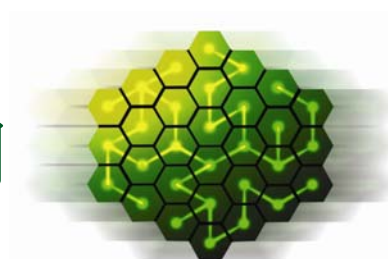


微生物脫色技術之應用



陳玉真

水產試驗所水產加工組

前言

近年來，由於經濟快速發展，工廠大量增加，使得我們遭遇的生活環境品質日漸低落，我們所賴以維生的環境，莫不遭受極嚴重的污染。因此，如何積極地減少因為人類活動而對生存環境產生的破壞，是所有人類所應該積極參與、刻不容緩之要務（吳等，2001）。目前先進國家於工業廢水處理相關技術之方向，多融入了永續發展之精神，發展低成本且高效率的廢水處理技術。因此微生物或酵素將色素無色化之試驗，因為處理條件溫和，能源消費少，而且不會產生污泥，所以成為一受人矚目的著色廢排水之脫色新方法，展開各種研究。

微生物脫色應用之方面

一、味精廢水中糖蜜色素吸附脫色

味精發酵生產大都以廢糖蜜為原料，經微生物發酵生產後，其廢水中殘留大量之糖蜜色素梅納汀 (melanoidin)，此糖蜜色素是由糖和胺基化合物起梅納反應 (Maillard reaction) 所形成，而在發酵過程中，亦有許多因子，如反應溫度、水分含量、pH、反應時間、濃度和反應物之性質等 (Piattelli and Nicolaus, 1961)，都會影響糖蜜色素之生成，且這些因子彼此間也會互相影響。

發酵工業廢水含有糖蜜色素之問題，學者們皆積極進行分解糖蜜色素微生物之分解

與篩選之研究，諸如擔子菌類之 *Coriolus* sp. No.20、*Coriolus versicolor* Ps4a，真菌類之 *Aspergillus fumigatus* G-2-6，細菌類之 *Lactobacillus hilgardii* W-NS 等菌種，但此等實驗皆採用合成之糖蜜素材料，皆未對發酵工業廢水進行研究，且菌體生長緩慢，其中乳酸菌 *Lactobacillus hilgardii* W-NS 雖然生長較快，但對以葡萄糖和麩胺酸合成之糖蜜脫色素的脫色率只有 18% 左右，不適宜工業廢水脫色作用（謝與陳，2000）。

謝與陳（2000）利用自然界土壤中所篩選之味精廢水有效脫色菌 *Aspergillus oryzae* No.47，此菌株在最適培養基、pH 6.0、30°C 培養條件下經振盪 (125 rpm) 培養 4 天，其對 4% 味精廢水之吸附脫色率為 40% 左右，經滅菌後之菌絲每公克菌絲體吸附脫色率為 30% 左右（圖 1、表 1）。

表 1 菌絲體量和吸附率之關係

Mycelia weight (g/15 mL)	Adsorption (%)	Relative adsorption rate (%/g mycelia)
0.5	18.3	36.6
1.0	30.1	30.1
1.5	46.8	31.2
2.0	60.3	30.0

資料來源：謝與陳（2000）

二、染料生物性脫色

白腐真菌 *Phanerochaete chrysosporium* 具有分解、礦化木質素的能力，是由於菌體在二級代謝時期，因為氮源或碳源缺乏，所

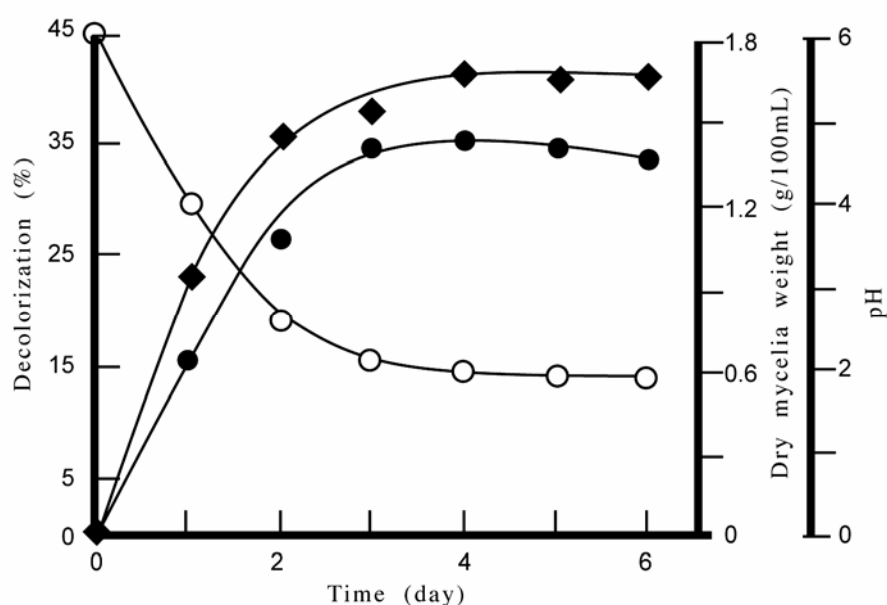


圖 1 *Aspergillus oryzae* No.47 在味精廢水培養液中之脫色過程 (資料來源：謝與陳，2000)

◆-◆：decolorization ●-●：dry mycelia weight ○-○：pH

誘導產生一些不具基質專一性的胞外酵素所組成的木質素分解系統。此系統並已證實可分解多種持久性或難分解之多環有機物(如：DDT、PCB、PAHs)，因此，對於以芳香族環形結構為主的染料污染物處理而言，正是最佳的選擇。而其中主要被廣泛研究的胞外酵素有兩類：木質素過氧化氫酵素(lignin peroxidase)與過錳過氧化氫酵素(Mn-dependent peroxidase)。

吳等(2001)利用 *Phanerochaete chrysosporium* 進行結晶紫染料生物性脫色試驗，由表 2 中得知在 50 ppm 染料中，以懸浮培養與海藻膠鈣包覆 2 系統之脫色效果較佳，在培養 6 小時後，脫色率即高達 95%，而 PU 泡棉固定化系統中，脫色率較慢，但經過 72 小時之後，可達 93% 之脫色率。然而

在 75 與 100 ppm 染料中也是依然有脫色效果達 90% 以上。

三、內臟油脫色

自工廠取回之魷內臟原油不僅色澤深黑色且有一股濃厚的腥臭味，酸價偏高 (54.94 mg KOH/g)，不但消費者無法接受，且不符合食用油的標準。將脫酸過程使用 4N 氫氧化鈉中和原油之後的酸價為 5.37 mg KOH/g。林與朱(1997)利用魷魚內臟原油經過脫酸之後酸價可由 3.18 降至 0.35 mg KOH/g，其油色之紅色度與黃色度分別為 2.0 與 13.2。

利用矽膠與活性白土等比例混合均勻後，再添加魷內臟油進行不同時間攪拌，結果由表 3 得知，原油之 L、a、b 值分別為 7.31、26.07、12.04，而經過管柱層析之色度值分別 L 為 81.62、a 為 21.58、b 為 117.89，但攪拌

需 2 小時就可以達到與管柱層析相似結果。然而管柱層析需過濾 24 小時才能與攪拌 2 小時具有相同的效果，使魷內臟油之顏色偏向淡黃色。再利用乳酸菌與酵母菌混合發酵魷內臟油，結果顯示發酵 24 小時後其色度也可達至 L 為 72.02、a 為 36.94、b 為 117.26，並且油臭味也相對的減弱（表 3、4）。

結論

利用微生物分解廢水中複雜的有機化合物以自營或異營代謝作用來處理廢水，因此對微生物處理系統而言，有懸浮生長式/附著生長式/組合式，而生物處理法對處理有機性工業廢水最具經濟與環保效益。

表 2 *P. chrysosporium* 在懸浮和固定化培養下對結晶紫染料的脫色作用

Decolorization (%)								
	Crystal violet	6h	12h	24h	36h	48h	60h	72h
Free cells	50 ppm	55	80	85	90	93	96	99
	75 ppm	50	79	82	90	93	95	98
	100 ppm	45	46	50	76	90	90	90
Ca-alginate beads	50 ppm	95	97	99	99	99	99	99
	75 ppm	92	95	97	99	99	99	99
	100 ppm	64	80	95	97	98	99	99
PU foam	50 ppm	62	68	72	84	90	90	91
	75 ppm	63	67	74	83	87	88	88
	100 ppm	62	67	71	78	83	87	88

資料來源：吳等 (2001)

表 3 魷內臟油在不同攪拌時間後色差之變化

色差	原油	攪拌時間 (min)					Gel
		30	60	90	120	150	
L	7.31	70.94	74.27	79.30	82.98	83.11	81.62
a	26.07	42.46	37.63	28.49	20.38	10.76	21.58
b	12.40	117.13	120.97	122.46	119.67	101.05	117.89

表 4 魷內臟油在不同菌株組合發酵後色差之變化

色差	原油	菌株組合*					Gel
		A	B	C	D	E	
L	7.31	57.06	55.92	65.12	72.07	59.74	7.31
a	26.07	35.23	34.68	40.58	36.94	32.00	26.07
b	12.40	94.98	93.26	107.79	117.26	98.64	12.40

*: A: MFL + MFS; B: yeast + MFL; C: CCRC10069 + 12250; D: yeast + CCRC 10069 + 12250; E: yeast + MFL + MFS