

研究报告

聚乙烯醇固定化混合细菌细胞 对印染废水脱色的研究*

刘志培 杨惠芳 贾省芬

(中国科学院微生物研究所, 北京 100080)

摘要 应用聚乙烯醇 (PVA) 为载体固定化混合细菌细胞以 PVA 浓度为 12% (w/v), 细胞浓度为 2% (w/v) 最好, pH 对固定化操作过程影响不大。固定化细胞对印染废水的脱色活性与其自然细胞相似, 最适温度为 30—40℃, 最适 pH 为 7.0; 在 pH 6.0—8.0 温度 25—40℃ 范围内都具有较高的脱色活性, 以及好的热稳定性; 在连续一个月的印染废水脱色试验中, 停留时间小于 3.0h, 脱色率均可维持在 70—80%。

关键词 混合脱色菌, 聚乙烯醇 (PVA), 固定化细胞, 印染废水脱色。

在印染废水的生化处理过程中, 脱色是其中最难、最关键的环节之一, 关于印染废水的生物脱色研究已有许多报道^[1-3], 应用固定化细胞处理工业废水的研究也有一些报道^[4,5], 应用琼脂固定化细胞进行染料配水脱色的研究曾有报道^[6]。而固定化细胞处理废水技术的关键是选择价廉高效的载体, 清华大学曾用 PVA-硼酸法固定化微生物细胞^[7], 研究了降解 LAS 的物理特性、废水处理特性及相关性, 并从固定化细胞颗粒的结构、机械稳定性等特性说明了 PVA 是一种有开发实用价值的廉价包埋剂。本文研究了 PVA-硼酸法固定化优良脱色菌的制作条件和脱色条件, 并用此固定化细胞对印染工业废水的脱色进行了可行性研究。

一、材料和方法

1. 菌种

采用中科院微生物所环境微生物组分离鉴定的优良脱色菌 10 株: 假单胞菌 S-42, S-59; 柠檬细菌 T-40; 邻单胞菌 T-34, T-36, 29; 芽孢杆菌 19, 45, S-61; 副球菌 S-98。

2. 载体

采用目前国内各纺织厂普遍作为浆料使用的聚乙烯醇 (PVA) 工业品, 其聚合度在 1750 左右。

3. 印染废水

采自福建南平第二针织厂, 呈褐黑色, 色度约为 500 倍, pH 中性, 其吸收特征如图 1

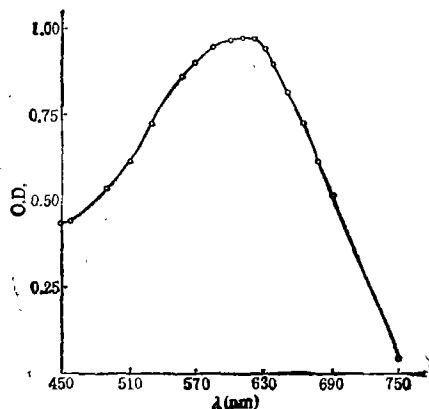


图 1 南平第二针织厂印染废水的吸收图谱
(610nm 处有吸收峰)

* 国家自然科学基金项目

收稿日期: 1991 年 3 月 15 日

所示,在 610nm 处有一最大吸收峰。

4. 固定化细胞的制备

将上述菌种分别接种在牛肉汁培养基中, 30℃ 摇床培养 24h, 5000 × g 离心 30 min 收集细胞, 把所得细胞等量混合, 用 1/15 mol/L 的 $\text{Na}_2\text{HPO}_4\text{-KH}_2\text{PO}_4$ 缓冲液 (pH 7.0) 洗涤两次, 以相同的缓冲液制成菌悬液, 与聚乙烯醇 (PVA) 溶液按一定比例混合, 充分搅拌, 滴加于饱和硼酸溶液中, 室温放置 24 至 30h, 使其充分反应, 形成固定化细胞颗粒 (直径 3—5mm), 倾去硼酸溶液, 用水充分洗涤, 空干, 称重, 装柱或 4℃ 冰箱中保存备用。

5. 脱色活力测定

用 721 型分光光度计, 在波长 610nm 处测定脱色反应前后的吸光度, 计算脱色率表示脱色活力。

二、结果和讨论

(一) 固定化细胞的制备条件

为了试验在何种条件下最适于进行细胞的固定化, 以便使细胞经过固定化之后仍保持有较高的活性, 并能节省材料, 节省时间, 方便操作, 同时又使固定化细胞颗粒具有较高的机械性能、物理通透性等, 参照文献[7]进行了如下试验。

1. 不同载体 (PVA) 浓度试验

以 PVA 最终浓度分别为 5%、7.5%、10%、12% 和 15% 的条件下进行细胞的固定化试验, 根据其操作难易程度, 成球性、所形成固定化细胞颗粒的机械强度、通透性、对细胞固定效率的比较, 以 PVA 最终浓度为 12% 时最好。

2. 固定化细胞的最适细胞浓度

将不同细胞浓度的混合优良脱色菌细胞悬液按 1:4 的比例与 15% PVA 溶液混合均匀, 使最终 PVA 浓度为 12% (w/v), 最终细胞浓度分别为 0.5%、1.0%、2.0%、3.0%、4.0% (w/v), 制成固定化细胞, 然后测定其

活力剩余率 (即取相同细胞量的固定化细胞颗粒和自然细胞, 在 37℃ 和 pH7.0 的条件下同废水保温反应 14 h, 所测得的脱色活力对比率), 结果如图 2 所示, 以最终细胞浓度为 2% 时其活力剩余率最高, 即制备固定化细胞的最适细胞浓度为 2% (w/v)。

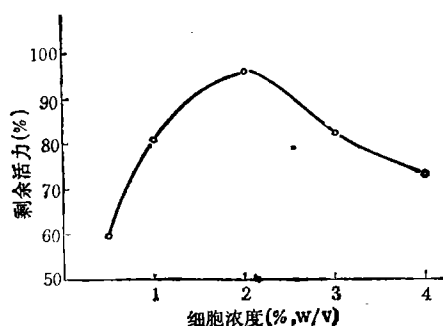


图2 细胞浓度对固定化的影响

3. pH 对固定化的影响

将不同 pH 的混合优良脱色菌细胞悬液 (10% w/v) 与相应 pH 的 15% (w/v) PVA 溶液按 1:4 的比例混合均匀, 这样形成的混合物其细胞浓度为 2%, PVA 浓度为 12%, 制成固定化细胞, 然后在 pH7.0, 30℃ 的条件下测定其脱色活力, 图 3 的结果表明, pH 对混合优良脱色菌的固定化过程没有很大的影响, 但在通常条件下, 以 pH 7.0 时进行细胞的固定化较好。

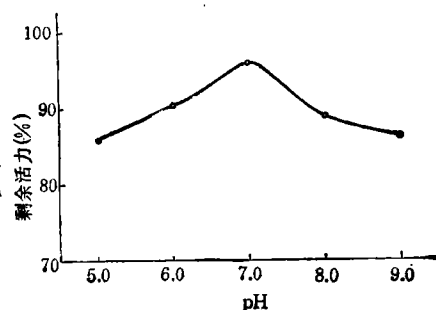


图3 pH 对固定化的影响

从以上试验可见, 混合优良脱色菌以 PVA 为载体, 制备固定化细胞时, 以 PVA 浓度为 12% (w/v), 细胞浓度为 2% (w/v), pH 7.0 的条件下进行为宜。

(二) 固定化细胞对印染废水脱色的某些特性

1. 最适 pH

取 10g 固定化细胞颗粒或与其相同细胞量的自然细胞(200mg 湿重), 加到装有 50ml 不同 pH 印染废水的三角瓶中, 在 37℃ 水浴中静止保温反应 14h, 然后测定其脱色率, 结果(图 4)表明, 固定化细胞与自然细胞一样, 对印染废水脱色的最适 pH 为 7.0, 但在偏离此 pH 的条件下, 固定化细胞对印染废水的脱色能力比自然细胞略高些。

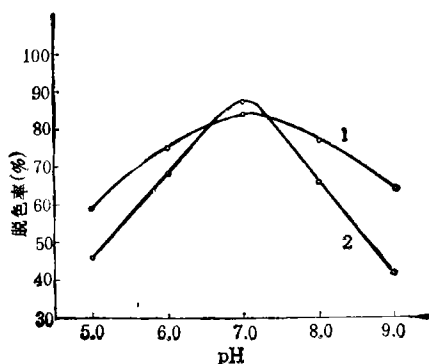


图 4 pH 对固定化细胞及自然细胞的印染废水脱色的影响
1. 固定化细胞 2. 自然细胞

2. 最适温度

反应条件同 pH 试验, 唯 pH 为 7.0, 在不同温度的水浴中反应 14h, 结果表明, 固定化细胞对印染废水的脱色最适温度为 30—40℃, 与其自然细胞一样, 也与文献[6]报道的一样(见图 5)。

3. 固定化细胞的热稳定性

将固定化细胞颗粒和自然细胞分别在 30℃、40℃、45℃、50℃ 和 60℃ 条件下保温处理 30 min, 然后在最适条件下 (pH 7.0, 37℃) 反应 14h 测定其对印染废水的脱色能力, 图 6 的结果表明, 固定化细胞和自然细胞一样, 经 30℃、40℃ 和 45℃ 的处理, 其脱色活力仅略有下降, 而经 50℃ 的处理, 两种细胞的脱色活力则开始有了较大的变化, 经 60℃ 的处理其活力显著下降, 由此说明固定

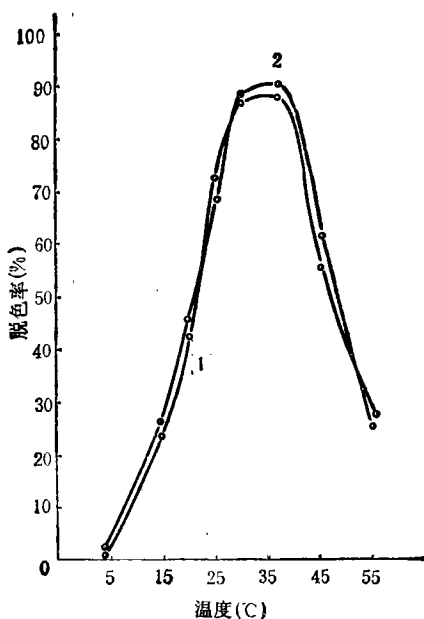


图 5 温度对固定化细胞及自然细胞的印染废水脱色的影响
1. 固定化细胞 2. 自然细胞

化细胞只要在不超 40℃ 的条件下, 其细胞活性不受破坏, 都可以正常运转进行印染废水的脱色处理。

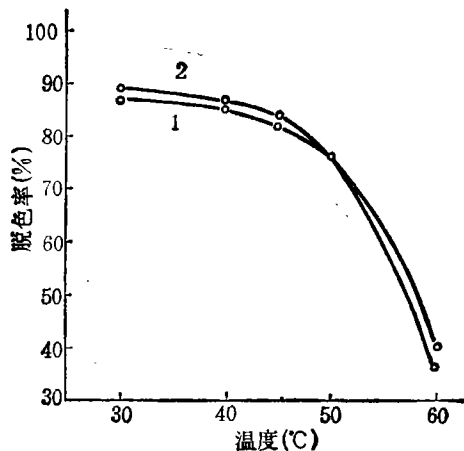


图 6 固定化细胞及自然细胞的热稳定性
1. 固定化细胞 2. 自然细胞

4. 混合脱色菌固定化细胞对印染废水脱色反应的时间过程

取 50g 固定化细胞颗粒或相同细胞量的自然细胞, 加到含有 200ml (pH 7.0) 印染废

水的 500ml 三角瓶中,密闭,在 37℃ 水浴中保温反应,定时取样测定脱色率,结果如图 7 所示,固定化细胞与自然细胞对印染废水的脱色反应有所不同,表现在反应开始时,固定化细胞有一迟缓期(0—2h),而自然细胞则无此迟缓期,推测是由于固定化细胞颗粒的通

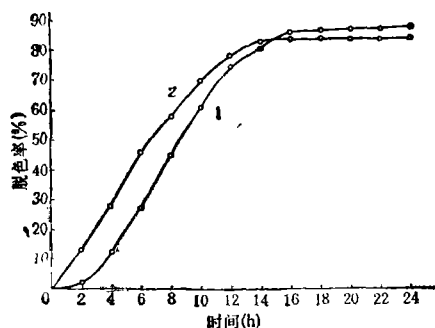


图 7 固定化细胞和自然细胞对印染废水的脱色
1. 固定化细胞 2. 自然细胞

透性等原因的影响,在反应开始时,染料不能充分扩散到固定化细胞颗粒内部,不是所有细胞都参与反应,不能充分表现细胞的脱色能力,而自然细胞则无此影响,当固定化细胞颗粒经一段时间通透后,达到了平衡状态,反应即迅速进行,脱色率几乎呈直线上升,当反应进行 16h 以后,趋于平衡状态,自然细胞和固定化细胞此时对印染料废水的脱色率分别达到了 83% 和 85%。

(三) 固定化混合脱色菌细胞柱连续进水对印染废水的脱色处理

采用二级串联的固定化细胞 (2.6 cm × 20cm), 共 160g (即 160ml) 固定化细胞颗粒,装柱后总体积为 200ml,即 $V_t = 200 - 160 = 40\text{ml}$,控制停留时间在 2—3h 之间,固定化细胞反应柱的底部进水,上方出水,反应在 17—25℃ 的室温条件下进行,每天定时测定出水的吸光度 (610nm 处),与进水的吸光度对比计算脱色率。结果 (表 1) 表明,在连续一个月的脱色反应过程中,水力停留时间大多在 2.5—2.9h 范围内,脱色率在 70—80%,达到了对印染废水的处理目的,由此表

明,混合脱色菌以 PVA 为载体的固定化细胞是一种廉价高效的技术,在印染废水的脱色处理中具有较高的实际应用价值;然而,在反应时间达 2 个月以上,固定化细胞颗粒具有脱碲作用,尚须进一步研究改进。

表 1 固定化混合脱色菌细胞连续
脱色处理印染废水

日期 (日/月)	温度 (℃)	出水 (ml/d)	停留时 间 (h)	进水 OD ₆₁₀	出水 OD ₆₁₀	脱色率
8/9	25	330	2.91	0.85	0.12	85.9
9/9	25	320	3.0	0.85	0.11	87.1
10/9	25	330	2.91	0.85	0.125	85.3
11/9	25	370	2.59	0.85	0.12	85.9
12/9	24	330	2.91	0.85	0.11	87.1
13/9	24	345	2.78	0.85	0.11	87.1
14/9	24	330	2.91	0.85	0.13	84.7
15/9	25	370	2.59	0.85	0.18	78.8
16/9	24	320	3.0	0.85	0.12	85.9
17/9	23	380	2.53	0.85	0.17	80.0
18/9	20	320	3.0	0.85	0.14	83.5
19/9	20	370	2.59	0.85	0.17	80.0
20/9	20	380	2.53	0.85	0.165	80.6
21/9	20	380	2.53	0.85	0.18	78.8
22/9	20	370	2.59	0.85	0.17	80.0
23/9	20	390	2.46	0.85	0.19	77.6
24/9	19	360	2.67	0.85	0.18	78.8
25/9	19	380	2.53	0.85	0.19	77.6
26/9	19	350	2.74	0.85	0.18	78.8
27/9	19	365	2.63	0.85	0.20	76.5
28/9	20	385	2.49	0.85	0.22	74.1
29/9	20	350	2.74	0.85	0.19	77.6
30/9	20	360	2.67	0.85	0.185	78.2
1/10	20	340	2.82	0.85	0.185	78.2
2/10	20	340	2.82	0.85	0.19	77.6
3/10	20	330	2.91	0.85	0.19	77.6
4/10	20	320	3.0	0.85	0.19	77.6
5/10	19	330	2.91	0.85	0.20	76.5
6/10	18	330	2.91	0.85	0.21	75.3
7/10	18	340	2.82	0.85	0.23	73.0
8/10	17	340	2.82	0.85	0.23	73.0
9/10	17	325	2.95	0.85	0.22	74.1

三、结 论

1. 以 PVA 为载体制备固定化细胞的条件,以最终 PVA 浓度为 12%(w/v) 时成球性较好,所形成的固定化细胞颗粒的机械性

能、通透性能都较好;以最终细胞浓度为 2% (w/v) 时的细胞剩余活力为最高(可达 96%);固定化的 pH 条件较广,通常以 pH7.0 时为宜。

2. 混合脱色菌固定化细胞对印染废水的脱色反应条件与其自然细胞相似,最适温度为 30—40℃,脱色率可维持在 85% 左右;最适 pH 为 7.0,脱色率可达 84%;并且具有较好的热稳定性,经过 50℃ 以上温度的处理,其活力才显著下降。

3. 混合脱色菌固定化细胞在连续一个月对印染废水的脱色处理过程中,水力停留时

间大多在 2.5—2.9h 范围内,脱色率可维持 70—80%,达到了对印染废水的脱色处理要求,说明具有较高的实际应用价值。

参 考 文 献

- [1] Thomas, Z. et al., *Arch. Microbiol.*, **138**, 37 (1984).
- [2] Kulla, H. G. et al., *Arch. Microbiol.*, **135**, 1(1983).
- [3] 刘志培等,微生物学报, **29**(6), 418(1989).
- [4] Chibata, I. et al., *Appl. Microbiol.*, **27** (5), 878 (1974).
- [5] 黄武华等,环境科学学报, **2**(4), 293(1982).
- [6] 韩树琴等,环境科学学报, **8**(1), 93(1988).
- [7] 李彤等,环境科学, **11**(5), 41(1990).

植物激素“802”对凤眼莲耐寒及去污能力的影响*

黄 道 兵

(湖南常德市环境监测站,常德 415003)

丘昌强 孙兴湘 周元祥

(中国科学院水生生物研究所,武汉 430072)

摘要 叶面喷施“802”能提高凤眼莲耐寒和去污能力,“802”的喷施浓度以 100mg/l 为宜。但“802”不能提高凤眼莲对水温的极端忍受限,水温低于 5℃ 时凤眼莲仍会死亡。

关键词 凤眼莲,植物激素“802”。

利用高等水生植物净化污水在国内外广泛采用,同时也在大力开展试验研究。雨久花科的凤眼莲 (*Eichhornia Crassipes*) 以其速生高产、耐污和去污力强等特点在污水处理工程中倍受重视。目前报道的用凤眼莲进行污水净化试验,大都利用凤眼莲的天然去污潜力。我们采用植物激素“802”进行凤眼莲的叶面喷施试验,试图强化凤眼莲的生理活性,提高凤眼莲对营养物质和太阳能的利用率,通过促进其生长增强去污能力和耐寒能力,为污水净化与资源化系统设计提供必要的参数和科学依据。

一、材料与 方法

(一) 试验材料

凤眼莲:取自常德市郊水塘。

试验用水:为常德市护城河污水,污水泵至沉淀池,然后抽到高位槽,在高位槽里适当加入经 20 目化纤布过滤的稀人粪尿以使污水 COD 在 150mg/L 左右。

植物激素:“802”,又名广增素,桂林临桂综合化工厂生产。使用时用蒸馏水配制成

* 本研究为“七五”科技攻关项目。

收稿日期:1991 年 5 月 6 日

Study on Decolorization of Dyeing Wastewater by Mixed Bacterial Cells Immobilized in Polyvinyl alcohol (PVA). Liu Zhipei, Yang Hufang, Jia Shengfeng (Institute of Microbiology, Academia Sinica, Beijing): Chin. J. Environ. Sci., 13(1), 1992, PP.

In preparing mixed decolorizing bacterial cells immobilized in polyvinyl alcohol (PVA) for decolorizational treatment of dyeing wastewater, the optimum concentrations of PVA and cells were 12% (w/v) and 2% (w/v), respectively. pH Value had little influence on the cell immobilization course. The immobilized cells of mixed decolorizing bacteria were similar to the native cells for their function of decolorization of dyeing wastewater. The optimum temperature and pH were 30—40°C and 7.0, respectively. The highest decolorizing activity and thermal stability were observed at pH ranging from 6.0 to 8.0 and temperature ranging from 25°C to 40°C. In the course of one month continuous decolorizational treatment of dyeing wastewater, the retention time of wastewater was found to be less than 3.0 hours and decolorization rate reached 70—80%.

Key words: mixed decolorizing bacteria, polyvinylalcohol (PVA), immobilized cells, decolorization of dyeing wastewater.

Effect of Plant Hormone "802" on the Performance of Water Hyacinth in Cool Tolerance and Pollution Control. Huang Daobing (Changde Environmental Monitoring Station), Qiu Changqiang, Sun Xingxiang, Zhou Yuanxiang (Institute of Hydrobiology, Academia Sinica): Chin. J. Environ. Sci., 13(1), 1992, PP.

To sprinkle plant hormone 802 on the leaves of water hyacinth can improve its performance in cool tolerance and pollution removal. Puffy concentration of 802 on the leaves should be around 100ppm. However 802 can not improve the limit of low temperature tolerance of water hyacinth and, as a result, the water hyacinth will still die of frostbite at the temperature below 5°C.

Key words: water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), plant hormone 802.

Controlling Algal Overgrowth with Chemical Methods. Lan Zhiwen, Zhao Ming, Yin Chengqing (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica): Chin. J. Environ. Sci., 13(1), 1992, PP.

Using enclosure ecosystem bags, the control of algal overgrowth with chemical methods is studied in eutrophic Chaohu Lake. The results show that 0.20—0.30mg/l of total Cu can effectively control the overgrowth of *Microcystis* bloom. Iron salt, as synergist, can greatly enhance the effects of copper algicide.

Key words: *microcystis* bloom, algicide, synergist, enclosure ecosystem.

Research on the Technique of Stochastic Mixed Data Evaluation. Jiang Lin, Wu Zhishan, Zhao Tong (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection): Chin. J. Environ. Sci., 13(1), 1992, PP.

It is very important to deal with qualitative and quantitative information together in the evaluation of alternative plans, such as urban and environmental plans. In this paper, a new method, the technique of stochastic mixed data evaluation is illustrated. In this method, the qualitative information is classified into three different types and all the types are described by mathematical formulas and treated by using random generator according to these formulas. Then, treated qualitative information is combined with the quantitative information to evaluate the alternatives. This new method improves the mixed data evaluation techniques which are only able to deal with partial qualitative information—ordinal information. At last, a case study is given.

Key words: quantitative information, qualitative information, ordinal information, stochastic mixed data evaluation.

Graphic Design and Programming in Regional Environmental Management Information System. Li Jiangfeng, Cheng Shengtong, Situ Wei, Zheng Bolin (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University): chin. J. Environ. Sci., 13(1), 1992, PP.

Graphic management is one of the important and necessary parts of REMIS. On the basis of analysis of REMIS graph demands, this paper summarizes the functions of graphic system and puts forward the design principles and programming environment. It also illustrates the methods and steps of the function realization on personal computers.

Key words: REMIS, environmental graph management, computer graphics.

Determination and Analysis of Activities of the Biological Film of a Productive Four-Stage Rotating Biological Contractor. Zhou Chunsheng, Liu Changsong (Jilin Architectural and Civil Engineering Institute): Chin. J. Environ. Sci., 13(1), 1992, PP.

Active parameters such as Volatile Solid (VS), Active Microorganism Number (AMN) and TTC-Dehydrogenase Activity (TTC-DHA) of the biological film of a four-stage rotating biological contractor (RBC), which was used in the treatment of waste water from the production of bioproducts, was determined, while degradation characteristics of RBC for waste pollution targets (BOD₅, COD and Volatile Phenols) being monitored. The relationship between VS, AMN and TTC-DHA and stages as well as the correlation between TTC-DHA and VS were also analysed and discussed. Results show that TTC-DHA would