

基础科学参考资料(二十三)

利用藻类处理印染污水的试验报告
介绍几种水稻简化培养基

山西大学教育处

一九七六年十月



利用藻类处理印染污水的試驗报告

山西大学生物系 污水处理研究小组
山西 针织厂

前 言

印染污水是污染环境的重要来源之一。据初步估计，目前全国印染废水每日排量约在八十万吨以上，其中含有不少的有害有毒物质，如不加处理直接排放，势必造成水体的严重污染，影响农业、渔业的生产和人体的健康。

印染污水的处理，国内目前多采用加速曝气、延时曝气和转盘等生物方法，但在处理过程中，对于色度的去除还未达到理想的地步，通常在50—70%左右之间。因此，如何进一步提高色度的去除，应视为印染污水处理中的一个重要研究课题。现在正从不同的角度、不同的方法攻克这一关。

我们在生化处理印染污水现场实践和水体自净中，得到了启示，认为藻类处理印染污水是有希望的。同时，我们认为在环境保护中，对于废水、污水、废气的生物净化与生物治理是目前我国环境保护科研中的重要方向。利用藻类，尤其是活性藻类处理废水、污水则更是一新的途径。研究利用藻类处理印染污水，对我们来说，是一个难度较大的题目。第一，目前缺乏这方面的成功资料；第二、处理的水质变化幅度较大，加之我们又没有这方面的实践经验，这都给我们的工作带来了困难。我们坚持自力更生，坚持群众路线，在批林批孔运动的推动下，特别是学习毛主席关于理论问题的重要指示，从巩固和加强无产阶级专政的高度、认真搞好科研的思想进一步加强了。实行厂校结合，工人、教师、干部三结合，经过反复摸索试验，目前已取得了初步成效，在实验室内试验的效果是比较理想的。

二、试验的情况

开始试验时，曾计划利用藻类进行三级处理。即在活性污泥法处理后，继续由藻类净化脱色，但在试验中，由于处理用水的运输有实际困难，才着手直接利用山西针织厂的原污水进行试验。我们试验的要求是：选育适合处理印染污水的藻种，使处理后的水质达到排放和回用标准，并根据试验提出大规模处理印污染水的工艺流程设计方案

山西针织厂是针织综合厂，分巾单、内衣、织袜等车间，分批漂染。所染织物有棉类及化学纤维类，利用染料种类繁多，从而造成污水水质变化复杂。仅将西针出水初步

化验的数据及其所用的染料和助剂列表(1)与(2)。

我们先后采用绿藻门、裸藻门、金藻门和蓝藻门中的多种藻种进行了试验。其中某些单细胞藻类虽然有一定的效果,但不能忍耐较大的碱度和较深的色度。因此,其处理的范围是有所局限的。如果继续采用单细胞类型的,不但处理后的水质需要再度提高,而且处理的时间也较长久,同时必须在工艺流程中加入藻类与出水的分离设备,用离心办法或化学药剂等均不经济,自然沉降也费时过长。因此,我们选择藻类的重点要考虑到丝状类型的藻种。这样,处理后的出水就易于藻类分离。

试验表明,绿藻门的刚毛藻是比较有希望的一种藻类,它是一种具有分枝的丝状藻类,我们所利用的这个种,藻种大型,增长繁殖快,光合能力强,在它在水中好气细菌的配合作用下,使污水得到一定程度的净化。

试验设备、条件、方法及效果

试验设备:光源为1000W的碘钨灯,培养容器为2000~3000毫升的玻璃培养缸,600毫升的培养瓶和250毫升的广口瓶若干个。另有循环装置:26000毫升的有机玻璃培养驯化槽二个(94×54×11厘米,内有6个长形隔板,形成七条连续的狭形水槽,槽内并装置竹篾以防藻类过度集中),两端有入出水口,流量为800毫升/分钟。附设有高位水箱和贮水箱各一,使其相连成一循环系统。又由直径5.5厘米,长125厘米的玻管6~7根上下并列串连形成一组循环系统,流速随时可以控制,又一组为长1米∅3厘米十根串连而成。循环装置的光源为150瓦的灯泡和日光灯。

试验条件:培养缸、培养瓶及广口瓶的水温一般 11~24℃,照度3000~5000L,循环装置水温 11~28℃;照度1500~2000L,静态连续光照,循环装置光照 14 小时。

试验方法:将一定湿重的刚毛藻置于定量的不同浓度的污水中,进行观察比较,培养一定的时间后,再测水质的某些指标。

处理效果:为了便于比较列表如下。

(甲)广口瓶试验:利用若干个 250毫升的广口瓶,分别注入不同浓度的印染污水,然后各置入刚毛藻7克(湿重),在光照下进行脱色净化试验。试验日期元月二日。

编号	污水浓度	污水指标		一日后指标		三日后指标		六日后指标	
		PH	透光率	PH	透光率	PH	透光率	PH	透光率
1	50%	8	76%	8 ⁻	86%	7 ⁺	89%	6.5	91%
2	60%	8	71%	8	81.2%	8 ⁻	85%	7 ⁺	87%
3	65%	9	70.5%	8.5	78.1%	8.5 ⁻	82%	7	82.5%
4	75%	9	66%	8.5	75%	8.5	79.5%	7	80.5%
5	80%	9	64%	8.5 ⁺	73%	8.5	78%	8 ⁻	79%
6	85%	9 ⁺	63%	8.5 ⁺	72%	8.5	74%	8	78.4%
7	90%	9 ⁺	60%	8.5 ⁺	70.1%	8.5 ⁺	74%	8	75%

注：PH 值有 + 一 号表示强弱。透光率系用 581—G 型光电比色计测。污水浓度系指处理液中所含原污水的百分比。污水紫红色。

(乙) 培养缸试验：各缸污水量均为 3000 毫升，1 号与 2 号各置入刚藻毛 47 克；3 号置入 56.5 克（湿重）。试验日期元月 20 日，污水枣红色。

编号	污 水 浓 度	当 日 透 光 率	二 日 后 透 光 率	三 日 后 透 光 率
1	40%	81%	84.5%	92% ²
2	50%	71%	78.5%	79%
3	60%	69%	74%	74.5%

(丙) 培养瓶试验：各瓶污水量均为 6000 毫升，置入刚毛藻均为湿重 7 克。主要观察 BOD₅ 和透光率的变化。试验日期 3 月 4 日，污水深桃红色。

编号	污 水 浓 度	当 日		一 日 后		三 日 后	
		透 光 率	BOD ₅	透 光 率	BOD ₅	透 光 率	BOD ₅
1	40%	75%	18	77.5%	未测	81%	10
2	50%	70%	42	75%	未测	79%	12
3	60%	65%	44	70%	未测	73%	15
4	70%	62%	58	66%	未测	70.5%	16
5	80%	57%	64	62.5%	未测	67%	12

由试验中可以看到透光率有所增高，BOD₅ 有所下降。三日 后 BOD₅ 的去 除 率 1 号为 44%，2 号为 71%，3 号为 66%，4 号为 72%，5 号为 81%。

上述几种试验曾进行多次，均有近似的结果。从试验的数据，不仅可以说明刚毛藻有脱色退污的能力，也表明所用刚毛藻之多寡及其发育的状况影响着实际处理的效果。从置藻量上来看，在（甲）试验中为 2.8 克/100 毫升；（乙）试验为 16.7 克/100 毫升；和 19 克/100 毫升；（丙）试验为 1.2 克/100 毫升。由于藻量的不同，脱色的效果亦随之而异。如（甲）试验中 50% 污水，处理一日后，透光率由 76% 升到 86%，三日后又升至 89%，而（丙）试验中 50% 污水处理一日后透光率由 70% 升到 75%，透光率上升较前者差 5%；三日 后 差 4%。在（甲）试验中 60% 污水处理一日后透光率由 71%

升到 81.2%；二日后又升到 85%，而（丙）试验中一日后透光率由 65% 升至 70%，三日后升至 73%，前者较后者上升亦多。

在（乙）试验中由于刚毛藻在驯化过程中部分细胞已受伤害或死亡，发育不良，而且光源供光不正常，也影响其生理活动，因此效果较差。

循环装置试验：在降低 PH 值、增加溶解氧和降低化学耗氧量方面均有一定程度的效果，六天后污水 PH 降至 7，溶解氧增加到 11.2mg/L，化学耗氧量降到 26.8mg/L，色度去除近似静态试验。在试验中藻丝由于污水的流动而常聚于一起，同时照度较低，净化作用受到了影响。拟今后加以改装再作试验。

另外，我们曾经初步试验了刚毛藻对污水 PH 值的适应范围，发现当污水 PH 值在 10 以上时，刚毛藻即难以忍耐而被杀死，先部分藻丝变黄白色，最后绝大部或全部死亡。Bell (1968) 在培养团刚毛藻时，亦发现同样情况。污水虽然能透入部分光线，仍因碱度过高而死亡。例如 2 月 6 日的试验（培养器皿为培养皿，污水浅咖啡色，各 300 毫升，藻各 47 克）。

污 水 浓 度	PH	透 光 率	藻 丝 一 日 后 情 况	二 日 后 情 况	四 日 后 情 况
60 %	12	83 %	死 亡 70 %	全 部 死 亡	
50 %	10	87 %	死 亡 60 %	残 留 极 少	个 别 藻 丝 绿 色
40 %	9	92.5 %	藻 丝 变 白 10 %	死 亡 约 20 %	受 害 未 扩 大

从此项试验来看，污水透光率虽然 87%，但 PH 值为 10 时，藻丝即难以生存。但在循环装置中，藻丝衰败的现象，就没有这样严重，考虑其原因是：藻丝量大，含水较多，另外藻丝在流动水中，由于 PH 值逐渐下降和空气的补充，受伤害的程度是会渐为减轻的。

丝状蓝藻处理试验

纵观上述试验，虽然表明刚毛藻有脱色退污的效果，但欲其达到高度的脱色则需时较长，而且对活性染料反应迟缓，不能忍耐 PH 值较高的印染污水，因此应用于直接处理印染污水还存在一些问题。于是我们又开展了多种藻种的同时试验工作，以期选育处理效果更好的藻种，试验中发现蓝藻中两个藻种（暂称为 7401 和 7402）效果较好。

经过逐渐扩大培养，最后培养于长方形有机玻璃藻池中（藻池体积为 5 万毫升，池深 13 厘米。培养液通常深度为 5~8 厘米，有时达 11 厘米）。光源为碘钨灯，照度 3000~5000L，温度 6~28℃，设有此种藻池若干个，以便分批培养，对照试验。

我们观察将印染污水注入藻池后，十分钟左右，悬浮藻丝与污水中的染料及悬浮物就凝聚沉淀，色度去除 70~94%，出水水质透明无色，用 581—G 型光电比色计测透光率能达 96%（自来水透光率为 98%，蒸馏水为 100%），出水再经过锅炉灰过滤之后，透光率达 97%，硬度（德国度）为 4 度，接近给水标准。利用过的藻丝在适宜的

温度(25℃)和适宜的光照(3000L左右)下,培养三、五天,又可繁殖到可以处理污水的密度。

为了进一步提高蓝藻处理后出水COD、BOD₅以及氨氮等的去除率,我们又用出水培养刚毛藻2~3天,原定要求的几项指标的去除率均有提高,PH值亦有所下降,而且得到进一步的脱色。为了试验出水的毒性,曾利用处理后的出水放养2厘米长的小金鱼,生长一直良好。

在反复试验中,发现当印染污水PH偏低时,效果不显著,同时山针出水变化幅度较大,也使试验未能经常保持稳定状态。

利用所选育的丝状蓝藻处理印染污水,就目前情况来说是比较理想的。它有以下优点:能适应污水高的PH值和深的颜色;处理的时间短,速度快;经过处理后的水可以排放或略经过滤,即可达到回用标准;经过刚毛藻的再处理,还可以放养鱼类;藻种培养容易,繁殖迅速;不产生大量污泥沉淀,因而不会发生污泥膨胀和污泥解体的问题;设备简单,管理方便。不过目前还处于试验阶段,把这种方法正式应用于生产上,还有很大距离。

此外,由试验已经了解到刚毛藻适应PH的范围为7至9,在此范围内,如其他条件适宜,是能分枝生长的。我们曾利用不同的培养液培养刚毛藻,比较其生长增重的情况。其中一种培养液是PH9的50%印染污水,在十日以内,每日平均增重0.065%,再培养5日,每日则平均增长0.0714%,以后即增长减缓,再继续培养则发现营养不足的现象,(见表3),这说明只要污水的颜色不太深和PH不太高,刚毛藻是能生存并能生长的。要进行三级处理,我们认为这种藻类会有其重要意义的。但利用它处理全污水则必须进一步摸索,采取措施。

目前我们正在实验室试验的基础上,积极创造新的条件,扩大试验,摸索工艺流程;同时继续筛选更能适应冬季气候条件的和效果更好的藻种或藻群,以求全面完成予定任务。

三、存在问题

此项试验存在如下一些问题,有待今后逐步加以解决:(1)由于印染工艺不断改变,污水水质变化幅度较大,影响处理池进水的稳定性,需要进一步摸清山针出水规律和藻类对其适应和不适应的规律性。(2)藻池易被杂藻污染,须摸索防止污染的方法。

(3)室外高密度繁殖藻种的最宜条件尚须深入研究。(4)藻类对不同染料的净化脱色能力需要继续试验。(5)沉淀物如何处理尚须研究试验。(6)藻类对印染污水净化脱色的机制问题等等。

总之,根据试验表明,利用刚毛藻直接处理印染污水是有一些困难的,但用以进行三级处理则是有所前途的。所选育的丝状蓝藻能耐高的PH和色度。因此能直接处理印染污水,但如何使其在处理过程中长期保持优势、继续发挥作用,还需要进一步研究解决。看来此项试验还有大量的工作需要努力完成。

表1 山西针织厂出水水质分析

项目	PH	色度 透光率	氮氮	C O D	溶解氧	BOD	氯化物	氰化物	总铬	挥发酚
数据	8—14	19—56%	1.6 ~0.15	40~ 185	0	32.6 ~300	158.2	0.05	0.062 ~ 11.25	0.06

表2 助剂与染料

助 剂	染 料
火碱, 硫化碱, 盐酸, 硫酸, 醋酸, 肥皂, 保险粉, 洗衣粉, 单体, 漂白粉, 双氧水, 碱面, 表面活性剂, 增白剂, 食盐, 亚硫酸钠, 亚硝酸钠, 醋酸钠, 平平加, 磷酸三钠, 重铬酸钾, 小苏打, 太古油, 甲醛等。	士林类 那夫妥类 直接类 硫化类 活性类 酸性类 碱性类 中性类 阳离子类

表3 利用50%印染污水培养刚毛藻试验

日 期	藻量重 (克)	增重 (克)	平 均 每 日 增 重	每 日 增 重 百 分 数
九月十三日	42.5			
九月廿三日	70	27.5	2.75	0.0647%
九月廿八日	85	15	5	0.0714%
十月三日	88	3	0.6	0.007%
十月十日	85	减3		

注: 污水PH值为9, 水温24~29℃, 照度3000 L, 生长减缓时, 如增加培养液即可促进藻丝再度生长。

介紹几种水稻簡化培养基

(1975年工作总结)

山西大学生物系遗传组

培养植物离体花药,诱导花粉产生单倍体植株,目前作为一种育种方法已在国内外广泛开展研究。我国在烟草、水稻、小麦等作物方面先后已获得新品种应用于生产。在山西省科技局的大力支持下我们从72年开始进行花药培养试验。为了便于在基层推广,近两年来我们配合中国科学院山西遗传分所、山西省农科院同晋祠公社王郭、南大寺等大队贫下中农协作,在培养水稻花药培养方面进行了一些试验:

接种材料为粳稻杂种 F_1 或 F_2 的花药。接种前用醋酸地衣红检查花粉发育时期为单核晚期。接种后培养于 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$ 恒温室内。

花药培养采用 Blaydes 基本培养基,用马铃薯、蕃茄、灌浆期嫩玉米籽粒、荸荠等代替培养基中全部或部分物质。配制用水和糖也进行了简化,即用自来水及市售食糖代替蒸馏水和蔗糖,均收到较好效果。

一、玉米、馬鈴薯、蕃茄培养基

玉米浆:取灌浆期嫩玉米籽粒 500g 加蒸馏水 250ml,在组织匀浆机中捣碎,用纱布挤出汁液(或用研钵磨碎挤汁、或用水煮沸 20 分钟滤汁均可。下同)

马铃薯汁:马铃薯洗净,不削皮切成碎块,取 200g 加蒸馏水 350ml,在组织匀浆机中捣碎,用纱布挤出汁液。(或加适量水,温火煮沸 20 分钟)

蕃茄汁:切取成熟蕃茄 200g 加蒸馏水 300ml 捣碎,用纱布挤出汁液。

用这三种汁液等量或不等量混合,配制两种培养基:一种是三种汁液等量混合加 Blaydes 大量元素;一种是三种汁液不等量混合,完全不加 Blaydes 元素。以 Blaydes 加 2,4-D、水解乳蛋白 702 为对照(因这种培养基是我们几年来出愈率较高的一种),结果是完全用三种汁液混合而不用 Blaydes 的培养基出愈率有增加的倾向(见表一)。

培养基	材料	农垦 19 × 秋丰 F_2			科盆 2 号 × 泰国稻		
		接种花药数	愈伤组织数	出愈率	接种花药数	愈伤组织数	出愈率
1		120	5	4.1%	315	22	6.9%
2		116	7	6%	170	9	5.2%
3		135	9	6.6%	260	23	8.8%

表一、三种汁液培养基出愈率比较

培养基 1. Blaydes + 2.4-D 2mg + 水解乳蛋白 300mg + 702 0.5ml/l

2. Blaydes 大量元素 + 檸檬酸铁 10mg + 2.4-D 2mg
+ 玉米浆 100ml + 马铃薯汁 100ml + 蕃茄汁 100ml

3. 玉米浆 100ml + 马铃薯汁 150ml + 蕃茄汁 100ml
+ 2.4-D + 檸檬酸铁 10mg/l

以上均加蔗糖 5%、琼脂 0.7%，PH5.4。

二、 荸 薺 汁 培 养 基

去芽皮荸薺汁：新鲜荸薺洗净削去芽皮，称取 200g 切碎加水 200ml，用组织匀浆机捣碎，纱布挤出汁液。（用研钵磨碎挤汁，或用水煮 20 分钟滤汁。下同）

带芽皮荸薺汁：新鲜荸薺洗净，保留芽皮，切碎，称取 200g 加水 200ml，用组织匀浆机捣碎，纱布挤出汁液。

两种汁液分别配制两种培养基，并以 Blaydes + 2.4-D + 水解乳蛋白 + 702 及 Blaydes + NAA + 水解乳蛋白 + 激动素，两种培养基进行了比较。

试验结果，不同材料在不同培养基中反应不同，但总起来看，用荸薺汁的培养基出愈率有增加的倾向（见表二）。因此在春天用温室中孕穗的水稻作为接种材料时，可选用荸薺汁代替玉米马铃薯和蕃茄。

培养基	72-1031×丰年早生			72-1031×立稽波			69-404×京引119		
	接种花药数	愈伤组织数	出愈率	接种花药数	愈伤组织数	出愈率	接种花药数	愈伤组织数	出愈率
I	324	27	8.6%	82	42	15.2%	52	0	0
II	242	22	9.9%	83	12	14.4%	56	0	0
III	320	42	11.1%	80	32	40%	55	15	27.2%
IV	330	25	10.8%	81	9	11%	42	14	33.3%

表二、荸薺汁培养基出愈率比较

培养基 I. Blaydes + 2.4-D 2mg + 水解乳蛋白 300mg + 702 0.5ml

II. Blaydes + NAA 1.5mg + 水解乳蛋白 300mg + 激动素 2mg

III. Blaydes 大量元素 + NAA 1.5mg + 去皮荸薺汁 300ml + 檸檬酸铁 10mg

IV. Blaydes 大量元素 + NAA 1.5mg + 带皮芽荸薺汁 300ml + 檸檬酸铁 10mg

以上均为蔗糖 5%、琼脂 0.7%，PH5.4

三、 配 制 用 水 及 糖 的 試 驗

自 1973 年起，我们就用普通蒸馏水代替重蒸馏水配制培养基。1975 年又用自来水进行试验。同时用市售食糖代替蔗糖，以降低成本。接种的材料中均能长出愈伤组织（见表三）。因此，在没有蒸馏水的地方同样可以开展花药培养工作。

培养基	材料	(农20×秋丰) F ₂ } × (清杂13×京引135) F ₂ } F ₁			(农20×京引177) F ₂ } × (黄金×雷迈) F ₂ } F ₁			70-206×京引66		
		接种花药数	愈伤组织数	出愈率	接种花药数	愈伤组织数	出愈率	接种花药数	愈伤组织数	出愈率
	普通蒸馏水+蔗糖	350	62	17.7%	120	7	6%	48	2	4.2%
	自来水+市售食糖	330	21	6%	120	25	21%	50	2	4%

表三、配制用水及糖的试验比较

基本培养基都是 Blaydes + 2.4-D2mg + 水解乳白 300mg + 702 0.5ml

四、分化培养基的简化试验

用马铃薯汁(制法同前)加椰乳 100ml, 加椰乳 200ml 及激动素 1mg, 以及不用马铃薯汁仅用激动素进行比较, 总起来看, 用马铃薯汁并加椰乳的效果较高, 分别为 31.5% 及 56.2%, 而以加 200ml 椰乳加激动素 1mg 效果最好。前培养基的效应也是明显的, III 和 IV 均用荸荠汁配制(见表二), 除个别情况外, 诱导频率均高于一般的 Blaydes 培养基(见表四)。

总之我们感到在水稻方面用简化培养基进行花药培养是大有潜力可挖的, 今后还要继续进行试验摸索。

分化培养基	前培养基	接愈块数	出苗数(绿苗)	出苗率
B 大量元素 + 马铃薯汁 200ml + 椰乳 100ml + IAA 0.8mg 蔗糖 3% 琼脂 0.7% PH5.4	I	37	9	24.3%
	II	23	6	26.0%
	III	16	7	43.7%
	IV	18	8	44.4%
	合计	94	30	31.9%
B 大量元素 + 马铃薯汁 200ml + 椰乳 200ml + 激动素 1mg + IAA 0.8mg 蔗糖 3% 琼脂 0.7% PH5.4	I	14	12	85.7%
	II	6	2	33.3%
	III	21	6	28.5%
	IV	7	7	100%
	合计	48	27	56.2%
Blaydes + 激动素 2mg + IAA 0.8mg + NAA 0.5mg 蔗糖 3% 琼脂 0.7% PH5.4	I	9	0	0
	II	15	1	6.6%
	III	4	0	0
	IV	2	2	100%
	合计	30	3	10%
Blaydes + 激动素 1mg + IAA 0.8mg 蔗糖 3% 琼脂 0.7% PH5.4	I	67	8	11.6%
	II	29	8	27.5%
	III	14	5	35.7%
	IV	11	2	18.1%
	合计	121	23	19.0%

表四、分化培养基的简化比较

