

复合酶处理废次烟末制备烟草浸膏

韦杰^{1,2}, 冀志霞², 陈守文²

(1. 广州凯虹香精香料有限公司, 广东广州 510550) (2. 华中农业大学生命科学技术学院, 湖北武汉 430070)

摘要: 对果胶酶、纤维素酶、 α -淀粉酶和中性蛋白酶四种酶的复合酶处理烟末制备烟草浸膏的工艺进行了研究。优化了酶添加量、作用时间、作用温度和作用 pH, 优化条件为: 果胶酶、纤维素酶、 α -淀粉酶和中性蛋白酶的添加量分别为 0.05%、0.15%、0.05%、0.15%, 处理温度 50 °C, 处理时间 1 h, pH 自然。与对照比较, 酶法处理后制备的浸膏烟气浓度和劲头明显增加, 烟气柔和细腻, 有润感和甜感, 喉部和鼻腔无刺激, 烟香丰富, 有烘烤香和果甜香。处理后的浸膏中还原糖含量增加了 123%, 氨基酸含量增加了 74%, 蛋白质含量变化不大。GC/MS 分析表明, 经酶处理后, 对烟草香气有重要贡献的物质如茄酮、巨豆三烯酮、3-羟基- β -大马酮、紫罗兰醇以及紫罗兰酮等物质含量均有所增加, 且非酶促棕色化反应产物 5,6-二氢-2H-吡喃-2-酮、3,5-二羟基-2-甲基-4(H)吡喃-4-酮、2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4(H)吡喃-4-酮及 2,6-二甲基-4-硫代吡喃酮等含量也明显提高。

关键词: 废弃烟末; 复合酶; 烟草浸膏; GC-MS 分析

文章编号: 1673-9078(2012)2-176-181

Preparation of Tobacco Wastes Extracts with Complex Enzymes

WEI Jie^{1,2}, JI Zhi-xia², CHEN Shou-wen²

(1. Guangzhou Kaihong Flavors & Fragrances Co., Ltd, Guangzhou 510550, China)

(2. College of Life Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: The complex enzymes (pectinase, cellulase, α -amylase and neutral protease) were used for preparation of tobacco extract. The optimum amounts of the four enzymes were: pectinase 0.05%, cellulase 0.15%, α -amylase 0.05% and protease 0.15%. And the optimum treatment temperature, time and pH were 50 °C, 1 h and natural, respectively. The evaluation of smoking showed that, compared with the control, the concentration and strength of the smoke significantly increased, which was delicately aromatic with a sweet taste. It was soft, sweet and delicate, without stimulation to the throat and nose, and the coarse odor declines obviously. Its reduce sugar content were improved of 123%, free amino acid content was stepped up 74%, while the protein content showed little changes. GC / MS analysis showed that the important aroma substances of the treatment, such as solanone, megastigmatrienone, 3-hydroxy- β -damascone, ionol and ionone were increased. And Maillard reaction product of 5,6-dihydro-2H-pyran-2-one, 3,5-dihydroxy-2-methyl-4(H) pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4(H) pyran-4-one and 2,6-dimethyl-4-thiopyrone also has improved so visibly.

Key words: tobacco waste; complex enzymes; tobacco extract; GC-MS analysis

烟草是世界上重要的经济作物, 我国作为烟草种植大国, 种植面积约 130 万 hm^2 , 年产量 450~500 万 t。在卷烟加工生产中会产生大量的烟草废弃物, 我国烟草废弃物的年总量约在 90~100 万 t, 其中大部分被废弃, 不仅造成了资源的浪费, 而且严重污染环境^[1~3]。随着烟草行业的发展, 如何发挥这些废弃物的潜在价值, 对其进行综合利用, 已成为烟草行业及相关领域科研工作者研究的热点。

早在 1965 年, 美国菲利普·莫里斯公司的 Spann 就对烟草薄片的酶处理进行过研究。他们将烟梗含量约 50% 的烟末制成固形物含量为 12%~18% 的稠浆, 加入 0.075%~0.75% 的纤维素酶, 调 pH 值到 4.5, 于室温下放置过夜发酵, 制成烟草薄片^[4,5]。近年来, 随

收稿日期: 2011-11-14

着酶学研究的深入, 酶法制备烟草香料已逐渐成为研究热点。烟草中的淀粉、纤维素、半纤维素、果胶质、蛋白质等大分子物质的含量被认为与烟草质量指标呈负相关关系, 还原糖、有机酸、氨基酸等小分子物质则被认为与烟草特征香气成分的生成关系密切, 与烟草质量指标呈正相关^[6~9]。烟末中纤维素、半纤维素、木质素及果胶含量较高, 还原糖、氨基酸和可溶性总糖含量很低, 目前主要通过用一些水解酶类将纤维素、果胶、蛋白质等一些大分子物质水解成寡糖、单糖、氨基酸等小分子物质, 以达到提高浸膏香料香气成分的目的。

本研究选用纤维素酶、果胶酶、 α -淀粉酶和中性蛋白酶处理烟末, 旨在通过提高浸膏中水溶性糖及氨基酸含量, 最终达到提高浸膏质量的目的。

1 材料和方法

1.1 材料

果胶酶购买自 Sigma 公司, 活力为 50343 U/g; 纤维素酶、 α -淀粉酶和中性蛋白酶购自杭州中香化学有限公司, 活力分别为 10403 U/g、1861 U/g 和 43104 U/g; 废次烟末, 汉阳卷烟厂提供; 茛三酮、正丙醇、正丁醇、乙二醇、乙酸-乙酸钠缓冲液、考马斯亮蓝 G250、乙醇、磷酸、蒸馏水、蒽酮、 H_2SO_4 、3,5-二硝基水杨酸、NaOH 溶液、酒石酸钾钠、结晶酚、亚硫酸钠均为分析纯, 国药集团化学试剂有限公司提供。

1.2 主要仪器和设备

手提式粉碎机 HK-02A, 广州市旭朗机械设备有限公司; 数显恒温水浴锅 HH-6, 常州澳华仪器有限公司; 旋转蒸发器 RE-5IAA, 上海亚荣生化仪器厂; SHZ-D 循环式真空泵, 巩义市予华仪器有限公司; 5810R 冷冻型台式大容量高速离心机, 德国 EPPENDORF 公司; Agilent 7980A/5975GC 气-质联用仪, 美国安捷伦科技公司; 打烟机, 德国 FABRIQUE EN ALLEMAGNE 公司。

1.3 工艺和方法

1.3.1 烟草浸膏的制备

烟草浸膏制备工艺如下: 实验中采用果胶酶、纤维素酶、淀粉酶和中性蛋白酶四种酶进行酶解, 初始条件为 pH 6.0、温度 40 °C, 酶解 2 h。

废弃烟末→粉碎、加水搅拌→100 °C 蒸煮 30 min→酶处理→灭酶、回流处理→过滤、浓缩→95%酒精溶液处理→-20 °C 沉降→离心、浓缩→烟草浸膏

1.3.2 烟草浸膏评吸评价

准确称取 0.040 g 浸膏至 5 mL 小烧杯, 加 1.60 g 蒸馏水稀释, 用喉头喷雾器均匀喷洒于 40 g 空白烟丝, 装入封口袋, 吹气使封口袋鼓起, 将袋口封住, 放在烘箱中 80 °C 平衡 0.5 h, 打烟给专业评吸人员评吸。

1.3.3 化学组分测定^[10]

水溶性总糖的测定, 采用蒽酮比色法; 还原糖测定的测定, 采用 DNS 比色法; 总游离氨基酸的测定, 采用茛三酮显色法; 蛋白质含量测定, 采用 Bradford 法。

1.3.4 香气成分 GC/MS 分析

样品前处理: 取 50 mL 平底试管, 准确称取 3 g 烟草浸膏样品, 向平底试管内加入 10 mL 纯净水和内

标物乙酸苯乙酯, 摇匀, 再加入 5 mL 二氯甲烷, 180 r/min 摇床机械震荡 15 min, 静置分层, 取出二氯甲烷相, 氮气保护下浓缩至 1 mL, 进行气质分析。设所有检测出的物质相对于内标的校正因子为 1, 采用相对定量的方法计算各致香成分的含量^[11]。

GC/MS 条件: HP-5MS (30 m×250 μ m×0.25 μ m) 毛细管柱; 进样口温度, 250 °C; 载气及流速, He, 1 mL/min; 柱头压, 7.6522 psi; 进样量, 1 μ L; 分流比, 10:1; 程序升温, 40 °C (3 min) 以 8 °C/min 升到 150 °C 再以 3 °C/min 升到 250 °C (5 min); 溶剂延迟, 4 min; 传输线温度, 280 °C; EI 源电子能量, 70 eV; 离子源温度, 230 °C; 四极杆温度, 150 °C; 质谱扫描范围, 30~400 amu; 应用 NIST08 谱库进行检索。

2 结果与分析

2.1 酶处理条件优化

2.1.1 酶添加量的影响

表 1 酶添加量的正交试验因素水平表

Table 1 Factors and their levels employed in the orthogonal test

因素	水平/(mV)			
	1	2	3	4
A(果胶酶添加量/%)	0.05	0.10	0.15	0.20
B(纤维素酶添加量/%)	0.05	0.10	0.15	0.20
C(淀粉酶添加量/%)	0.05	0.10	0.15	0.20
D(中性蛋白酶添加量/%)	0.05	0.10	0.15	0.20

果胶酶、纤维素酶和淀粉酶分别可以使废弃烟末中的果胶质、纤维素和淀粉等大分子物质降解为水溶性糖, 中性蛋白酶可以使蛋白质降解生成总游离氨基酸。在单酶实验的基础上, 采用 4 因素 4 水平正交试验对四种酶的添加量优化(表 1), 通过提高浸膏中水溶性糖和氨基酸含量, 降低蛋白质含量来达到提高浸膏质量的目的。水溶性总糖、氨基酸及蛋白质含量测定结果见表 2。

由表 2 中数据得知 C 因素即 α -淀粉酶对水溶性总糖含量影响较大, 而 D 因素中性蛋白酶对氨基酸及蛋白质的含量影响较大。为使水溶性糖及氨基酸含量尽可能升高, 蛋白质含量尽可能降低, 综合考虑各因素对表 2 中成分的影响, 选用果胶酶添加量(mV)0.05%, 纤维素酶添加量 0.15%, α -淀粉酶添加量 0.05%, 中性蛋白酶 0.15%。

表2 复合酶处理制备烟草浸膏中水溶性糖、氨基酸及蛋白质含量测定结果

Table 2 The results of water soluble sugar, amino acid and protein in tobacco wastes extract treated with complex enzymes

试验号	A	B	C	D	水溶性总糖含量/(mg/g 浸膏)				氨基酸含量/(mg/g 浸膏)				蛋白质含量/(mg/g 浸膏)			
1	1	1	1	1	306.92±1.81				26.54±0.47				11.77±0.43			
2	1	2	2	2	248.27±2.27				29.75±2.33				13.69±0.12			
3	1	3	3	3	258.85±3.17				31.21±0.00				13.63±3.29			
4	1	4	4	4	242.18±1.81				35.56±1.87				15.62±1.36			
5	2	1	2	3	245.71±2.27				30.88±1.00				13.08±0.00			
6	2	2	1	4	245.71±1.31				35.22±2.74				14.58±3.29			
7	2	3	4	1	289.94±3.17				30.78±0.33				10.54±0.74			
8	2	4	3	2	250.83±1.59				27.67±1.00				15.76±1.67			
9	3	1	3	4	218.46±1.54				30.26±0.13				15.20±0.25			
10	3	2	4	3	263.33±3.63				30.83±2.27				19.53±5.64			
11	3	3	1	2	249.87±0.91				20.71±0.20				14.31±4.47			
12	3	4	2	1	262.05±0.00				24.46±1.53				11.89±2.92			
13	4	1	4	2	230.64±0.91				27.76±0.20				17.16±2.67			
14	4	2	3	1	234.17±0.45				27.29±1.27				10.68±3.41			
15	4	3	2	4	279.68±2.04				39.51±0.27				15.06±1.98			
16	4	4	1	3	307.88±3.31				32.06±1.33				14.96±1.18			
	水溶性总糖含量				氨基酸含量				蛋白质含量							
K1	264.1	250.4	277.6	273.3	30.71	28.86	30.63	27.27	13.68	14.3	13.91	11.22				
K2	258	247.9	258.9	244.9	31.14	30.77	31.15	28.47	13.49	14.62	13.43	15.23				
K3	248.4	269.6	240.6	268.9	28.57	32.55	29.11	31.24	15.23	13.38	13.82	15.3				
K4	263.1	265.7	256.5	246.5	31.66	29.89	31.18	35.09	14.47	14.56	15.71	15.12				
极差	15.6	21.7	37	28.4	3.09	3.69	2.08	7.82	1.74	1.24	2.28	4.08				
排序	4	3	1	2	3	2	4	1	3	4	2	1				

2.1.2 酶作用时间的影响

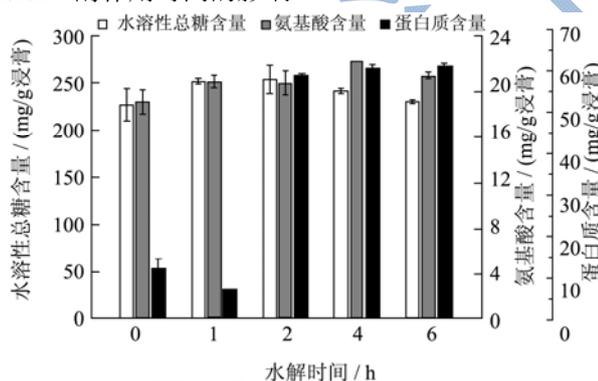


图1 复合酶不同处理时间制备浸膏中水溶性糖、氨基酸及蛋白质含量测定结果

Fig.1 The contents of water soluble sugar, amino acid and protein in tobacco wastes extract treated by complex enzymes for different time

果胶酶添加量 0.05%，纤维素酶添加量 0.15%，α-淀粉酶添加量 0.05%，中性蛋白酶 0.15%，考察处理时间为 1 h、2 h、4 h、6 h 时对烟草浸膏中主要化学成分的影响，0 h 为对照。

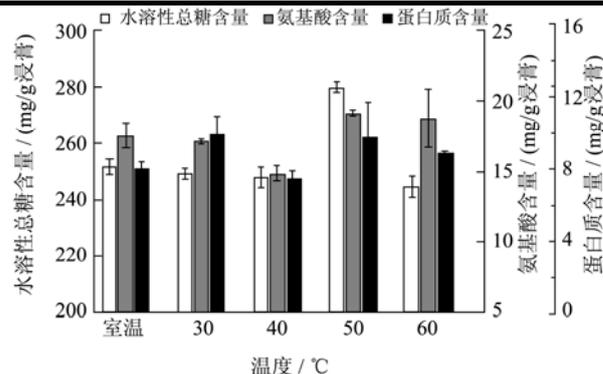


图2 复合酶不同温度处理制备浸膏中水溶性糖、氨基酸及蛋白质含量测定结果

Fig.2 The contents of water soluble sugar, amino acid and protein in tobacco wastes extract treated by complex enzymes at different temperatures

由图1可以看出，随着作用时间的延长，氨基酸和水溶性糖含量较对照均有所增加，但变化不明显，而蛋白质含量则在短暂的减少后急剧增加，这一现象可能是此时中性蛋白酶与废次烟末中的蛋白质已充分反应，而随着时间的延长，酶蛋白又溶解在反应体系

中所致,故选用处理时间为1 h。

2.1.3 酶作用温度的影响

果胶酶添加量 0.05%, 纤维素酶添加量 0.15%, α -淀粉酶添加量 0.05%, 中性蛋白酶 0.15%, 处理时间 1 h, 考查不同温度对浸膏中主要化学成分的影响。

由图 2 可以看出,与对照相比,50 °C 时水溶性糖含量明显增高,其他温度则相差不大,氨基酸含量的变化不大,蛋白质含量除了 40 °C 时略微降低之外,其他处理都相对增加,可能与中性蛋白酶在 40 °C 有最大活性有关。综合考虑,选择 50 °C 为较适处理温度。

2.1.4 酶作用 pH 的影响

果胶酶添加量 0.05%, 纤维素酶添加量 0.15%, α -淀粉酶添加量 0.05%, 中性蛋白酶 0.15%, 50 °C 处理 1 h, 考查不同 pH 对浸膏中主要化学成分的影响。

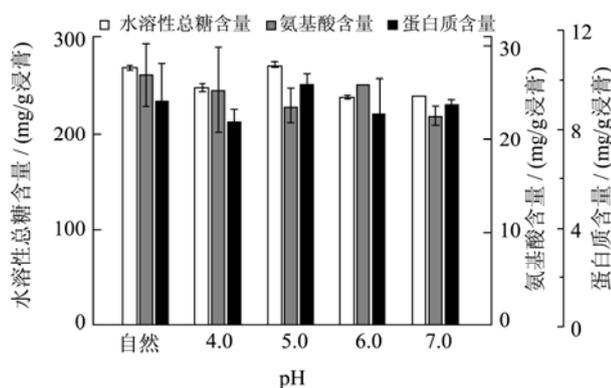


图 3 复合酶不同 pH 处理制备浸膏中水溶性糖、氨基酸及蛋白质含量测定结果

Fig.3 The contents of water soluble sugar, amino acid and protein in tobacco wastes extract treated by complex enzymes with different pH values

从图 3 可以看出,与对照相比,水溶性糖含量除 pH 5.0 时略高以外,其他处理含量均降低,而 pH 5.0 蛋白质含量也较对照高,氨基酸含量较对照都略有降低。考虑到实际应用中的成本,选择 pH 自然。

2.2 评吸评价

对复合酶在果胶酶、纤维素酶、 α -淀粉酶和中性蛋白酶的添加量分别为 0.05%、0.15%、0.05%、0.15%, 处理温度 50 °C, 处理时间 1 h, pH 自然条件下处理烟末制备的烟草浸膏进行评吸评价,与对照相比,烟气浓度和劲头明显增加,烟气柔和细腻,有润感和甜感,喉部和鼻腔无刺激,烟香丰富,有烘烤香和果甜香。

2.3 化学组分测定

对经酶处理后制备的样品中还原糖、氨基酸和蛋白质的含量测定,结果见表 4。表 4 结果表明,酶处

理后还原糖含量增加了 123%, 氨基酸含量增加了 74%, 蛋白质含量变化不大。这说明淀粉酶、纤维素酶和果胶酶使废弃烟末中的淀粉、纤维素和果胶水解为水溶性糖,促进了浸膏中还原糖的积累,并且中性蛋白酶的水解作用促进了氨基酸的释放,但由于酶蛋白的加入,使得样品中的蛋白质含量并无明显变化。

表 4 酶处理对烟草浸膏中还原糖、氨基酸和蛋白质浓度的影响

Table 4 Effect of enzymes on the concentrations of reducing sugar, amino acid and protein of tobacco extract

样品	还原糖含量 / (mg/g 浸膏)	氨基酸含量 / (mg/g 浸膏)	蛋白质含量 / (mg/g 浸膏)
对照	113.61±0.01	15.45±0.13	8.96±0.50
酶处理	253.74±2.27	26.96±2.34	9.75±1.58

2.4 酶处理前后浸膏中挥发性香气成分比较

果胶酶、纤维素酶、 α -淀粉酶和中性蛋白酶的添加量分别为 0.05%、0.15%、0.05%、0.15%, 处理温度 50 °C, 处理时间 1 h, pH 自然条件下处理烟末制备烟草浸膏,按 1.2.4 处理方法对其挥发性香气组分分析,并与对照比较,分析结果见表 5。

表 5 酶处理前后挥发性香气成分比较

Table 5 Comparison of volatile aroma compositions between the samples with enzymes treatment and the control

序号	RT/min	化合物	$\mu\text{g/g}$ 浸膏	
			对照	处理
1	4.61	甲苯	-	0.002
2	6.83	对二甲苯	0.003	0.006
3	8.13	2-甲基丁酸	0.028	0.039
4	12.32	山梨酸	0.027	0.068
5	12.42	麦芽酚	-	0.007
6	13.06	2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4(H)吡喃-4-酮	0.005	0.017
7	13.87	5,6-二氢-2H-吡喃-2-酮	0.005	0.016
8	13.95	乙基麦芽酚	0.003	0.028
9	14.02	苯甲酸	0.004	0.018
10	14.11	3,5-二羟基-2-甲基-4(H)吡喃-4-酮	-	0.005
11	15.04	乙酸苯乙酯(内标物)		
12	15.32	2-甲基-1-丁烯-3-炔	-	0.003
13	15.33	苯乙酸	0.018	0.027
14	15.76	5-乙酸甲基-2-咪喃甲醛	0.003	-
15	15.90	4-乙烯基-2-甲氧基苯酚	0.004	0.011
16	16.66	茄酮	0.008	0.041
17	17.04	2-甲基-苯甲醇	0.001	-
18	17.11	2,4,6-三甲基-1,3,6-庚三烯	-	0.004

转下页

接上页				56	36.12	氧化石竹烯	0.048	0.177	
19	17.44	香兰素	0.004	0.014	57	36.15	长叶烯	-	0.08
20	17.83	麦斯明	-	0.014	58	36.34	次亚麻油酸	0.045	0.126
21	18.93	二氢-β-紫罗兰酮	-	0.016	59	36.74	新丁子香烯氧化物	-	0.004
22	19.10	邻氯苯乙酮	-	0.006	60	37.19	喇叭醇	0.124	0.353
23	19.68	芳樟醇	-	0.008	61	37.40	4-(2,2-二甲基-6-亚甲基环己基)-2-丁酮	0.055	0.105
24	19.93	2, 3-联吡啶	0.018	0.076	62	37.72	绿花白千层醇	0.125	0.023
25	20.54	四氧茴香醚	0.002	0.014	63	38.06	蓝桉烯	0.123	0.092
26	21.12	4-甲基-5-硝基-1H-咪唑	-	0.013	64	38.74	(1S, 2E, 4S, 5R, 7E, 11E)-西松烷基-2, 7, 11-三己烯-4, 5-二醇	0.061	0.139
27	21.56	4-羟基-β-紫罗兰酮	-	0.031	65	39.73	Spiro[4.5]decan-7-one, 1,8-dimethyl-8,9-epoxy-4-isopropyl-	0.007	0.002
28	21.75	3-羟基-β-大马酮	0.013	0.128	66	40.49	喇叭烯氧化物	0.023	0.138
29	21.94	巨豆三烯酮	0.002	0.047	67	42.14	1-(4-tert-Butylphenyl)propan-2-one	0.009	0.166
30	22.23	紫罗兰醇	-	0.021	68	42.70	寸拜醇	0.058	0.136
31	22.73	4-氧代-α-紫罗兰醇	0.127	0.351	69	43.63	3-buten-2-one, 4-(5,5-dimethyl-1-oxaspiro[2.5]oct-4-yl)	0.054	0.071
32	23.03	3,5-二甲氧基-4-羟基苯甲醛	-	0.011	70	44.50	2,6-二甲基-4-硫代呋喃酮	0.006	0.013
33	24.05	6-亚甲基-螺[4.5]癸烷	0.031	0.022	71	44.83	1,3-二甲基-1H-吡唑-5-甲酸	0.074	0.155
34	24.18	可替宁	-	0.031	72	45.23	4-甲氧基苯硫酚	-	0.049
35	24.34	茴香醚	-	0.041	注：“-”表示未检测到。				
36	25.12	4-[(1E)-3-羟基-1-丙烯基]-2-甲氧苯酚	0.002	0.043	由表 5 可以看出, 经复合酶法处理烟末制备的烟草浸膏中共鉴定出了 67 种组分, 对照鉴定出 45 种, 两者相比较, 都含有烟草的特征香味成分: 呋喃甲醛、茄酮和巨豆三烯酮等, 且处理较对照含量有显著提高。类胡萝卜素降解及转化产物二氢-β-紫罗兰酮、4-羟基-β-紫罗兰酮、3-羟基-β-大马酮、紫罗兰醇以及 4-氧代-α-紫罗兰醇等重要香气成分的含量也有所增加。同时, 经酶处理后, 2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4(H)吡喃-4-酮、5,6-二氢-2H-吡喃-2-酮、3,5-二羟基-2-甲基-4(H)吡喃-4-酮以及 2,6-二甲基-4-硫代呋喃酮等非酶促棕色化反应产物含量明显提高, 其原因在于酶处理促进了废弃烟末中淀粉、纤维素、果胶和蛋白质等大分子物质转化为还原性糖和氨基酸等小分子物质, 进而增强了非酶促棕色化反应, 增加了其产物的积累。而评吸中的甜香、烘烤香等优质香气与这些产物有很大关系。				
37	26.21	榄香烯	-	0.024	3 结语				
38	26.23	2,4,5-三甲基噻唑	0.005	-	3.1 研究了对果胶酶、纤维素酶、α-淀粉酶和中性蛋白酶四种酶复合处理烟末制备烟草浸膏的工艺。优化				
39	26.63	1-羟基-4-氧代-α-紫罗兰酮	-	0.025					
40	27.43	二氢-β-紫罗兰酮	0.074	0.132					
41	29.65	环氧异香橙烯	0.021	0.03					
42	29.67	4-亚甲基-1-甲基-2-(2-甲基-1-丙烯)-1-乙基-环庚烷	-	0.032					
43	29.73	14-甲基十五烷酸甲酯	-	0.01					
44	30.83	2-亚甲基-环十二酮	0.007	-					
45	31.07	十三烷酸	-	0.077					
46	31.30	棕榈酸	0.062	0.044					
47	31.92	东莨菪内酯	0.28	1.299					
48	32.45	2,4,5,6,7,7a-六氢-3-(1-甲基乙基)-7a-甲基-1H-2-茛萘酮	0.026	0.122					
49	33.19	2-乙酰氧基-3-甲氧基苯甲酸	0.014	-					
50	33.44	1-(3-(2-甲基-1-丙基)-2-吡嗪基)-1-丙酮	-	0.02					
51	33.79	3,7,11-三甲基-1,6,10-十二碳三烯-3-基甲酸酯	0.013	0.044					
52	34.39	β-榄香烯	-	0.133					
53	35.45	[1aR-(1a.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.beta.,7b.alpha.)]-十氢-1, 7, 7-三甲基-4-亚甲基-1 氢-环丙[e]奥	0.008	0.174					
54	35.89	5-丁基-6-己基八氢-1H-茛萘	-	0.033					
55	35.93	反-Z-α-红没药烯环氧化物	0.018	0.144					

了酶添加量、作用时间、作用温度和作用 pH, 优化条件为: 果胶酶、纤维素酶、 α -淀粉酶和中性蛋白酶的添加量分别为 0.05%、0.15%、0.05%、0.15%, 处理温度 50 °C, 处理时间 1 h, pH 自然。

3.2 与对照比较, 酶法处理后制备的浸膏烟气浓度和劲头明显增加, 烟气柔和细腻, 有润感和甜感, 喉部和鼻腔无刺激, 烟香丰富, 有烘烤香和果甜香。

3.3 处理后的浸膏中还原糖含量较对照增加了 123%, 氨基酸含量增加了 74%, 蛋白质含量变化不大。

3.4 GC/MS 分析表明, 经酶处理后, 对烟草香气有重要贡献的物质如茄酮、巨豆三烯酮、3-羟基- β -大马酮、紫罗兰醇以及紫罗兰酮等物质含量均有所增加, 且非酶促棕色化反应产物 5,6-二氢-2H-吡喃-2-酮、3,5-二羟基-2-甲基-4(H) 吡喃-4-酮、2,3-二氢-3,5-二羟基-6-甲基-4(H) 吡喃-4-酮以及 2,6-二甲基-4-硫代吡喃酮等含量也明显提高。

参考文献:

- [1] 白聚川,董占能,张皓东.烟草废弃物的综合利用[J].中国野生植物资源,2007,26(5):41-43
- [2] 李军,李吉昌,吴晓华等.烟草废弃物利用研究[J].云南化工,2010,37(2):44-49
- [3] 彭靖里,马敏象,吴绍情等.论烟草废弃物的综合利用技术及其发展前景[J].中国资源综合利用,2001,8:18-20
- [4] Spann B M. Reconstituted tobacco from Venezuelan by products by enzyme conversion [M]. U.S. Kansas: Philips Morris Research Center, Mar.8,1965
- [5] 杨虹琦,周冀衡,罗泽民等.微生物和酶在烟叶发酵中的应用[J].湖南农业科学,2003,6:63-66
- [6] 李晓,刘凤珠,姜凌等.淀粉类酶在烟叶中降解条件的研究[J].生物技术,2001,11(2):44-46
- [7] 马林.利用生物技术改变烟草化学组分提高其吸食品质和安全性的研究[J].郑州工程学院学报,2001,22(3):40-42
- [8] 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
- [9] 姚光明.降低烟叶中蛋白质含量的研究[J].烟草科技,2000,148(9):6-8
- [10] 王瑞新,韩富根,杨素勤,等.烟草化学品质分析[M].郑州:河南科学技术出版社,1998
- [11] 许国旺.现代实用色谱分析法[M].北京:化学工业出版社,2004