

海洋光合细菌 R_x 菌株的分离鉴定与生物学特性研究^{*}

谷志静^{1,2}, 陈锡时², 韩士杰¹, 刘灵芝²

(1 中国科学院 沈阳应用生态研究所, 辽宁 沈阳 110016;

2 沈阳农业大学 微生物教研室, 辽宁 沈阳 110161)

[摘要] 从大连金州区海湾养虾池底分离获得光合细菌 R_x 菌株的初筛菌株, 并对其纯培养物进行了形态特征、培养特征、生理生化特征以及 DNA 中 G+C 摩尔百分比等生物学特性分析。结果表明, R_x 菌株为革兰氏阴性菌, 大小为 (0.5~0.7) μm × (1.0~1.2) μm, 单极生鞭毛, 光合内膜为泡囊状, 繁殖方式为二分分裂生殖; R_x 菌株的纯培养物含细菌叶绿素 a 和球状素型类胡萝卜素, 光照厌氧和黑暗好氧条件均能生长; R_x 菌株生长盐度为 5~100 g/kg, 生长 pH 为 5.8~8.4; R_x 菌株不能利用硫化物为电子供体, 其生长受高浓度硫化物的抑制; 能利用谷氨酸而不能利用柠檬酸钠、酒石酸为有机碳源或电子供体; 盐酸硫胺素(t)、生物素(b)、p-对氨基苯甲酸(p-ABA)、烟酸(n)为 R_x 菌株生长的必需因子; R_x 菌株 DNA 的 G+C 摩尔百分比为 64.18%。根据以上特征, 并参照《常见细菌系统鉴定手册》(2002) 和《伯杰氏细菌系统学手册》第 3 卷(1989), 将 R_x 菌株鉴定为小红卵菌属广海小红卵菌 (*Rhodovulum euryhalinum*)。

[关键词] 海洋光合细菌; 分离鉴定; 生物学特性

[中图分类号] Q 939.11

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)09-0047-06

光合细菌是一类能利用光能自养生长, 具有复杂代谢功能的微生物。不仅可作为光合作用机理^[1]和产氢固氮机理^[2]的研究材料, 且在环保、种植业、养殖业、能源开发等方面的应用日益增多^[3]。为满足理论研究和生产应用的需要, 人们不断从各种生物环境中分离筛选新菌种^[4,5]。在海岸、海水湖的厌气层中, 也生长着各种各样的光合细菌, 随着海洋生物资源开发热潮的兴起, 对海洋光合细菌的研究应用也将逐步发展起来^[6]。海洋光合细菌由于长期生活在海洋这一特定生态环境中, 可能具有生长周期长、嗜盐性、嗜冷性、耐贫营养性等不同于土壤和淡水中光合细菌的生长特性。这些与环境相适应的特殊生理性质有利于扩大光合细菌的应用范围。

本研究对从大连金州区海湾养虾池底获得的 1 株海洋光合细菌(编号为 R_x)进行了分离鉴定, 并对其生理生化特性作了较详细的研究, 以期对海洋光合细菌的进一步开发应用提供有价值的菌种和理论依据。

1 材料与方法

1.1 菌株来源

R_x 菌株 (Strain R_x of marine Photosynthetic Bacteria) 系由沈阳农业大学微生物教研室从大连金州区海湾养虾池底分离获得的初筛菌株。

1.2 菌株分离方法与培养条件

采用改良 71[#] 培养基^[7]。71[#] 培养基以 0.1~0.3 g/L 酵母膏代替生长辅助因子和无机盐溶液, 加入 0.1 g/L 的氯化钙和 30 g/L 的氯化钠作富集培养, 富集培养方法参考文献^[7]。用 YP 培养基^[8]加入 30 g/L 的氯化钠作分离培养基, 采用挑固体平板单菌落反复划线分离的方法获得纯培养物, 为防止培养基脱水, 培养皿用封口膜密封。

培养温度为恒温 (26 ± 2) , 光照强度为 500~1 000 lx, 培养 7~14 d 后观察。固体厌氧培养用焦性没食子酸法制造缺氧环境^[7]; 液体厌氧培养为接种

* [收稿日期] 2003-07-29

[基金项目] 中国科学院知识创新工程重大项目 (KZCX1-SW-01)

[作者简介] 谷志静(1977-), 女, 内蒙古赤峰人, 助理研究员, 硕士, 主要从事土壤与环境微生物研究。E-mail: gzhj7719@163.com

后将灭菌培养液加满小口培养容器(试管或生理盐水瓶),用橡皮塞密封,具体操作方法参见文献[9];好氧、微好氧的通气条件通过恒温振荡机以不同转速进行振荡培养实现。

1.3 菌落及菌体形态观察

在YP和改良71[#]培养基平板上划线培养,观察菌落形态。用光学显微镜革兰氏染色与JEM-100CX II型透射电子显微镜负染制片相结合,观察菌体形态特征,用JEM-100CX II型透射电子显微镜超薄切片法观察光合内膜,制片方法参照文献[10]。

1.4 活细胞吸收光谱的测定及色素分析

在光照微好氧、光照厌氧和黑暗好氧培养条件下的培养物,7 000 r/min × 10 min离心洗涤3次,悬浮于600 g/L蔗糖水溶液。用TU-1901型紫外可见分光光度计在波长300~900 nm进行扫描。

1.5 DNA中G+C摩尔百分比的测定

采用热熔解温度(T_m , melting temperature)法^[10]测定。 $G+C$ 摩尔百分比= $(G+C)/(A+T+G+C) \times 100$ 。

1.6 生理特性测定

以改良71[#]培养基为基本培养基,所用菌种经离心洗涤加无菌水制成细胞悬液,在光照厌氧或光照微好氧条件下培养,用722型分光光度计测定培养物在660 nm波长处的光密度值(OD_{660}),用其表示生物量。如无说明则同一处理设2个重复,3次转接。

1.6.1 对硫化钠的耐受性 40 g/L硫化钠溶液过滤除菌,加入灭菌的培养基中,按试管体积计算,使其终浓度分别为0.2, 0.4, ..., 2.4 g/L,并按比例加盐酸、氢氧化钠调节pH,接种后充分振荡试管排除管内空气使之近似达到厌氧状态,以相同接种质量浓度不加硫化钠的培养基为对照,光照条件下培养。盐酸、氢氧化钠和硫化钠的加入比例参照文献[9]。培养后,分别测定各处理和对照的 OD_{660} ,以不同质量浓度含硫化钠培养物的 OD_{660} /不含硫化钠培养物的 $OD_{660} \times 100\%$,即 $OD_{660}/\%$ 表示菌株在不同硫化钠条件下的生长情况^[11]。

1.6.2 硫酸盐的同化 将71[#]培养基中硫酸镁用氯化镁代替,配成无硫培养基,培养3 d,然后再接种于加硫酸镁0.6 g/L的培养基中,继续光照厌氧培养,定期测定生长情况^[11]。

1.6.3 耐盐性试验 调整改良71[#]培养基,分析其纯氯化钠的含量,使其分别为0, 5, 10, ..., 150.0 g/kg。

1.6.4 生长的pH范围和最适pH的测定 将改良71[#]培养基分别配成pH为4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12的培养基,3个重复,灭菌后,用PHS-25型酸度计抽样测定培养液的pH值,以此pH值为初始pH值。定期测定培养液的 OD_{660} ,绘制不同初始pH条件下菌株的生长曲线。

1.6.5 碳源及电子供体利用和生长因子需求情况 参考文献[10],碳源利用测定采用改良71[#]培养基不加乙酸钠,酵母膏质量浓度为0.1 g/L,各种代替碳源终质量浓度为2.0 g/L。生长因子需求测定,以不加酵母膏的改良71[#]培养基为基础培养基,盐酸硫胺素(t)、生物素(b)、烟酸(n)、p-对氨基苯甲酸(p-ABA)分别配成10 mg/L溶液,0.6 kg/cm²蒸汽灭菌15~20 min,分别以不同组合形式加入灭菌后的基础培养基,使各生长因子终质量浓度在1~5 mg/L。

1.6.6 生长的温度范围 液体培养物置于5, 15, 25, 35, 45℃,装有白炽灯的恒温培养箱中。

2 结果与分析

2.1 形态和培养特征

菌株R_x单个细胞为卵圆形或两端钝圆的短杆状,大小(0.5~0.7) μm × (1.0~1.2) μm。光学显微镜下观察为革兰氏染色阴性,单极生或亚极生鞭毛(图1);老培养物不易形成玫瑰花形排列,为团状或集束状(图2),繁殖方式为二分分裂(图3);在含30 g/L氯化钠的培养基上,光照生长的菌体形成囊泡状光合内膜,且细胞内形成大的空泡(图4);半固体琼脂穿刺培养表明其具运动性。

光照厌氧的液体培养物为淡黄色至棕黄色;光照微好氧和黑暗好氧的液体培养物为粉色至红色,老培养物形成均质易扩散沉淀。

菌株R_x在光照微好氧条件下,在YP固体平板培养2~3 d出现单菌落,菌落继续扩大,4~5 d后稳定,菌落圆形、扁平、边缘整齐,直径约为3 mm,棕红色,表面光滑;在改良71[#]加蛋白胨(20 g/L)的培养基上,7~10 d出现单菌落,12~14 d后菌落大小稳定,菌落直径约为2 mm,紫红色,中间略突起。

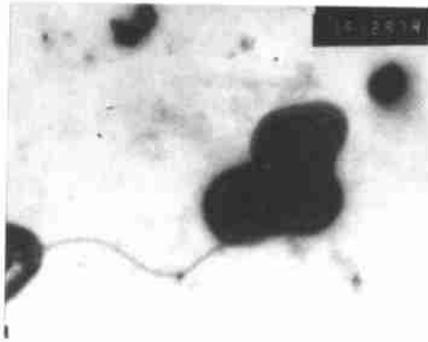


图1 菌株Rx的鞭毛着生方式
(电镜照片×19 000)

Fig.1 Electronic micrograph of strain Rx indicating the mode of flagellum



图2 菌株Rx的细胞形态及聚集方式
(电镜照片×19 000)

Fig.2 Electronic micrograph of strain Rx indicating cell shape and congregation status



图3 菌株Rx的细胞形态及分裂方式
(电镜照片×36 000)

Fig.3 Electronic micrograph of strain Rx, indicating cell shape and division mode

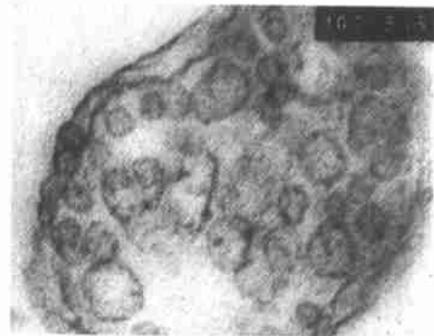


图4 菌株Rx的光合内膜
(电镜照片×100 000)

Fig.4 Ultrathin section of strain Rx indicating photosynthetic intracytoplasmic membrane

2.2 活细胞吸收光谱及色素分析

由图5可知,该菌株在367~400,800~805,850~855 nm处有3个特征吸收峰,表明含有细菌叶绿素a;光照厌氧条件下,菌株Rx在450,476,480 nm处的3个吸收峰,与球形烯(sphaeroidene)的特征吸收峰相近,表明该菌株在光照厌氧条件下的类胡萝卜素主要以球形烯形式存在;黑暗好氧条件下,在466,488,506,515,585 nm处的5个吸收峰,与球形酮(sphaeroidenone)的特征吸收峰相近,表明在黑暗好氧条件下,该菌株主要生成球形酮(sphaeroidenone)形式的类胡萝卜素^[9, 12, 13]。

菌株Rx在厌氧和好氧条件下,生长的颜色明显不同。活细胞吸收光谱扫描结果表明,通气、光照条件对该菌株的色素形成影响较大;在氧压较高的条件下,该菌株的类胡萝卜素主要以球状菌素的氧化形式(球形酮)存在。

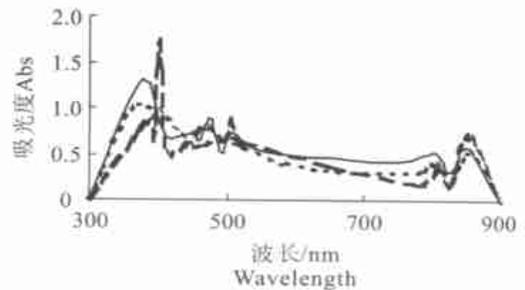


图5 不同培养条件下菌株Rx的活细胞吸收光谱

Fig.5 Absorption spectra of strain Rx grown under different conditions: microaerobic-light, anaerobic-light and aerobic-dark

2.3 DNA中G+C摩尔百分比

亲缘关系相近的种,其核苷酸的排列顺序也相近,G+C摩尔百分比也接近。因此,G+C摩尔百分比是目前细菌基因水平鉴定的指标之一^[10]。

试验中采用1×SSC(1.5 mol/L氯化钠,0.15 mol/L柠檬酸三钠,pH 7.0,即得10×SSC溶液;用

蒸馏水稀释 10 倍可得到 $1 \times \text{SSC}$ 溶液溶解提纯 DNA, 以大肠杆菌 K_{12} 为参照, 测得的 T_m 值与 G+ C 摩尔百分比线性关系较好。检验测得菌株 R_x 的 T_m (X) 为 82 616, 大肠杆菌 K_{12} 的 T_m (R) 为 76 374, 代入公式 G+ C 摩尔百分比 = $51.2 + 2.08[T_m(X) - T_m(R)]$, 计算得 R_x 菌株的 G+ C 摩尔百分比为 64 18%。

2.4 生理特性

2.4.1 对硫化钠的耐受性试验 硫化钠对菌株 R_x 的生长表现出明显的抑制作用(图6)。当硫化钠达到

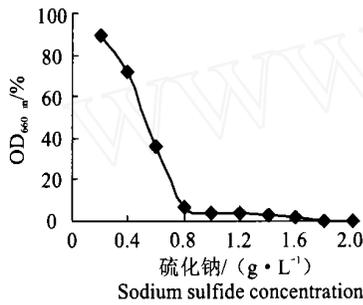


图 6 不同硫化钠质量浓度对菌株 R_x 生长的影响

Fig. 6 Effects of different concentrations of sodium sulfide on growth of strain R_x

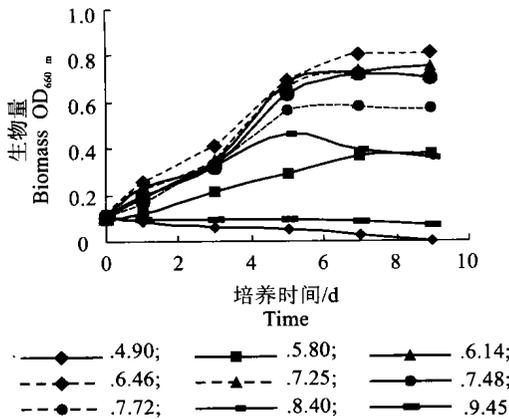


图 8 不同初始 pH 对菌株 R_x 生长的影响

Fig. 8 Effects of different initial pH values on growth of strain R_x

2.4.3 生长的 pH 范围及最适 pH 由图 8 可见, 菌株 R_x 在初始 pH 为 5.8~ 8.4 时, 培养到稳定期的 OD_{660} 均大于 0.2, 表明在此 pH 范围内菌株均能生长; 当 pH 为 6.46 时, 菌株生长达到稳定期时的 OD_{660} 最高, 对数期的增殖率也最高, 延滞期最短, 因而确定初始 pH 6.46 为菌株 R_x 的最佳生长 pH; 同理可见, 在初始 pH 为 6.14~ 7.48 的菌株生长较好。

0.8 g/L 时菌株几乎不生长, 说明该菌株不具备利用硫化物的能力, 应属于紫色非硫菌类群^[14]。

2.4.2 耐盐性试验 菌株对不同浓度氯化钠的耐受能力, 是伯杰氏系统细菌学分类鉴定中光合细菌科属分类的一项重要指标^[10]。由图 7 可知, 菌株 R_x 在氯化钠为 5.0~ 100.0 g/kg 条件下均能生长, 在 5.0~ 75.0 g/kg 生长较好, 在 25.0 g/kg 时生长最好。该菌株在不含氯化钠的培养基中不能生长, 在大于 30 g/kg 氯化钠培养基中生长良好, 因而确定该菌株为海水种光合细菌。

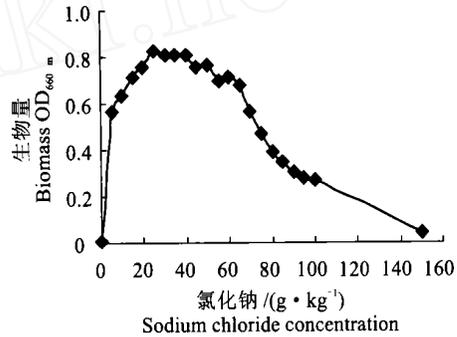


图 7 不同氯化钠质量浓度对菌株 R_x 生长的影响

Fig. 7 Effects of different concentrations of sodium chloride on growth of strain R_x

2.4.4 碳源及电子供体的利用和对生长因子的需求情况 碳源等基质利用试验是光合细菌分类鉴定上的重要鉴别特征, 可作为种属精确鉴定的重要依据^[9, 10]。从表 1 可以看出, 菌株 R_x 可以很好地利用蛋白胨、酵母膏、乙酸钠、乳酸钠、琥珀酸钠, 还能利用葡萄糖、L-谷氨酸及甘油等三羧酸循环中间产物, 也能利用乙醇、丙酸钠、丁酸钠, 但不能利用柠檬酸钠、酒石酸、DL-苹果酸、甲酸钠、硫代硫酸钠。

紫色非硫细菌 (purple nonsulfide bacteria) 类群的细菌生长需要多种生长因子, 多为 B 族维生素, 它们是各种酶活性基的组成部分, 对细菌的生理活动非常重要; 不同菌种对生长因子的种类需求不同, 也可以作为种属鉴定的重要依据^[9, 10]。以不加生长因子的基础培养基和分别加酵母膏 (0.01 g/L)、蛋白胨 (0.01 g/L) 及其他条件相同情况下接种培养为对照。结果表明, 菌株 R_x 在 t, b, n, p-ABA 4 种生长因子均加入的条件下才能生长, 单独加入其中任何一种以及它们的不完全组合都不能生长。所以 t, b, n, p-ABA 均为菌株 R_x 生长的必需因子。试验结果还表明, 以酵母膏或蛋白胨作为生长因子的替代物, 具有明显的刺激菌株 R_x 生长的作用。

表1 菌株R_x 对碳源及电子供体的利用情况

Table 1 Utilization of carbon sources and electron donors by strain R_x

碳源 Name of C source	利用情况 Abundance	碳源 Name of C source	利用情况 Abundance
甲酸钠 Formate	-	果糖 Fructose	±
乙酸钠 Acetate	++	蔗糖 Sucrose	±
丙酸钠 Propionate	+	葡萄糖 Glucose	+
丁酸钠 Butyrate	+	D-山梨醇 D-Sorbitol	-
乳酸钠 Lactate	++	甘露醇 Mannitol	-
苯甲酸钠 Benzoate	-	甘露糖 Mannose	-
柠檬酸钠 Citrate	-	硫代硫酸钠 Thiosulfate	-
酒石酸 Tartrate	-	酵母膏 Yeast extract	++
DL-苹果酸 DL-Malic	-	蛋白胨 Peptone	++
琥珀酸钠 Succinate	+	L-谷氨酸 L-Glutamate	+
甘油 Glycerol	+	乙醇 Ethanol	+

注: “++”表示生长较好(OD₆₆₀ 0.6); “+”表示能生长(OD₆₆₀ 0.2~0.6); “±”表示生长不明显(OD₆₆₀ 0.1~0.2); “-”表示不生长(OD₆₆₀ 0.1)。

Note: “++”stands for growing well (OD₆₆₀ 0.6); “+”stands for growing (OD₆₆₀ 0.2-0.60); “±”stands for growing less apparently (OD₆₆₀ 0.1-0.2); “-”stands for not growing (OD₆₆₀ 0.1).

2.4.5 生长温度的范围 观察结果表明, 菌株R_x 在5~35 °C内均能生长, 20~30 °C内生长较好, (24±2) °C生长最佳, 温度高于35 °C则不能生长, 30~35 °C内生长易形成沉淀, 表明该菌株适宜在中温条件下生长。

3 讨论

由于分子生物学和遗传学方法在细菌分类中的应用, 《伯杰氏细菌鉴定学手册》^[10]和《伯杰氏细菌系统学手册》(第3卷)^[14]的光合细菌分类系统同以往版本相比变化很大, 将已知的光合细菌分为7大

类群50属112种。本研究以此版本为依据, 对R_x 菌株进行鉴定认为, 根据菌株的细胞形态、培养特征、繁殖方式、色素成分以及光合内膜的结构类型等特征, R_x 菌株应归为紫色非硫细菌(purple nonsulfide bacteria)类群小红卵菌属(*Rhodovulum* Hiraishi and Ueda, 1994)。

《伯杰氏细菌鉴定学手册》(第9版)^[10]中小红卵菌属共包括4个种, 如表2所示, R_x 菌株与广海小红卵菌(*Rhodovulum euryhalinum*)的特征最相符, 因而将R_x 菌株鉴定为小红卵菌属(*Rhodovulum* Hiraishi and Ueda, 1994)广海小红卵菌(*Rhodovulum euryhalinum*)。

表2 R_x 菌株与标准菌株对照表

Table 2 The contrast between characteristics of strain R_x and that of standard strains

种名 Specific name	比较性状 Comparative characters									
	细胞直径/ μm Cell diameter	运动性 Motility	硫酸盐同化 Sulfate assimilation	盐度/ (g·kg ⁻¹) Growth salinity	pH Growth pH range	生长因子 Growth factors	柠檬酸盐 Citrate	酒石酸盐 Tartrate	谷氨酸盐 Glutamine	G+C 摩尔比/%
广海小红卵菌 <i>R. euryhalinum</i>	0.7~1.0	+	-	5~100	6.0~8.5	b, n, p-ABA, t	-	-	+	62.1~68.6
苛求小红卵菌 <i>R. strictum</i>	0.6~1.0	+	+	2.5~30	7.5~9.0	b, p-ABA, t	(+)	(+)	-	67.3~67.7
嗜硫小红卵菌 <i>R. sulfidophilus</i>	0.6~1.0	+	+	0~100	5.0~9.0	b, n, p-ABA, t	-	-	+	66.3~66.6
亚德里亚小红卵菌 <i>R. adriaticum</i>	0.5~0.8	-	-	10~100	6.0~8.5	b, t	-	-	-	64.9~66.7
R _x 菌株 Strain R _x	5~100	+	-	5~100	5.8~8.4	b, n, p-ABA, t	-	-	+	64.18

对照表中R_x 菌株与广海小红卵菌的标准菌株在菌体大小和生长的pH范围上略有差异, 这可能与实验中的培养条件和测定方法的不同有关, 如培养过程中可能使用不同的培养基, 观察时菌体处于

不同的生长时期等。

在生理特性研究中还可以看出, R_x 菌株相对淡水种的光合细菌来说, 表现出一定的海洋微生物的特性, 如相对生长周期较长(7~14 d), 可生长和最

佳生长的温度范围偏低(5~ 35 ℃, (24 ± 2) ℃), 有一定的耐盐性5~ 100 g/kg, 但特征不很明显, 可能与该菌株分离自浅海有关。

该菌株可以利用的有机基质范围较广, 对营养物质蛋白胨、酵母膏的需求明显, 可以考虑开发应用于环保、水产养殖。

[参考文献]

- [1] Loach P A. Supramolecular complexes in photosynthetic bacteria (comment) [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2000, 97(10): 5016- 5018
- [2] 吴永强, 宋鸿遇. 光合细菌固氮分子生物学研究进展[J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(3): 161- 166
- [3] 曾宇, 秦松, 梁明山. 光合细菌综合应用新进展[J]. 水产科学, 2000, 19(5): 34- 36
- [4] Yurkov V, Beatty J T. Isolation of aerobic anoxygenic photosynthetic bacteria from black smoker plume waters of the Juan de Fuca Ridge in the Pacific Ocean[J]. Applied and Environmental Microbiology, 1998, 64(1): 337- 341
- [5] 杨素萍, 赵春贵, 曲音波, 等. 一株极端环境光合细菌的生理特性研究[J]. 水生生物学报, 2002, 26(3): 221- 226
- [6] 朱励华, 韩茵, 陈勃, 等. 海洋光合细菌生产性培养技术研究[J]. 浙江水产学院学报, 1998, 17(1): 6- 12
- [7] [日]小林达治. 土壤微生物实验法[M]. 土壤微生物研究会. 北京: 科学出版社, 1983. 87- 92; 114- 115, 658
- [8] 杨大庆, 陈萍, 俞吉安, 等. 处理柠檬酸发酵废水的高活性光合细菌P4菌株的分离鉴定[J]. 微生物学通报, 1991, 18(3): 135- 137
- [9] 朱章玉, 俞吉安, 林志新, 等. 光合细菌的研究及应用[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1991
- [10] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 9- 42; 349- 418
- [11] 杨素萍, 张肇铭, 赵春贵. 绿色红假单胞菌和绿硫红假单胞菌的分离鉴定[J]. 微生物学报, 1995, 35(2): 91- 96
- [12] 刘如林, 刁虎欣, 梁凤来, 等. 光合细菌及其应用[M]. 第2版. 北京: 中国农业科技出版社, 1991
- [13] Rafael Picorel, Tianhong Lu, Randall E Holt, et al. Surface-enhanced resonance raman scattering spectroscopy of bacterial photosynthetic of rhodobacter sphaeroides 2.4.1[J]. Biochemistry, 1990, 29: 707- 712
- [14] Staley J T, Holt J G. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (Vol 3) [M]. London: The Williams and Wilkins Company, 1989. 24- 57

Identification and biological characteristics of marine photosynthetic bacterium strain Rx

GU Zhi-jing^{1,2}, CHEN Xi-shi², HAN Shi-jie¹, LIU Ling-zhi²

(1 Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, Liaoning 110016, China;

2 Microbiology Teaching and Research Group, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China)

Abstract: Strain Rx was screened from shallow-beach shrimp pond of Jinzhou, Dalian. Its pure culture has been identified through morphological, cultural, physiological, biochemical characteristics, and G+ C mol% value tests. Strain Rx is Gram negative, (0.5- 0.7) μm × (1.0- 1.2) μm in size, single polar flagellum. Its intracytoplasmic membranes are of vesicular type, and mode of reproduction is division. A pure culture of strain Rx contains bacteriochlorophyll a, and its carotenoids are of sphaeroidines type. It can grow either aerobically in the dark or anaerobically in the light. The range of salinity and that of pH value for its growth are 5- 100 g/kg and 5.8- 8.4 respectively. It can not use sulfide as electron donor and its growth is inhibited by higher concentration of sulfide. It can use Glutamine as its organic carbon sources but not Citrate and Tartrate. It needs t, b, p-ABA and n as its growth factors. Its DNA G+ C mol% is 64.18%. Based on the above biological characteristics, and according to the Manual of Determinative Bacteriology (first edition, 2002) and Bergey's Manual of Systematic Bacteriology volume 3 (1989), strain Rx is identified as *Rhodovulum euryhalinum*.

Key words: marine photosynthetic bacteria; isolation and identification; biological characteristics