



张博,王新惠,孔波,等. 基于烟草废弃物的水热反应香料制备及卷烟加香应用研究[J]. 轻工学报,2024, 39(3):72-79.
ZHANG B, WANG X H, KONG B, et al. Hydrothermal reaction flavor preparation based on tobacco waste and cigarette flavouring application[J]. Journal of Light Industry, 2024, 39(3):72-79.
DOI: 10. 12187/2024. 03. 009

基于烟草废弃物的水热反应香料制备及卷烟加香应用研究

张博¹, 王新惠², 孔波¹, 王志国¹, 李瑞丽², 梁森², 张峻松²

1. 湖南中烟工业有限责任公司 技术研发中心, 湖南 长沙 410300;
2. 郑州轻工业大学 烟草科学与工程学院, 河南 郑州 450001

摘要: 为拓展烟草废弃物的利用途径,以废弃烟末为底物,采用水热反应制备烟用香料,利用气相色谱-质谱联用技术分析不同反应条件对香料中香味成分生成的影响,并通过感官品质评价水热反应香料的卷烟加香应用效果。结果表明:随着反应温度的升高、反应时间的延长、料液比的减小,该香料中香味成分总含量呈现先升高后降低的趋势;当反应温度为 220 ℃、反应时间为 70 min、料液比水热反应 2:11 时,香味成分的总含量最高,为 2 325. 35 μg/g,其中杂环类、酮类化合物的含量较高,醛类、酚类化合物的含量较低;该香料呈现花果香、烘焙香、焦糖香香韵特征;当香料的添加量为 4 mg/支时,卷烟的香气质、香气量均有所提升,刺激性降低,整体感官品质得到改善。

关键词: 烟草废弃物;水热反应香料;卷烟加香;香味成分;感官品质

中图分类号: TS49 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-1553(2024)03-0072-08

0 引言

在烟草种植和加工过程中,会产生大量的烟梗、烟末、低次烟叶等废弃物,除部分被用于再造烟叶制备外,大多被丢弃、填埋或作焚烧销毁处理^[1],不仅造成了资源浪费,也对环境产生了不良影响。为了实现废弃烟草资源的价值化利用,烟草行业的研究者通过探索科学的处理途径,将其制备成生物质高值燃料、功能性有效成分及烟用香料等产品^[2-4]。目前,以烟草废弃物为底物,采用溶剂浸提技术或生

物发酵技术制备烟用香料是较为常见的方法,徐秀娟等^[5]以烟叶残渣制备烟草水提物为糖源,与氨基酸进行美拉德反应制备烟用香料,发现当还原糖与谷氨酸的物质的量比为 1:0.5、反应温度 110 ℃、反应时间为 2 h 时,反应产物的感官效果最佳。朱大恒等^[6]利用从烟叶上分离纯化的产香微生物发酵烟草废弃物与豆粕的混合物,制得的烟用香料能减轻卷烟的杂气和刺激性,并显著改善其香气,使烟气更加饱满。

水热反应是一种较为常见的废弃生物质资源利

收稿日期:2023-05-09;修回日期:2023-06-12;出版日期:2024-06-15

基金项目:河南省科技攻关计划项目(182102310647);湖南中烟有限责任公司科技计划项目(KY2022XY0005)

作者简介:张博(1991—),男,辽宁省鞍山市人,湖南中烟工业有限责任公司工程师,主要研究方向为香精香料。E-mail: zhangb1203@hngy tobacco.com

通信作者:张峻松(1971—),男,河南省郑州市人,郑州轻工业大学教授,主要研究方向为烟草化学与香精香料。E-mail: 13283712413@163.com

用方法,该方法以水为溶剂,在自生压力密闭体系(150~280 ℃条件下)中将生物质转化为液相和固相水热焦燃料。相较于直接浸提法,水热反应的温度和压力较高,处于亚临界状态下的水能够促进烟草废弃物的深度转化,可获得在浸提条件下难以生成的致香物质。此外,水热反应还具有反应溶剂温和、设备体积小等优点,在生物质废弃物处理方面得到广泛应用^[7-9]。孙梦圆等^[10]对棉秆水热反应的水相产物进行分析,发现在230 ℃条件下,水相产物中的糖类物质更易于转化生成呋喃类衍生物,而在温度低于230 ℃的条件下,水相产物中木质素更多地被分解生成酚类化合物。H. Pinkowska 等^[11]利用水热反应对菜籽秸秆进行水解,发现在210 ℃条件下,半纤维素可水解为戊糖、己糖等,随着反应时间的延长,糖类物质进一步分解为糠醛、5-羟甲基糠醛、DHA 等化合物。

烟草中糖类、蛋白质、纤维素的含量较高,非常适合采用水热反应以达到提高废弃烟叶利用率和使用价值的目的。J. X. Cai 等^[12]研究了不同水热反应条件对烟梗炭化的影响,发现水热反应后,烟梗的失重、燃烧范围、特征温度均发生显著变化,着火温度和能量密度得到提高,炭化后的产物可作为固体燃料使用。P. Sanphawat 等^[13]研究发现,水热反应能促进烟草残留物中生物聚合物(纤维素、半纤维素和木质素)的裂解,将裂解产物分离后可得到重有机物、轻有机物和水相馏分组分。现有文献多以不同反应条件下反应产物的成分分析为主,对反应产物的香韵特征分析及其对卷烟感官品质的作用的研究涉及较少。

基于此,本文拟以废弃烟末为底物,采用水热反应制备烟用水热反应香料,利用气相色谱-质谱(GC-MS)联用技术分析不同反应条件对香味成分生成的影响,并分析所制香料的卷烟加香应用效果,以期烟草废弃物及其水热反应产物的多用途利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂和仪器

主要材料:烟草废弃物(废弃烟叶),产地为河

南平顶山,由天昌国际烟草有限公司天昌复烤厂提供。

主要试剂:超纯水、二氯甲烷(色谱纯)、无水乙醇(色谱纯),天津市富宇精细化工有限公司;乙酸苯酯(纯度≥99%),河北百灵威超精细材料有限公司。

主要仪器:GSH-0.10 L 型高温高压反应釜,威海朝阳化工公司;7890B/5977A 型气相色谱-质谱(GC-MS)联用仪,美国 Agilent 公司;EL204 型电子天平(感量 0.000 1 g),Mettler-Toled 上海有限公司;CIJECTOR 型香精注射机,瑞士 Burghart 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 废弃烟末水热反应条件优化 将废弃烟叶破碎后过 0.25 mm 筛网,得烟末。取 4 g 烟末置于高温高压反应釜中,加入适量去离子水搅拌均匀,密封。当温度达到设定值时开始计时,反应一定时间后停止加热,待反应釜冷却至室温后,将固液混合物进行抽滤,得到液体香料产物。

设置不同反应温度(200 ℃、210 ℃、220 ℃、230 ℃、240 ℃),研究反应温度对香料中香味成分种类和总含量的影响,反应时间设置为 30 min,料液比为 1:6(4 g 烟末加入 24 mL 去离子水)。

设置不同反应时间(30 min、50 min、70 min、90 min、110 min),研究反应时间对香料中香味成分种类和总含量的影响,反应温度为 220 ℃,料液比为 1:6。

设置不同料液比(1:4、2:9、1:5、2:11、1:6),研究料液比对香料中香味成分种类和总含量的影响,反应温度为 220 ℃,反应时间为 70 min。

1.2.2 香料中香味成分分离 准确称取 0.001 g 乙酸苯酯于 100 mL 容量瓶中,用无水乙醇定容后摇匀,配制成质量浓度为 0.010 0 mg/mL 的内标溶液,备用。

利用分液漏斗分离液体香料产物的油相和水相,分离后水相加入等体积的二氯甲烷,萃取 3 次,合并萃取液,减压蒸馏除去有机溶剂,添加 1 mL 内标溶液溶解香味成分,待测。

1.2.3 GC-MS 测定条件 使用 GC-MS 联用仪测定香料中香味成分的种类和含量,测定条件为:色谱柱为 HP-5 MS 毛细管柱(60 m×250 μm×

0.25 μm);进样口温度为 280 $^{\circ}\text{C}$;载气为 He;载气流速为 1 mL/min;分流比为 10:1;升温程序为 50 $^{\circ}\text{C}$ 保持 5 min,以 8 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升温至 280 $^{\circ}\text{C}$ 保持 20 min;传输线温度为 280 $^{\circ}\text{C}$;电离方式为 EI;电离能量为 70 eV;离子源温度为 230 $^{\circ}\text{C}$;四极杆温度为 150 $^{\circ}\text{C}$;扫描方式为全扫描;扫描范围为 50 ~ 550 amu。

1.2.4 感官品质评价方法 水热反应香料嗅香评价参考文献[14]的方法,采用香味轮廓法对香料香气特征进行评价,并记录结果。

水热反应香料卷烟加香评价:将不同反应条件下制备的液体香料分别以 75%(体积分数,下同)的乙醇为溶剂配制成质量浓度为 30 mg/mL 的加香溶液,利用卷烟加香注射机将其注入空白卷烟样品烟支,注射量为 4 mg/支,以注射相同质量的 75%乙醇的卷烟为空白对照,将加香后的卷烟样品和空白卷烟在标准环境(温度(22 $\pm$ 1) $^{\circ}\text{C}$,相对湿度(60 $\pm$ 3)%)中平衡 48 h。评吸人员参照《卷烟 中式卷烟风格感官评价方法》(YC/T 497—2014)^[15]进行感官评价,评价小组由 10 名具有评吸资质的专业人员组成。

2 结果与讨论

2.1 水热反应条件对香味成分生成的影响

2.1.1 反应温度的影响 不同温度下水热反应香料中香味成分种类和总含量如图 1 所示。由图 1 可知,当反应温度低于 220 $^{\circ}\text{C}$ 时,随着反应温度的升高,香味成分种类及总含量逐步增加,继续升高反应温度后,香味成分总含量明显下降,230 ~ 240 $^{\circ}\text{C}$ 时香味成分种类增多,总含量又出现小幅度上升。产生这种现象的原因是当反应温度过低时,烟草中半纤维素等高分子化合物分解程度较低,导致产物中香味成分含量较少;反应温度升高,有利于水解和缩合反应的进行^[16],但温度继续升高后,产物中小分子物质发生二次分解或缩合反应,部分产物进入气相,导致水相产物中香味成分含量较 220 $^{\circ}\text{C}$ 减少^[17]。因此,确定最优反应温度为 220 $^{\circ}\text{C}$ 。

2.1.2 反应时间的影响 不同时间下水热反应香料中香味成分种类和总含量如图 2 所示。由图 2 可知,反应时间在 30 ~ 70 min 时,香味成分总含量逐渐

升高,当反应时间为 70 min 时,其总含量最高,为 1 300.51 $\mu\text{g}/\text{g}$;70 min 后,总含量呈下降趋势,且下降幅度较大;香味成分的种类在 30 ~ 90 min 内逐步增加,当反应时间为 90 min 时,其种类最多,共 169 种,随后开始减少。这可能是因为烟草中淀粉等大分子物质需先水解生成小分子自由基,这些中间产物再重新结合生成香味成分,当反应时间过短时,反应不完全,随着反应时间的延长,香味成分的总含量逐渐升高,到达一定程度后,部分香味成分发生裂解,产物总含量降低^[10]。因此,确定最优反应时间为 70 min。

2.1.3 料液比的影响 不同料液比下水热反应香料中香味成分种类和总含量如图 3 所示。由图 3 可知,当料液比高于 2:11 时,随着料液比的减小,香味成分总含量不断升高,料液比为 2:11 时达最高值,

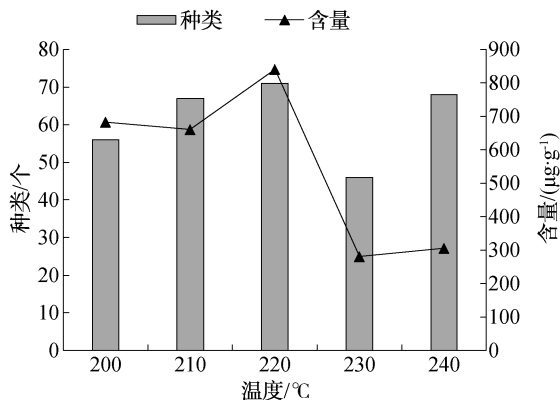


图 1 不同温度下水热反应香料中香味成分种类和总含量

Fig. 1 Types and total contents of aroma components in hydrothermal reaction flavor at different temperatures

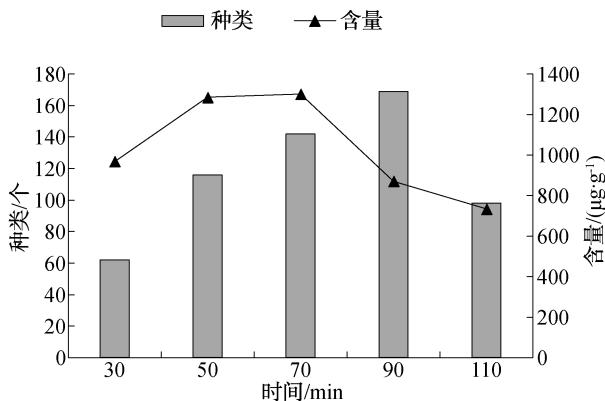


图 2 不同时间下水热反应香料中香味成分种类和总含量

Fig. 2 Types and total contents of aroma components in hydrothermal reaction flavor at different times

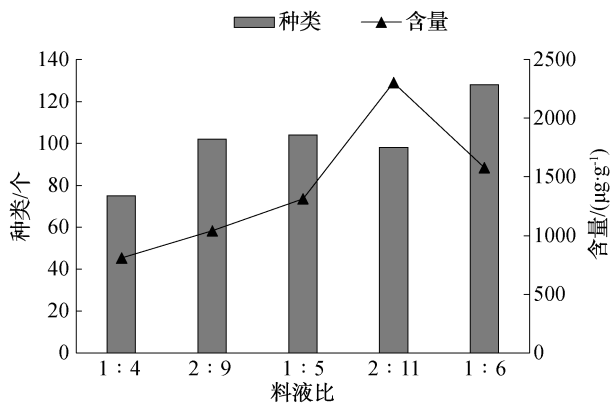


图3 不同料液比下水热反应香料中香味成分种类和总含量

Fig. 3 Types and total contents of aroma components in hydrothermal reaction flavor at different feed-to-liquid ratios

为2 303.77 μg/g;继续减小料液比后,香味成分总含量明显下降,这是因为料液比减小使溶剂与反应物的接触程度增大,反应程度增强^[16],但料液比减小到一定程度后,产物进一步分解转化,香味成分种类增多,总含量下降。因此,确定最优料液比为2:11。

2.2 水热反应香料的香味成分分析

对最优反应条件下得到的香料中的香味成分进行分析,结果见表1。由表1可知,共检测到95种香味成分,包括11种醇类、25种酮类、5种醛类、18种酯类、9种酸类、4种呋喃类、6种酚类、17种杂环类,其中杂环类化合物的含量最高,占比为54.23%;其次是酮类,占比为18.43%。

杂环化合物中鉴定出的香味成分种类和含量较为丰富,含氮杂环类物质共16种,包括吡嗪类5种、吡啶类11种,其中烟碱含量最高(为1 111.25 μg/g),其次是3-羟基吡啶、2,6-二甲基吡嗪(含量分别为25.12 μg/g、14.51 μg/g)等。这些化合物是烟草废弃物中可溶性糖、半纤维素和纤维素水解糖与氨基酸在高温高压条件下经美拉德反应生成的主要产物,具有特殊的烟草烘烤香味和坚果香气,能丰富烟香,改善余味,对卷烟的香气特征具有重要作用^[16]。

酮类化合物中羟基丙酮含量最高(为149.76 μg/g),其次是甲基环戊烯醇酮、9-羟基-4,7-巨豆二烯-3-酮(分别为78.68 μg/g、32.73 μg/g)

g)。另外,羟基丙酮具有奶香香气,能够使卷烟香气醇和,增加其天然感和厚实感;甲基环戊烯醇酮具有焦甜香气,是构成烟气焦甜香韵的关键成分^[18]。

呋喃类化合物共4种,分别是5-羟甲基糠醛、糠醛、2-(1-氧代-2-羟乙基)呋喃、2-甲基-5-(甲基硫基)呋喃,其中5-羟甲基糠醛、糠醛的含量较高,分别为82.18 μg/g和26.86 μg/g。这些化合物的生成途径主要是烟草废弃物中淀粉和半纤维素在较高温度和压力下通过水解、聚合反应产生或糖分解发生的焦糖化反应产生。M. Nagamori等^[19]研究发现,淀粉在180~240℃水热条件下会发生降解,随着时间的延长,葡萄糖进一步降解生成5-羟甲基糠醛;半纤维素在230℃、4.5 MPa水热条件下基本完全水解,生成的低聚糖可进一步分解为葡萄糖、木糖等单糖,而葡萄糖在160℃时水解,芳香环断裂生成呋喃类、醛类、酸类等小分子化合物^[20-21]。呋喃类化合物可以提供烘焙香和焦糖香气,如糠醛具有甜香和面包香;5-羟甲基糠醛具有甜香、花香、烤烟香,对烟香有重要贡献^[22]。

检测到的酚类化合物种类和含量较少,仅占香味成分总量的3.50%,其中莰萆亭的含量最高,为33.28 μg/g,其次是邻苯二酚和苯酚,这些化合物主要是由木质素少量分解得到的产物^[23]。酚类物质对烟气的香吃味和生理强度具有重要作用,如产物中的愈创木酚、邻苯二酚具有甜香香气,略带药香,可以增加烟草的酚香气息^[16]。

酯类化合物共18种,占香味成分总量的3.78%,γ-丁内酯的含量最高,其次是二氢猕猴桃内酯。这类化合物大多具有奶香、花果香、酒香和蜜香香气,如γ-丁内酯具有奶香,二氢猕猴桃内酯具有奶香和果香,将它们应用在卷烟中,具有丰富卷烟香味,降低烟气刺激性的作用^[24-26]。

酸类化合物中乙酸的含量最高,为88.02 μg/g,占酸类物质的53.6%,其次是苯乙酸和乙酰丙酸,酸性香味成分不仅可以调节卷烟的酸碱度,减轻刺激性,而且可以使余味舒适,对卷烟的香吃味具有重要作用^[27];醇类化合物中含量最高的糠醇具有谷香、油香香气,能够增加卷烟的香气浓度,其次是苯甲醇,具有水果香气,醇类物质可以丰富香韵,改善

表 1 水热反应香料香味成分分析结果

Table 1 Results of fragrance composition analysis in hydrothermal reaction flavor

			μg/g		
类别	名称	含量	类别	名称	含量
醇类	异丙醇	3. 85	醛类	香草醛	11. 37
	对羟基苯乙醇	11. 39		丁香醛	4. 97
	2-己醇	2. 24		3,4,5-三甲氧基苯甲醛	5. 81
	苯甲醇	7. 26		4-甲基-2,5-二甲氧基苯甲醛	8. 82
	3-戊烯-2-醇	5. 28		兔耳草醛	4. 19
	2,5-双(1,1-二甲基乙基)-1,4-苯二醇	5. 54		小计	35. 16
	2-环己烯-1-醇	6. 29	酯类	(±)-3-羟基-γ-丁内酯	4. 72
	3-丁烯-2-醇	3. 51		甲酸茴香酯	4. 16
	3-羟基-7,8-二氢-β-紫罗兰醇	7. 23		原甲酸三乙酯	5. 66
	糠醇	74. 85		4-庚基苯甲酸甲酯	2. 64
	3-羟基-5-甲氧基-苯甲醇	7. 68		[1,1'-联苯]-2-乙酸酯	5. 07
	小计	135. 12		(2-甲基-4-氧代-2,3,4,5-四氢苯并[b][1,4]二氮杂-1-基)乙酸乙酯	9. 28
酮类	羟基丙酮	149. 76		巴豆酸甲酯	3. 31
	3-羟基-2-丁酮	26. 01		β-[5-乙基-吡啶-2-基]丙烯酸甲酯	4. 29
	1-羟基-2-丁酮	17. 18		戊酸甲酯	5. 82
	甲基环戊烯醇酮	78. 68		γ-丁内酯	10. 65
	2,5-己二酮	4. 72		DL-泛酰内酯	8. 69
	3-甲基-2-环戊烯-1-酮	1. 6		戊二酸-2-降冰片基-3-酯	3. 77
	3-甲基环戊烷-1,2-二酮	5. 09		4-叔丁基苯甲酸乙烯酯	2. 15
	2-羟基-3,4-二甲基-2-环戊烯-1-酮	10. 86		2E-十三碳烯基泰格酸酯	3. 33
	乙基环戊烯醇酮	20. 02		2,5-二甲基乙酸苯酯	4. 28
	4-(1-甲基乙基)-2-环己烯-1-酮	4. 96		Z-8-甲基-9-十四碳烯-1-乙酸酯	4. 95
	4-羟基-3-甲氧基苯丙酮	2. 12		二氢猕猴桃内酯	4. 14
	9-羟基-4,7-巨豆二烯-3-酮	32. 73		小计	86. 91
	1,2-环戊二酮	2. 95	酚类	愈创木酚	7. 95
	4-(3-羟基丁基)-3,5,5-三甲基-2-环己烯-1-酮	4. 97		莨菪亭	33. 28
	1-(4-叔丁基苯基)丙-2-酮	13. 88		邻苯二酚	17. 32
	频哪酮	3. 14		2,2'-亚甲基双[6-(1,1-二甲基乙基)-4-甲基-苯酚	1. 18
	5-乙基-4-甲基-5-庚烯-3-酮	2. 67		苯酚	10. 78
	十氢化萘-1,8-二酮	7. 08		2,6-二甲基-1,4-苯二酚	4. 74
	4-甲基-1-噻吩-2-基戊烷-1,3-二酮	6. 91		2-异丙基苯硫酚	5. 3
	4-甲氧基-3-羟基苯乙酮	5. 55		小计	80. 55
	1-(2-甲基-1,2,4-三唑-3-基)乙酮	3. 49	杂环类	2,3-二氢-2,7-二甲基呋喃并[2,3c]吡啶	3. 21
	4,7,9-巨豆三烯-3-酮	4. 03		3,5-二甲基-2-(2-呋喃基)吡啶	9. 74
	3-甲氧基-5-甲基苯丙酮	5. 27		吡啶	3. 79
	5,6-二甲氧基-1-茛酮	6. 53		2-甲基吡嗪	9. 55
	1-(4-羟基-3-异丙烯基-4,7,7-三甲基-环庚-1-烯基)-乙酮	3. 68		2-乙基-6-甲基吡嗪	10. 09
	小计	423. 88		3-羟基吡啶	25. 12
呋喃类	2-(1-氧代-2-羟乙基)呋喃	15. 72		3-(1-丙基-2-吡咯烷基)-吡啶	1. 56
	糠醛	26. 86		2,3'-联吡啶	9. 77
	5-羟甲基糠醛	82. 18		2,6-二甲基吡嗪	14. 51
	2-甲基-5-(甲硫基)呋喃	5. 86		1-丙-1-烯基-2H-吡嗪	2. 92
	小计	13. 62		4-羟基吡啶	12. 42
酸类	乙酸	88. 02		3-羟基吡啶-N-氧化物	5. 47
	丙酸	5. 57		2-甲基-3-(2-甲基丙基)吡嗪	3. 32
	苯甲酸	6. 43		1-亚硝基-3,6-二氢-2H-吡啶	8. 22
	苯乙酸	16. 61		3-(吡咯烷-2-基)吡啶	4. 83
	异戊酸	2. 92		烟碱	1 111. 25
	1H-咪唑-4-甲酸	5. 7		四氢-2-[2-(亚甲基环丙基)乙氧基]-2H-吡喃	11. 47
	乙酰丙酸	16. 24		小计	1 247. 24
	蚕豆酸	15. 96			
	糠酸	2. 89			
	小计	160. 34			

烟香和吸味;醛类化合物仅鉴定出 5 种,包括香草醛、丁香醛、3,4,5-三甲氧基苯甲醛、4-甲基-2,5-二甲氧基苯甲醛、兔耳草醛,其中香草醛的含量最高,具有可以赋予卷烟甜味的香茱兰气息^[28]。

2.3 水热反应香料感官品质评价

2.3.1 嗅香评价结果 水热反应香料香气特征轮廓雷达图如图 4 所示。由图 4 可知,最优条件下制备的香料以烘焙香(6.0 分)和焦香(5.0 分)为主体香韵,花香(3 分)、甜香(3 分)、果香(4 分)为辅,整体留香持久。

2.3.2 卷烟加香评价结果 添加水热反应香料前后卷烟香气特征、烟气特征和舒适感特征评价结果

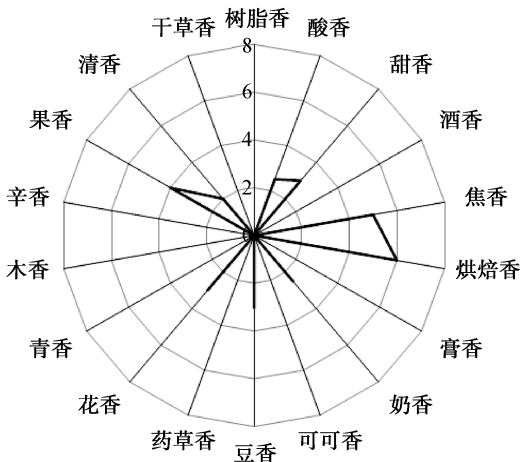


图 4 水热反应香料香气特征轮廓雷达图
Fig. 4 Radar map of the aroma profile of hydrothermal reaction flavor

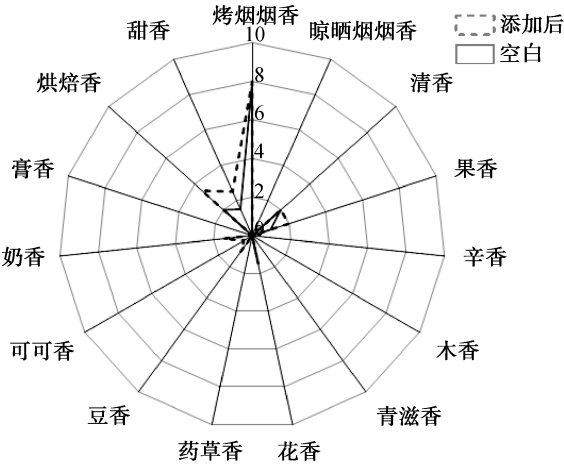


图 5 添加水热反应香料前后卷烟香气风格评价结果
Fig. 5 Evaluation results of cigarette aroma styles before and after adding hydrothermal reaction flavor

如图 5—7 所示。由图 5—7 可知,空白卷烟以烤烟烟香为主,清香和烘焙香为辅,整体香气丰富性稍显不足,但协调性较好;在香气表现上,施加水热反应香料后,烟气中烘焙香(由 2 分提高到 3.5 分)、花香(由 0.5 分提高到 1.5 分)、甜香(由 1.5 分提高到 2.5 分)、果香(由 1 分提高到 2 分)明显增强;新增的有奶香和可可香,整体香气风格协调性较好,添加水热反应香料后,香味物质对卷烟香气、丰富性、烟气浓度均有一定程度的改善。在烟气特征方面,香气的丰富性较好,香气量增加,烟气浓度有所提高。综上所述,添加水热反应香料整体上可以改善卷烟的感官品质。

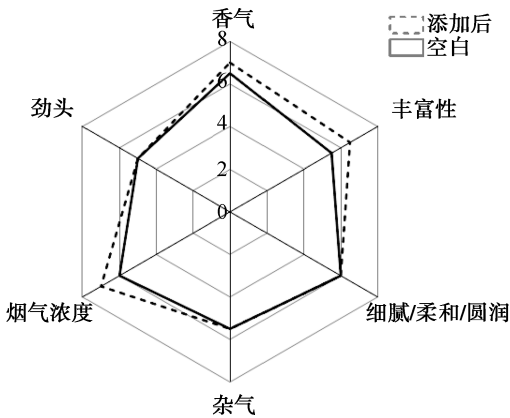


图 6 添加水热反应香料前后卷烟烟气特征评价结果
Fig. 6 Evaluation results of cigarette smoke characteristics before and after adding hydrothermal reaction flavor

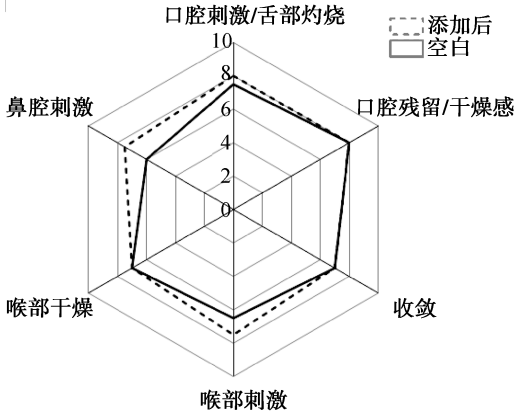


图 7 添加水热反应香料前后卷烟舒适感特征评价结果
Fig. 7 Evaluation results of comfort characteristics of cigarettes before and after adding hydrothermal reaction flavor

3 结论

本研究以烟草废弃物为底物,通过水热反应制备烟用香料,采用 GC-MS 技术分析不同反应条件下生成香料中的香味成分种类和总含量,以确定最优水热反应条件,并通过感官评价分析了水热反应香料在卷烟加香中的作用。结果表明:随着反应温度、反应时间、料液比的减小,香味成分的总含量呈先升高再降低的趋势;当反应温度为 220 ℃、反应时间为 70 min、料液比为 2:11 时,香味成分的总含量最高,为 2 325.35 μg/g,其中杂环类、酮类化合物的含量较高,醛类、酚类化合物的含量较低;水热反应香料主要呈现花果香、烘焙香、焦糖香香韵,当添加量为 4 mg/支时,可以提高卷烟的香气质和香气量,降低烟气刺激性。本研究制备的水热反应香料在卷烟加香中展现出较好的应用效果,可为烟草废弃资源的高值化利用提供思路与参考。

参考文献:

- [1] 姚浩东,冯书强,郭金梁,等.烟梗废弃物的综合利用现状[J].食品工业,2023,44(10):263-269.
- [2] 游霞,刘彩红,崔步云,等.复合酶处理废弃烟末制备烟用美拉德香精[J].食品与生物技术学报,2018,37(10):1114-1119.
- [3] 杜康.云南烟草精油的提取及新植二烯的纯化工工艺研究[D].昆明:昆明理工大学,2020.
- [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] 徐秀娟,茅中一,杨春强,等.基于烟草水提物的 Mailard 反应产物影响因素[J].烟草科技,2022,55(3):39-49.
- [6] 朱大恒,韩锦峰,周御风,等.利用产香微生物发酵生产烟用香料技术及其应用[J].烟草科技,1997(1):28-29.
- [7] LENG L J, LI J, WEN Z Y. Use of microalgae to recycle nutrients in aqueous phase derived from hydrothermal liquefaction process[J]. Bioresource Technology, 2018, 256: 529-542.
- [8] LENG L J, LENG S Q, CHEN J. The migration and transformation behavior of heavy metals during co-liquefaction

- of municipal sewage sludge and lignocellulosic biomass[J]. Bioresource Technology, 2018, 259: 159-163.
- [9] 徐永洞,刘志丹.生物质水热液化水相产物形成机理及资源回收[J].化学进展,2021,33(11):2150-2162.
- [10] 孙梦圆,张守玉,王才威,等.棉秆水热及水热氧化过程水相产物分析研究[J].化工学报,2020,71(5):2382-2388.
- [11] PINKOWSKA H, WOLAK P. Hydrothermal decomposition of rapeseed straw in subcritical water: Proposal of three-step treatment[J]. Fuel, 2013, 113: 340-346.
- [12] CAI J X, LI B, CHEN C Y, et al. Hydrothermal carbonization of tobacco stalk for fuel application[J]. Bioresource Technology, 2016, 220: 305-331.
- [13] SANPHAWAT P, THOSSAPORN O, RUETAI S, et al. Compositional analysis of bio-oils from hydrothermal liquefaction of tobacco residues using two-dimensional gas chromatography and time-of-flight mass spectrometry[J]. Science Progress, 2021, 104(4): 1-12.
- [14] 孔波,蔡佳校,邹有,等.基于 NSGA-II 遗传算法的烟用香精数字化调香研究及应用[J].烟草科技,2020,53(2):72-79.
- [15] 国家烟草专卖局.卷烟 中式卷烟风格感官评价方法:YC/T 497—2014[S].北京:中国标准出版社,2014.
- [16] 张洪伟,张顺元,张克江.生物质水热液化研究进展[J].生物质化学工程,2024,58(1):67-76.
- [17] 岳先领,刘克强,关体青,等.外源氨基酸对废弃烟草水热液相香味产物的影响[J].农产品加工,2024(2):21-26.
- [18] 刘天择,杨菁,汪旭,等.不同部位烤烟化学成分及热解产物与加热卷烟感官质量的关系[J].中国烟草科学,2023,44(1):77-84.
- [19] NAGAMORI M, FUNAZUKURI T. Glucose production by hydrolysis of starch under hydrothermal conditions[J]. Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 2004, 79(3): 229-233.
- [20] ARAI T, BIELY P, UHLIRIKOVÁ I, et al. Structural characterization of hemicellulose released from corn cob in continuous flow type hydrothermal reactor[J]. Journal of Bioscience and Bioengineering, 2018, 127(2): 222-230.
- [21] SEVILLA M. FUERTES A B. The production of carbon materials by hydrothermal carbonization of cellulose[J]. Carbon, 2009, 47(9): 2281-2289.
- [22] 司晓喜,向本富,蒋薇,等.加热卷烟气溶胶中香气成分的 GC-MS/MS 同时测定和比较[J].食品与机械,2021,37(6):86-96.
- [23] LIU A, PARK Y K, HUANG Z L, et al. Product identification and distribution from hydrothermal conversion of Wal-

nut shells[J]. *Energy & Fuels*,2006,20(2):446-454.

[24] 王浩雅,王乃定,张强,等. 水孔蛋白正渗透膜浓缩烟草香料的品质分析[J]. *中国烟草科学*,2021,42(6):86-91.

[25] 徐秀娟,洪祖灿,柴国璧,等. 基于香气活性值的烟草提取物成分分析及感官作用评价[J]. *轻工学报*,2023,38(2):63-71.

[26] 胡仙妹,张晨,杨雪鹏,等. 不同干燥方式对烟用细菌纤维素结构及挥发性香味成分的影响[J]. *轻工学报*,2023,38(4):77-83.

[27] 沈梦浩,刘博,乔跃辉,等. 基于香气活力值的加拿大烟叶主流烟气关键酸性香气成分分析[J]. *云南农业大学学报(自然科学)*,2023,38(3):456-464.

[28] 郭华诚,张月华,李阳光,等. 烟丝挥发性香味物质与卷烟感官质量的相关性研究[J]. *食品与机械*,2019,35(1):209-212.

Hydrothermal reaction flavor preparation based on tobacco waste and cigarette flavouring application

ZHANG Bo¹, WANG Xinhui², KONG Bo¹, WANG Zhiguo¹, LI Ruili²,
LIANG Miao², ZHANG Junsong²

1. *Technology Center, China Tobacco Hunan Industrial Co.,Ltd., Changsha 410300, China;*

2. *College of Tobacco Science and Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China*

Abstract: In order to expand the utilization of waste tobacco, hydrothermal reaction technology was used to prepare tobacco hydrothermal reaction flavors based on waste tobacco. The effects of different reaction conditions on the generation of aroma components in the flavor were analysed using gas chromatography-mass spectrometry. Evaluation of hydrothermal reaction flavor for cigarette flavouring applications by sensory quality assessments. The results showed that with the increase of reaction temperature, reaction time and the decrease of solid-liquid ratio, the total-content of aroma components in the hydrothermal reaction spices showed a trend of increasing and then decreasing. At the reaction temperature of 220 ℃, reaction time of 70 min and a solid-liquid ratio of 2:11, the total aroma composition was the highest at 2 325.35 μg/g, of which the content of heterocyclic and ketones was higher and the content of aldehydes and phenolic compounds was lower. The hydrothermal reaction flavor have the characteristics of floral, baking and caramel aromas. When the hydrothermal reaction flavor was added at a level of 4 mg/cigarette, the aroma quality and aroma volume of the cigarettes were increased, the irritation was reduced, and the overall organoleptic quality was improved.

Key words:tobacco waste;hydrothermal reaction flavor;cigarette flavouring;aroma composition;sensory quality

[责任编辑:吴晓亭]