, 冉盼盼, 等. 产香酵母发酵处理烟草花蕾条件优化及烟用香料制备研究[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(1): 100-103, 111.

[10] 冯颖杰. 一种基于生物发酵的烤甜香型烟草浸膏及制备方法: 201911185217.3[P]. 2019-11-27.

[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(2): 4-9, 16.

[12] 汪芳芳, 孙建宏, 叶建斌, 等. 静息细胞降解叶黄素生产香味物质的条件优化[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2017, 38(1): 94-100.

[13] 程传玲. 卷烟烟气化学[M]. 郑州: 河南人民出版社, 2013: 77-80.

[14] 胡安福, 范武, 夏倩, 等. 卷烟主流烟气焦甜、奶香和豆香特征成分组群的分布特征和感官贡献[J]. 烟草科技, 2020, 53(12): 27-36.

[15] 舒明, 樊虎, 刘金莉, 等. 基于高通量测序的废次烟末水提液中细菌群落分析[J]. 烟草科技, 2016, 49(4): 1-7.

[16] 闫克玉. 烟草化学[M]. 郑州: 郑州大学出版社, 2002: 49-50.

[17] 张启东, 刘俊辉, 柴国璧, 等. 主流烟气颗粒物水溶性组分中烤甜香成分分析[J]. 烟草科技, 2014(6): 54-59.

[18] 谢剑平. 烟草香原料[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.

[19] 汪芳芳. 霍氏肠杆菌降解叶黄素的研究[D]. 郑州: 郑州轻工业大学, 2017: 15-22.

信息窗

欧洲认定普遍使用的食用色素 E-171 为危险食品添加剂

欧洲食品安全局(EFSA)发布新闻稿称,该机构不再认为普遍使用的人工色素 E-171 为安全的食品添加剂。

E-171 为二氧化钛,它可以让食物具有诱人外观,同时延长保质期。此外,二氧化钛还用于制作漆、颜料、陶瓷、玻璃、橡胶、纸张、塑料、化妆品、药物以及卫生用品。

首席专家 Maged Younes 表示:“考虑到所有可以了解到的科学研究和数据,专家小组得出结论:二氧化钛不再被认为是安全的食品添加剂。得出这一结论的

关键因素是,无法消除对二氧化钛颗粒进入体内后的遗传毒性(破坏 DNA 的能力)的担忧。摄入二氧化钛颗粒后,虽然吸收率很低,但会在体内累积。”

欧洲食品安全局还指出,无法再设定 E-171 的每日允许摄入量。

此前,法国已禁止出售带有二氧化钛的食品。欧委会和成员国打算对欧洲食品安全局的结论进行研究,再采取决定,向消费者提供建议,并制定二氧化钛的使用标准。

(来源: <http://news.foodmate.net>)