

DOI: 10.13652/j.spjx.1003.5788.2022.90038

雪茄烟叶工业辅料发酵研究进展

Research progress on industrial auxiliary materials fermentation of cigar tobacco leaf

叶惠源¹ 丁松爽^{1,2} 段旺军³YE Hui-yuan¹ DING Song-shuang^{1,2} DUAN Wang-jun³黄明月⁴ 时向东^{1,2}HUANG Ming-yue⁴ SHI Xiang-dong^{1,2}

(1. 河南农业大学烟草学院, 河南 郑州 450002; 2. 烟草行业烟草栽培重点实验室,
河南 郑州 450002; 3. 四川中烟工业有限责任公司技术中心, 四川 成都 610066;

4. 四川中烟工业有限责任公司长城雪茄厂中式雪茄发酵重点实验室, 四川 德阳 618400)

(1. College of Tobacco Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China;

2. Key Laboratory of Tobacco Cultivation in the Tobacco Industry, Zhengzhou, Henan 450002, China;

3. Technology Center, China Tobacco Sichuan Industrial Co., Ltd., Chengdu, Sichuan 610066, China;

4. Key Laboratory of Chinese Cigar Fermentation, Great Wall Cigar Factory of Sichuan
China Tobacco Industry Co., Ltd., Deyang, Sichuan 618400, China)

摘要:文章综述了目前应用于雪茄烟叶发酵的微生物、酶、辅料等外源添加物及其对改善烟叶品质的研究应用成果,并对雪茄烟叶工业辅料发酵的研究方向进行了展望。

关键词:雪茄烟叶;外源添加物;烟叶品质;微生物;发酵

Abstract: This paper reviews the exogenous additives such as microorganisms, enzymes and excipients currently applied to cigar tobacco leaf fermentation and their research and application results to improve the quality of tobacco leaves, and prospects the research direction of cigar tobacco industrial excipient fermentation.

Keywords: cigar leaf; exogenous additive; tobacco leaf quality; tobacco microorganism; fermentation

雪茄是以经过发酵醇化后的雪茄烟叶为原料卷制而成的,相较于烤烟,其香气更为浓郁、生理强度更大,具有独特的风格特征^[1],其消费市场也迅速扩展^[2]。目前雪茄烟生产的整个产业链过程中仍有很大的发展空间和潜

力,这也为中式雪茄的发展提供了机遇^[3]。与卷烟相比,雪茄的原料对产品的影响更大,国产优质雪茄原料的不足成为其产业发展的“卡脖子”问题,如何提高国产雪茄原料^[4-5]质量也成为亟待解决的问题。发酵是提升雪茄烟叶品质的关键环节。因此在雪茄烟叶发酵过程中外源添加微生物、酶类以及纯天然产物等,以提高雪茄烟叶发酵品质、改善雪茄感官质量的研究成为了当今研究热点。文章拟对雪茄烟叶辅料发酵及其对烟叶品质的改善作用进行综述,并对其应用和研究前景进行展望,以期对国产雪茄的工业发酵提供依据。

1 微生物类添加物

1.1 烟叶中的原生微生物

烟叶中的微生物种类繁多、数量巨大,每克烟叶中大约有 50 000~80 000 个微生物,这些微生物主要属于细菌和真菌^[6]。Reid 等^[7]研究发现,发酵醇化后,雪茄烟叶表面的巨大芽孢杆菌以及青霉和曲霉数量较多。Tamayo 等^[8]发现西班牙烟叶中的芽孢杆菌和球菌数量较多。张晓娟^[9]发现雪茄茄衣在人工发酵过程中,随着发酵时间的延长,叶面上的微生物数量逐渐减少,其中芽孢杆菌数量较多,且活性较强,而巨大芽孢杆菌和枯草芽孢杆菌是所有芽孢杆菌中的优势菌株。李宁等^[10]也认为发酵后雪茄烟叶表面微生物数量急剧减少,但细菌数量仍占绝对优势,其中芽孢菌属表现为优势种群。张鸽

基金项目:四川中烟工业有限责任公司重大专项项目(编号:ctx201902);国家自然科学基金(编号:32101851)

作者简介:叶惠源,女,河南农业大学在读硕士研究生。

通信作者:时向东(1966—),男,河南农业大学教授,博士。

E-mail: sxd@henau.edu.cn

收稿日期:2021-10-19

等^[11-12]研究表明,雪茄烟叶表面细菌主要为棒状杆菌属、葡萄球菌属、不动杆菌属、假单胞菌属、芽孢杆菌属等,其中以芽孢杆菌属为优势细菌,其次是葡萄球菌。发酵过程中,烟叶中的原生微生物种类及丰度会发生变化,根据其影响烟叶发酵又可分为有害微生物和有益微生物。有害微生物不利于烟叶的品质形成,会对烟叶的外观质量、物理特性及吸食品质产生不良影响,最终降低烟叶的工业可用性,且多在湿度大、温度高、缺氧等不良发酵环境下产生,如霉菌、厌氧芽孢梭菌^[13]、球枯青霉、黄曲霉^[13]等。而有益微生物能够通过自身代谢活动及产生的水解酶,作用于烟叶中的大分子物质从而促进物质的降解与转化,生成对烟叶品质有积极作用的小分子物质,从而达到增香提质的目的。但不同微生物代谢过程及产生的酶类物质不同,因此对于烟叶品质而言发挥的作用也不相同,如假单胞杆菌可降低烟碱含量^[14-16],蜡样芽孢杆菌^[17]、微球菌^[18]、嗜热菌^[19]等可降低蛋白质含量,芽孢杆菌和小球菌^[8]等可增加烟叶香气物质。

1.2 可人工添加的有益微生物

在烟叶发酵过程中合理有效地利用微生物资源的代谢特点,外源添加有益微生物以提高雪茄烟叶叶面功能菌株的种类及数量从而促进烟叶内的生化代谢,实现针对性的增香提质,降刺减害^[20-22]。目前,用于烟叶发酵的可添加有益微生物主要是真菌类的酵母菌^[23]以及米根霉^[24]、黑曲霉^[25-26]、青霉、毛霉、根霉^[27]等霉菌,细菌类的枯草芽孢杆菌^[28-30]、阴沟肠杆菌^[31]、苏云金芽孢杆菌^[32]、短小芽孢杆菌^[33]、环状芽孢杆菌^[13]、蜡样芽孢杆菌^[17]、假单胞菌^[16,34]、纤维单胞菌、节杆菌等。可人工添加的微生物除了从烟叶上筛选分离出的有益菌株外,还可利用土壤、茶叶、酒糟等物质中的功能菌株对烟叶进行发酵,如酿酒酵母、冠突散囊菌、米根霉等具有产香降刺作用的微生物。

1.3 外源添加微生物对烟叶品质的改善作用

1.3.1 加快发酵进程

雪茄烟叶经调制后一般要经过两次以上发酵,1~2年醇化方可投入使用,而外源添加微生物可在一定程度上促进内含物质转化进而缩短发酵进程。Koller^[23]尝试在雪茄烟叶上添加酵母菌进行发酵,使雪茄烟叶发酵得更彻底。余玉莎等^[24]研究发现,加入枯草芽孢杆菌可使烟叶内含物质转化加快,可将发酵进程由20 d缩短至8 d。韩锦峰等^[6]将天然存在于烟叶内的优势菌种芽孢杆菌和梭状芽孢杆菌混合用于烟叶发酵,证实了微生物类添加物可加速叶内化学成分转化从而缩短发酵进程,改善烟叶质量,同时还可抑制霉变。但在使用上述微生物类添加物的过程中,若不能很好地控制发酵环境,也会促进一些不利于烟叶品质的细菌、霉菌生长。庾有朋等^[35]利用从烟叶上分离出的优势菌株对烟叶进行发酵,在合理控制发酵环境的前提下发酵7个

月可达到现有发酵技术发酵3年的效果。

1.3.2 协调化学成分

在发酵过程中添加具有降解烟碱能力的微生物可较好地弥补因烟叶烟碱含量过高而引起的刺激性强、杂气明显、吃味辛辣等不足。李跃锋等^[13]发现在烟叶发酵时添加枯草芽孢杆菌和环状芽孢杆菌能够增进烟叶香气,降低烟碱含量。Gutierrez^[31]利用从烟叶上分离出的阴沟肠杆菌对烟叶进行发酵发现,其具有降解烟碱的能力,还能代谢烟酸,从而协调烟叶的化学成分。胡希^[36]将从烟草上分离出来的菌株4-b和x-3两种细菌应用到雪茄烟叶上进行发酵后发现,总植物碱降解率较对照分别增加了22.43%,33.34%,挥发碱降解率较对照分别增加了26.00%,15.18%。说明功能菌株的外源添加可显著降低烟叶中烟碱含量且使其降解得更加充分,这也有利于含氮类香气物质的增加及烟叶安全性的提高。淀粉含量高不仅会影响烟草制品的燃烧性、增加焦油含量^[32],还会对其色、香、味产生不良影响,而利用微生物技术是有效促进淀粉降解、改善烟叶品质的有效途径之一。冯颖杰等^[32]利用高效产淀粉酶的苏云金芽孢杆菌对烟叶进行发酵后发现,淀粉降解率高达29.84%。张晓瑞等^[29]从初烤烟叶上分离出枯草芽孢杆菌HX-6,将其作用于烟叶再进行发酵后发现淀粉降解率达31.75%。而利用枯草芽孢杆菌亚种发酵后烟叶中淀粉降解率则高达33.87%^[30]。除芽孢杆菌外,纪旭东等^[25]将产酶活性高的黑曲霉应用到烟叶发酵中,发现可明显缩短烟叶的发酵周期,加快淀粉向糖类物质的分解转化,最终使烟叶的化学成分更加协调。

蛋白质作为烟叶的含氮化合物之一,其含量高较低程度上影响了烟叶的吸食品质,含量过高会使燃烧时烟叶的辛辣刺激感加剧,并产生燃烧羽毛的不良气味^[30]。李宁等^[17]将烟叶中具有产蛋白酶作用的蜡样芽孢杆菌施加在雪茄烟叶上发酵,蛋白质降解率较对照增加了12.94%。杨宗灿等^[33]从烟叶上分离出短小芽孢杆菌并将其应用于烟叶进行发酵,蛋白质降解率可达29.66%。马玲玲^[30]利用高效产蛋白酶的枯草芽孢杆菌亚种对烟叶进行发酵,蛋白质含量降低了20.00%。综上,发酵过程中利用微生物资源可以有效降解蛋白质,改善烟叶的吸食品质。

烟草细胞壁物质由纤维素、半纤维素、木质素、果胶质和一些矿质元素构成,对烟草品质有较大影响,其中纤维素、果胶质等含量过多均会对烟草制品的吸食品质造成不良影响。别小妹等^[34]利用具有多重降解效果的盖氏假单胞菌的粗酶液发酵烟叶,其果胶、木质素降解率较对照分别增加了9.34%,23.11%。龙章德等^[37]将烟叶醇化过程中发现的一株产纤维素酶和漆酶的芽孢杆菌*Bacillus* sp. GYC30应用于烟草薄片,其能够有效降解烟草薄片原料中的纤维素和木质素。

1.3.3 增进烟叶香气成分含量

微生物可通过自身代谢

影响内含物质转化,使烟叶内的香气前体物质含量增加,从而达到增加烟叶香气的目的。Kowiwaia 等^[38]、Tamayo 等^[8]均认为在雪茄烟上接种芽孢杆菌和小球菌等有益烟叶源微生物能够提高烟叶香气。余玉莎等^[24]用米根霉发酵烟叶后发现,酮类和醛类致香成分总含量增加,其中棕榈酸乙酯增幅最大为 101.58%,面包酮次之。李宁等^[17]将烟叶中的蜡芽孢杆菌经筛选扩大培养后,将其施加在雪茄烟叶上再进行发酵,可以促进蛋白质的降解,从而生成氨基酸发生美拉德反应,增进烟叶香气。胡志忠等^[39]研究发现利用从烟叶表面分离得到的产香酵母对烟叶进行发酵,与对照相比共新增了 6 种香味物质,可丰富烟叶香气风格,增进烟叶香气量。杜飞等^[40]利用从茅台酒糟和茯砖茶中分离出的酿酒酵母和寇冠散囊菌用于烟叶发酵,可增加香茅醇、乙醇、柠檬烯、苯乙醇等香味物质含量。此外,还可配以其他辅料物质为所添加的微生物创造良好的生长环境使其能发挥更好的作用。景延秋等^[41]利用枯草芽孢杆菌、放线菌和小球菌组成的复合菌悬液、葡萄糖、氯化钾、表面活性剂、水组成的发酵溶液明显提高了烟叶的香气含量,并赋予烟叶独特的清甜香和花香。

1.3.4 改善吸食品质 吕欣等^[42]将从烟叶上分离出 14 株烟用增香微生物分别接种到烟叶上进行发酵,经微生物处理后,烟叶的烟气浓度、香气量、细腻感等得以明显改善。全铭沁等^[26]利用黑曲霉对烟叶进行发酵,将所得发酵液与生物酶配制成复合剂用于烟叶发酵,烟叶的香气有明显改善,青杂气下降,余味舒适。王红霞等^[27]利用酵母、青霉、黑曲霉、毛霉、根霉中的一种或几种任意比例混合物用于雪茄烟叶发酵,原料的糖氮比得到了一定平衡,有效克服了燃吸时由于酸碱不平衡所导致的辛辣、苦涩等缺陷,并且改善了雪茄烟叶中青杂气和刺激性等问题,改善了烟叶的燃吸品质,提高了雪茄烟叶的工业可用性。

2 酶类添加物

2.1 烟叶中的酶

酶是影响烟叶发酵的内在因素之一,也是促进烟叶内含物质转化的主要原因,不同催化作用的酶共同在烟叶发酵过程中发挥作用,使发酵后的烟叶达到工业可用性的要求^[43-45]。烟叶中的酶主要为水解酶和氧化还原酶两大类,水解酶主要有淀粉酶、糖苷酶、麦芽糖酶、蛋白酶、酯酶、叶绿素酶、肽酶和转化酶等,氧化还原酶主要包括曲霉、过氧化酶、氧化酶和脱氢酶等。这些酶类物质主要来源于两方面:① 烟叶自身存在的酶,② 微生物以烟叶中的蛋白质、淀粉等为营养源,进行自身代谢最终合成具有生物活性的不同种类的酶^[43]。烟草发酵过程中,不同微生物影响不同酶的活性,微生物的变化会使烟叶内酶活性发生相应的变化^[22]。烟草发酵或加工过程中,不

同的酶对发酵产生的作用不同,由于调制结束后烟叶的酶含量及活性均下降,因此根据烟叶所需要解决的质量问题进行选择添加酶及其酶制剂,可以有效降低烟叶中的不利成分含量,促进大分子物质的降解转化,减少燃吸时的不良气味及刺激性,提高感官评吸质量,使烟叶由于在田间栽培措施或调制方法不当等引起的品质不足得到改善^[46-48]。

2.2 外源添加酶对烟叶品质的改善

2.2.1 协调烟叶化学成分 烟叶中的淀粉、蛋白质含量会对其吸食品质产生一定的影响,为了使这些大分子物质更好地降解转化,一些学者将相应的酶应用于烟叶发酵且得到了较好的效果^[49]。研究^[50]表明,外源添加 α -淀粉酶和糖化酶进行发酵,能够促进碳水化合物的降解转化,降低淀粉含量,提高水溶性糖含量,从而使烟叶化学成分更协调,中和烟气碱性,降低刺激性,增加甜感,使烟叶品质得到改善。寇明钰等^[51]利用中性和碱性蛋白酶对茄芯烟叶进行发酵,芯叶蛋白质含量分别降低了 18.98%, 17.54%, 而用适当比例的中性蛋白酶和碱性蛋白酶处理雪茄茄芯烟叶后发现,烟叶中的蛋白质降解率可达 25.38%,说明在合适的发酵环境下复合酶对烟叶的作用效果要强于单一酶。李晓等^[52]将蛋白酶和淀粉酶、糖化酶混合处理烟叶后发现,与对照相比蛋白质降解率增加了 33.1%,且水溶性糖含量也相应有所提高。除了单独添加酶或制成复合酶剂使用,赵铭钦等^[53]在利用高生物活性酶的基础上添加了优势增香菌种,此种发酵增质剂可以在更加短的时间内使烟叶化学成分协调,香气物质含量增加,杂气、刺激性有所减小,舒适感增强。但在使用复合发酵剂处理烟叶时应调整合适的处理条件,使不同的酶或微生物菌剂都能最大程度地发挥作用,更加有效地改善烟叶品质。

2.2.2 增进烟叶香气成分含量 外源添加酶类物质可以促进烟叶中香气前体物等内含物质的降解转化,最终实现增香提质的作用。者为等^[54]认为利用纤维素酶、果胶酶、酸性蛋白酶、中性脂肪酶、 β -葡聚糖酶和木聚糖酶组成的复合酶添加剂对烟叶进行发酵可显著增加烟叶的致香成分总量,且经发酵后的烟叶醇化 8 个月与对照醇化 24 个月的致香成分含量接近。Bailey 等^[55]使用硝酸盐还原酶和蔗糖转化酶对烟叶处理后发现,随着发酵时间的延长,烟叶的甜香感逐渐浓郁且香气更加丰富。任军林等^[56]将高活性微生物转化酶添加到烟叶上,烟丝色泽油润且具有优雅、丰满的香气。此外,也可在辅料的协同作用下,促进烟叶香气物质的形成。毛耀等^[57]使用扣囊复膜酵母和天冬酰胺酶混匀的水溶液对白肋烟进行发酵,并在加料增温增湿时再次喷洒弱碱性天冬酰胺酶和氨基酸混合溶液,以此来加强发酵过程中的美拉德反应,增加致香物质及其前体物包括 Strecker 醛类物等含量。

而龙章德等^[58]利用酶解—美拉德强化修饰联用技术即在果胶酶—漆酶复合酶处理的基础上添加氨基酸、短肽和果糖进行美拉德反应,从而丰富烟草薄片的香气。

2.2.3 改善吸食品质 将纤维素酶、果胶酶等酶类物质应用于烟叶发酵,可使不利于烟叶品质的细胞壁物质降解,并改善了由其引起的刺激性较大、吸食品质不佳、安全性低等问题^[59]。李力群等^[60]通过纤维素酶、蛋白酶、 α -淀粉酶、葡聚糖酶和类黄酮合成酶类组成的复合酶对雪茄烟叶进行发酵,烟叶的劲头、杂气和刺激性显著降低,总体质量得到了提高。张立昌^[61]研究表明酶制剂的应用可以丰富烟叶的香气,减轻吸食时的不良感受,改善烟叶品质。阮祥稳等^[62]用纤维素酶和蛋白酶组成的复合酶在适宜条件下发酵较短时间后发现,烟叶青杂气减轻,刺激性有所降低,感官评吸总得分较对照增加了17.3%。复合酶发酵烟叶的效果较好,但能投入使用的复合酶配方及配套的工艺措施都需要不断地筛选调整,适宜复合酶比例、发酵的温湿度及时间等都是酶制剂发挥最优作用的关键,李洪涛等^[63]采用正交试验将蛋白酶、淀粉-1,4-葡萄糖苷酶、酸性木聚糖酶等单独添加到烟叶上进行发酵,利用评吸结果得出了适宜的添加剂配方比例,最终实现了改善烟叶香气、吸食品质的目标。

3 辅料类添加物

3.1 常用于雪茄烟叶发酵的辅料

工业上为了达到加深和均匀雪茄烟叶颜色,提高烟叶的香气以及改善吃味的目的,会在烟叶发酵时添加一些辅料^[64]。如四川什邡对当地生产的雪茄烟叶采用传统的糊米发酵法和红米发酵法即利用辅料对烟叶进行发酵前处理,最终使发酵后的烟叶色泽均匀,香气吃味得到改善^[45],其中糊米发酵是指将大米炒制、焦化到一定程度后,放入适量冷开水熬煮一段时间,水变成褐色,冷却后过滤得到糊米水,并将一次发酵后的烟叶用糊米水浸渍后进行发酵^[65];红米发酵法是指在烟叶堆积发酵前向烟叶上添加红米浆,这两种传统发酵工艺,能够使茄芯的香气吃味更加浓郁饱满,烟叶的燃烧性得到改善,使烟叶色泽红亮、软绵^[65]。这主要是由于糊米水及红米浆可以为烟叶发酵提供营养物质且自身的理化特性可加速发酵过程中的化学反应从而提高发酵质量。但这两种发酵工艺需投入的成本较高,不适宜大规模推广^[4]。此外,工业上用于烟叶发酵的辅料添加物还有菊花浸提液、米酒稀释液、桂花提取液、冬青胶等。辅料添加物质对于烟叶品质的改善作用主要通过三方面实现:①增加烟叶表面的微生物及酶的丰富度^[66-67];②辅料添加物自身的酸碱特性也有利于促进烟叶的酸碱度平衡;③辅料物质与烟叶中的物质发生的特殊的生化反应。

3.2 外源添加辅料对烟叶品质的改善作用

3.2.1 协调烟叶化学成分 徐世杰^[50]研究发现,与清水

对照相比,烟叶经菊花、绿茶浸提液、米酒处理液处理后,糖碱比、钾氯比值均有所提高^[45],其中米酒处理效果最佳,与对照相比,分别增加了0.07,1.30。殷全玉等^[68]使用葡萄糖、聚乙烯吡咯烷酮等辅料发酵烟叶来促进烟叶内含物质的转化,其中聚乙烯吡咯烷酮处理与清水处理相比还原糖含量增加了2.61%,烟碱含量降低了0.18%,上部叶品质得到了明显改善。顾国早^[69]将定色后的干烟叶放入糊茶水中浸泡后再进行发酵,最终得到了烟碱、糖分、钾等化学成分协调的烟叶。

3.2.2 增进烟叶香气成分含量 李凌^[67]研究发现米酒处理能使烟叶中的茄酮及棕色化产物类香气物质含量增加,与清水对照相比,烟叶的品质有明显提升,且在发酵时添加不同的辅料物质如绿茶浸提液、稀释米酒、稀释纯牛奶等,可以从不同方面改善烟叶品质。刘鸿等^[70]利用冠突散囊菌发酵六堡茶茶叶制得金花菌茶叶,然后将其与复烤烟叶共同发酵,利用茶叶上的微生物使发酵后烟叶的甜度增加且带有茶叶的清香。此外,美拉德反应是烟叶香气物质生成的重要途径之一,李林林等^[71]以雪茄烟末酶液为反应基液,外加不同氨基酸及糖类组合物进行美拉德反应,将所得产物添加到雪茄烟叶上可促进香气物质的生成,且不同处理后的雪茄烟叶中大部分对雪茄烟叶风味特征有贡献的风味物质有不同程度的增加,如适当比例的谷氨酸和木糖处理后的雪茄烟叶的苯甲醇、二氢猕猴桃内酯、新植二烯含量较清水处理分别增加了3.92,5.03,270.47 $\mu\text{g/g}$,可较好地促进雪茄烟风格的彰显,增加雪茄烟香气丰富度。

3.2.3 改善吸食品质 发酵过程中向烟叶中添加适宜浓度的葡萄糖水溶液或柠檬酸水溶液,能够减少发酵后烟叶给吸食者带来的不良感受,如余味过苦,刺激性过大等;这是因为葡萄糖能生成酸性物质,而柠檬酸也具有酸性,这两种物质可以中和烟叶的碱性,改善烟叶的吸食品质^[72]。黄洋等^[73]利用冬青中的冬青苷类成分在一定温湿度环境下可降解为小分子致香成分的特性,将其与咖啡提取物混合而成的发酵添加剂用于烟叶发酵,可赋予烟叶抽吸愉悦、醇甜润绵的风格特征。边文杰等^[74]通过在烟叶中添加活化后的安琪酒曲并醇化发酵,实现了烟叶的增香效果,并降低了烟叶的刺激性,最终使烟气更加细腻柔顺、烟叶品质明显改善。黄锐^[75]将苦蒿与浸水烟叶共同堆放并发酵使其在密封高温环境下反应,使有益微量元素含量增加,口感更为干净、饱满、醇正,减少刺喉、刺鼻感,提高了烟叶的安全性。史宏志等^[76-77]将配置好的褪黑素、薄荷酮混合液喷洒到pH适当的雪茄烟叶上进行发酵,烟叶中的亚硝胺含量分别可降低14.61%~17.83%,45.19%,烟叶的安全性较显著提高,其原因在于薄荷酮通过抑制硝酸还原酶活性,进而降低发酵后雪茄烟叶中的亚硝胺含量。因此,辅料类添加物的使用对于烟叶降焦减害方面也大有裨益。

4 结语及展望

雪茄烟叶发酵是雪茄烟叶品质提升的重要过程,而微生物、酶及辅料类的外源添加物可一定程度改善发酵后雪茄烟叶品质。但目前中国关于雪茄烟叶工业发酵外源添加物的研究仍不够深入,关于微生物、酶在发酵过程中的活性变化规律等的研究还不够系统,在此基础上提出的有益菌株、酶类筛选再添加技术还有很大的研究空间。关于从其他物质如茶类、酒类等筛选出的优势菌株对雪茄烟叶本身的风味特征的影响还欠缺较为系统的研究。辅料类物质添加对于发酵品质的影响机理,外源添加物在雪茄烟叶发酵中发挥最大作用的最适条件以及其可能带来的不安全性等方面都是今后需要继续研究的重点。根据所需达到的发酵目的,定向选择外源添加物并辅以配套的发醇技术,定向调控雪茄烟叶的发醇品质和风味特征,将对于提高中国雪茄烟叶品质,促进国产雪茄产业发展具有至关重要的意义。

参考文献

- [1] 张倩颖, 罗诚, 李东亮, 等. 雪茄烟叶调制及发酵技术研究进展[J]. 中国烟草学报, 2020, 26(4): 1-6.
ZHANG Qian-ying, LUO Cheng, LI Dong-liang, et al. Research progress in curing and fermentation technology for cigar tobacco leaf production[J]. Chinese Tobacco Science, 2020, 26(4): 1-6.
- [2] 何青, 周宁波. 国产雪茄烟高质量发展路径探讨[J]. 时代经贸, 2018(31): 38-43.
HE Qing, ZHOU Ning-bo. Discussion on the high-quality development path of domestic cigars[J]. Times Economics and Trade, 2018(31): 38-43.
- [3] 陈栋, 李猛, 王荣浩, 等. 国产雪茄茄芯烟叶研究进展[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2019, 40(1): 83-90.
CHEN Dong, LI Meng, WANG Rong-hao, et al. Progress of the domestic cigar filler tobacco[J]. Journal of Yangzhou University (Agricultural and Life Science Edition), 2019, 40(1): 83-90.
- [4] 万德建, 吴创, 杜佳, 等. 雪茄烟叶发酵方法研究进展[J]. 山西农业科学, 2017, 45(7): 1 211-1 214.
WAN De-jian, WU Chuang, DU Jia, et al. Research advances in fermentation methods of cigar tobacco leaves[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2017, 45(7): 1 211-1 214.
- [5] 蔡斌, 耿召良, 高华军, 等. 国产雪茄原料生产技术研究现状[J]. 中国烟草学报, 2019, 25(6): 110-119.
CAI Bin, GENG Zhao-liang, GAO Hua-jun, et al. Research progress of production technologies of cigar tobaccos in China[J]. Chinese Journal of Tobacco, 2019, 25(6): 110-119.
- [6] 韩锦峰, 朱大恒, 刘卫群, 等. 陈化发酵期间烤烟叶面微生物活性及其应用研究[J]. 中国烟草科学, 1997(4): 15-16.
HAN Jin-feng, ZHU Da-heng, LIU Wei-qun. Microbial activity and its application in flue-cured tobacco during aging fermentation[J]. Chinese Tobacco Science, 1997, 18(4): 13-14.
- [7] REID J J, MCKINSTRY D W, HALEY E E. Studies on the fermentation of tobacco I: The micro flora of cured and fermenting cigar-leaf tobacco[J]. Pennsylvania Agricultural Experiment Station Bulletin, 1933, 356: 1-17.
- [8] TAMAYO A I, CANCHOF G. Microbiology of the fermentation of Spanish tobacco[R]. Rome: International Congress of Microbiology, 1953: 48-50.
- [9] 张晓娟. 雪茄外包皮烟人工发酵工艺及叶表微生物区系研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2006: 30-32.
ZHANG Xiao-juan. A study on artificial fermentation technology and leaf surface micro flora of cigar outer skin tobacco[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2006: 30-32.
- [10] 李宁, 曾代龙, 戴亚, 等. 雪茄烟叶叶面可培养微生物分离鉴定[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(25): 11 857-11 858.
LI Ning, ZENG Dai-long, DA Ya, et al. Cigar leaf leaf surface culture microbial separation identification[J]. Anhui Agricultural Science, 2009, 37(25): 11 857-11 858.
- [11] 张鸽, 梁开朝, 辛玉华, 等. 基于高通量测序和传统分离研究雪茄外包皮表面细菌多样性及演替[J]. 应用与环境生物学报, 2018, 24(4): 783-788.
ZHANG Ge, LIANG Kai-chao, XIN Yu-hua, et al. Diversity and succession of bacteria during the fermentation of a cigar wrapper using high throughput sequencing technology and traditional isolation[J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 2018, 24(4): 783-788.
- [12] 张鸽, 梁开朝, 辛玉华, 等. 四个国家雪茄外包皮烟叶表面细菌分离与活性测定[J]. 中国烟草科学, 2018, 39(2): 82-88.
ZHANG Ge, LIANG Kai-chao, XIN Yu-hua, et al. Isolation and activity determination of surface bacteria in cigar wrapper leaves from four different countries[J]. Chinese Tobacco Science, 2018, 39(2): 82-88.
- [13] 李跃锋, 王锐亮, 陈河祥, 等. 烟支霉变微生物的鉴定及其生物学特性分析[J]. 烟草科技, 2017, 50(6): 9-15.
LI Yue-feng, WANG Rui-liang, CHEN He-xiang, et al. Identification and biological characterization of microorganisms resulted mildew cigarette[J]. Tobacco Science & Technology, 2017, 50(6): 9-15.
- [14] CIVILINI M, DOMENIS C, SEBASTIANUTTO N, et al. Nicotine decontamination of tobacco agro-industrial waste and its degradation by micro-organisms[J]. Waste Management & Research, 1997, 15(4): 349.
- [15] RUAN A D, HAN G M, PENG X H, et al. Isolation and characterization of Pseudomonas sp. Strain HF-1, capable of degrading nicotine[J]. Research in Microbiology, 2005, 156(5/6): 700.
- [16] CHEN C M, LI X M, YANG J K, et al. Isolation of nicotine-degrading bacterium Pseudomonas sp. Nic22, and its potential application in tobacco processing[J]. International Biodeterioration & Biodegradation, 2008, 62(3): 226.
- [17] 李宁, 汪长国, 曾代龙, 等. 蜡样芽孢杆菌(Bacillus cereus)筛选鉴定及在雪茄烟叶发酵中的应用研究[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(2): 65-69.
LI Ning, WANG Chang-guo, ZENG Dai-long, et al. Isolation and

- identification of bacillus cereus and its application in cigar leaf fermentation[J]. Chinese Journal of Tobacco, 2012, 18(2): 65-69.
- [18] IZQUIERDO Tamayo A. Bacteria in tobacco fermentation[J]. TA, 1958(2): 2 146.
- [19] MALIK V S, SEMP B A, BRAVO H G, et al. Thermophilic denitrification of tobacco: US, 4685478[P]. 1987-08-11.
- [20] ENGLISH C F, BELL E J, BERGER A J. Isolation of thermophiles from broad leaf tobacco and effect of pure culture inoculation on cigar aroma and mildness[J]. Appl Micro-bio, 1967(15): 117-119.
- [21] 姚芳. 海南茄烟叶面微生物鉴定及其在人工发酵过程对雪茄烟叶品质的影响[D]. 郑州: 河南农业大学, 2017: 8-9.
- YAO Fang. Identification Microbiological on Hainan cigar wrapper leaves and its effect during artificial fermentation on the chemical composition of cigar wrapper[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2017: 8-9.
- [22] 赵铭钦, 李芳芳. 微生物和酶学技术在烟草发酵中的应用及展望[J]. 中国农学通报, 2007(1): 314-318.
- ZHAO Ming-qing, LI Fang-fang. The application and prospect of the technology of microbe and enzyme during tobacco leaf fermentation[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007, 23(1): 314-318.
- [23] KOLLER J B C. Dertabak in nature wissenschaftlicher[M]. Augsburg: Land Wirts Chaftlicher and Technischer Bezeichnung, 1858.
- [24] 余玉莎, 孙媛, 李祖红, 等. 米根霉发酵对烟叶常规成分及主要致香成分的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2017, 32(2): 379-385.
- YU Yu-sha, SUN Yuan, LI Zu-hong, et al. Rhizopus oryzae effects on regular composition and the main aroma components of tobacco[J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science), 2017, 32(2): 379-385.
- [25] 纪旭东, 钟丽娟, 王胜利, 等. 黑曲霉 LCCC30112 在生产葡萄糖淀粉酶和烟叶发酵中的应用: CN110699338A[P]. 2020-01-17.
- JI Xu-dong, CHEN Li-juan, WANG Sheng-li, et al. Application of Aspergillus Niger LCCC30112 in glucose-amyase production and tobacco fermentation: CN110699338A[P]. 2020-01-17.
- [26] 全铭沁, 董惠忠, 沙云菲, 等. 黑曲霉发酵液改善上部烟叶风味品质的研究[J]. 中国酿造, 2019, 38(3): 170-176.
- QUAN Ming-qin, DONG Hui-zhong, SHA Yun-fei, et al. Study on the fermentation quality of Aspergillusniger to improve the flavor quality of upper tobacco leaves[J]. China Brewing, 2019, 38(3): 170-176.
- [27] 王红霞, 邱建华, 周浩, 等. 一种利用微生物菌群发酵处理雪茄烟叶的方法: CN110122920A[P]. 2019-08-16.
- WANG Hong-xia, QIU Jian-hua, ZHOU Hao. et al. The invention relates to a method for treating cigar tobacco leaves by microbial flora fermentation: CN111528513A[P]. 2020-08-14.
- [28] 谢和, 韩忠礼, 赵维娜. 微生物发酵对烤烟内在品质的影响[J]. 山地农业生物学报, 1999(4): 27-30, 34.
- XIE He, HAN Zhong-li, ZHAO Wei-na. Effect of microbial fermentation on internal quality of flue-cured tobacco[J]. Journal of Mountain Agriculture & Biology, 1999(4): 27-30, 34.
- [29] 张晓瑞, 刘晓晖, 付博, 等. 烟草中淀粉降解菌的筛选、鉴定及发酵工艺优化[J]. 食品与机械, 2021, 37(2): 34-41.
- ZHANG Xiao-rui, LIU Xiao-hui, FU Bo, et al. Screening, identification and fermentation process optimization of starch degrading bacteria in tobacco[J]. Food & Machinery, 2021, 37(2): 34-41.
- [30] 马玲玲. 同时高效降解烟叶中淀粉和蛋白质菌株的分离鉴定及其对烟叶理化成分的影响[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2015: 29-39.
- MA Ling-ling. Isolation and identification of starch and protein degrading strains in tobacco leaves and their effects on the physics chemical components of tobacco leaves[D]. Xianyang: Northwest Agriculture & Forestry University, 2015: 29-39.
- [31] GUTIERREZ R. Nicotine degradation by bacteria Enterobactercolacae as a nicotine[J]. Degradation (Spain), 1983, 22: 85-98.
- [32] 冯颖杰, 王鹏飞, 陈芝飞, 等. 烟叶中 1 株可高效降解淀粉的菌株筛选与作用效果研究[J]. 河南农业科学, 2018, 47(1): 150-154.
- FENG Ying-jie, WANG Peng-fei, CHEN Zhi-fei, et al. Screening and application of an efficient starch-degrading strain from tobacco leaf[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2018, 47(1): 150-154.
- [33] 杨宗灿, 冯颖杰, 刘超, 等. 烟叶蛋白高效降解菌的筛选鉴定及其作用效果研究[J]. 食品与机械, 2017, 33(11): 23-27.
- YANG Zong-can, FENG Ying-jie, LIU Chao, et al. The study on isolation, screening, identification and application effect of an efficient protein degrading bacteria in flue-cured tobacco[J]. Food & Machinery, 2017, 33(11): 23-26.
- [34] 别小妹, 于少腾, 陆兆新, 等. 一株对烟叶不良成分具有多重降解效果的细菌及应用: CN112322551A[P]. 2021-02-05.
- BIE Xiao-mei, YU Shao-teng, LU Zhao-xin, et al. A strain of bacteria with multiple degradation effect on adverse components in tobacco leaves and its application: CN112322551A[P]. 2021-02-05.
- [35] 庾有朋, 王刚, 段旺军, 等. 利用生物技术对烤烟发酵的研究[J]. 食品与发酵科技, 2020, 56(2): 69-75.
- TUO You-peng, WANG Gang, DUAN Wang-jun, et al. Research on roasted tobacco fermentation using biotechnology[J]. Food and Fermentation Technology, 2020, 56(2): 69-75.
- [36] 胡希. 微生物降解雪茄烟碱含量的研究[J]. 陕西农业科学, 2014, 60(8): 24-25, 33.
- HU Xi. Research of microbial degradation of nicotine content in cigar[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2014, 60(8): 24-25, 33.
- [37] 龙章德, 张晓鸣, 刘鸿, 等. 一株产纤维素酶和漆酶的芽孢杆菌及其在烟草薄片中的应用: CN107345212B[P]. 2020-07-07.
- LONG Zhang-de, ZHANG Xiao-ming, LIU Hong, et al. A Bacillus strain producing cellulase and laccase and its application in tobacco sheet: CN107345212B[P]. 2020-07-07.
- [38] KOWIWAI A, NATSUMOTO O, NISHIDA K, et al. Studies on the fermentation of tobacco[J]. Tobacco Science, 1970, 14: 103-105.
- [39] 胡志忠, 姜宇, 龙章德, 等. 利用产香酵母发酵技术改善烟叶品质[J]. 食品与机械, 2018, 34(11): 200-204.

- HU Zhi-zhong, JIANG Yu, LONG Zhang-de, et al. Study on improvement of tobacco quality by fermentation technology with aroma producing yeast [J]. *Food & Machinery*, 2018, 34 (11): 200-204.
- [40] 杜飞, 喻澜清, 周家喜, 等. 两种产香微生物分离鉴定及其发酵液增香烟草研究[J]. *山地农业生物学报*, 2021, 40(1): 14-21.
- DU Fei, YU Lan-qing, ZHOU Jia-xi, et al. Isolation and identification of two aroma-producing microorganisms and their fermented liquid to increase the aroma of tobacco [J]. *Journal of Mountain Agriculture Biology*, 2021, 40(1): 14-21.
- [41] 景延秋, 杨懿德, 罗柱石, 等. 一种强化烟叶风格的方法: CN111528513A[P]. 2020-08-14.
- JING Yan-qiu, YANG Yi-de, LUO Zhu-shi, et al. A method to strengthen tobacco leaf style: CN111528513A[P]. 2020-08-14.
- [42] 吕欣, 王颖, 赵德学, 等. 增香微生物用于烤烟发酵的初步研究[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2011, 39(12): 186-190, 195.
- LU Xin, WANG Ying, ZHAO De-xue, et al. Primary Study on the effect of microorganism inoculation on flue-cured tobacco fermentation[J]. *Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition)*, 2011, 39(12): 186-190, 195.
- [43] FRANKENBURG Walter G. Chemical changes in the harvested tobacco leaf: Part II. Chemical and enzymic conversions during fermentation and aging[J]. *Advances in Enzymology & Related Subjects of Biochemistry*, 1950, 10: 325-441.
- [44] 周冀衡, 朱小平, 王彦亭, 等. 烟草生理与生物化学[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1996: 200-230.
- ZHOU Ji-heng, ZHU Xiao-ping, WANG Yan-ting, et al. *Physiology and biochemistry of tobacco*[M]. Hefei: University of Science and Technology of China Press, 1996: 200-230.
- [45] 肖协忠. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1997: 201-233.
- XIAO Xie-zhong. *Tobacco chemistry*[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1997: 201-233.
- [46] 刘萍, 张广民, 郑小嘎, 等. 烟叶表面微生物及其应用[J]. *微生物学通报*, 2003(6): 105-110.
- LIU Ping, ZHANG Guang-min, ZHENG Xiao-ga, et al. Microorganism on tobacco leaf surface and its application[J]. *Microbiology Bulletin*, 2003(6): 105-110.
- [47] 刘敏, 王毅, 马永凯, 等. 烟叶主要生物酶活性变化规律及其在烟叶发酵中的应用[J]. *生物技术通报*, 2009(11): 39-42.
- LIU Min, WANG Yi, MA Yong-kai, et al. Changes of enzyme activity on tobacco leaves and application on tobacco fermentation[J]. *Biotechnology Bulletin*, 2009(11): 39-42.
- [48] 夏露, 张娟, 王远亮, 等. 生物技术在烟叶发酵中的应用研究进展[J]. *安徽农业科学*, 2010, 38(22): 12 013-12 015.
- XIA Lu, ZHANG Juan, WANG Yuan-liang, et al. Research progress on the application of biotechnology in tobacco fermentation[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2010, 38 (22): 12 013-12 015.
- [49] 官长荣, 于建军. 烟草原料初加工[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1993: 100-200.
- GONG Chang-rong, YU Jian-jun. *Primary processing of tobacco raw materials* [M]. Beijing: China Light Industry Press, 1993: 100-200.
- [50] 徐世杰. 雪茄茄衣人工发酵过程中的质量变化规律及添加物料对其品质的影响[D]. 郑州: 河南农业大学, 2016: 12-28.
- XU Shi-jie. Effects of materials handling to the quality of Hainan cigar-wrapper during the initial artificial fermentation[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2016: 12-28.
- [51] 寇明钰, 汪长国, 戴亚, 等. 蛋白酶处理对雪茄芯叶品质的影响[J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2011, 33(10): 149-153.
- KOU Ming-yu, WANG Chang-guo, DAI Ya, et al. Effect of protease treatment on inner quality of cigar filler tobacco [J]. *Journal of Southwest University (Natural Science Edition)*, 2011, 33(10): 148-153.
- [52] 李晓, 刘凤珠, 姚光明, 等. 酶解法改善烟叶吸味品质的试验[J]. *烟草科技*, 2002(3): 14-17.
- LI Xiao, LIU Feng-zhu, YAO Guang-ming, et al. Experiments on improvement of smoking quality of tobacco with enzymatic degradation[J]. *Tobacco Science & Technology*, 2002(3): 14-17.
- [53] 赵铭钦, 齐伟城, 邱立友, 等. 烟草发酵增质剂对烤烟发酵质量的影响[J]. *河南农业科学*, 1998(12): 7-9.
- ZHAO Ming-qin, QI Wei-cheng, QIU Li-you, et al. Tobacco fermentation agent on the influence on the quality of flue-cured tobacco fermentation[J]. *Henan Agricultural Sciences*, 1998(12): 7-9.
- [54] 者为, 段焰青, 王明锋, 等. 一种烟用复合酶添加剂及其制备方法及应用: CN102181414A[P]. 2011-09-14.
- ZHE Wei, DUAN Yan-qing, WANG Ming-feng, et al. The invention relates to a compound enzyme additive for tobacco, a preparation method and application thereof: CN102181414A [P]. 2011-09-14.
- [55] BAILEY C F, PETRE A W. Progress report [R]. [S.l.]: Philip Morris & Company Ltd, 1973.
- [56] 任军林, 刘振宇. 施加高活性微生物转化酶提高卷烟感官质量的实验[J]. *烟草科技*, 2000(4): 9-10.
- REN Jun-lin, LIU Zhen-yu. The experiment of applying high activity microbial invertase to improve the sensory quality of cigarette[J]. *Tobacco Science & Technology*, 2000(4): 9-10.
- [57] 毛耀, 魏敏, 宋旭艳, 等. 一种改善白肋烟品质的工艺方法及其应用: CN109527635A[P]. 2019-03-29.
- MAO Yao, WEI Min, SONG Xu-yan, et al. The invention relates to a technological method for improving the quality of burley tobacco and its application: CN109527635A[P]. 2019-03-29.
- [58] 龙章德, 张鹏, 薛云, 等. 酶解—美拉德反应修饰改善烟草薄片品质的研究[J]. *食品与机械*, 2016, 32(5): 188-193.
- LONG De-zhang, ZHANG Peng, XUE Yun, et al. Improving quality of tobacco sheets by enzymolysis and maillard reaction[J]. *Food & Machinery*, 2016, 32(5): 188-193.
- [59] 陈长清. 添加剂在卷烟生产中应用对烟叶品质影响的研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2008: 14-33.
- CHEN Chang-qing. Study on effect of tobacco's quality through

- exerting addictive in tobacco factory [D]. Zhengzhou: Master's Thesis of Henan Agricultural University, 2008: 14-33.
- [60] 李力群, 郭春生, 郝捷, 等. 一种生物酶处理烟叶的方法、及制得的烟叶和卷烟: CN111990684A [P]. 2020-11-27.
LI Li-qun, GUO Chun-sheng, HAO Jie, et al. The invention relates to a method for treating tobacco leaves by biological enzyme, and the tobacco leaves and cigarettes prepared: CN111990684A [P]. 2020-11-27.
- [61] 张立昌. 烟叶酶处理的作用效果[J]. 烟草科技, 2001(4): 7-9.
ZHANG Li-chang. Effect of enzyme reagent on tobacco taste quality[J]. Tobacco Science & Technology, 2001(4): 7-9.
- [62] 阮祥稳, 任平, 陈卫锋. 酶对烟叶发酵内在品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2005(1): 67-68.
RUAN Xiang-wen, REN Ping, CHEN Wei-feng. Effects of enzyme on internal quality of tobacco leaves[J]. Food Research and Development, 2005, 26(1): 67-68.
- [63] 李洪涛, 管仕栓, 邱承宇, 等. 利用复合酶制剂改善烟叶枯焦气的研究[J]. 食品工业, 2017, 38(12): 56-60.
LI Hong-tao, GUAN Shi-shuan, QIU Cheng-yu, et al. Study on the improvement of tobacco leaf char gas by compound enzyme preparation[J]. Food Industry, 2017, 38(12): 56-60.
- [64] 金敖熙. 雪茄烟的配方与添加剂[J]. 烟草科技通讯, 1979(1): 34-44.
JIN Ao-xi. Formulation and additives for cigar[J]. Tobacco Technology Newsletter, 1979(1): 34-44.
- [65] 赵奕焘. 糊米水发酵过程中晾晒烟叶的化学成分的研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2013: 6-29.
ZHAO Yi-xi. Study on the chemical composition of drying tobacco leaves during the fermentation of rice water[D]. Yaan: Sichuan Agricultural University, 2013: 6-29.
- [66] 金敖熙. 雪茄烟的发酵[J]. 烟草科技通讯, 1978(4): 57-63.
JIN Ao-xi. The fermentation of cigar tobacco[J]. Tobacco Science & Technology, 1978(4): 57-63.
- [67] 李凌, 章存勇. 不同物料处理对雪茄烟叶发酵后香气成分和抽吸质量的影响[J]. 南方农业, 2016, 10(3): 254-256.
LI Lin, ZHANG Cun-yong. The effects of different material treatments on the aroma components and smoking quality of cigar tobacco leaves after fermentation[J]. South China Agriculture, 2016, 10(3): 254-256.
- [68] 殷全玉, 杨铁钊, 董鹏飞, 等. 药剂处理发酵法提高上部烟叶可用性初探[J]. 中国农学通报, 2006(8): 128-134.
YIN Quan-yu, YANG Tie-zhao, DONG Peng-fei, et al. Treat with medicine in fermentation to improve the usability of upper leaf tobacco[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2006(8): 128-134.
- [69] 顾国早. 一种调制旱烟的发酵方法: CN111436641A [P]. 2020-07-24.
GU Guo-zao. A fermentation method for preparing dry tobacco: CN111436641A [P]. 2020-07-24.
- [70] 刘鸿, 龙章德, 邹克兴, 等. 一种利用金花菌茶叶发酵提高复烤烟叶质量的方法: CN106676013B [P]. 2020-09-11.
LIU Hong, LONG Zhang-de, ZOU Ke-xing, et al. The invention relates to a method to improve the quality of reprocessed tobacco leaf by fermentation of *Jinhua* fungus tea: CN106676013B [P]. 2020-09-11.
- [71] 李林林, 王荣浩, 陈栋, 等. 基于模糊数学综合评价雪茄烟用美拉德反应产物的加香效果[J]. 烟草科技, 2019, 52(11): 41-49.
LI Lin-lin, WANG Rong-hao, CHEN Dong, et al. Comprehensive evaluation of flavoring effects of Maillard reaction products on cigars by fuzzy mathematics[J]. Tobacco Science & Technology, 2019, 52(11): 41-49.
- [72] 程玉渊, 王建伟, 薛超群, 等. 烤前喷洒化学物质对上部烟叶品质的影响[J]. 烟草科技, 2009(10): 54-57.
CHENG Yu-yuan, WANG Jian-wei, XUE Chao-qun, et al. Effects of chemicals spraying before flue-curing on quality of upper leaves of flue-cured tobacco[J]. Tobacco Science & Technology, 2009(10): 54-57.
- [73] 黄洋, 李品鹤, 刘屹, 等. 一种改善雪茄烟吃味的烟叶发酵方法: CN110810902A [P]. 2020-02-21.
WANG Yang, LI Pin-he, LIU Qi, et al. A method of tobacco leaf fermentation to improve the taste of cigar: CN110810902A [P]. 2020-02-21.
- [74] 边文杰, 汪季涛, 王浩军, 等. 一种烟叶增香降刺的处理方法: CN111588074A [P]. 2020-08-28.
BIAN Wen-jie, WANG Ji-tao, WANG Hao-jun, et al. The invention relates to a treatment method for increasing aroma and reducing thorn of tobacco leaf: CN111588074A [P]. 2020-08-28.
- [75] 黄锐. 一种旱烟加工用苦蒿发酵生产方法: CN111567852A [P]. 2020-08-25.
HUANG Rui. The invention relates to a fermentation production method of *Artemisia artemisia* for dry tobacco processing: CN111567852A [P]. 2020-08-25.
- [76] 史宏志, 李晶晶, 秦艳青, 等. 薄荷酮在降低雪茄烟发酵过程中烟草特有亚硝胺含量中的应用: CN111972697A [P]. 2020-11-24.
SHI Hong-zhi, LI Jing-jing, QIN Yan-qing, et al. Application of menthone in reducing the content of tobacco-specific nitrosamines during cigar fermentation: CN111972697A [P]. 2020-11-24.
- [77] 史宏志, 李晶晶, 赵园园, 等. 褪黑素在降低雪茄烟发酵过程中烟草特有亚硝胺含量中的应用: CN111972698A [P]. 2020-11-24.
SHI Hong-zhi, LI Jing-jing, ZHAO Yuan-yuan, et al. Application of melatonin in reducing the content of nicotine-specific nitrosamines in cigar fermentation: CN111972698A [P]. 2020-11-24.