

韦克苏,蒋明贵,李超,等. 不同变黄过程烟叶变黄速率及化学成分动态变化[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):327-330.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.106

不同变黄过程烟叶变黄速率及化学成分动态变化

韦克苏¹, 蒋明贵², 李超³, 姜均¹, 李德仑¹, 谢已书¹

(1. 贵州省烟草科学研究院, 贵州贵阳 550081; 2. 毕节市烟草公司威宁县分公司, 贵州威宁 553100;
3. 毕节学院, 贵州毕节 551700)

摘要:以烤烟 K326 为材料, 对比分析堆积变黄和烘烤变黄过程中烟叶变黄速率和主要化学成分的动态变化规律。结果表明, 与烘烤变黄相比, 堆积变黄处理的烟叶变黄速率较低, 色素降解慢; 烟叶烘烤处理 72 h, 有超过 90% 的烟叶达到 8~9 成黄, 而堆积变黄处理仅有 44% 的烟叶达到 8~9 成黄; 在堆积变黄过程中, 以总糖和还原糖为主的碳水化合物变化最为明显, 其含量随变黄时间的延长而逐渐上升; 初烤烟叶中, 堆积变黄的烟叶总糖、还原糖、烟碱、总氮含量均明显高于烘烤变黄的烟叶, 而其钾和氯含量均不同程度低于烘烤变黄的烟叶。

关键词:烤烟; 堆积变黄; 烘烤变黄; 变黄速率; 化学成分

中图分类号: TS41⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)09-0327-04

随着烟草科学的发展, 密集烤房烘烤技术得到迅速推广。烟叶烘烤是一个大量耗热的过程, 煤炭是当前我国最主要的烟叶烘烤燃料, 在烟叶烘烤中存在一些不可忽视的现实问题^[1-2]。一方面, 随着能源日趋紧张、煤炭价格不断上涨, 煤炭利用率低会导致烟叶烘烤成本的持续居高不下^[3-4]; 另一方面, 煤炭燃烧会释放粉尘、硫化物等有害物质, 造成环境污染^[5]。因此, 如何实现“节能减排、省工降耗”, 开发环境友好型现代化烟叶烘烤技术, 实现我国现代烟草行业的可持续发展, 是烟草科研工作者亟待解决的重要课题。因此, 烟草科研工作者对烘烤方式和新型能源选择利用进行了诸多尝试, 并取得一定的研究进展, 如太阳能辅助加热烘烤、热泵型密集烤房建设、生物质能源烘烤、烟叶微波烘烤、远红外加热烘烤等技术的研究应用^[6-11], 在一定程度上降低了煤炭用量, 减轻了煤炭对环境的污染。另外, 自然堆积变黄和半晾半烤的烘烤方式也缩短了烘烤加热过程, 提高了能源的利用率^[12-13], 黄锡才研究表明, 半晾半烤方式不仅可实现烟叶的节本增效, 而且可提高烟叶的产值^[14]。

自然堆积变黄可以缩短烟叶的烘烤加热过程, 降低煤炭的使用量, 而变黄阶段是烟叶品质形成的关键阶段, 期间温湿度变化不仅影响烟叶的颜色, 而且对烟叶化学成分转化及香气质的形成具有重要影响^[15-18]。目前, 堆积变黄过程中烟叶的变黄条件、变黄速率及化学成分变化规律研究较少。因此, 本试验以烟叶三段式烘烤变黄为对照, 分析对比烟叶堆积变黄过程中色素降解、变黄速率及主要化学成分的动态变化规律, 为完善烘烤方式、降低烘烤成本、提高烟叶品质提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以 2013 年在贵州省烟草科学研究院龙岗基地种植的烤烟 K326 为材料, 于成熟期挑选成熟度较为一致的烟叶, 按照 50 张/把进行扎把并变黄处理。烟株育苗及田间管理均按当地优质烟叶栽培技术进行。

1.2 试验方法

1.2.1 烘烤变黄 按照常规烘烤工艺^[19]进行, 主要变黄温度为 38/36℃, 在烘烤 24、36、48、60、72 h 时分别取样, 进行相关指标的检测分析。

1.2.2 堆积变黄 将烟叶用尼龙膜包好, 置于阴凉房间中, 在叶片间插入温度探测器; 每隔约 4 h 通风 1 次, 确保叶片间温度不超过 40℃, 于处理 24、36、48、60、72 h 时分别取样进行检测分析。剩余烟叶立即放入烤房, 按照散叶插签装烟方式装烟, 直接升温至 42℃进行烘烤。

1.3 参数或指标测定

1.3.1 烤烟变黄程度界定 烟叶的变黄程度主要依据视觉观察和经验判定, 根据烟叶变黄面积占烟叶总面积的比例, 将烟叶变黄程度分为 0~1 成黄、2~3 成黄、4~5 成黄、6~7 成黄、8~9 成黄和 10 成黄, 共 6 档。

1.3.2 色素测定 将烟叶鲜叶片剪碎, 混匀, 称取 0.1 g 放入具塞玻璃试管中, 迅速加入 10 mL 95% 乙醇, 加盖置于黑暗环境中浸提至叶片全部发白, 期间摇晃几次, 分别在波长 665、649、470 nm 处测定提取液的吸光度 $D_{665\text{ nm}}$ 、 $D_{649\text{ nm}}$ 、 $D_{470\text{ nm}}$ 。提取液中叶绿素 a 浓度 (C_a)、叶绿素 b (C_b) 及类胡萝卜素浓度计算公式为: $C_a = 13.95D_{665\text{ nm}} - 6.88D_{649\text{ nm}}$; $C_b = 24.96D_{649\text{ nm}} - 7.32D_{665\text{ nm}}$; 类胡萝卜素浓度 = $(1000D_{470\text{ nm}} - 2.05C_a - 114C_b)/245$; 浓度单位均为 mg/mL。

1.3.3 化学成分检测 按贵州省烟草科学研究院分析测试中心建立的数据模型, 用傅里叶变换近红外红外光谱仪 (Antaris II) 测定烟碱、总糖、还原糖、总氮、钾、氯含量, 重复 3 次。

收稿日期: 2014-08-19

基金项目: 中国烟草总公司科技项目 (编号: TS-02-20110016)。

作者简介: 韦克苏 (1982—), 男, 广西宜州人, 博士, 助理研究员, 主要从事烟叶品质调控研究。E-mail: wks132117205@163.com。

通信作者: 谢已书, 研究员, 从事烟草调制与分级研究。E-mail: yishuxie@sina.com。

2 结果与分析

2.1 不同变黄程度烟叶色素含量的变化

由表 1 可见,叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量随烟叶变黄程度的增加而逐渐降低;叶绿素 a 和叶绿素 b 在 4~5 成黄前下降幅度不大,而在 6~7 成黄后显著降低,与此相对应,叶绿素 a 与叶绿素 b 的比值在烟叶 4~5 成黄前保持在 2.498 左右,而在 6~7 成黄时比值开始低于 2.0,并随着烘烤或堆积时间的延长而逐渐降低;烟叶类胡萝卜素与叶绿素组分的变化情况基本一致,烟叶类胡萝卜素含量在 6~7 成黄后呈快速下降趋势,但总体下降幅度小于叶绿素组分。

2.2 不同变黄程度烟叶的变黄速率比较

由图 1 可见,随烘烤时间的延长,不同变黄方式的烟叶变黄程度和比例均逐渐增加,烘烤变黄处理的烟叶变黄速率相对较快;处理 24 h,2 种变黄方式烟叶的变黄程度和比例差异不大,0~1 成和 2~3 成黄的烟叶均分别约为 50% 和 30%;处理 36 h,烘烤变黄处理有超过 60% 的烟叶均处于 4~7 成黄阶段,有 10% 的烟叶已经达到 8~9 成黄,而堆积变黄处理有

表 1 不同变黄程度烟叶色素含量的变化情况

变黄程度	色素鲜质量含量(mg/g)			C _a /C _b
	叶绿素 a	叶绿素 b	类胡萝卜素	
0~1 成黄	0.499 ± 0.069	0.204 ± 0.016	0.129 ± 0.010	2.442
2~3 成黄	0.378 ± 0.043	0.142 ± 0.025	0.111 ± 0.008	2.685
4~5 成黄	0.342 ± 0.034	0.138 ± 0.011	0.106 ± 0.008	2.498
6~7 成黄	0.082 ± 0.004	0.045 ± 0.008	0.086 ± 0.004	1.858
8~9 成黄	0.023 ± 0.005	0.016 ± 0.003	0.057 ± 0.007	1.473
10 成黄	0.009 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0.048 ± 0.001	1.175

超过 90% 的烟叶变黄程度依然低于 5 成,甚至还有 40% 的烟叶处于 0~1 成黄,堆积变黄程度远远低于烘烤变黄;处理 48 h,烘烤变黄处理有超过 80% 的烟叶处于 4~9 成变黄,其中,8~9 成黄的烟叶达到 26%,而堆积变黄仅有 4% 的烟叶达到 8~9 成黄;处理 72 h,烘烤变黄的烟叶有 90% 达到 8 成黄以上,其中,54% 的烟叶达到 10 成黄,而堆积变黄仅有 44% 的烟叶达到 8 成黄以上,其中,仅有 20% 的烟叶达到 10 成黄,其变黄程度和比例均远低于烘烤变黄。

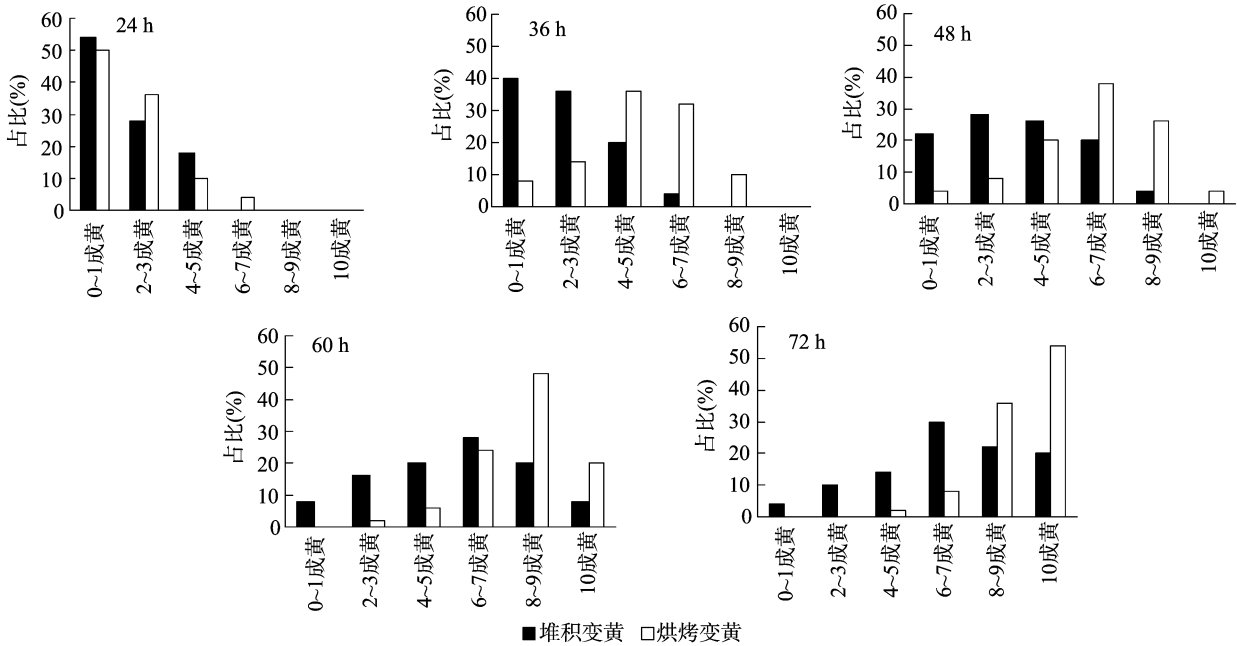


图1 不同变黄方式烟叶的变黄速率比较

2.3 不同变黄程度烟叶常规化学成分的动态变化

2.3.1 烟碱和总氮 由图 2 可见,随变黄时间的延长,2 种变黄方式烟叶中烟碱和总氮含量均呈现相同的波动规律,波动幅度略有差异。0~72 h 变黄处理期间,烟叶中的烟碱含量呈小幅度上升,堆积变黄过程中烟叶烟碱的含量均高于烘烤变黄;堆积变黄和烘烤变黄处理 72 h 的烟叶,其烟碱含量分别为 3.40% 和 2.82%,堆积变黄的烟叶烟碱含量较烘烤变黄高 0.58 百分点;经过定色及干筋期(>72 h)后,初烤烟叶(烤后样)的烟碱含量较变黄 72 h 时的含量大幅降低,堆积变黄和烘烤变黄烟叶烟碱含量分别降为 2.47% 和 1.98%。与烟碱含量变化不同的是,不同变黄方式烟叶总氮含量在处理 36 h 前有一个小幅度先降低后逐渐上升的趋势,且堆积变黄烟叶总氮含量低于烘烤变黄;定色期和干筋期,烟叶总氮含量也

呈大幅度降低趋势,堆积变黄和烘烤变黄处理的初烤烟叶中总氮含量分别达到 1.43% 和 1.27%,烘烤变黄方式烟叶总氮含量略低于堆积变黄。

2.3.2 总糖和还原糖 由图 3 可见,随变黄时间的延长,2 种变黄方式烟叶中总糖和还原糖含量均逐渐上升,烘烤变黄烟叶总糖和还原糖含量上升速率及幅度均较大堆积变黄。变黄 72 h,烘烤变黄烟叶总糖含量达到 20.46%,而堆积变黄烟叶总糖含量仅为 11.36%,明显低于烘烤变黄的烟叶;经过定色和干筋期,烘烤变黄烟叶总糖含量呈小幅度降低,而堆积变黄烟叶总糖含量急剧上升,烘烤变黄和堆积变黄初烤烟叶总糖含量分别为 18.57% 和 23.27%,堆积变黄总糖含量显著高于烘烤变黄。与总糖含量变化规律一样,变黄处理期间堆积变黄烟叶还原糖含量低于烘烤变黄,但经历定色和干筋期

后,堆积变黄烟叶还原糖含量明显上升,而烘烤变黄烟叶小幅度降低,烘烤变黄和堆积变黄初烤烟叶还原糖分别为 10.02% 和 17.32%,堆积变黄烟叶还原糖含量明显高于烘烤变黄。

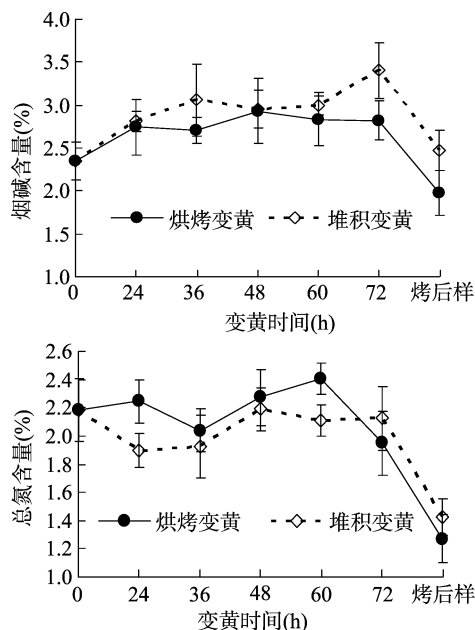


图2 不同变黄方式烟叶烟碱和总氮含量的动态变化

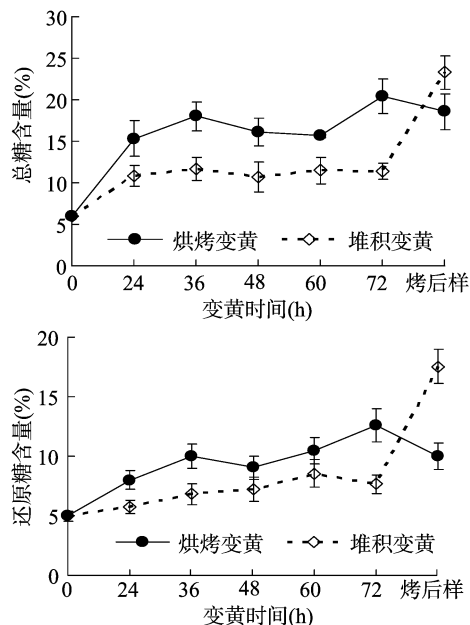


图3 不同变黄方式烟叶总糖和还原糖含量的动态变化

2.3.3 钾和氯 由图 4 可见,变黄处理初期,2 种变黄方式烟叶中钾含量上升,处理 24 h 烘烤变黄和堆积变黄烟叶钾含量分别为 1.87% 和 1.76%;处理超过 24 h,烘烤变黄烟叶的钾含量变化比较稳定,随烘烤时间延长变幅不大;堆积变黄的烟叶,其钾含量在变黄处理 60 h 时达到峰值,后迅速降低;经过定色和干筋期,烘烤变黄初烤烟叶的钾含量略高于堆积变黄。与钾含量变化规律不同,随变黄时间的延长,堆积变黄烟叶的氯含量在处理开始呈小幅度降低,后开始上升,达到峰值

后急剧下降;不同变黄方式烟叶氯含量达到峰值的时间不一致,堆积变黄烟叶氯含量在处理 48 h 时达到峰值,而烘烤变黄烟叶氯含量在处理 72 h 时达到峰值;经过定色和干筋期,烘烤变黄初烤烟叶的氯离子含量也略高于堆积变黄。

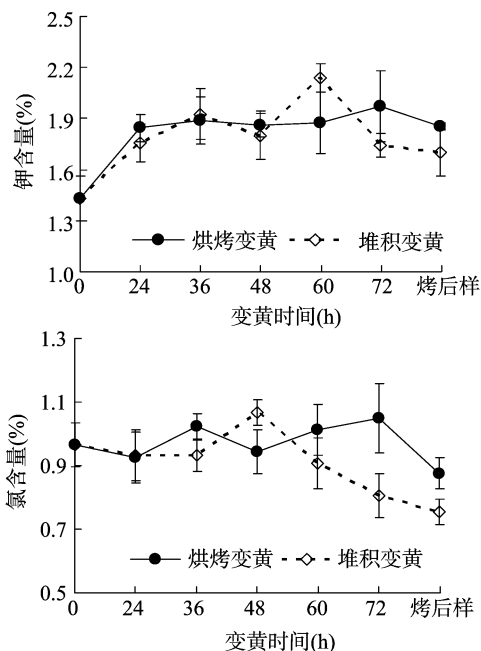


图4 不同变黄方式烟叶钾和氯含量的动态变化

3 结论与讨论

变黄阶段是烟叶变化和化学成分变化最为剧烈的烘烤阶段,此阶段烤房内温度及相对湿度变化对烟叶最终品质的形成具有决定性作用^[15-18]。虞蛟等认为,当变黄温度在 35.75 ~ 39.50 ℃、相对湿度在 75% ~ 95%、干湿温度计差为 2.0 ~ 3.5 ℃ 时,烟叶内石油醚提取物含量及香味呼吸最佳、吸食品质最好^[15]。高玉珍等研究表明,低温中变黄处理能提高烟叶中性致香物质的含量,有利于改善烟叶的内在品质^[17]。王凌等研究不同变黄温湿度对烟叶香气物质的影响,结果表明,变黄期低温、低湿有利于香气前提物质生成积累,许多重要的香气成分也仅在低温、低湿下才能形成^[16]。本试验结果表明,变黄前期(0 ~ 16 h),烘烤变黄由于加热作用,烟叶细胞内的自由水迅速排出,烤房内的相对湿度略大于堆积变黄处理;变黄中期(16 ~ 48 h),2 种变黄处理的相对湿度差异不明显;变黄后期(48 ~ 72 h)差异最为明显,由于强排湿作用,烘烤变黄条件下相对湿度急剧降低,低至 60% 以下,而堆积变黄条件下相对湿度仍然保持在 85% 以上,相对于烘烤变黄而言,堆积变黄的烤房环境属于明显的低温、高湿环境。从变黄期化学成分动态变化规律来看,总糖和还原糖含量变化与邹焱等结论^[12]一致。不同变黄处理烟叶内化学成分的变化规律基本一致,在处理期间,堆积变黄烟叶烟碱含量略高于烘烤变黄,而其总氮、总糖、还原糖、钾和氯含量均不同程度低于烘烤变黄,这可能与不同处理温度差异有关。王爱华等研究表明,变黄期温度升至 40 ℃ 前,温度越高,烟叶细胞内膜脂过氧化作用较强,叶绿体降解速率和下降幅度也越快,而碳氮化合物相关酶活性也越高,可促进烟叶内化学成分的转变程

度^[20],这很好地解释了不同变黄处理烟叶内主要化学成分的变化速率差异。值得一提的是,堆积变黄烟叶在处理 72 h 时总糖和还原糖含量远远低于烘烤变黄处理,但在经历定色和干筋期后,总糖和还原糖含量反而明显高于烘烤变黄,笔者推测,这是因为堆积变黄基本不排湿,导致烟叶内部水分十分充足,即使进入烘烤模式,温度直接升至 42 ℃,其排湿仍然需要一个过程,这使得烟叶细胞内部的相关酶活跃时间较长,从而导致烟叶内化学成分的转化较对照更为充分。

总而言之,相对于烘烤变黄,堆积变黄条件下烤房内相对湿度较大,烟叶失水速率变慢,烟叶的变黄速率和化学成分变化速率也均相对变慢,这可能对后期烟叶内化学成分尤其是碳水化合物充分转化有利,与常规烘烤延长变黄期的原理基本一致。另外,堆积变黄会缩短烟叶在烤房中的加热时间,极大地降低了热能损耗,堆积烘烤在烤烟烘烤环节具有一定的研究价值和实践意义。需指出的是,本研究仅仅对比 2 个处理在变黄阶段的理化指标变化,缺乏更多香气相关物质的转化或形成机理研究,欲充分了解堆积烘烤在生产实践上的应用意义,尚需对烘烤调制全过程烟叶内香味物质进行更为全面的研究探讨。

参考文献:

- [1]徐增汉,王能如,崔 焰,等. 我国烟叶烤房的节能改革[J]. 安徽农业科学,2000,28(6):795-798.
- [2]汤 明. 烤烟烘烤节能现状与展望[J]. 安徽农业科学,2007,35(15):4549-4550.
- [3]宋朝鹏,贺 帆,王战义,等. 提高烤房热能利用率的途径初探[J]. 安徽农业科学,2008,36(18):7743-7744,7751.
- [4]宋朝鹏,艾绥龙,王胜雷,等. 烟叶烘烤能耗与节能途径分析[J]. 安徽农业科学,2009,32(2):647-649.
- [5]李晓东,傅 钢,尤孝方,等. 不同煤种燃烧生成多环芳烃的研究[J]. 热能动力工程,2003,18(2):125-127.
- [6]李余湘,朱贵川,徐增汉,等. 密集烤房利用太阳能辅助烘烤烟叶

的效果[J]. 贵州农业科学,2011,39(3):84-86,90.

- [7]潘建斌,王卫峰,宋朝鹏,等. 热泵型烟叶自控密集烤房的应用研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(1):25-29.
- [8]王汉文,郭文生,王家俊,等. “秸秆压块”燃料在烟叶烘烤上的应用研究[J]. 中国烟草学报,2006,12(2):43-46.
- [9]崔志军,孟庆洪,刘 敏,等. 烟草秸秆气化替代煤炭烘烤烟叶研究初报[J]. 中国烟草科学,2010,31(3):70-72,77.
- [10]林玉红,闫亚明,罗登山,等. 烤烟叶丝微波干燥特性研究[J]. 烟草科技,2006(4):5-8,19.
- [11]邹 焱,谢已书,卢贤仁. 分米波烘烤对烟叶品质及用工能耗的影响[J]. 贵州农业科学,2011,39(9):51-54.
- [12]邹 焱,谢已书,卢贤仁,等. 烟叶自然变黄过程中的主要化学成分变化[J]. 贵州农业科学,2012,40(10):38-40.
- [13]徐增汉,王能如,王东胜,等. 半晾半烤法提高烤烟上部叶可用性的研究[J]. 浙江农业科学,2003(5):259-261.
- [14]黄锡才. 烤烟半晾半烤法节本增效研究[D]. 贵阳:贵州大学,2008:3-11.
- [15]虞 蛟,吴 勇,陈宗屏. 不同变黄温度与湿度对烤烟吸食品质的影响[J]. 贵州农业科学,2007,35(4):50-51,55.
- [16]王 凌,苗果园,刘华山,等. 烘烤温湿度对烟叶香气物质的影响[J]. 河南农业科学,2007(8):36-39.
- [17]高玉珍,王卫峰,张 骏,等. 密集烘烤不同变黄温湿条件对烟叶中性致香物质的影响[J]. 云南农业大学学报,2008,23(2):215-219.
- [18]代 丽,黄永成,官长荣,等. 密集式烘烤条件下不同变黄温湿度对烤后烟叶致香物质的影响[J]. 华北农学报,2008,23(6):148-152.
- [19]谢已书,邹 焱,王能如,等. 烤烟成熟采收与密集烘烤[M]. 贵阳:贵州科技出版社,2012:385-391.
- [20]王爱华,徐秀红,王松峰,等. 变黄温度对烤烟烘烤过程中生理指标及烤后质量的影响[J]. 中国烟草学报,2008,14(1):27-31.

(上接第 185 页)

3 结论

菌株 F2 发酵液中的活性物质对辣椒炭疽病菌有很好的抑制作用,菌丝生长抑制率达到 80% 以上,对用于防治辣椒炭疽病具有较高潜在价值。

菌株 F2 发酵液活性物质对高温的稳定性差,对酸碱具有较好的稳定性,有较强的抗紫外线能力,耐低温贮藏。

菌株 F2 发酵液经初步处理,采用有机溶剂进行萃取活性物质在有机溶剂中的分配率较高,是一种酯溶-水溶性抗生素,可进一步分离纯化应用于辣椒炭疽病的生物防治。

参考文献:

- [1]蔣桂芳,宋 力. 辣椒炭疽病生物防治技术的研究与展望[J]. 湖北农业科学,2014,53(11):2481-2484,2485.
- [2]朱昌雄,宋 渊. 我国农用抗生素的现状与发展趋势探讨[J]. 中国农业科技导报,2006,8(6):17-19.

- [3]沈寅初. 农用抗生素研究开发新进展[J]. 植保技术与推广,1997,19(6):35-37.
- [4]张玲玲,董美玉,许凤春,等. 放线菌 C3-11 的抗菌活性筛选及发酵液稳定性研究[J]. 现代农业科技,2009(3):109-110,113.
- [5]黄 剑,李天华,崔艺久,等. 放线菌 H50 发酵液抑菌活性及其稳定性测定[J]. 沈阳农业大学学报,2012,43(3):311-315.
- [6]于银霞. 168 号放线菌发酵产物的分离提取和活性研究[D]. 北京:首都师范大学,2009.
- [7]王守彬,王 倩,姜晓艳,等. 一株拮抗放线菌的分离鉴定及抑菌活性物质的初步研究[J]. 曲阜师范大学学报:自然科学版,2012,38(4):75-79.
- [8]冯俊涛,张锦恬,韩立荣,等. 放线菌 HJ1-2 菌株发酵液抑菌谱及稳定性的研究[J]. 西北农业学报,2009,18(6):280-284.
- [9]李璐宁,张 薇,赵永强,等. 放线菌 Y23 菌株发酵液抗菌活性及稳定性测定[J]. 山东农业科学,2009(1):71-74.
- [10]杨晓楠,李 杨,苗建强,等. 拮抗放线菌 T111 菌株鉴定、发酵液理化性质测定及发酵条件优化[J]. 应用与环境生物学报,2011,17(4):541-547.