

# 镧与钕对红假单胞菌的生长、类胡萝卜素生成及固氮活性的影响\*

陈声明 徐均焕 胡勤海 夏宜平 贾小明

(浙江农业大学 杭州 310029)

**摘 要** 本文报道了不同浓度的  $\text{La}^{3+}$  和  $\text{Nd}^{3+}$  对红假单胞菌 (*Rhodopseudomonas* sp.) 的细胞形态、生长、类胡萝卜素生成和固氮活性的影响。 $\text{LaCl}_3$  在 25 和 50 mg/L 时对红假单胞菌的细胞生长有轻微刺激作用;当浓度高于 75 mg/L 时有抑制作用,随浓度的提高而抑制作用增强,细胞缩小; $\text{NdCl}_3$  在 25 和 50 mg/L 时对该菌细胞生长有轻微抑制作用,高于 75 mg/L 时抑制作用明显增强,细胞缩小。两种稀土元素在 25 和 50 mg/L 时对该菌类胡萝卜素的生成有刺激作用,高于 75 mg/L 时则有抑制作用。 $\text{La}^{3+}$  在 0~100 mg/L,  $\text{Nd}^{3+}$  在 0~75 mg/L 时对固氮酶活性有刺激作用,  $\text{La}^{3+}$  和  $\text{Nd}^{3+}$  分别高于 100 mg/L 和 75 mg/L 时则有抑制作用,并随浓度的增高,抑制作用明显增强。

**关键词**  $\text{LaCl}_3$ ,  $\text{NdCl}_3$ , 红假单胞菌

稀土元素对动植物的影响研究较多<sup>[1,2]</sup>,对微生物的影响研究较少<sup>[3-5]</sup>,而对光合细菌的影响至今未见报道。光合细菌具有较大的生态意义和应用价值<sup>[6]</sup>,近年来开展了广泛的应用研究<sup>[7,8]</sup>,其菌体是优质的单细胞蛋白,光合色素可作为天然色素的来源<sup>[9]</sup>,研究稀土元素镧(La)和钕(Nd)对红假单胞菌的影响是有现实意义的。

## 1 材料和方法

### 1.1 菌株

红假单胞菌 (*Rhodopseudomonas* sp.) 菌株系浙江农业大学环保系分离保藏的光合细菌。

### 1.2 培养条件

**1.2.1 光合细菌培养基成份 (g/L):**  $\text{NaAc}$  3.0,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0.5,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.3,  $\text{CaCl}_2$  0.005,  $\text{MnSO}_4$  0.2,  $\text{NaCl}$  0.1, 丙酸 0.3,  $\text{ZnSO}_4$  0.005, pH7.0, 0.7~0.8 kg/cm<sup>2</sup> 压力下灭菌 30 min。

**1.2.2 接种和培养:** 100 ml 三角瓶装 80 ml 培养基,接种量 6% (V/V),接种后于 30°±2℃, 500 lx 光照下,厌氧静置培养 6d,测定细胞生物量,10d 测定类胡萝卜素和其他指标。

### 1.3 电镜观察

\* 浙江省科学基金资助项目。

作者还有毕业生叶旭红、马小波、周龙云,浙江省农业科学院夏湛恩、吴文娟、姚杭丽。

本文于 1994 年 4 月 29 日收到。

取光合细菌菌液 1 滴至蜡膜上, 载网倒扣其上, 5min 后取载网吸干, 滴加 2% 磷钨酸钠 6 滴, 吸干, 在 JEOL-1200EX 透射电镜下观察和拍照。

#### 1.4 生物量的测定

用常规重量法测定细胞生物量, 以 g/L 来表示每升培养物中的细胞干重。

#### 1.5 类胡萝卜素的测定

按文献[10]的方法, 用 752 型紫外分光光度计(波长 450nm)比色测定。

#### 1.6 固氮酶活性的测定

按文献[11]的方法测定。

#### 1.7 固氮量的测定

用微量定氮法——茚三酮法测定光合细菌培养液中的含氮量, 并以原培养基的含氮量为基数, 计算出各个处理的含氮量, 以每升发酵液中的粗蛋白量表示其固氮量(g/L)。

#### 1.8 试验处理

$\text{LaCl}_3$  和  $\text{NdCl}_3$  由包头稀土研究院提供, 供试浓度均为 25、50、75、100、150、200、250 和 300mg/L, 各处理组和对照组均设 6 个重复。

## 2 结果和讨论

### 2.1 $\text{La}^{3+}$ 和 $\text{Nd}^{3+}$ 对细胞形态的影响

两种稀土元素对红假单胞菌的细胞形态有明显影响, 尤其是  $\text{Nd}^{3+}$  的影响更大。 $\text{La}^{3+}$  在 25 和 50mg/L 时, 对细胞有轻微刺激作用, 细胞比对照稍大, 高于 75mg/L 时有抑制作用, 并随浓度的提高而抑制作用增强, 细胞明显缩小。 $\text{Nd}^{3+}$  在 25 和 50mg/L 时有轻

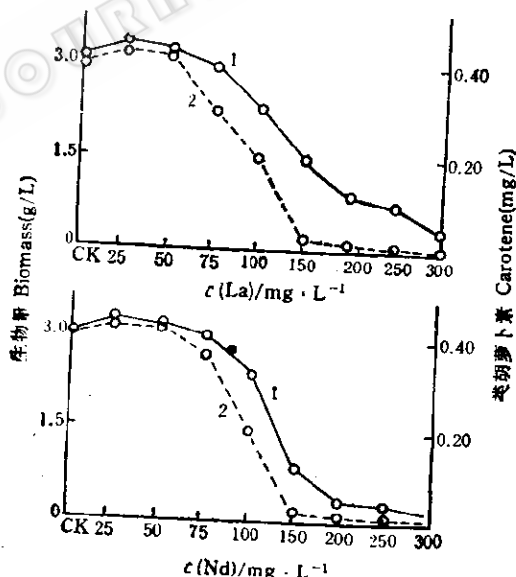


图 1  $\text{La}^{3+}$  和  $\text{Nd}^{3+}$  对红假单胞菌细胞生物量和类胡萝卜素生成的影响

Fig. 1 Effects of  $\text{La}^{3+}$  and  $\text{Nd}^{3+}$  on biomass and carotene content of *Rhodospirillum rubrum* sp.  
1. 生物量 Biomass; 2. 类胡萝卜素 Carotene.

微抑制作用,当浓度高于 75mg/L 时,抑制作用随浓度的提高而增强,在浓度高于 100 mg/L 时细胞明显缩小。

## 2.2 $\text{La}^{3+}$ 和 $\text{Nd}^{3+}$ 对细胞生物量的影响

两种稀土元素对红假单胞菌细胞生物量的影响基本相似。由图 1 可见,两种稀土元素浓度在 25~50mg/L 时,细胞生物量稍高于对照值;在 75mg/L 时略低于对照;高于 100mg/L 时则随浓度的提高,生物量急剧减少。

以上结果表明,  $\text{La}^{3+}$  和  $\text{Nd}^{3+}$  在低浓度时对红假单胞菌生长有轻微刺激作用,而在高浓度时则有较强的抑制作用。

## 2.3 $\text{La}^{3+}$ 和 $\text{Nd}^{3+}$ 对类胡萝卜素生成的影响

两种稀土元素对红假单胞菌类胡萝卜素产生的影响也基本相似。图 1 可见,其浓度在 25~50mg/L 时类胡萝卜素含量稍大于对照组,但浓度高于 50mg/L 时,则随浓度的提高类胡萝卜素的含量急骤降低,至 150mg/L 时,类胡萝卜素含量几乎接近零。

上述结果表明,  $\text{La}^{3+}$  和  $\text{Nd}^{3+}$  在低浓度时,对类胡萝卜素生成有轻微刺激作用,而在高浓度时,则有很强的抑制作用,而且这种抑制作用比细胞生物量的抑制作用更强,抑制浓度更低。稀土元素对类胡萝卜素各组分的影响,有待进一步研究。

## 2.4 $\text{La}^{3+}$ 和 $\text{Nd}^{3+}$ 对固氮酶活性和固氮量的影响

两种稀土元素对红假单胞菌固氮酶活性的影响,从生成乙烯量的变化(图 2)可见,  $\text{La}^{3+}$  在 25~100mg/L 范围内,随浓度的提高刺激作用增强固氮酶活性增高,但浓度在 100~300mg/L 时,则作用相反。  $\text{Nd}^{3+}$  与  $\text{La}^{3+}$  也有相似之处,但刺激作用浓度范围为

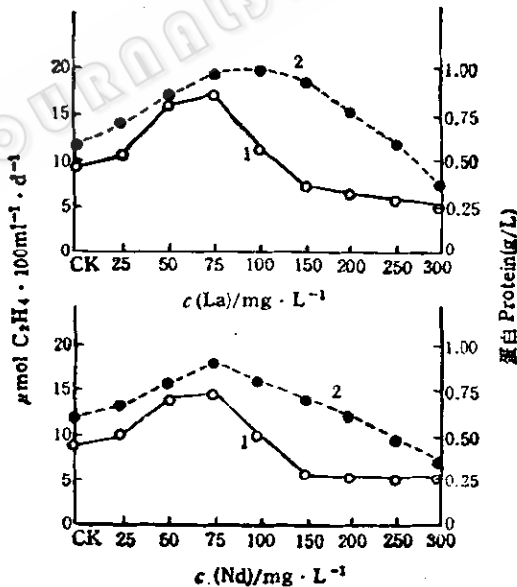


图 2  $\text{La}^{3+}$  和  $\text{Nd}^{3+}$  对红假单胞菌固氮酶活性和固氮量的影响

Fig. 2 Effects of  $\text{La}^{3+}$  and  $\text{Nd}^{3+}$  on nitrogenase activity and the amount of nitrogen fixed of *Rhodospirillum rubrum* sp.

1. 固氮量 The amount of nitrogen fixed;
2. 固氮酶活性 Nitrogenase activity.

25~75mg/L, 抑制浓度范围为 75~300mg/L。

两种稀土元素在 25~75mg/L 范围内, 随浓度提高而固氮量有较大幅度增加; 在 75~150mg/L 范围内, 随浓度提高而固氮量急骤下降, 浓度在 150mg/L 以上时, 固氮量几乎不再增加, 与原培养基的水平接近。

上述结果表明,  $\text{La}^{3+}$  和  $\text{Nd}^{3+}$  在低浓度 (25~75mg/L) 时, 则有利于红假单胞菌的固氮作用; 高浓度时, 则抑制固氮作用。固氮量的变化规律与固氮酶活性变化规律基本吻合。在培养光合细菌时, 若加入一定量的稀土元素以促进其固氮, 减少外源氮量的添加, 这对降低成本具有一定意义。

**致谢** 承钱泽澍教授指导, 特此致谢。

### 参 考 文 献

- [1] 吴兆明, 汤锡柯, 高小霞, 等. 中国稀土学报, 1983, 1(1): 70.
- [2] 郭伯生, 竺伟民. 农业中的稀土, 北京: 中国农业科技出版社, 1988.
- [3] 王兰仙, 徐 仲, 吴相钰, 等. 中国稀土学报, 1985, 3(3): 72.
- [4] 孙家美, 谢 惠, 刘家斌. 稀土, 1985, 4: 48.
- [5] 陈声明, 贾小明, 徐均焕, 等. 中国稀土学报, 1994, 12(1): 64.
- [6] 陈声明, 贾小明, 叶旭红. 环境污染与防治, 1994, 16(2): 29.
- [7] 徐向阳, 郑 平, 俞秀娥, 等. 太阳能学报, 1993, 14(4): 288.
- [8] 朱章玉. 光合细菌的研究及其应用. 上海: 上海交通大学出版社, 1991.
- [9] 陈声明, 贾小明, 徐均焕, 等. 浙江农业大学学报, 1995, 21(5): 501.
- [10] 韩雅珊. 食品化学实验指导. 北京: 北京农业大学出版社, 1991.
- [11] 钱泽澍, 莫文英, 陈声明, 等. 浙江农业大学学报, 1981, 7(2): 15.

## EFFECTS OF $\text{La}^{3+}$ AND $\text{Nd}^{3+}$ ON THE GROWTH, CAROTENE CONTENT AND NITROGENASE ACTIVITY OF *RHODOPSEUDOMONAS* SP.

Chen Shengming Xu Junhuan Hu Qin Hai Xia Yiping Jia Xiaoming  
(Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029)

**Abstract** The effects of  $\text{La}^{3+}$  and  $\text{Nd}^{3+}$  on the growth, carotene content and nitrogen fixation of *Rhodopseudomonas* sp. were studied. The experimental data showed that lower concentrations ( $<50\text{mg/L}$ ) of both  $\text{LaCl}_3$  and  $\text{NdCl}_3$  barely slightly stimulated cell growth and its carotene content of *Rhodopseudomonas* sp., and higher concentrations ( $>75\text{mg/L}$ ) inhibited the growth and carotene content. The nitrogenase activity of *Rhodopseudomonas* sp. was increased distinctly when the concentration of both  $\text{LaCl}_3$  and  $\text{NdCl}_3$  at  $75\text{mg/L}$ , and decreased as the concentration increased.

**Key words**  $\text{LaCl}_3$ ,  $\text{NdCl}_3$ , *Rhodopseudomonas*