



2007届
中南大学
CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

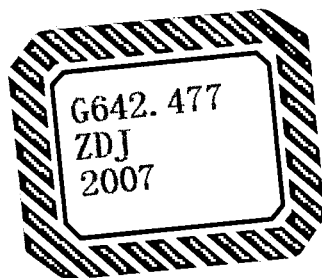
优秀毕业论文（设计）集

Outstanding collection
of thesis and project of graduation, 2007

教务处

优秀毕业论文(设计)集

(2007 届)



教务处

目 录

一等奖(30 篇)

- 1、 A grope for optimum incubating conditions of Acidiphilium DX1-1 to produce poly- β -hydroxybutyrate (Acidiphilium DX1-1 菌株产聚- β -羟基丁酸最佳培养条件的探索)
..... 生物工程专业学生 历 丽
指导教师 杨 宇 (1)
- 2、 江西某铜硫铁矿石的选矿工艺研究
..... 矿物加工工程专业学生 杨少燕
指导教师 冯其明 (15)
- 3、 长沙现代-华都大厦基坑工程设计
..... 地质工程专业学生 黄海燕
指导老师 彭环云 张可能 (22)
- 4、 金川公司充填钻孔磨损调查分析及使用寿命预测研究
..... 采岩专业学生 徐东升
指导老师 王新民 (28)
- 5、 Numerical Simulation of Heat Transfer in Confined Air Impinging Jet(受限空气冲击射流换热规律数值研究)
..... 热能与动力工程专业学生 郑丽娟
指导教师 杨 莺 (37)
- 6、 Al-Zn-Mg-Cu 系超高强铝合金中的相及热处理制度的研究
..... 金属材料专业学生 薄 宏
指导教师 金展鹏 (48)
- 7、 AlNiCePr 非晶态合金的制备及力学性能研究
..... 粉体材料科学与工程专业学生 朱艺添
指导教师 刘祖铭 (74)
- 8、 PDP 用铝酸盐绿色荧光粉的制备及发光性能研究
..... 化学工程与工艺专业学生 谭 斌
指导老师 叶红齐 庄卫东 (87)
- 9、 应用于燃料电池氧电极的复合催化材料研究
..... 应用化学专业学生 吕 董
指导教师 周德璧 (99)

- 10、 Monte Carlo 模拟法在奇异期权风险中性定价中的应用研究
..... 信息与计算科学专业学生 赖 欣
指导教师 张鸿雁 (106)
- 11、 果蝇复眼病变智能诊断系统软件平台设计
..... 电子信息科学与技术专业学生 赖峥嵘
指导教师 邓宏贵 (114)
- 12、 基于 NetCon 网络化控制器在远程监控实验系统中的应用
..... 测控技术与仪器专业学生 魏 荣
指导教师 吴同茂 (126)
- 13、 基于 SOPC 的 MPEG-4 内核设计
..... 通信工程专业学生 马林静
指导教师 宋学瑞 (142)
- 14、 基于多类标分类算法的多源图像颜色迁移
..... 电子信息工程专业学生 郭跃健
指导教师 李 宏 (151)
- 15、 锌电解过程节能降耗优化控制系统的研究与开发
..... 自动化专业学生 莫志勋
指导老师 阳春华 (158)
- 16、 螺旋锥齿轮制造仿真及齿面重构初步研究
..... 机械专业学生 蒲太平
指导老师 唐进元 (170)
- 17、 倒装键合过程中基于视觉的芯片高进度定位
..... 机械设计制造及其自动化专业学生 李楠楠
指导教师 邓 华 (178)
- 18、 长沙地铁湖南大学车站及相邻区间结构设计与施工
..... 土木工程专业学生 杨 钻
指导教师 刘小兵 (187)
- 19、 (76+760+76)M 连续拱桥设计地震抗震性能分析
..... 工程力学专业学生 谢晓慧
指导教师 叶梅新 殷 勇 (192)
- 20、 高层建筑的标志性与生态化设计——金色阳光超高层建筑设计
..... 建筑学专业学生 陈 鸣
指导教师 蒋涤非 黄文娟 (199)
- 21、 城市主干路公交中间站点设计优化
..... 交通运输专业学生 肖贺荣
指导老师 李夏苗 (205)

- 22、 单位定向开发住房何以可能——以中部地区某事业单位为例
 社会学专业学生 胡文昉
 指导教师 李 斌 (213)
- 23、 论和谐农村视角下的道德秩序及其建构——来自随州农村地区的调查与分析
 思想政治教育专业学生 李 雪
 指导老师 曾长秋 (218)
- 24、 股权结构与公司绩效关系的实证研究
 财务管理专业学生 霍冬冬
 指导教师 游达明 (224)
- 25、 公允价值及其在新会计准则中的应用研究
 会计学专业学生 孙文川
 指导教师 喻 凯 (237)
- 26、 文言小说中 "人狐恋" 的历时性考察
 汉语言文学专业学生 刘包发
 指导老师 李立雄 (246)
- 27、 拒绝策略比较研究:一项于中美大学生中展开的调查
 英语专业学生 宋小溪
 指导教师 刘辉修 (255)
- 28、 垫状卷柏化学成分研究
 药学专业学生 李拓颖
 指导教师 谭桂山 徐康平(278)
- 29、 草甘膦对雄性小鼠的生殖毒性作用的研究
 预防医学专业学生 郭晋敏
 指导老师 曾 明 (281)
- 30、 开放存取期刊质量的综合评价研究
 医学信息学专业学生 陶 雯
 指导老师 胡德华 (287)

二等奖(70 篇)

- 31、 基于有限元强度折减法的边坡响应面可靠度分析——以大宝山露天铁矿边坡为例
 城市地下空间工程专业学生 彭 泽
 指导教师 邓 建 (309)
- 32、 硫化矿石结块性和预防结块的缓结剂实验室研究
 安全工程专业学生 周石磊
 指导教师 李孜军 (310)

- 33、浑源钙基膨润土湿法钠化改性试验研究
..... 矿物加工工程专业学生 陈丽勇
指导教师 张元波 (311)
- 34、乙基叔胺类捕收剂的合成及对铝硅矿物浮选的影响
..... 矿物加工工程专业学生 孙 磊
指导教师 曹学锋 (312)
- 35、凡口铅锌矿开拓系统与工程设计
..... 采矿与岩土工程专业学生 胡国宏
指导教师 戴兴国 (313)
- 36、地质勘探工程数据模型研究与数据处理组件实现
..... 地理信息系统专业学生 林 丽
指导教师 邹艳红 毛先成 (314)
- 37、河南省洛宁范庄金、银、铅矿脉分布特征与矿化蚀变研究
..... 地质工程专业学生 郭武刚
指导教师 高光明 (315)
- 38、GPS 大地高测量精度的季节性变化 The seasonal change of the vertical accuracy of GPS
..... 测绘工程专业学生 陈招华
指导教师 戴吾蛟 (316)
- 39、基于能量守恒法的无创血糖检测硬件设计与实现
..... 生物医学工程专业学生 朱健铭
指导教师 陈真诚 (317)
- 40、热驱动热声热机实验研究
..... 热能与动力工程专业学生 张明研
指导教师 刘益才 (318)
- 41、小型柴油机控制系统及控制策略的研究与设计
..... 热能与动力工程专业学生 刘 钰
指导教师 周乃君 (319)
- 42、高性能铝镁钪合金组织与性能的研究
..... 材料物理专业学生 赵 娟
指导教师 姜 锋 (320)
- 43、非晶软磁合金 Fe-Si-B-M 晶化行为的研究
..... 材料科学与工程专业学生 赵仲恺
指导教师 周海涛 (321)
- 44、3104 铝合金热变形行为的研究
..... 金属材料专业学生 徐 敏
指导教师 张新明 唐建国 (322)

45、Sc 和 Nd 对 Al-Mg 合金组织与性能的影响	金属材料专业学生	郭菲菲
.....	指导教师	李慧中 (323)
46、Mg-Fe-H 系储氢材料的制备和性能	粉体材料科学与工程专业学生	彭书科
.....	指导教师	李松林 (324)
47、纳滤膜处理低浓度含钒水溶液的研究	冶金科学与工程专业学生	付 翁
.....	指导教师	张贵清 (325)
48、NIR 光谱软件设计	化学工程与工艺专业学生	张志敏
.....	指导教师	梁逸曾 (326)
49、镀锌钢板稀土铈盐钝化研究	化学工程与工艺专业学生	颜 莎
.....	指导教师	满瑞林 (328)
50、尖晶石 LiMn_2O_4 薄膜的制备	应用化学专业学生	王佳力
.....	指导教师	黄可龙 (329)
51、ZnO 薄膜的制备及光学性能的检测	应用物理专业学生	舒 畅
.....	指导教师	杨兵初 (330)
52、反应溅射制备 Ta_2O_5 薄膜研究	应用物理专业学生	王永胜
.....	指导教师	周继承 (331)
53、电路分析系统设计	电子信息科学与技术专业学生	应海涛
.....	指导教师	丁家峰 (332)
54、心电图的小波熵研究	信息与计算科学专业学生	张 扬
.....	指导教师	张佃中 (333)
55、修正傅立叶级数的应用研究及其算法设计	信息与计算科学专业学生	李红艳
.....	指导教师	向淑晃 (334)
56、无线链路上基于 Linux 的 TCP 协议研究	计算机科学与技术专业学生	袁银行
.....	指导教师	王建新 (335)

- | | | |
|--|-----------------|---------------|
| 57、 网格计算中任务调度算法的研究与实现 | 计算机科学与技术专业学生 | 袁海全 |
| ..... | 指导教师 | 陈志刚 (336) |
| 58、 流媒体监控系统的设计和开发 | 软件工程专业学生 | 王继娜 |
| ..... | 指导教师 | 胡志刚 (337) |
| 59、 基于 P2P 的分布式入侵检测——状态检测模块设计与实现 | 软件工程专业学生 | 琚 勇 |
| ..... | 指导教师 | 费洪晓 (339) |
| 60、 在 WLAN 的 AP 上基于 Linux 内核的缓存管理机制的研究 | 计算机科学与技术专业学生 | 曾勇军 |
| ..... | 指导教师 | 王建新 (341) |
| 61、 Crowds 系统中路径选择算法的研究与仿真 | 信息安全专业学生 | 董 峥 |
| ..... | 指导教师 | 段桂华 (342) |
| 62、 基于概念格的源码模型信息挖掘方法 | 电子信息工程专业学生 | 赵帅兵 |
| ..... | 指导教师 | 任胜兵 (344) |
| 63、 说话人识别系统的研究与实现 | 电子信息工程专业学生 | 王靖琰 |
| ..... | 指导教师 | 覃爱娜 (345) |
| 64、 移动机器人结构设计与运动控制的研究 | 电子信息工程专业学生 | 蒋冬冬 |
| ..... | 指导教师 | 蔡自兴 (346) |
| 65、 配料智能控制方法 | 自动化专业学生 | 蒙 超 |
| ..... | 指导教师 | 向 婕 曹卫华 (348) |
| 66、 SR 电动机闭环控制系统的设计 | 自动化专业学生 | 郭彦蕊 |
| ..... | 指导教师 | 黄运生 (349) |
| 67、 水下超声波测距实验装置设计 | 机械设计制造及其自动化专业学生 | 余小虎 |
| ..... | 指导教师 | 赵海鸣 (351) |
| 68、 螺旋锥齿轮检验机床控制系统硬件电路设计 | 机械设计制造及其自动化专业学生 | 朱家奇 |
| ..... | 指导教师 | 刘建湘 (352) |

- 69、 电动医疗护理床——床板结构设计
..... 机械设计制造及其自动化 池振圳
指导教师 龚艳玲 (353)
- 70、 海底列车式铰接履带车控制系统 ——上下位机通信设计
..... 机械设计制造及其自动化专业学生 彭宏道
指导教师 王恒升 (354)
- 71、 高速公路 BOT 项目投融资模式分析
..... 工程管理专业学生 王寅因
指导教师 王孟钧 陈辉华 (355)
- 72、 长株潭老工业基地改造研究
..... 建筑学专业学生 王 璐
指导教师 扶 国 (356)
- 73、 广东紫金某省道在复杂地形条件下的公路设计及路面沥青材料配合比设计
..... 土木工程专业学生 刘 洋
指导教师 周殿铭 李 军 (357)
- 74、 长沙市高新技术产业开发区钢 - 混凝土厂房设计
..... 土木工程专业学生 夏文敏
指导教师 余志武 吴 鹏 沈春红 (358)
- 75、 新建双线铁路线路计算机辅助设计及基于 OpenGL 的简支梁桥施工仿真系统的研究
..... 土木工程专业学生 周承汉
指导教师 王卫东 (359)
- 76、 湘江大道浏阳河隧道结构与施工设计
..... 土木工程专业学生 傅金阳
指导教师 阳军生 (360)
- 77、 武广客运专线路基设计及支挡结构程序设计
(DK1487+695 ~ DK1488+020)
..... 土木工程专业 王外城
指导教师 魏丽敏 何 群 (361)
- 78、 高速公路大跨度桥梁初步设计
——申嘉湖高速公路(嘉兴段)京杭古运河大桥初步设计
..... 土木工程专业学生 张同飞
指导教师 乔建东 (363)
- 79、 江西铅山叫岩风景区概念性总体规划
..... 城市规划专业学生 张海潮
指导教师 郑伯红 宋 盈 (364)

- 80、旅客列车开行方案辅助编制子系统设计与开发
..... 交通运输专业学生 吴晓玲
指导教师 符 卓 (369)
- 81、螺杆压缩机转子齿形分析及三维可视化软件开发
..... 交通设备信息工程专业学生 陈丽丽
指导教师 杨 岳 潘晋平 (370)
- 82、液压站系统设计及液压组态模拟系统开发
..... 交通设备信息工程专业学生 刘 刚
指导教师 应立军 张泽民 (371)
- 83、论中日东海大陆架争端及其解决
..... 法学专业学生 孟金凤
指导教师 杨学东 (372)
- 84、论我国医疗损害赔偿法律制度的完善
..... 法学专业学生 娄欢欢
指导教师 余卫明 (373)
- 85、商议民主视野下的公共决策机制研究
——以浙江省的“泽国试验”为例
..... 行政管理专业 王子雄
指导教师 欧阳万福 (374)
- 86、非正式嵌入、蓄水式成长与村庄宗教治理
——皖南 H 县非正式宗教团体状况调查
..... 行政管理专业学生 陆云球
指导教师 陈 潭 (375)
- 87、变化与突破
——浅论城市公共环境中的平面设计
..... 环境艺术设计专业学生 方 芳
指导教师 萧 沁 (376)
- 88、中国传统节日的儒学文化底蕴
..... 汉语言文学专业学生 舒威铃
指导教师 欧阳友权 (377)
- 89、关于汉语中的日语外来语
..... 日语专业学生 任 晗
指导教师 陈月吾 (378)

90、工业文明时代的一曲挽歌——解析《小镇畸人》中“手”的寓意 AN ELEGY FOR THE AGE OF INDUSTRIAL CIVILIZATION: AN INTERPRETATION OF “HANDS” IN WINESBURG, OHIO 英语专业学生 指导教师	王 英 许 燕 (379)
91、基于 SHIBOR 的利率期限结构预测模型比较研究 金融学专业学生 指导教师	贺 翔 杨怀东 (380)
92、湖南省外商直接投资与进出口贸易关系的实证分析 国际经济与贸易专业学生 指导教师	熊妍婷 王咏梅 (381)
93、湖南省区域经济开放度与经济增长的研究 国际经济与贸易专业学生 指导教师	石青萍 黎翠梅 (382)
94、湖南长海控股集团 DLLs 产品印尼市场出口分销渠道设计 国际经济与贸易专业学生 指导教师	孙 会 郑传均 (383)
95、名人广告对“粉丝”消费态度的影响研究 工商管理专业学生 指导教师	齐 兰 周文辉 (384)
96、基于价值链管理的成本控制模式研究 会计专业学生 指导教师	李 云 刘爱东 (385)
97、DEA 方法在我国商业银行效率评价中的实例分析 信息管理与信息系统专业学生 指导教师	汪冬梅 刘智勇 (386)
98、国铝业资源循环经济核算及多资源利用效率经济评价系统设计与实现 信息管理与信息系统专业学生 指导教师	曹仙叶 刘咏梅 (387)
99、苯唑西林耐药的金黄色葡萄球菌的多位点序列分型 医学检验专业学生 指导教师	刘昱东 王 辉 (389)
100、间歇性低氧适应对抗心肌缺血 / 复灌损伤研究 药学专业学生 指导教师	吴 兰 杨黄恬 (390)
附件 中南大学 2007 届优秀本科生毕业论文(设计)名单	(392)

A grope for optimum incubating conditions of *Acidiphilium* DX1-1 to produce poly- β -hydroxybutyrate

(*Acidiphilium* DX1-1 菌株产聚- β -羟基丁酸最佳培养条件的探索)

生物工程专业学生 历 丽

指导教师 杨 宇

摘 要：聚羟基烷烃(PHAs)是许多微生物可以合成的生物聚酯,一类用于暂时贮存能量和碳的材料。PHAs 由于性质类似于塑料,具有生物可降解性和生物相容性而越来越受到全世界的关注。PHB (聚- β -羟基丁酸,PHAs 的一种)的生物可降解性使它成为合成塑料极好的替代品。生物可降解塑料与石油化学合成塑料之间的竞争主要是生产成本。因此人们利用不同的方法尽力提高生产 PHB 的质,量以及经济效益。

本实验室分离出一菌株,经鉴定属于 *Acidiphilium* 属,命名为 DX1-1。经红外检测已证实该菌株具有生产聚- β -羟基丁酸(PHB)的能力。本试验确定了提高 DX1-1 菌株 PHB 产量的最佳碳氮源组合,通过正交试验得到了最优培养条件即碳源浓度以及 pH,并确定了在最优培养条件下 PHB 产量随时间的变化以及 PHB 的生产过程是一个与生长协同性过程。通过本次试验,提高了 DX1-1 菌株 PHB 的产量,最高达到 19.75g/L,增加了 *Acidiphilium* DX1-1 菌株的工业应用前景。

关键词：*Acidiphilium* DX1-1; 生物塑料; 聚羟基丁酸; 培养条件

ABSTRACT: Polyhydroxyalkanoates(PHAs) are microbial polyesters synthesized by a variety of microorganisms as a temporary storage material of energy and carbon. They are gaining more and more importance worldwide due to their close analogy to plastics , biodegradability and biocompatibility. PHB (poly- β -hydroxybutyrate, a kind of PHA)'s biodegradability makes them extremely desirable substitutes for synthetic plastics. The competition between biodegradable plastics and petrochemical plastics could be in terms of production cost. Therefore, different kinds of methods are being investigated to exert more control over the

quality, quantity and economics of PHB production.

A new bacterial strain, designated as strain DX1-1, was isolated by our laboratory. The bacterial isolate was found to be affiliated to the genus *Acidiphilium* and was found capable of producing a considerable amount of PHB, as confirmed by Fourier transform infrared spectroscopy. This experiment had determined the optimum carbon and nitrogen source combination; obtained the optimum incubating conditions, namely, concentrations of carbon source, nitrogen source and initial pH; determined the PHB productions changing with time under the optimum incubating conditions and the process of PHB production was a growth-associated process. By this experiment the PHB production of strain DX1-1 was heightened to 19.75g/L and *Acidiphilium* DX1-1's industrial application becomes more promising.

KEYWORDS: *Acidiphilium* DX1-1; bioplastic; poly- β -hydroxybutyrate; incubating conditions

1 Introduction

There is no doubt that the utility of plastic materials plays a more and more important role in our day-to-day life. But what makes plastics undesirable is the difficulty in their disposal. They are posing problems in solid-waste disposal and global environment management^[1]. In recent years, there has been increasing public concern over the harmful effects of petrochemical-derived plastic materials in the environment.

The environmental impact caused by these plastics has created much interest in the development of biodegradable plastics and this also has prompted many countries to start developing biodegradable plastics. The biodegradable plastics can be completely degraded into water and carbon dioxide by microorganisms in various environment such as soil, marine and sewage. Making eco-friendly products such as bioplastics is one such reality that can help us overcome the problem of pollution caused by non-degradable plastics.

Thus, it becomes inevitable for us to improve upon the method of production, selection of raw materials, recycling, conversion to suitable forms of certain wastes, so that we will not

discard any material waste into the environment which nature cannot stand and keep the earth we are living on clean and beautiful as before.

2 Determination of optimum incubating conditions of DX1-1 to produce poly- β -hydroxybutyrate

2.1 Materials

2.1.1 Microorganism

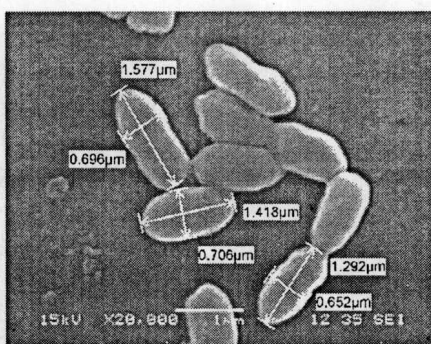


Fig.1. SEM of strain DX1-1

A new bacterial strain, isolated from acid mine drainage of DeXing mine, Jiangxi Province, China by our laboratory, was characterized as a gram-negative facultative short bacillus (Fig.1).

According to the phylogenetic tree (Fig.2) based on 16S rDNA sequences, the new strain was found to be affiliated to the genus *Acidiphilium*.

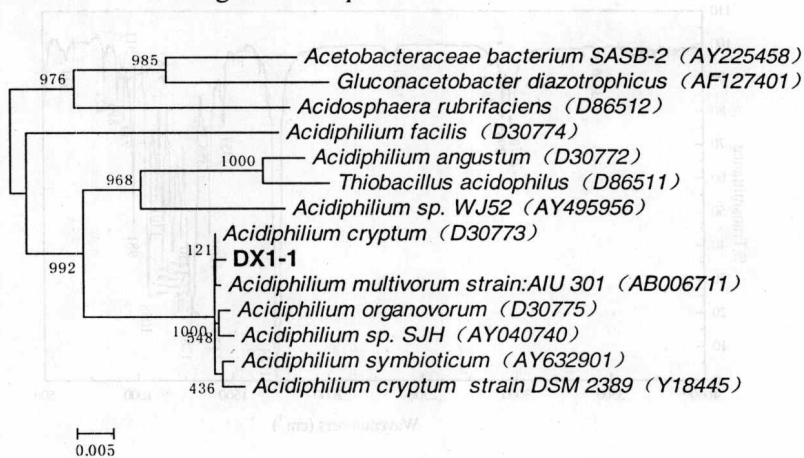


Fig.2. Phylogenetic tree derived from the 16sRNA sequence of strain DX1-1

The bacterial isolate designated as strain DX1-1 was found capable of producing a large amount of homopolymer. Transmission electron microscope observations of *Acidiphilium* DX1-1 strain cells revealed the presence of a great many electron-dense spherical bodies (Figure 3.A) which was identified to be poly- β -hydroxybutyrate (PHB) granules, as confirmed by Fourier transform infrared spectroscopy (Figure 4) and Ultraviolet spectroscopy analyses. Compared with *Methylobacterium* sp.GW2 (Figure 3.B), the content of PHB in strain DX1-1 cells was considerable, which could be clearly seen from the transmission electron microscope photomicrograph.

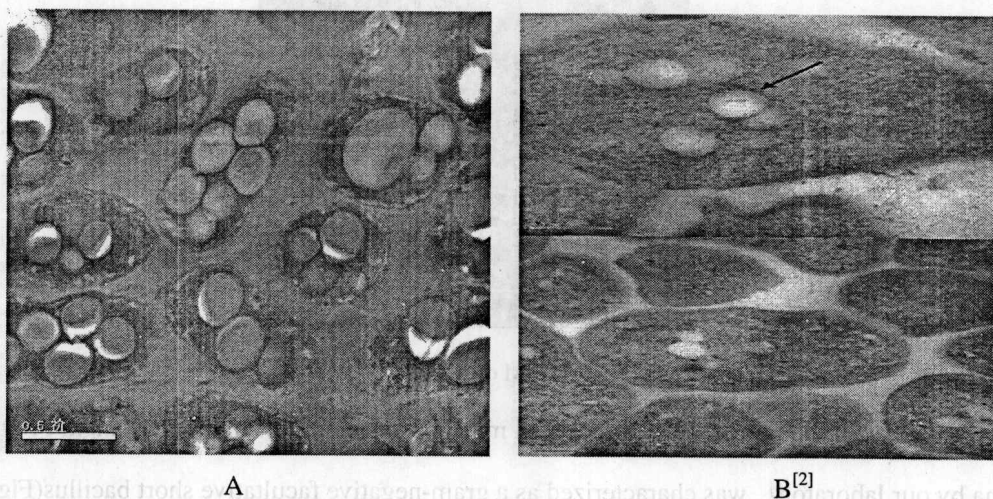
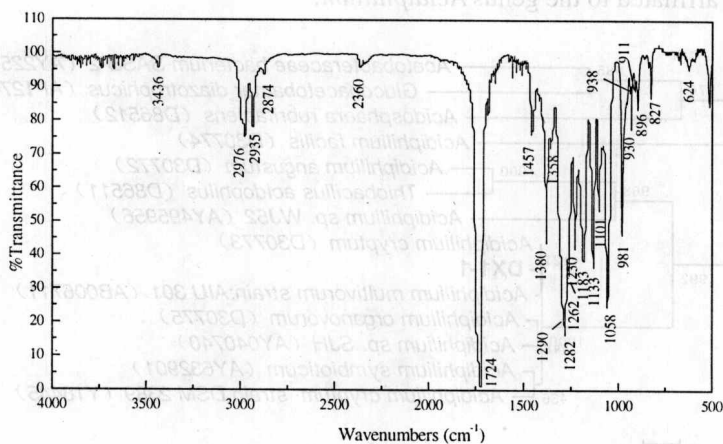
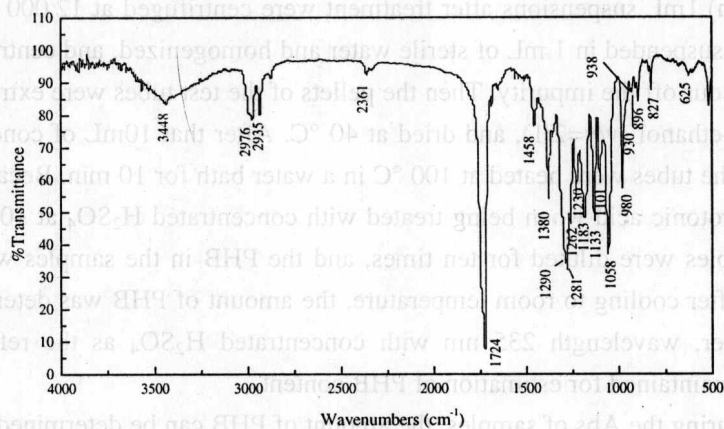


Fig.3. A:TEM of strain DX1-1; B:TEM of strain *Methylobacterium* sp.GW2





B

Fig.4. Fourier transform infrared spectroscopy (A: Standard B: Extraction of DX1-1)

The PHB extracted from *Acidiphilium* DX1-1 was analysed by FTIR spectrophotometer (Figure 4). The spectrum shows a sharp bend at 1724cm^{-1} which is due to carbonyl ($\text{C}=\text{O}$) stretching. The bend at 3442cm^{-1} is due to the stretching of O-H group. The bend at 2976cm^{-1} and 2935cm^{-1} and 2874cm^{-1} are due to $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2$ and $-\text{CH}$ bendings, they are all feature peaks of PHB. In addition, between $1058\sim 1287\text{cm}^{-1}$ there are a lot of C-O stretchings which are feature peaks of polyester. From figure 2-4 we can conclude that our sample and PHB standard are very similar. So far, there isn't any report about bacteria of genus *Acidiphilium* can produce PHB yet.

2.1.2 Medium

The basal medium used for PHB accumulation was 9K medium, 1L 9K medium contained KCl 0.1g, K_2HPO_4 0.5g, $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5g and $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0.01g. During the experiment, different carbon and nitrogen sources were supplemented to the basal medium, as described later.

2.2 Methods

2.2.1 Analysis of PHB content

Determination of the amount of PHB was performed chemically, using the spectrophotometric method. 1mL suspensions of cultures were centrifuged at 12,000 g for 5min.

Then the pellets were suspended in 10mL of sterile water and homogenized, using ultrasonic treatment (5 min). 1mL suspensions after treatment were centrifuged at 12,000 g for 5min. The pellets were suspended in 1 mL of sterile water and homogenized, and centrifuged at 12,000 g for 5 min to scour off the impurity. Then the pellets of the test tubes were extracted with 5 mL of chloroform—ethanol (v/v=2/1), and dried at 40 °C. After that 10mL of concentrated H_2SO_4 was added and the tubes were heated at 100 °C in a water bath for 10 min. Because PHB can be degraded into crotonic acid when being treated with concentrated H_2SO_4 at 100 °C for 10min. Finally the samples were diluted for ten times, and the PHB in the samples was expressed as crotonic acid. After cooling to room temperature, the amount of PHB was determined on a u.v. spectrophotometer, wavelength 235 nm with concentrated H_2SO_4 as the reference^[3]. Three replicates were maintained for estimation of PHB content.

After measuring the Abs of samples, the amount of PHB can be determined resorting to the PHB standard curve.

2.2.2 Construction of PHB standard curve

Since PHB can be degraded into crotonic acid when being treated with concentrated H_2SO_4 at 100 °C for 10min, and crotonic acid has a absorbance at 350nm. A series of certain amount of PHB standard was treated with concentrated H_2SO_4 at 100 °C for 10min, then the PHB standard sample was measured on a u.v. spectrophotometer, wavelength 235nm with concentrated H_2SO_4 as the reference. A certain amount of treated PHB corresponded with a unique Abs value. A standard curve finally could be built with PHB amount as the x-axis and Abs as the y-axis.

2.2.3 Determination of the optimum carbon and nitrogen source combination

To choose the best carbon and nitrogen source combination, different kinds of carbon source (glucose, maltose, starch and glycerin) and different kinds of nitrogen source (ammonium nitrate; urea; potassium nitrate and ammonium sulfate) were supplemented to each 250 mL baffled shake flasks, respectively (Table 1). Each 250 mL baffled shake flasks was filled with 100 mL 9K basal media added with different kinds of carbon and nitrogen source.

The amount of the carbon and nitrogen source supplemented to each baffled shake flask were calculated with the amount of carbon and nitrogen contained in 10g glucose and 3g ammonium sulfate per litre as references. All of the carbon source added to the culture medium were about 10g/L, the amount of nitrogen source added to the medium were 4.6g/L for KNO_3 , 3.0g/L for $(NH_4)_2SO_4$, 1.4g/L for urea and 1.8g/L for NH_4NO_3 .