

朱晓兰,李宽,赵勇,等. 酶萃取及组氨酸 Heyns 化合物加香对再造梗丝品质的影响[J]. 轻工学报,2024,39(5):0-0.

ZHU X L,LI K,ZHAO Y,et al. Study on the quality of reconstruction tobacco stem preparation based on enzyme extraction process combined with fragrance enhancement of histidine Heyns compound[J]. Journal of Light Industry,2024,39(5):0-0. DOI:10.12187/2024.05.000

# 酶萃取及组氨酸 Heyns 化合物加香对再造梗丝品质的影响

朱晓兰<sup>1</sup>,李宽<sup>1</sup>,赵勇<sup>2</sup>,袁广翔<sup>3</sup>,汪金玲<sup>2</sup>,俞京<sup>3</sup>

- 中国科学技术大学 烟草与健康研究中心,安徽 合肥 230052;
- 江苏中烟工业有限责任公司 技术中心,江苏 南京 210019;
- 江苏鑫源烟草薄片有限公司,江苏 淮安 223002

**摘要:**为改善再造梗丝产品香气平淡、杂气较多的问题,对其原有制备工艺进行优化调整,具体为以组合酶萃取代替温水萃取,辅以组氨酸 Heyns 化合物(His-H)进行回填加香,并采用核磁共振波谱(NMR)技术、气相色谱-质谱联用法等对工艺调整前后再造梗丝中试产品常规化学成分、细胞壁主要组分和感官品质的变化进行探讨。结果表明:萃取时使用的最优溶液应为质量分数 0.8% E<sub>p</sub> 和质量分数 0.4% E<sub>p</sub> 的组合酶溶液,萃取后产品质软色浅;回填阶段添加质量分数 0.25% 的 His-H 后,再造梗丝香气质提升,杂气减少,刺激性下降,感官品质整体优于对照梗丝;工艺调整后再造梗丝中试产品的常规化学成分保持协调,中性香气物质总含量提升约 27.0%,细胞壁主要组分(纤维素、果胶和木质素)含量降低率超过 15.0%,所制卷烟烟气透发性优于对照品,木质气下降,香气量明显增加,吸食品质明显提升。

**关键词:**再造梗丝;酶萃取;组氨酸 Heyns 化合物;回填加香

**中图分类号:**TS49 **文献标识码:**A **文章编号:**2096-1553(2024)05-0000-00

## 0 前言

烟梗是卷烟生产的重要副产物,约占烟叶质量的 25%~30%,将其加工成梗丝添加于卷烟中,能够提高卷烟填充率并降低成本。但梗丝中纤维素和木质素含量较高,致使其木质气、杂气较重,会在一定程度上影响卷烟的品质,因此梗丝的利用率较低,这造成了较大的资源浪费和环境污染<sup>[1-3]</sup>。目前,改

善梗丝感官品质通常采用以下 3 种方法:一是添加酶制剂<sup>[4-5]</sup>,二是利用微生物进行发酵<sup>[6]</sup>,三是添加化学添加剂<sup>[7]</sup>。其中,添加酶制剂和化学添加剂的改性技术较为成熟,已较广泛地应用于梗丝产品品质提升中<sup>[8-11]</sup>。

再造梗丝(Reconstruction Tobacco Stem, RTS)是一种新型梗丝,其制备工艺流程主要包括烟梗的预处理、压梗切丝、梗丝萃取、加料前干燥、梗丝回填

收稿日期:2023-10-17;修回日期:2023-11-23;出版日期:2024-08-15

基金项目:中国烟草总公司项目(110202202040);江苏中烟工业有限责任公司科研项目(H202109)

作者简介:朱晓兰(1972—),女,安徽省庐江市人,中国科学技术大学副研究员,博士,主要研究方向为烟草化学和材料化学。  
E-mail:zx18906@ustc.edu.cn

通信作者:赵勇(1970—),男,江苏省靖江市人,江苏中烟工业有限责任公司工程师,主要研究方向为烟叶原料质量控制、物流与采购管理。E-mail:hy1994004@jszygs.com

加料、梗丝干燥等<sup>[12]</sup>。其中,萃取一般利用常温水、加温水或添加一定浓度试剂的溶液去除梗丝中的可溶性物质,以调整梗丝中糖、碱、氮等烟草主要化学成分的比例,降低梗丝中影响燃烧及对安全、吸味不利的化学成分含量。回填加料过程中也可添加对吸味有贡献的组分(如香味物质、香味前体物),以提升再造梗丝产品品质。相较于普通梗丝,再造梗丝的烟味、香气均得到明显改善,但与烟叶相比,仍然存在细胞壁主要组分含量偏高、香气物质含量偏低、感官品质不够理想等缺点<sup>[13-14]</sup>。

Amadori/Heyns 化合物是食品风味物质形成的重要中间体<sup>[15-16]</sup>,也是烟草中极为重要的一类潜香物质,其在卷烟燃烧过程中经热裂解生成的香气物质能有效改善低次烟草的品质,减少木质杂气,起到提香、降低刺激的作用。K. Li 等<sup>[17]</sup>研究发现,组氨酸 Heyns 化合物的裂解产物具有焦甜香、烘焙香、坚果香、甜香、奶香、花香等多种香韵。但将其应用于再造梗丝制品增香提质的研究尚未见报道。基于此,本研究拟在再造梗丝生产中使用生物酶溶液进行萃取,并在回填加料工艺中添加组氨酸 Heyns 化合物进行加香,考查工艺调整后再造梗丝中试产品常规化学成分、中性香气物质及细胞壁主要组分含量的变化,并结合感官评吸研究工艺调整对再造梗丝产品品质的影响,以期拓宽梗丝使用范围、提高烟梗利用率。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂和仪器

主要材料:再造梗丝配方样品、回填浆料液 GS01、GS22,由江苏鑫源烟草薄片有限公司提供。

主要试剂:纤维素复合酶  $E_c$  (FDG-2225)、果胶复合酶  $E_p$  (FFG-0658),夏盛(北京)生物科技开发有限公司;纤维素标准样品(CL,纯度 99.2%)、聚半乳糖醛酸标准样品(PGA,纯度 99.5%),上海百灵威化学品公司;其余分析纯常规试剂,中国上海国药化学试剂有限公司。

主要仪器:Bruker Avance AMX-400 型核磁共振波谱(NMR)仪,美国 Bruker 公司;7890A/5975C 型气相色谱-质谱联用(GC-MS)仪,美国 Agilent 公

司;1500 kg/h 再造梗丝生产线,江苏鑫源烟草薄片有限公司。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 再造梗丝酶萃取溶液筛选** 准确称取 200 g 梗丝(干重,压梗切丝后样品),加入 1600 mL 萃取溶液,于 45 °C 萃取 40 min 后,迅速放入 100 °C 水浴锅中保持 20 min 以使酶失活,再进行固液分离,使用 1600 mL 的清水冲洗固体梗丝 10 s 左右,调节含水率至 25% 后用于回填处理。萃取溶液分别为:45 °C 温水、0.4% (质量分数,下同)  $E_c$  溶液、0.4%  $E_p$  溶液、0.4%  $E_c$ +0.4%  $E_p$  组合酶溶液、0.8%  $E_c$ +0.4%  $E_p$  组合酶溶液和 0.8%  $E_c$ +0.8%  $E_p$  组合酶溶液。

测定不同溶液萃取后再造梗丝样品中的细胞壁主要组分,并筛选最适萃取溶液。依次用酸性洗涤剂 and 72% 硫酸洗脱烟草干扰物后,采用重量法计算样品中纤维素和木质素含量。参照文献[18]中的方法进行 CP/MAS<sup>13</sup>C NMR 分析,获得纤维素的纯度和结构信息;果胶含量及甲酯度参照文献[19]中的 CP/MAS<sup>13</sup>C NMR 方法进行计算。

**1.2.2 再造梗丝回填加香化合物筛选** 参照文献[18],采用两步法制备组氨酸 Heyns 化合物(His-H)和丙氨酸 Heyns 化合物(Ala-H),并作为回填加香化合物使用。

称取 13.33 g 萃取(水萃取或者酶萃取)后梗丝样品(含水率约 25%,含绝干梗丝约 10 g)于培养皿中。称取 16.67 g 回填浆料液 GS01,以水为溶剂按体积比 1:8 稀释后,用喷壶均匀喷洒在梗丝表面,轻揉使回填浆料液均匀吸收,再将梗丝于 45 °C 烘干备用,作为对照组。将回填加香化合物按回填浆料液质量的 0.10%、0.25% 或 0.50% 加入回填浆料液中,以前述方法制备处理组梗丝。

对不同回填方法所得再造梗丝样品进行感官评吸,筛选最适回填加香化合物。感官评吸方法为:采用打烟机手动卷出不同再造梗丝样品的单料烟支及对照品,经质量和吸阻筛选后得到符合要求的烟支,由 5 名专业评审员依据烟草行业标准方法<sup>[20]</sup>进行评吸,分别按照外观(5 分)、香气(30 分)、杂气(20 分)、浓度(15 分)、刺激性(15 分)和余味(15 分)进行评价打分。

**1.2.3 工艺调整后再造梗丝中试产品评价** 结合感官评吸结果,本文对再造梗丝中试产品萃取工序和回填加料工序进行了调整:萃取工序采用上文优选得到的酶溶液,回填加料工序在现有常用的回填浆料液 GS01 和 GS22 中添加优选的回填加香化合物,制得加香回填浆料液后分别制备再造梗丝产品 GS01<sup>#</sup>和 GS22<sup>#</sup>。以工艺调整前再造梗丝样品 GS01<sup>\*</sup>和 GS22<sup>\*</sup>为对照,对样品进行常规化学成分、细胞壁主要组分测定和感官评吸。再造梗丝常规化学成分(总糖、烟碱、总氮)分别依据国家行业标准<sup>[21-23]</sup>进行测定。参考文献<sup>[7]</sup>的方法,采用同时蒸馏萃取(SDE)结合 GC-MS 法测定中性香味物质含量。细胞壁主要组分测定方法同 1.2.1,感官评吸参照文献<sup>[24]</sup>,采用对比描述法进行评价。

## 2 结果与讨论

### 2.1 再造梗丝酶萃取溶液筛选结果分析

酶萃取溶液对再造梗丝细胞壁主要组分的影响见表 1。由表 1 可知,与萃取前相比,经 45 °C 温水萃取后的梗丝样品中细胞壁各组分含量明显降低,经酶萃取后的样品不仅质地变软、颜色变浅,且细胞壁各组分含量降低幅度更明显,但不同酶的处理效果不尽相同。使用单品酶 E<sub>c</sub> 或 E<sub>p</sub> 处理时,梗丝中的纤维素、果胶和木质素不能同时有效降低,而经组合酶 E<sub>c</sub>+E<sub>p</sub> 处理后的梗丝样品中各细胞壁主要组分含量均比 45 °C 温水萃取有明显降低。另外,随着 E<sub>c</sub> 和 E<sub>p</sub> 添加量的增大,纤维素的结晶度明显增大,而果胶的甲酯度有大幅度降低,这主要是由于 E<sub>c</sub> 会选择性降解再造梗丝中的纤维素非晶区,使纤维素

结晶区含量相对增加,结晶度明显上升;而 E<sub>p</sub> 并不针对果胶进行特异性酯化,因此对果胶的甲酯度影响不明显。当 E<sub>c</sub> 添加量为 0.8%、E<sub>p</sub> 添加量为 0.4%时,纤维素、果胶和木质素的含量分别比 45 °C 温水萃取样品降低了 20.3%、22.3%和 13.3%,但均在细胞壁组分降解的合理范围内;同时,纤维素结晶度由萃取前的 22.7%上升为 60.5%,果胶的甲酯度则由 59.2%降低为 41.6%。当 E<sub>p</sub> 添加量增加至 0.8%时,各组分含量仍有一定程度的降低,但降低幅度不明显。综合考虑酶萃取的效果和经济性,在后续的再造梗丝中试生产中选择 0.8% E<sub>c</sub>+0.4% E<sub>p</sub> 组合酶溶液进行萃取。

### 2.2 再造梗丝回填加香化合物筛选结果分析

回填加香化合物对再造梗丝感官评吸的影响见表 2。由表 2 可知,在使用 45 °C 温水萃取时,添加 0.25% Ala-H 后的梗丝产品烟气浓度降低,余味变差,感官评吸总分有所下降;而添加 0.25% His-H 后,烟气浓度提升,杂气下降,总分略有上升。这可能是由于 His-H 中含有丰富的氨基、羧基、亚胺、羟基、咪唑等基团,热解时会产生多种香韵物质,使烟气更加丰富<sup>[17]</sup>。因此,选择 His-H 进行后续研究。

经酶萃取后,由于特定化学成分的置换,添加不同质量分数的 His-H 也含不同程度地提高再造梗丝的感官评吸得分(见表 2)。当 His-H 添加量较低(0.10%)时,烟气浓度有所提高,但香气质增加不明显。添加 0.25%的 His-H 时,样品感官品质最佳,主要表现为香气质明显改善(甜润度增加),杂气减小,余味较好。进一步增加 His-H 含量(0.50%),香气质和杂气得分均略有下降,因此高添加量并不利

表 1 酶萃取溶液对再造梗丝细胞壁主要组分的影响

Table 1 The effect of enzyme on the main components of cell wall materials of RTS

萃取溶液	纤维素			果胶			木质素	
	含量	降低率	结晶度	含量	降低率	甲酯度	含量	降低率
萃取前	23.93		22.7	9.90		59.2	3.67	
45 °C 温水	19.93		31.5	9.59		45.8	3.53	
0.4% E <sub>c</sub>	17.68	11.3	52.9	7.98	16.8	47.6	3.18	9.9
0.4% E <sub>p</sub>	19.98	-0.3	32.7	7.68	19.9	42.3	3.25	7.9
0.4% E <sub>c</sub> +0.4% E <sub>p</sub>	16.72	16.1	53.8	7.61	20.7	42.0	3.14	11.1
0.8% E <sub>c</sub> +0.4% E <sub>p</sub>	15.89	20.3	60.5	7.35	23.4	41.6	3.06	13.3
0.8% E <sub>c</sub> +0.8% E <sub>p</sub>	15.52	22.1	62.3	7.28	24.1	40.6	3.05	13.6

注:降低率均是与 45 °C 温水萃取相比。



表2 回填加香化合物对再造梗丝感官评吸的影响

Table 2 The effect of backfill feeding compounds on the sensory evaluation table of RTS

萃取溶液	回填加香化合物	外观	香气质	杂气	浓度	刺激性	余味	总分
	无	5	25.13	15.38	13.00	12.63	13.13	84.27
45 °C 温水	0.25% Ala-H	5	25.25	15.38	12.75	12.88	12.63	83.89
	0.25% His-H	5	25.22	15.29	13.33	12.71	12.86	84.41
	0.10% His-H	5	25.21	15.21	13.29	12.86	12.79	84.36
0.8% E <sub>c</sub> +0.4% E <sub>p</sub>	0.25% His-H	5	25.63	15.88	13.13	12.75	12.50	84.89
	0.50% His-H	5	25.50	15.63	13.13	12.88	12.25	84.39

于再造梗丝感官品质的提升,只有适量添加 His-H 才可以提高感官品质。因此,在后续再造梗丝中试生产中添加 0.25% His-H 进行回填加香。

## 2.3 再造梗丝中试产品评价结果分析

### 2.3.1 常规化学成分

工艺调整前后再造梗丝常规化学成分分析结果见表 3。由 3 表可知,工艺调整后再造梗丝的总糖、总植物碱和总氮含量均略有降低,这可能是因为酶处理不仅使细胞壁主要组分显著降低,还使烟叶中可溶性物质也大幅降低,因此虽然在回填加料工序中额外添加了 His-H,但常规成分中水溶性总糖、总植物碱和总氮仍略有降低。由糖碱比、糖氮比和氮碱比结果可知,酶萃取处理结合 His-H 加香使再造梗丝产品的总糖、总植物碱和总氮保持了总体协调性,使烟气丰满醇和、吃味甜润、舒适,有利于提高产品的吸食品质<sup>[25]</sup>。

### 2.3.2 中性香味物质

工艺调整前后再造梗丝中性香味物质含量见表 4。由表 4 可知,工艺参数调整后,GS01<sup>#</sup>和 GS22<sup>#</sup>产品中性香味物质的总含量分别增加了 27.0%和 27.5%。

从前体物分类来看,棕色化反应产物增幅最大,GS01<sup>#</sup>和 GS22<sup>#</sup>产品分别增加了 46.8%和 63.5%,其中糠醛(GS22<sup>#</sup>)比对照提高了 120.0%,其次是类胡萝卜素转化产物。棕色化反应是氨基化合物与还原糖或其他羰基化合物之间发生的一系列反应过程,其产物(主要是呋喃类、糠醛类和糠醇类)是烟草中重要的焦甜香香气物质,能够增加烤烟的香气量和香气质<sup>[26]</sup>。类胡萝卜素转化产物的香味物质阈值相对较低,刺激性较小,香气质较好,对烟叶香气贡献率大,可以增加烟感、改善烟香和吃味、掩盖杂气,令烟香更柔和丰满。其中, $\beta$ -大马酮具有强烈的玫瑰花香、茶叶香和烟草香气,巨豆三烯酮则呈现持久、甜润的烟草香,二者均能增加烟感,增香提调,去

表3 工艺调整前后再造梗丝常规化学成分分析结果

Table 3 The analysis of routine chemical components in RTS before and after process adjustment

样品	总糖含量/%	总植物碱含量/%	总氮含量/%	糖碱比	糖氮比	氮碱比
GS01 <sup>*</sup>	14.15	1.52	1.42	9.31	9.96	0.93
GS01 <sup>#</sup>	13.20	1.47	1.26	8.98	10.48	0.86
GS22 <sup>*</sup>	11.02	1.16	1.32	9.50	8.35	1.14
GS22 <sup>#</sup>	9.39	1.11	1.19	8.46	7.89	1.07

除杂气<sup>[27]</sup>。

苯丙氨酸降解产物总含量并不高,可能是由于这些产物沸点较低,容易损失。萜烯类物质新植二烯含量最高,增幅也较大;西柏三烯类降解产物的变化则相对较小。中性香味物质含量的变化可能与 His-H 加香有一定关联,一方面 His-H 的裂解产物有多种含氧杂环类物质,包括呋喃(酮)类、吡喃(酮)类、烯酮类等,呈现出丰富的焦甜香香韵和特有的花香香韵<sup>[17]</sup>;另一方面,His-H 中糖和氨基酸基团可进一步转化为棕色化反应产物,相应地提高了这类化合物的含量。

### 2.3.3 细胞壁主要组分

工艺调整前后再造梗丝细胞壁主要组分含量和结构信息见表 5。由表 5 可知,工艺调整后再造梗丝产品的细胞壁主要组分含量明显降低,其中 GS01<sup>#</sup>产品纤维素、果胶和木质素的含量分别降低了 17.0%、18.8%和 18.8%,GS22<sup>#</sup>产品纤维素、果胶和木质素的含量分别降低了 15.1%、19.2%和 21.8%,3 种组分含量降低率均超过 15.0%,同时纤维素的结晶度显著上升,果胶的甲酯度则是轻微下降。工艺调整后,再造梗丝中对燃烧安全及吸味不利的纤维素、果胶和木质素含量得以降低,梗丝整体的物理特性参数要求得以保持,梗丝色泽得到改善,梗丝木质气和刺激性减轻,再造

表 4 工艺调整前后再造梗丝中性香气物质含量

Table 4 The contents of neutral flavor substances in RTS products before and after process adjustment.

种类	化合物	回填浆料液 GS01			回填浆料液 GS02		
		含量/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )		增加率/%	含量/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )		增加率/%
		GS01 <sup>*</sup>	GS01 <sup>#</sup>		GS22 <sup>*</sup>	GS22 <sup>#</sup>	
棕色化反应产物	糠醛	1.64	1.90	15.8	1.34	2.94	120.0
	糠醇	0.80	1.09	36.9	0.35	0.57	56.4
	5-甲基糠醛	2.10	3.25	55.1	1.75	2.34	33.2
	2-乙酰基呋喃	1.64	2.93	79.3	0.66	0.95	44.2
	合计	6.18	9.17	46.8	4.10	6.80	63.5
苯丙氨酸降解产物	苯乙醛	2.08	2.44	17.6	0.35	0.50	44.5
	苯乙醇	1.77	1.86	4.9	0.82	1.07	30.9
	合计	3.85	4.30	11.3	1.17	1.57	37.7
西柏三烯类降解产物	茄酮	7.75	7.22	-6.8	6.54	7.85	19.9
	降茄二酮	2.24	2.62	17.1	1.59	1.94	21.6
	合计	9.99	9.84	5.1	8.13	9.79	20.8
类胡萝卜素转化产物	$\beta$ -大马酮	8.84	7.76	-12.2	5.39	7.30	35.5
	香叶基丙酮	6.25	7.64	22.2	4.22	4.79	13.4
	二氢猕猴桃内酯	0.88	1.30	47.3	0.41	0.56	37.6
	巨豆三烯酮 A	1.03	2.20	114.0	0.63	0.84	33.6
	巨豆三烯酮 B	5.69	8.30	45.8	1.13	1.38	22.2
	巨豆三烯酮 C	2.89	3.66	26.6	2.39	2.70	12.8
	巨豆三烯酮 D	3.21	5.39	68.1	2.26	2.72	20.0
	3-氧化紫罗兰醇	3.29	4.30	30.6	1.64	2.11	28.8
	法尼基丙酮	2.48	2.56	3.1	2.20	3.23	47.0
合计	34.60	43.10	38.4	20.27	25.63	27.8	
萜烯类	新植二烯	52.40	69.40	32.6	30.80	38.40	24.9
总含量		107.00	136.00	27.0	64.50	82.20	27.5

表 5 工艺调整前后再造梗丝细胞壁主要组分含量和结构信息

Table 5 The content and structural information of cell wall material of RTS products before and after process adjustment

样品	纤维素含量	纤维素结晶度	果胶含量	果胶甲酯度	木质素含量	%
GS01 <sup>*</sup>	21.24	31.5	8.84	45.8	2.55	
GS01 <sup>#</sup>	17.64	60.5	7.18	41.6	2.07	
变化率	-17.0	92.1	-18.8	-9.2	-18.8	
GS22 <sup>*</sup>	19.87	32.6	9.06	47.0	2.89	
GS22 <sup>#</sup>	16.87	59.0	7.32	42.4	2.26	
变化率	-15.1	81.0	-19.2	-9.8	-21.8	

梗丝的使用价值得到提高<sup>[28]</sup>。

**2.3.4 再造梗丝产品感官评吸结果** 工艺调整前后再造梗丝产品感官评吸结果见表 6。由表 6 可知,两种对照品均有烟味平淡、香气不足、木质气息重的特点,工艺调整后两种再造梗丝产品的木质气均有下降,烟气透发性增加。这是由于经过酶萃取

表 6 工艺调整前后再造梗丝产品感官评吸结果  
Table 6 Sensory evaluation table of RTS products before and after process adjustment

样品	感官描述
GS01 <sup>*</sup>	烟气香气不足、烟味平淡沉闷、木质气息重
GS01 <sup>#</sup>	试验样香气量略有增加,抽吸轻松感提升,透发性增加,木质气略有下降。
GS22 <sup>*</sup>	烟气浓度较低,香气不足、烟味平淡、木质气息重
GS22 <sup>#</sup>	试验样香气量增加,木质气下降,但出现了其他的不良气息,烟气透发性增加,刺激性增加。

后,梗丝的细胞壁主要组分含量下降,木质气明显降低。另外,两种再造梗丝产品香气量增加、香气质提升,该结果与中性香味物质的分析结果一致,His-H 的增香很好地弥补了原有梗丝的香气不足。总体来说,再造梗丝产品的品质达到了预期效果,适宜用于后期的卷烟特定配方。

### 3 结论

本文以再造梗丝生产线的梗丝萃取和梗丝回填

加料工艺为基础,研究了酶萃取溶液和回填加香化合物对再造梗丝品质的影响,最终确定中试产品生产工艺为:采用 0.8% E<sub>c</sub>+0.4% E<sub>p</sub> 组合酶溶液进行萃取,回填加料时添加 0.25% 的 His-H 进行增香。工艺调整后再造梗丝中试产品的常规化学成分保持协调,各类中性香气物质的含量有不同程度的增加,总含量增幅约为 27.0%,其中棕色化反应产物增幅最大,这说明酶萃取和 His-H 加香处理能有效提高再造梗丝香气成分含量;细胞壁中 3 种主要组分含量均显著下降,降低率均超过了 15.0%。工艺调整后产品香气量明显增加,木质气显著降低,在烟气透发性上优于对照品,适用于后期的卷烟特定配方。

## 参考文献:

- [1] 周雅宁. 烟梗加工处理技术与设备研究进展[J]. 中国烟草学报, 2019, 25(2): 121-129.
- [2] 杨乾翔, 王猛, 雷声, 等. 基于总糖/纤维素的配方烟丝均匀度评价方法建立及应用[J]. 食品与机械, 2019, 35(2): 178-184.
- [3] 孔臻, 邹泉, 陈冉, 等. 微波膨胀梗丝理化特性及烟气质量分析[J]. 烟草科技, 2022, 55(9): 73-80.
- [4] 马科, 蒋登科, 龚霜, 等. 不同酶处理浓缩液对贵州烟草薄片品质的影响研究[J]. 轻工学报, 2022, 37(1): 62-67.
- [5] 许春平, 刘远上, 郝辉, 等. 生物酶法降解烟梗末中果胶的研究[J]. 食品与生物技术学报, 2017, 36(2): 194-199.
- [6] 刘文莉, 张娟, 堵国成, 等. 一株胶红酵母 *Rhodotorula mucilaginosa* YG14 的筛选及混菌发酵提高梗丝品质[J]. 食品与生物技术学报, 2021, 40(9): 64-72.
- [7] 河南中烟工业有限责任公司, 中国烟草总公司郑州烟草研究院. 一种用于改善梗丝口感的添加剂及其制备方法和应用: 202011455595. 1[P]. 2021-02-12.
- [8] 王金棒, 邱纪青, 汪志波, 等. 生物技术在烟草发酵领域的专利布局现状及热点分析[J]. 烟草科技, 2021, 54(10): 96-112.
- [9] 内蒙古昆明卷烟有限责任公司. 一种烟草加工方法及系统: 201910872793. 9[P]. 2020-02-04.
- [10] 红塔烟草(集团)有限责任公司, 云南天宏香精香料有限公司. 一种烟用梗丝增香剂及制备方法和应用: 201310394332. 8[P]. 2013-11-27.
- [11] 贵州中烟工业有限责任公司. 一种用于梗丝的加香香精: 201911185112. 8[P]. 2020-02-21.
- [12] 张洪飞, 刘广洲, 王永金. 梗丝再造技术综述[J]. 轻工科技, 2018, 34(11): 21-22, 36.
- [13] 王茹楠, 李晓瑜, 张利涛, 等. 关键工序对造纸法再造烟叶主要化学成分的影响[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(8): 175-178.
- [14] 刘恩芬, 彭丽娟, 谢志强, 等. 造纸法再造烟叶原料烟梗提取液中果胶含量分析方法研究[J]. 纸和造纸, 2020, 39(6): 29-31.
- [15] CUI H P, YU J Y, XIA S Q, et al. Improved controlled flavor formation during heat-treatment with a stable Maillard reaction intermediate derived from xylose-phenylalanine [J]. Food Chemistry, 2019, 271: 47-53.
- [16] 芦昶彤, 赵永振, 王宏伟, 等. 2-L-丙氨酸-2-脱氧-D-葡萄糖的合成、热裂解及保润性能研究[J]. 食品与机械, 2018, 34(4): 65-70.
- [17] LI K, WANG J L, ZHUANG Y D, et al. Glucose-Histidine Heyns compound: Preparation, characterization and fragrance enhancement [J]. Carbohydrate Research, 2023, 532: 108922.
- [18] 冯广林, 谭兰兰, 朱晓兰, 等. CP/MAS <sup>13</sup>C NMR 光谱法分析烟草纤维素的结构[J]. 中国烟草学报, 2015, 21(5): 1-8.
- [19] 刘百战, 郑赛晶, 高芸, 等. <sup>13</sup>C CP/MAS NMR 光谱法分析烟草果胶的含量和结构[J]. 中国烟草学报, 2015, 21(2): 1-9.
- [20] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 感官评价方法: YC/T 138—1998[S]. 北京: 中国标准出版社, 1998.
- [21] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法: YC/T 159—2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [22] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动(硫氰酸钾)法: YC/T 468—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.
- [23] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法: YC/T 161—2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [24] 刘瑞红, 张俊岭, 王晓瑜, 等. 赖氨酸 Amadori 和 Heyns 化合物热裂解产物对烟草风味的影响研究[J]. 中国烟草学报, 2022, 28(3): 17-25.
- [25] 谷超林, 崔龙吉, 刘文春, 等. 再造梗丝与普通梗丝使用性能对比研究[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(18): 171-173, 193.
- [26] 孙胜南, 卢真保, 赵星宇, 等. 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取两种典型品种烟草净油及其致香成分与感官品质对比研究[J]. 轻工学报, 2023, 38(4): 84-89.
- [27] 杨鹏飞, 张增辉, 何春雨, 等. 基于分子感官科学的烟用香精关键香气活性成分分析[J]. 轻工学报, 2021, 36(2): 34-42.
- [28] 马科, 蒋登科, 龚霜, 等. 不同酶处理浓缩液对贵州烟草薄片品质的影响研究[J]. 轻工学报, 2022, 37(1): 62-67.

## Study on the quality of reconstruction tobacco stem preparation based on enzyme extraction process combined with fragrance enhancement of histidine heyns compound

ZHU Xiaolan<sup>1</sup>, LI Kuan<sup>1</sup>, ZHAO Yong<sup>2</sup>, YUAN Guangxiang<sup>3</sup>, WANG Jinling<sup>2</sup>, YU Jing<sup>3</sup>

1. Tobacco and Health Research Center, University of Science and Technology of China, Hefei 230052, China;

2. Technology Center, China Tobacco Jiangsu Industry Co., Ltd., Nanjing 210019, China;

3. Jiangsu Xinyuan Reconstituted Tobacco Co., Ltd., Huaian 223002, China

**Abstract:** In order to improve the disadvantages of high cell wall content and inadequate aroma in the reconstruction tobacco stem (RTS) products, the original preparation process was optimized and adjusted. Specifically, a combination of enzyme extraction was used instead of warm water extraction, supplemented with histidine Heyns compound (His-H) for backfilling and flavoring. The contents of cell wall materials and neutral flavor substances of RTS products were analyzed by NMR technology and GC/MS, respectively. The effects of new preparation process of RTS on the quality of last products were studied by sensory evaluation in RTS cigarettes. The results showed that the optimal enzyme extraction concentration was complex enzyme solution (0.8% Ec+0.4% E<sub>p</sub>) and the product was getting “soft” and “faded” after extraction. The sensory quality of RTS product with the addition of 0.25% histidine Heyns compound was better than that of the control RTS. After process adjustment, the conventional chemical composition of two new reconstructed products remains coordinated. The contents of neutral flavor substances were increased by 27.0% and the contents of cell wall materials of them were all decreased above 15.0%. The sensory evaluation results also showed that the aroma volume of the new product increased significantly after process adjustment, which was better than the control product in terms of the permeability of the smoke, and therefore could significantly reduce the wood gas and improve the smoking quality.

**Key words:** reconstruction tobacco stem; enzyme extraction process; histidine Heyns compound; backfill and fragrance enhancement

[责任编辑:吴晓亭]