

溶解氧水平和有机营养浓度对浮游球衣细菌的影响

开根森 翁稣颖 戚蓓静

(华东师范大学生物系, 上海)

许多丝状细菌可引起废水生物处理装置中活性污泥膨胀, 其中主要是球衣细菌。近 50 年来, 在溶解氧水平对球衣细菌生长的影响和对活性污泥膨胀的关系方面有大量的研究^[1,2]。Adamse^[3]、Sezgin^[4] 等认为球衣细菌在低溶解氧水平时引起膨胀; Dias^[5]、Benefield^[6] 等认为膨胀可以在高溶解氧水平时发生。我们以球衣细菌及从活性污泥中分离得到的非丝状细菌为材料, 分别考察了它们在不同溶解氧水平和营养浓度条件下的呼吸速率, 在连续培养条件下, 考察了这两类细菌的混和培养物的生态学特点。

材料和方法

(一) 实验菌种

1. 浮游球衣细菌 79-3 (*Sphaerotilus natans* 79-3): 从活性污泥中分离, 经过形态、生理鉴定。

2. 活性污泥中非丝状细菌的混和培养: 从上海曹杨污水厂活性污泥中分离得到 9 株非丝状细菌。在 1/2 浓度的 CGYM 培养液中振荡培养时, 6 株菌株形成菌胶团, 另外 3 株始终以游离菌体生长。以比浊法定量混和非丝状细菌培养物, 使实验条件保持一致而又具代表性。

(二) CGYM 培养基

在 CGY 培养基^[7] 中添入 $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 0.02%, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.005%, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.001% 等无机盐。

(三) 实验方法

1. 稳态条件下细菌呼吸速率的测定

(1) 在反应杯内加入定量的细菌悬浮液, 充氧^[8]。使细胞呼吸的耗氧量与充氧量平衡后, 在需测定的溶解氧值下稳定 3 分钟。(2) 倾去反应杯内的细菌悬浮液, 加入等量的经紫外光灭活的细菌悬浮液, 充氮气使溶解氧降至零。按上述方法充氧。每隔 1 分钟记下溶解氧值 (C_L), 最后记下饱和溶解氧值 (C_s)。

根据氧传递速率公式:

$$dC_L/dt = K_{La}(C_s - C_L) \quad (1)$$

积分后可有公式

$$\ln(C_s - C_L) = -K_{La}t + \text{常数} \quad (2)$$

由 (2) 中得到 C_L 和 C_s , 计算出 $C_s - C_L$ 。以 $\ln(C_s - C_L)$ 为纵坐标, 时间为横坐标, 绘出实验点, 用最小二乘法处理, 直线斜率就是氧转移总系数 K_{La} 。根据公式 (1) 计算出充氧速率。

在有呼吸耗氧率和外界充氧的系统中, 可将公式 (1) 改写为: $dC_L/dt = K_{La}(C_s - C_L) - R$ (R 为呼吸速率)。稳态时 $dC_L/dt = 0$, 此时 $R = K_{La}(C_s - C_L)$ 。因此根据实验步骤 (1) 和 (2) 中得到 C_s 和 C_L , 由公式 (1) 计算得到的充氧速率等于步骤 (1) 中的呼吸速率。

实验在 25℃ 进行。

2. 营养浓度对细胞呼吸影响的测定

按 J. C. Lamb 的方法^[9], 实验在 25℃ 进行。

3. 模拟连续培养实验

球衣细菌与非丝状细菌混和培养, 生长成结构较均衡的菌胶团。在模拟的连续培养装置中接入 2.5 ml 两类细菌的混和培养物, 给予不同的营养浓度和通气量, 培养 86 小时后, 镜检培养物, 根据球衣细菌在菌胶团中的生长情况分为 5 个等级。

结 果

(一) 稳态条件下球衣细菌和非丝状细菌的呼吸速率

在营养浓度为 1/5 和 1/25 CGYM, 溶解氧水平为 0.2 和 3 ppm 的条件下, 测定了球衣细菌和非丝状细菌的呼吸速率。结果见表 1。

(二) 有机营养浓度对球衣细菌和非丝状细菌

本文于 1981 年 10 月 19 日收到。

本工作得到华东师范大学生物系徐亚同、周芭文同志的帮助; 上海市政工程设计院任俊波同志参加部分实验; 中国科学院微生物研究所王大稻、杨惠芳、吕人豪先生审阅本文初稿, 在此一并致谢。

菌呼吸率的影响

测定了球衣细菌和非丝状细菌混和培养物在不同浓度的 CGYM 培养液中的呼吸速率, 结果见

表 2。

(三) 溶解氧水平和有机营养浓度对球衣细菌和非丝状细菌的综合影响

表 1 球衣细菌和非丝状细菌在不同营养浓度和溶解氧水平中的呼吸速率

Table 1 The respiratory rate of *S. natans* and the non-filamentous bacteria at different concentrations of nutrients and the different levels of dissolved oxygen

营养浓度 (CGYM)	1/25		1/5	
溶解氧水平 (ppm)	0.2	3	0.2	3
球衣细菌呼吸速率 (R) ($\times 10^{-3} \text{mgO}_2/\text{mg}$ 干细胞·分)	1.5036	3.4	2.55	9.988
$R(0.2\text{ppm})/R(3\text{ppm}) \times 100\%$	44.22		25.93	
非丝状细菌呼吸速率 (R) ($\times 10^{-3} \text{mgO}_2/\text{mg}$ 干细胞·分)	0.456	3.305	1.6	9.1056
$R(0.2\text{ppm})/R(3\text{ppm}) \times 100\%$	13.8		17.58	

表 2 有机营养浓度对球衣细菌和非丝状细菌呼吸速率的影响

Table 2 The effects of organic nutrient concentration on the respiratory rate of *S. natans* and non-filamentous bacteria

培养液浓度 (CGYM)		1	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100
球衣细菌	呼吸速率 ($\times 10^{-3} \text{mgO}_2/\text{mg}$ 干细胞·分)	3.98	5.01	4.53	3.21	2.86	2.83
	% (以最高呼吸值为 100 计)	79.44	100	90.42	64.67	57.09	56.49
非丝状细菌	呼吸速率 ($\times 10^{-3} \text{mgO}_2/\text{mg}$ 干细胞·分)	7.80	7.80	6.78	5.26	3.31	2.82
	% (以最高呼吸值为 100 计)	100	100	86.92	67.44	42.44	36.15

表 3 溶解氧和有机营养对混和培养物中球衣细菌生长的综合影响

Table 3 The comprehensive effects of dissolved oxygen and organic nutrient on the growth of *S. natans* in the mixed culture

球衣细菌 营养浓度 (CGYM)	通气量 ml/分						
		0	20	100	500	1000	2000
1/5		+	-	-	-	-	-
1/10		++	+	+	+	-	-
1/25		+++	+++	++	++	+	+
1/50		++++	+++	+++	++	++	++

考察了解氧和有机营养对球衣细菌和丝状细菌混和培养物的综合影响,结果见表3。

以上结果表明:溶解氧水平和低营养浓度都对菌群的变化有影响。低溶解氧水平和低营养浓度较有利于球衣细菌的优势生长。营养浓度表现为主要的影响,溶解氧水平在一定的营养浓度范围内起作用。在高营养浓度时,低溶解氧或高溶解氧都不能使球衣细菌得到优势生长。

参 考 文 献

[1] Eikeboom, D. H. et al.: *Water Res.*, **9**: 365,

1975.

- [2] Pipes, W. O.: *Adv. Appl. Microbiol.*, **9**: 185, 1967.
[3] Adamse, A. D.: *Water Res.*, **2**: 715, 1968.
[4] Sezgin, M.: *J. WPCF.*, **50**: 762, 1978.
[5] Dias, F. F. et al.: *Appl. Microbiol.*, **16**: 1191, 1968.
[6] Benefield, L. D.: *Water Air Soil Pollut.*, **5**: 113, 1975.
[7] Dendero, N. G. et al.: *Appl. Microbiol.*, **9**: 219, 1961.
[8] Krnl, J. M.: *Water Res.*, **11**: 45, 1977.
[9] Lamb, J. C.: *J. WPCF.*, **36**: 1263, 1964.