

加速烟叶发酵的技术方法

彭玉富¹, 杨铁钊², 刘茂林¹, 王根发¹, 李小福¹

(1. 河南中烟工业公司技术中心, 河南 郑州 450000; 2. 河南农业大学农学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 烟叶发酵是改善烟叶品质的 1 种初加工方法, 也是卷烟加工的 1 个重要环节。从改变环境温湿度、辐照、加速氧化、外加微生物和生物酶法等方面综述了烟叶发酵技术, 并提出了烟叶发酵技术研究的新方向。
关键词: 烟叶; 发酵; 微生物; 酶; 发展方向
中图分类号: S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-1631 (2009) 02-0062-03

Technical Methods of Accelerating Tobacco Fermentation

PENG Yu-fu¹, YANG Tie-zhao², LIU Mao-lin¹, WANG Gen-fa¹, LI Xiao-fu¹
(1. Technology Center, He'nan Cigarettes Industrial Corporation, Zhengzhou 450000, China; 2. He'nan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Tobacco fermentation was not only a initial processing method to improve tobacco leaf quality, but also a very important process in cigarette production. The technical methods of tobacco fermentation were summarized, including changing environmental temperature and humidity, irradiation, accelerating oxidation, adding microorganism and enzymatic process. The new research directions in the future were proposed.
Key words: Tobacco leaf; Fermentation; Microbe; Enzyme; Development direction

烟叶发酵实质是在一定的温度和湿度条件下, 促使烟叶理化特性发生深刻变化的过程, 是卷烟工业提高产品质量的 1 种初加工方法, 也是卷烟加工中极为重要的环节。未经发酵处理的原烟和新烟不仅色泽不能令人满意, 而且常具有生青气和地方性杂气, 吸味粗糙, 刺激性大, 尤其是低次烟还有苦、辣、涩等缺点。经过发酵处理可以不同程度地克服新烟和低次烟的不良品质因素, 减少或消除新烟带有的青色, 使叶色转深, 减少青杂气和土杂气, 使香气显露, 烟味醇和, 减少刺激性和异味, 使吸味和顺, 增加烟叶的弹性, 增强烟叶的燃烧性并降低其吸湿能力。

目前烤烟陈化发酵的方法一般分为自然发酵和人工发酵 2 种, 自然发酵后的烟叶品质改善较大, 效果好, 因此, 我国卷烟企业主要采用自然发酵^[1], 即在烟叶贮存期间借助自然气候的变化, 促使烟叶内各种化学成分变化, 进而达到改善烟叶品质的目的。自然发酵具有工艺简单、操作简便、提高香气和吸味效果等优点, 但也存在烟叶贮存周期长 (一般 2 ~ 3 a)、占用仓库大、积压资金多等明显缺点。因此, 进一步研究和改进烟叶发酵技术, 对卷烟企业提高卷烟品质, 节约生产成本, 提高经济效益具有广泛而现实的意义。

1 烟叶发酵理论基础

烟叶发酵机理有 3 个假说, 即 3 个方面的作用:

(1) 氧化作用; (2) 微生物作用; (3) 烟叶本身所具有的酶的作用。

1.1 氧化作用

氧化作用假说^[2]由前苏联科学家涅斯列尔和什列晋格提出的, 认为烟叶中所含的无机元素 (Fe、Mg 等) 是引起烟叶发酵的催化剂, 烟叶发酵主要是烟叶在这些无机元素催化下, 被空气中的氧催化氧化的过程。

1.2 微生物作用

19 世纪 80 年代小什列晋格提出了微生物作用假说, 认为烟叶发酵最初作用的是微生物, 后续过程才是在无机催化剂的作用下进行的。

1.3 酶作用

列夫提出了酶作用假说, 认为烟叶发酵主要是烟叶中所含的氧化酶、过氧化酶、过氧化氢酶等作用引起的。美国烟草专家 Frankenburg^[3~5]也提出了酶催化烟叶发酵的学说, 并指出在烟叶发酵各阶段烟叶中原有的蛋白质约有 1/2 被烟叶中的酶水解, 产生了相当数量的氨基酸。

然而该 3 种作用到底是否同时存在, 还是 1 种或 2 种作用同时出现; 3 种作用对烟叶发酵贡献相同, 还是以其中 1 种或 2 种作用为主, 其他作用为辅, 还没有统一的定论。

2 加速烟叶发酵技术

2.1 改变环境温湿度加速烟叶发酵

改变环境温湿度加速烟叶发酵是通过调节烟叶发酵库的温湿度来加速烟叶发酵的技术。该技术要求烟叶仓

收稿日期: 2008-12-22
作者简介: 彭玉富 (1974 -), 男, 河南信阳人, 工程师, 硕士, 主要从事烟草原料研究。

库应当干燥严密，地面最好是木制地板，并且要有良好的通风设备，使库内温度能保持在 20 ~ 35 。在该温度范围内将加快发酵过程，低于此温度范围，则发酵时间延长；空气相对湿度最好保持在 60% ~ 65%，湿度过高（70% ~ 75%以上）则使烟叶色泽变暗，有霉变危险，且对烟叶发酵有不利影响；过低（低于 55%）则使发酵过程延长^[6,7]。

2.2 利用辐照加速烟叶发酵

余永茂等^[8]研究表明应用紫外线处理烟叶可以加速烟叶发酵，缩短发酵周期，减少或抑制霉变的发生，对烟叶的色泽和香味质量均无不良影响。王应昌等^[9]和陈云堂等^[10]分别采用⁶⁰Co- γ 射线照射烟叶。结果表明，原烟经过适宜剂量（7 ~ 8 kGy）辐照后，烟质均有所提高，香气和浓度均有所增加，青杂气明显减少，吸味得到改善，可以使烟叶自然发酵期缩短 1 ~ 1.5 a。

2.3 利用氧化作用加速烟叶发酵

环氧乙烷具有强氧化能力，加入量为 250 ~ 500 g/m³（1 m³烟叶重 200 kg，具体应视烟叶等级、品质和水份大小决定用量），可以加速烟叶发酵^[2]。经环氧乙烷快速发酵的烟叶，其烟气中的烟碱和焦油含量均有不同程度的降低，烟气较纯净，杂气明显减少，刺激性明显减弱。罗家基等^[11]发明了 1 种利用光辐射和臭氧处理烟草及其制品的方法，利用光子臭氧发生装置所产生的一定浓度的臭氧及其光子杀死烟叶中的害虫，并加速烟叶内部物质的氧化还原反应。

2.4 利用微生物加速烟叶发酵

许多研究发现，在烟草发酵过程中选择适当的微生物和适宜的发酵条件，可明显提高烟叶的质量和香气。1953 年，Tamayo^[12]最先开展了微生物接种烟叶以增加香气的试验，指出芽孢杆菌和小球菌可改善烟叶香气，使烟叶中蛋白质含量降低，可溶性氮，特别是氨、胺和酰胺含量增加，生物碱降低，pH 值大幅度增加。1958 年 Koller^[13]也进行了微生物接种烟叶以增加香气、改善吸味的尝试。Dawson^[14]认为，嗜热性放线菌（*Thermophilic actinomycetes*）可使陈化烟叶产生 1 种令人感兴趣的香气。English 等^[15]从发酵烟叶上分离出嗜热细菌（*Bacillus subtilis*, *B. coagulans*, *B. megaterium*, *B. cirulans*），这些菌株单独或混合用于烟叶，都可产生悦人的芳香。国内也有利用微生物加速烟叶发酵的研究报道。陈福星等^[16]的研究表明，在烤烟中采用微生物发酵，不仅可以缩短发酵时间，而且使烟叶质量明显提高，表现为色泽消除，叶绿素转变为黄色，去掉青杂气，使烟气纯正。王革等^[17]从烟草上分离、纯化得到 1 株产香菌，采用该菌株处理烟丝可明显降低卷烟的刺激性和劲头，且使烟气更加细腻、醇和、余味干净，而对香气量和香气质影响不大。谢和等^[18]将枯草芽孢杆菌应用于烤烟发酵过程，使烤烟人工发酵时间由原来的 20 d 缩短至 8 d。研究还发现，利用微生物发酵能够减

轻烟叶的青杂气，降低刺激性，改善烟叶的香气质量，使烟叶的内在品质得到全面提高。红河卷烟厂徐洁等^[19]将分离纯化的真菌菌株投入诱香效果筛选试验，筛选出使烟叶内可溶性总糖含量明显增加的菌株 18 个，使烟叶内类胡萝卜素含量增加的真菌菌株 16 个。韩锦峰等^[20]将分离筛选出的几株优势菌混合配制成生物制剂（TFA）用于烟叶发酵，结果表明，TFA 可加速烤烟发酵，提高烟叶品质，同时具有抑制烟叶霉变的作用。周瑾等^[21]将从优质烤烟烟叶上分离筛选得到的微生物菌种 Yu-1 接种于灭菌后的低次烤烟碎片上，在 28 下发酵 6 d，分析结果表明，在发酵后的烟叶碎片中，还原糖含量明显降低，有机酸成分增多，酸值提高。用发酵烟叶碎片提取物进行香烟加香评吸试验，结果显示，与未发酵烟叶相比，发酵烤烟碎片提取物能显著降低卷烟的刺激性，掩盖杂气，改善吸味。

2.5 利用生物酶加速烟叶发酵

Bailey 等^[22]在温度为 - 9 ~ 39 和相对湿度为 80% ~ 100% 范围内用硝酸盐还原酶和蔗糖转化酶处理烟叶，结果表明：发酵 10 d 后烟叶具有调制干草样的甜香，12 d 后甜香更浓，并带有香豆素的香气，燃吸时烟气柔和，且涩味很小。李晓等^[23]将蛋白酶与 α -淀粉酶、糖化酶混合同时施加在烤烟烟叶上，在烟叶含水率为 20%，温度 30 条件下，作用 4 h，酶解后烟叶中的蛋白质含量有不同程度的降低，水溶性糖含量有所提高且效果较为明显，这说明不同种类的酶同时施加到烤烟烟叶上进行酶解是可行的。王革等^[24]采用植物蛋白酶和微生物蛋白酶处理烟叶，发现 2 种蛋白酶均有降低烟叶蛋白质含量的作用，但植物蛋白酶所起作用优于微生物蛋白酶，在饱和水气状态，60 温度下植物蛋白酶处理烟叶 24 h，可降低蛋白量为 20% ~ 30% 左右。张立昌^[25]通过单一酶的优化组合，研制出了几种较好的复合酶制剂，有效降低了烟丝燃吸时的刺激性，减少了杂气，烟香得到明显改善，能使低等级的烟叶提升 1 ~ 2 个等级。刘谋盛等^[26]将不同生物酶、酶激活剂、乳化剂和壁材等制成微胶囊化生物活性物质，用该微胶囊化生物活性物质处理低次烟叶，能降低其中的淀粉、蛋白质和果胶等不利于吸味的高分子物质的含量，能加速烟叶自然发酵速度，缩短烟叶自然发酵时间。

2.6 利用生物酶和微生物共同作用加速烟叶发酵

赵明钦等^[27]利用由优势增香菌种和高生物活性的 α -淀粉酶、蛋白酶等配制而成的烟草发酵增质剂处理烟叶，发现增质剂能够促进烟叶内部有机物质的分解和转化，加速烟叶的发酵进程，改善烟叶品质。马林^[28]用以蛋白酶为主的复合酶制剂有效地降解了烟草蛋白质、果胶、纤维素等，并选用适宜的微生物发酵去除烟气中的氨及胺类等小分子含氮物质，使烟气中的 HCN、NO、CO 等有害气体和焦油生成量都减少，香气增加，刺激性显著降低，余味干净。

2.7 其他烟叶发酵技术

刘维涓等^[29]采用高压静电场处理烟叶, B4F(烟叶等级上桔四)在高压静电场强为 100 kV/m, 处理时间 60 min; C3F(烟叶等级中桔三)在高压静电场强为 355 kV/m, 处理时间 30 min 的处理条件下, 烟叶的化学成分和主要致香成分等均达到较理想的效果。评吸表明, 高压静电场处理烟叶能明显改善烟香中的青杂味和刺激感。

祖泽民^[30]采用檀香、小茴香、金银花等多味中药制成的烟草醇化液, 催化烟叶发酵, 可以缩短 1/3 ~ 1/2 的发酵时间, 降低烟叶焦油含量, 延长卷烟保存时间, 具有一定的保健功能。

刘石等^[31]研究认为, 烟叶中的 Cu^{2+} 主要是多酚氧化酶的辅基, Cu^{2+} 对烤烟发酵中的多酚氧化酶有激活作用。激活多酚氧化酶可缩短烟叶发酵时间, 使烟叶变黄。

王登喜等^[32]利用打叶复烤的余热加速烟叶发酵, 发酵后烟叶色泽好, 还可以减少烟叶长期贮存过程中因霉变、虫蛀和翻垛而引起的造碎。

3 烟叶发酵技术的研究方向

围绕烟叶发酵技术, 国内外学者进行了大量有益的探索, 并取得了较大进展。但是从目前烟叶发酵技术的应用情况来看, 大多数烟叶发酵技术还处于实验室摸索阶段, 尚未形成一套系统而行之有效适用工业化大生产的烟叶发酵技术。现有的烟叶醇化技术要么对反应条件要求苛刻, 要么有其他副作用, 限制了其在工业生产上的应用。

随着分子生物技术的迅速发展, 培育和筛选出耐高温(约 110 °C, 便于烟叶打叶复烤时在线加料)的酶或微生物, 形成一套适合现有仓贮条件下的固体发酵技术, 将是烟叶发酵技术研究的重点。

烟叶发酵质量的改善是多种因素综合作用的结果。由于烟叶发酵机理的研究并未取得重大或突破性进展, 人们对烟叶发酵机理的认识存在不统一性和片面性, 制约了烟叶发酵技术的发展。因此, 加强对烟叶发酵机理的研究是今后烟草行业应该深入攻关的重大课题。

参考文献:

- [1] 宋 鹏, 陈五岭. 烟草发酵中施加微生物及制剂研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (2): 588 - 589, 600.
- [2] 宫长荣, 于建军. 烟草原料初加工 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1993.
- [3] Andersen R A, Kasperbauer M J, Burton H R, *et al* Changes in chemical composition of homogenized leaf cured and air cured burley tobacco *Nicotiana tabacum* cultivar Ky-14 stored in controlled environments [J]. Agric Food Chem, 1982, 30 (4): 663 - 668.
- [4] Frankenburg W G. Chemical changes in the harvested tobacco leaf, Chemical and enzymic conversions during fermentation and aging [J]. Adv Enzymology, 1950, (10): 325 - 431.
- [5] Frankenburg W G, Gottsch A M. Nitrogen compounds in fermented cigar leaves [J]. Ind Eng Chem, 1952, (44): 301.
- [6] 李树茂. 浅谈烟叶醇化技术与对烟质的选择 [J]. 商业研究, 2000, (3): 142 - 143.
- [7] 宋纪真, 张增基, 陈永龙, 等. 贮存条件对烤烟片烟醇化质量的影响 [J]. 烟草科技, 2003, (9): 6 - 8.
- [8] 余永茂, 张淑华, 刘 石, 等. 加速烟叶发酵的方法 [J]. 烟草科技, 1990, (5): 2 - 3.
- [9] 王应昌, 陈云堂, 王桂芝, 等. 原烟辐照醇化实验研究 [J]. 烟草科技, 1991, (4): 12 - 14.
- [10] 陈云堂, 王应昌, 马伯录, 等. 烟叶和卷烟辐照醇化效果的研究 [J]. 核农学报, 1999, (4): 214 - 218.
- [11] 罗家基, 常 跃, 朱子高. 一种利用光辐射和臭氧处理烟草及其制品的方法: 中国, 1249916A [P]. 1999 - 09 - 02.
- [12] Tamayo A I, Cancho F G. Microbiology of the fermentation of Spanish tobacco [C]. International Congress of Microbiology, 1953, 48 - 50.
- [13] Koller J B C. Der tabak in naturwissenschaftlicher [M]. Augsburg: Landwirtschaftlicher and technischerbeziehung, 1858.
- [14] Dawson R F. Talk on the cigarette filler symposium [M]. Kansas: Philip Morris Tobacco Company, 1965.
- [15] English C F, Bell E J, Berger A J. Isolation of the thermophiles from broadleaf tobacco and effect of pure culture inoculation on cigar aroma and mildness [J]. Applied Microbiology, 1967, (15): 117 - 119.
- [16] 陈福星, 王 磊, 莫湘涛, 等. 烟叶微生物发酵的探讨 [J]. 微生物学通讯, 1990, (2): 37 - 39.
- [17] 王 革, 马永凯, 马 翔, 等. 一株烟草产香菌的生物学特性、香产物分析及在烟草定向改造上的运用 [J]. 云南烟草, 2003, (4): 35 - 41.
- [18] 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): 227 - 230.
- [19] 徐 洁, 张修国, 郑小嘎, 等. 烤烟诱香微生物及其制剂的研究初选 [J]. 云南烟草, 2003, (1): 25 - 29.
- [20] 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): 13 - 14.
- [21] 周 瑾, 李雪梅. 利用微生物发酵改良烤烟碎片品质的研究 [J]. 烟草科技, 2002, (6): 3 - 51.
- [22] Bailey C F, Petre A W. Progress Report [C]. Philip Morris & Company Ltd, 1937.
- [23] 李 晓, 刘凤珠, 姚光明, 等. 酶解法改善烟叶吸味品质的实验 [J]. 烟草科技, 2002, (3): 14 - 17.
- [24] 王 革, 邓 斌, 王 笛, 等. 蛋白酶处理降低烟叶蛋白质研究 [J]. 烟草科学研究, 2000, (3): 54 - 57.
- [25] 张立昌. 烟叶酶处理的作用效果 [J]. 烟草科技, 2001, (4): 7 - 9.

(下转第 66 页)

8: 00 ~ 9: 00、11: 00 ~ 12: 00、14: 00 ~ 15: 00 和 17: 00 ~ 18: 00。

2 结果与分析

2.1 环境空气质量现状评价

从表 1 可以看出，新乡市朗公庙镇无公害花生产地种植区空气中各项监测项目均低于相应的评价标准，污染指数均· 1。表明新乡市朗公庙镇无公害花生产地种植区空气质量符合无公害大田作物产地空气质量要求。

表 1 无公害花生基地空气环境质量评价
Table 1 Air environmental quality evaluation in the planting base of non-pollution peanut

项目	平均值	评价标准	污染指数	质量水平
二氧化硫 (mg/m ³)	0.020	≤0.50	• 1	合格
二氧化氮 (mg/m ³)	0.024	≤0.24	• 1	合格
氟化物 (μg/m ³)	7.700	≤20	• 1	合格
总悬浮颗粒物 (mg/m ³)	0.139	≤0.30	• 1	合格

2.2 水环境质量现状评价

从表 2 可以看出，新乡市朗公庙镇无公害花生产地采用地下水灌溉，各项水质监测项目均低于相应的评价标准，污染指数均· 1，水质状况良好，符合无公害大田作物产地灌溉水质量要求。

表 2 无公害花生基地农用水环境质量评价
Table 2 Water environmental quality evaluation in the planting base of non-pollution peanut

项目	平均监测值 (mg/L)	评价标准 (mg/L)	污染指数	质量水平
pH值	8.0	5.5 ~ 8.5	-	合格
化学需氧量	27.724	≤300	• 1	合格
总汞	0.000 5	≤0.001	• 1	合格
总镉	0.000 5	≤0.005	• 1	合格
总砷	0.018	≤0.10	• 1	合格
总铅	0.002	≤0.10	• 1	合格
铬 (六价)	未检出	≤0.10	• 1	合格
氟化物	0.45	≤2.0 ~ 3.0	• 1	合格

2.3 土壤环境质量现状评价

从表 3 可以看出，新乡市朗公庙镇无公害花生产地土壤环境质量各监测项目均低于相应的评价标准，污染指数 (Pi) 均· 1，土壤环境状况良好，符合无公害大

田作物产地土壤质量要求。

表 3 无公害花生基地土壤环境质量评价
Table 3 Soil environmental quality evaluation in the planting base of non-pollution peanut

项目	平均值 (mg/kg)	评价标准 (mg/kg)	污染指数	质量水平
镉	0.07	≤0.60	• 1	合格
砷	10.4	≤25	• 1	合格
铅	3.45	≤350	• 1	合格
铬	16.2	≤250	• 1	合格
汞	0.002	≤1.0	• 1	合格

3 结论与建议

对新乡市朗公庙镇无公害花生产地的环境质量要素 (空气、水质和土壤) 现状进行监测及评价，各项环境指标均符合和达到无公害花生产地环境的要求。

目前，该无公害花生产地生态环境良好，完全具备发展无公害花生的农业生态环境条件。建议在发展无公害花生产地的同时，严格管理，控制或限制农药的使用，在肥料施用上，坚持有机肥和化肥配合施用，不仅可以提高产量、品质，而且可以提高有机肥和化肥的利用率，是无公害农业施肥技术的基本方针。同时应注意和加强对产地及周边地区的环境保护，使该无公害产地的农业生态环境状况得以保持，走可持续发展的道路。

参考文献：

[1] 刘玉燕，刘 敏，刘浩峰．城市土壤重金属污染特征分析 [J]．土壤通报，2006，37 (1)：184 - 187.
[2] 林 葆．化肥与无公害农业 [M]．北京：中国农业出版社，2003. 58 - 101.
[3] 韩 俊，罗 丹．产地环境控制与食品安全 [J]．农业质量标准，2005，(4)：14 - 16.
[4] 韩 梅，陈占全，郭石生．青海省湟水流域绿色食品生产基地环境监测与评价 [J]．河北农业科学，2008，12 (9)：97 - 98.
[5] 王海波．五味子 GAP基地环境质量评价 [J]．河北农业科学，2007，11 (6)：58 - 59.
[6] 江春平，黄 卫．新乡市无公害花生产地环境浅析 [J]．河北农业科学，2008，12 (8)：92 - 93.

(上接第 64 页)

[26] 刘谋盛，王平艳，苏 毅，等．生物固定化技术及其在烟草加工过程中的应用 [J]．河南化工，2006，(23)：4 - 6.
[27] 赵明钦，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.
[28] 马 林．利用生物技术改变烟叶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 - 43.

[29] 刘维涓，杨伟祖，包德修，等．高压静电场用于烟叶陈化处理的研究 [J]．中国烟草科学，2003，(1)：11 - 14.
[30] 祖泽民．烟草醇化液：中国，1088414A [P]．1992 - 12 - 19.
[31] 刘 石，余永茂，高芳馨，等．Cu²⁺在烤烟发酵中对多酚氧化酶的作用 [J]．烟草科技，1988，(5)：22 - 23.
[32] 王登喜，顾晓光．利用复烤余热加速烟叶自然醇化工艺：中国，1050492A [P]．1990 - 09 - 05.