

食用菌苎麻骨培养物对活性艳红 X-3B 染料脱色研究

梁运改, 金琪, 张宗清, 蔡亚君* (武汉纺织大学环境工程学院, 湖北武汉 430073)

摘要 [目的]研究食用菌苎麻骨培养物对活性艳红 X-3B 染料的脱色效果。[方法]将香菇、平菇和金针菇 3 种常见食用菌株接种至苎麻骨培养基上培养,研究培养物对 50 mg/L 活性艳红 X-3B 溶液的降解脱色效果。[结果]香菇培养物处理 3 h 对染料溶液脱色率可达 92.17%,平菇培养物处理 3 h 对其脱色率可达 72.40%。此外,香菇培养物对该染料溶液具有很好的重复处理效果,但重复处理次数越多脱色效果越差。[结论]香菇和平菇的苎麻骨培养基培养物对活性艳红 X-3B 溶液具有较好的脱色效果。

关键词 食用菌;活性艳红 X-3B 染料;脱色;苎麻骨培养基

中图分类号 S646;X172 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)03-067-03

Decolorization of Reactive X-3B Red Dye by Edible Fungus Culture in Ramie Bone Medium
LIANG Yun-gai, JIN Qi, ZHANG Zong-qing, CAI Ya-jun* (School of Environmental Engineering, Wuhan Textile University, Wuhan, Hubei 430073)

Abstract [Objective] Decolorization of reactive X-3B red dye by edible fungus culture in ramie bone medium was studied. [Method] Three edible fungus strains (*Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus* and *Flammulina velutiper*) were cultured in ramie bone medium and the cultures' decolorization effect against 50 mg/L reactive X-3B red were studied by detecting the decolorization rate. [Result] The results showed that, the culture of *Lentinus edodes* in the ramie bone medium could degrade 92.17% reactive X-3B red in 3 h, and the culture of *Pleurotus ostreatus* in the ramie bone medium could degrade 72.40% reactive X-3B red in 3 h. The decolorization rate of the culture of *Lentinus edodes* to treat reactive X-3B red repeatedly were studied, and the results showed that the culture of *Lentinus edodes* could also decolorize reactive X-3B red efficiently in 4 times, but the decolorization rate was decreased with the increase of the number of treat times. [Conclusion] The culture of *Lentinus edodes* and *Pleurotus ostreatus* in ramie bone medium has good decolorizing effects on reactive X-3B red dye.

Key words Edible fungus; Reactive X-3B red dye; Decolorization; Ramie bone medium

纺织印染行业是我国的重要支柱产业之一,但传统的印染行业在生产过程中会产生大量的工业废水,严重污染了环境,在危害周边人群健康的同时也制约了行业的发展。纺织印染行业废水处理方法大致可分为物理法、化学法以及生物法三大类。其中物理和化学处理技术费用高,且会产生大量的固体废物,与之相比,生物法则经济有效、可被广泛接受的环保处理方法,它运行费用低且无二次污染,符合可持续性发展的需要^[1]。传统的建立在细菌系统上的生物处理技术对非偶氮染料基本没有脱色效果,而一项创新的环境生物技术——真菌技术,能利用一种白腐真菌独特的降解机制,将各种人工合成染料彻底降解为 CO₂ 和 H₂O^[2]。大部分食用菌(担子菌纲)都属于白腐真菌。

食用菌是我国重要的新兴农业产业,仅次于粮、棉、油、果、菜。食用菌行业生产每年都有大量的废弃物(菌渣)产生。实践表明:每 100 kg 培养料,收获 100 kg 鲜菇后,还可以得到 60 kg 菌渣,这些菌渣中含有大量菌丝体、蛋白质及其他营养物质^[3]。2011 年我国食用菌生产总量达到 2 571.7 万 t,产值超过 1 400 亿元,我国成为全球食用菌产量第一大国,占世界总产量的 70%,同时产生菌渣 1 000 余万 t。这些菌渣如果得不到及时妥善的处理,一方面会给食用菌生产发展带来极大的隐患,轻则造成环境污染,影响以后种菇的产量和质量,重则导致病虫害大量蔓延与危害,造成严重减产甚至绝收。因此,对菌渣废弃物的有效处理迫在眉睫。目前,利用食用菌菌渣来处理染料废水的报道还比较少。该研究

将常见的食用菌品种(香菇、平菇和金针菇)培养在苎麻骨上,研究培养物对染料活性艳红 X-3B 的脱色效果,从而评价食用菌菌渣处理印染废水的可行性,为食用菌菌渣的资源化、苎麻骨的资源化和印染废水的处理提供新的解决思路。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 菌株

该研究所用食用菌菌种均从湖北省武汉华中食用菌栽培研究所购得,平菇(*Pleurotus ostreatus*)、香菇(*Lentinus edodes*)、金针菇(*Flammulina velutiper*)菌种品名分别为 WB5 平菇、856 适袋料栽培香菇和华中白金 5 号金针菇。

1.1.2 培养基

1.1.2.1 PDA 培养基

每升含 300 g 马铃薯,20 g 葡萄糖,自然 pH,固体培养基加琼脂粉 15~20 g。

1.1.2.2 苎麻骨培养基

苎麻骨粉末(10 目)68%,棉籽壳 20%,麸皮 10%,石膏 2%,水 60%~65%。

1.2 试验方法

1.2.1 食用菌菌株对染料活性艳红 X-3B 的脱色观察

将 3 种食用菌(香菇、平菇和金针菇)菌株接种至含有 50 mg/L 活性艳红 X-3B 的 PDA 固体培养基上,在 26℃、湿度 60% 条件下培养,培养过程中观察 3 种食用菌菌丝的生长状况及其是否在平板上产生水解圈。

1.2.2 食用菌菌株苎麻骨培养物对活性艳红 X-3B 脱色效果检测

将食用菌菌株在含 50 mg/L 活性艳红 X-3B 的 PDA 固体培养基上培养所长出的菌丝块接种至 500 g 苎麻骨培养基(1 000 ml 烧杯盛装)中,在 26℃、湿度 60% 条件下培养,至菌丝长满培养基。配制 50 mg/L 活性艳红 X-3B 染料溶液,加入装有香菇和平菇 2 种食用菌菌丝培养物的烧杯中,

基金项目 湖北省教育厅科学技术研究项目(Q20111612);武汉纺织大学大学生创新训练项目(2013CXZD022)。

作者简介 梁运改(1990-),女,湖北襄阳人,本科生,专业:生物工程。* 通讯作者,副教授,博士,硕士生导师,从事环境生物学研究。

收稿日期 2014-12-09

静置于室温处理,分别取处理 1、2、3、4 h 的样品,测样品各指标(包括 OD₅₃₈、OD₂₅₄、COD、pH),以相同量的苎麻骨培养基作为对照。处理完毕后将染液倒出沥干至无水滴滴下(含水率约 65%),重新将培养物放置于 26 ℃、湿度 60% 条件下培养,至菌丝重新布满培养基后重新处理 50 mg/L 的活性艳红 X-3B 染料溶液,如此重复数次,测样品各指标(OD₅₃₈、OD₂₅₄、COD、pH)。

采用可见分光光度计测出样品和染料原液在 538 nm 波长处的吸光度值。设未处理的活性艳红 X-3B 染液的吸光度为 A₀,测得处理后样品的吸光度为 A₁,则脱色率 = [(A₀ - A₁)/A₀] × 100%。采用紫外分光光度计检测样品在 254 nm 处的吸光度值,将 UV₂₅₄ 值作为指示溶液的可生化性指标。利用美国 HACH DR1010 型 COD 测定仪进行

COD 测定。

2 结果与分析

2.1 三种食用菌对染料活性艳红 X-3B 的降解脱色效果观察

将香菇、平菇和金针菇在 PDA 平板上活化培养 48 h 后的菌丝块(0.5 cm×0.5 cm)接种在含有 50 mg/L 活性艳红 X-3B 染料的 PDA 平板上,于 26 ℃、湿度 60% 条件下进行培养,培养 14 d。

由图 1 可知,培养 14 d 后,香菇在含有 50 mg/L 活性艳红 X-3B 染料的 PDA 固体培养基上生长状况最好,并能将平板染料完全降解脱色;平菇对活性艳红 X-3B 染料也具有很好的降解脱色作用(可见到菌丝周围明显的水解圈),但是平菇在该培养条件下的长势较差;在相同培养条件下金针菇长势最差,且始终观察不到明显的水解圈现象。



图 1 3 种食用菌脱色效果比较

2.2 三种食用菌菌丝培养物对活性艳红 X-3B 染液的处理效果研究

由表 1 和图 2 可知,香菇和平菇菌丝培养物对 50 mg/L 的活性艳红 X-3B 染料溶液均具有比较好的脱色效果,其中香菇处理后脱色率最高可达 92.17%,平菇最高脱色率可达 72.40% (菌丝长势没有香菇好),而对照处理后最高脱色率为 16.58%,表明培养基本身对染料也具有一定的吸附

效果。

菌丝培养物处理后的染液 OD₂₅₄ 值和 COD 值均大量上升,显示其中的有机物质浓度大幅度上升,推测培养物中有有机物质大量溶入染液所致。处理时间越长,染液的 OD₂₅₄ 值和 COD 值越大,表明培养物中的有机物质在不断溶入染液中。

表 1 3 种食用菌菌丝培养物对 50 mg/L 活性艳红 X-3B 溶液的处理效果

处理时间//h	OD ₅₃₈			OD ₂₅₄			pH			COD//mg/L		
	香菇	平菇	对照	香菇	平菇	对照	香菇	平菇	对照	香菇	平菇	对照
0	0.966 5	0.966 5	0.966 5	0.679 0	0.679 0	0.679 0	6.0	6.0	6.0	34.81	34.81	34.81
1	0.272 6	0.525 7	0.872 8	4.000 0	3.468 8	2.936 4	5.0	6.0	7.0			
2	0.131 3	0.387 9	0.806 3	4.000 0	3.603 9	2.946 4	5.0	7.0	7.0	2 776.8	1 587.92	1 203.96
3	0.075 7	0.266 8	0.969 8	4.000 0	3.553 7	2.940 2	5.0	6.0	7.0			
4	0.082 8	0.337 4	0.878 2	3.592 4	3.514 3	2.984 1	5.0	6.0	7.0	2 824.24	2 660.48	1 435.2

2.3 香菇菌丝培养物重复处理活性艳红 X-3B 染液的效果

将上述菌丝培养物重新进行培养,待菌丝重新布满培养基后重复处理 50 mg/L 的活性艳红 X-3B 染料溶液。在菌丝的重新培养过程中,仅香菇的长势能迅速恢复,而平菇和金针菇恢复生长较慢,因此,后续的重复处理染料溶液试验仅针对香菇菌丝培养物进行。

香菇菌丝培养物培养 24 h 后重新处理 50 mg/L 的活性艳红 X-3B 染料溶液,处理 2 h 后取样测定其 OD₅₃₈、OD₂₅₄、COD、pH,反复 4 次,结果见表 2 和图 3。

表 2 香菇菌丝培养物对 50 mg/L 活性艳红 X-3B 染液的重复处理效果				
重复处理次数	OD ₅₃₈	OD ₂₅₄	COD	pH
0	0.966 5	0.679 0	34.81	6.0
1	0.131 3	4.000 0	2 776.8	5.0
2	0.207 5	3.639 7	1 679.4	5.0
3	0.387 7	3.749 5	1 886.4	5.0
4	0.592 9	4.000 0	895.44	5.0

由表 2 和图 3 可知,香菇菌丝培养物对 50 mg/L 的活性艳红 X-3B 染料溶液重复处理时也具有比较好的脱色效果,

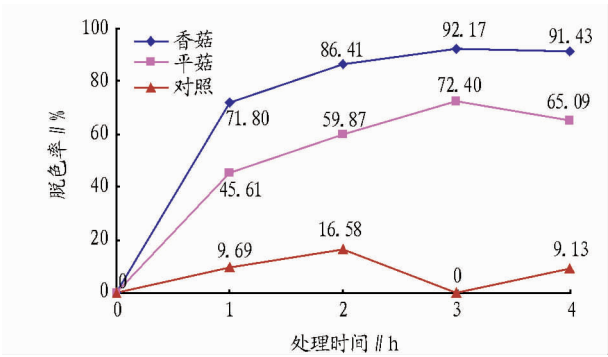


图2 3种食用菌菌丝培养物对50 mg/L 活性艳红 X-3B 染液的脱色效果

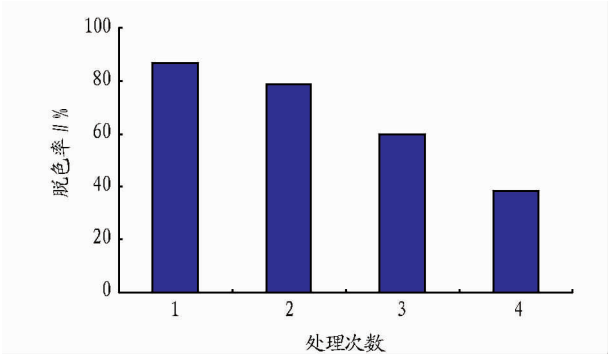


图3 香菇菌丝培养物对50 mg/L 活性艳红 X-3B 染料重复处理的脱色效果

但重复处理次数越多,脱色效果越差,推测菌丝重新生长的时间过短,其吸附的染料还没有完全降解就进行下一批次的处理,影响了下面批次处理的效果。

香菇菌丝培养物重复处理后染液的 OD₂₅₄ 值和 COD 值均有所上升,但是越到后来 COD 值越低,推测是由于每次处理后培养物中可溶性有机物质随染液一起倒出的缘故。

(上接第 63 页)

从前后期产量分析来看,水肥一体化施肥方式可以有效地提高草莓的产量和品质,特别是处理③即水肥一体化采用 10 d 1 次 20-10-20 加菌肥^[4]配方的施肥方式增产效果最佳,增产达 46.0%,尤其是对后期的增产效果更明显。这可能是因为普通施肥方式后期易造成脱肥,肥量不足,导致后期采收的产量明显减少;而处理③有效弥补了这一缺陷,有效满足大棚草莓生长发育的需肥规律,从而更有效地激发出

3 结论与讨论

(1)在该研究中,香菇和平菇 2 种食用菌对活性艳红 X-3B 染料均具有较好的脱色效果,在苎麻骨培养基中培养的香菇培养物处理 50 mg/L 的活性艳红 X-3B 脱色率最高可达 92.17%,平菇苎麻骨培养物最高脱色率可达 72.40%,而暂时未检测到金针菇对活性艳红 X-3B 的脱色效果。香菇培养物对活性艳红 X-3B 染料溶液重复处理时也具有比较好的脱色效果,但重复处理次数越多,脱色效果越差。在单次处理与重复处理过程中,菌丝培养物处理后的染液的 OD₂₅₄ 值和 COD 值均大量上升,显示其中的有机物质浓度大幅度上升,推测培养物中有机物质大量溶入染液所致。结合培养物重复处理次数越多脱色效果越差的结果,分析培养物中有机物质的溶出导致其中菌丝在重复处理过程中萌发量逐渐减少从而导致处理效果越来越差。

(2)食用菌菌渣含有大量菌丝体、蛋白质及其他营养物质。已有研究表明,菌渣中不仅含有大量的菌丝体,还具有较高漆酶活性^[4],而漆酶是白腐真菌降解染料的主要酶系^[5],香菇、平菇均能产生漆酶^[6-7]。该研究结果也表明,香菇和平菇类似于菌渣的培养物也具有很高的脱色性能,其菌渣也可用于染料废水的脱色处理。

参考文献

[1] 何珍宝. 印染废水特点及处理技术[J]. 印染, 2007(17): 41-44.
[2] GAO D W, DU L N, YANG J L, et al. A critical review of the application of white rot fungus to environmental pollution control [J]. Critical Reviews in Biotechnology, 2010, 30(1): 70-77.
[3] 陈世通, 李梦杰, 李荣春. 食用菌菌糠综合利用的研究现状[J]. 北方园艺, 2011(19): 152-154.
[4] 王德汉, 项钱彬, 陈广银. 蘑菇渣资源的生态高值化利用研究进展[J]. 有色冶金设计与研究, 2007, 28(2/3): 262-266.
[5] CHAMPAGNE P P, RAMSAY J A. Dye decolorization and detoxification by laccase immobilized on porous glass beads [J]. Bioresource Technology, 2010, 101(7): 2230-2235.
[6] 邓云霞, 洪枫, 张玉. 染料的香菇漆酶脱色研究[J]. 印染, 2006(12): 7-11.
[7] 池玉杰, 闫洪波. 红平菇木质素降解酶系统漆酶、锰过氧化物酶及木质素过氧化物酶的检测[J]. 林业科学, 2009, 45(2): 154-158.

大棚草莓的生产潜力。

参考文献

[1] 李保会, 李青云, 李建军, 等. 复合微生物菌肥对连作草莓产量和品质的影响[J]. 河北农业科学, 2007, 11(1): 15-17.
[2] 余红, 马华升, 方献平, 等. 不同复合基质对“红颜”草莓产量和品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(34): 16515-16517, 16520.
[3] 孙文科, 王博, 唐海龙, 等. 棚室草莓畸形果和坐果间断发生的原因及防止方法[J]. 现代农业科技, 2014(12): 99-101.
[4] 李建龙, 王永和, 成太祥, 等. 蚯蚓粪改良剂对草莓产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 2014(6): 163-165.