

南极芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长特性及抑制植物病原真菌的研究*

何培青^{1,2}, 王红梅³, 沈继红^{1,2}, 林学政^{1,2}

(1. 国家海洋局 海洋生物活性物质重点实验室, 山东 青岛 266061; 2. 国家海洋局 第一海洋研究所, 山东 青岛 266061; 3. 山东轻工业学院 食品与生物工程学院, 山东 济南 250353)

摘要:从南极海泥中筛选获得对植物病原真菌有抑制作用的芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107, 以常见植物病原真菌为主要指示菌, 测定菌株发酵上清液的抑菌谱; 研究温度、NaCl 质量分数和初始 pH 值对其生长和抑菌活性的影响, 并测定菌株发酵液对黄瓜白粉病的防治作用。结果表明, 芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 发酵上清液对常见植物病原真菌尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*)、茄交链孢菌(*Alternaria solani*)、立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*)、大丽轮枝菌(*Verticillium dahliae*)和辣椒疫霉菌(*Phytophthora capsici*)均有抑制作用。产抑菌物质的适宜培养条件: 温度为 15~30 °C, NaCl 质量分数为 0%~4.5% 和初始 pH 值为 5.0~9.0; 当 NaCl 质量分数为 3.0%, 温度为 25 °C, 初始 pH 值为 7.0 时抑菌活性最高。芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 发酵液的 5 倍稀释液对黄瓜白粉病的防效达 62.05%。该菌株在植物病害的生物防治中, 具有潜在的应用价值。

关键词: 南极; 芽孢杆菌; 抑菌活性; 植物病原真菌

中图分类号: Q935

文献标识码: A

文章编号: 1671-6647(2011)02-0179-07

目前, 微生物农药活性组分和活性菌株多来源于陆栖环境或近海环境。一方面, 从常规环境中新发现的生物活性物质种类日益减少, 且大多为已知化合物; 另一方面, 越来越多的病原对传统抗生素产生抗药性, 迫切需要寻找新来源、高活性的天然生物活性物质。极地环境具有独特的地理及气候特征, 低温、高盐和强辐射等自然环境造就了极地微生物在基因组成、酶学特性以及代谢调控等方面独特的分子生物学机制与生理生化特性, 是结构新颖、功能独特的化学物质的发源地^[1]。郭少华等从极地海洋细菌中筛选获得菌株 *Mariomonas* sp. BSw10005, 其胞外代谢物质对植物病原真菌有显著的抑制作用, 其中包含了吡咯-2-甲酸、吡咯并[1,2 α]哌嗪-1,4-二酮等小分子化合物^[2-3]。牛德庆等^[4]研究南极真菌 *Gliocladium catenulatum* T31 发酵液对小菜蛾的杀虫作用时, 得到 9 个化合物, 其中黑麦酮酸 D、大黄素、羟基大黄素等 3 个化合物对小菜蛾、蚜虫、菜青虫、棉铃虫均具有较强触杀和胃毒作用。这些报道说明, 开展极地微生物的农用活性产物研究与开发, 对于发展无公害农业具有重要的应用潜力。

本实验室从 2002—2003 年第十九次中国南极科学考察采集的海泥样品中分离、筛选获得 1 株对植物病原真菌有抑制作用的芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107, 以常见植物病原真菌为主要指示菌, 测定活性菌株的抑菌范围, 研究了温度、NaCl 质量分数和初始 pH 值对其生长和抑菌活性的影响, 并测定菌株对黄瓜白粉病的防治作用, 为其进一步的研究和应用提供基础资料。

* 收稿日期: 2010-06-30

资助项目: 国家高新技术研究发展研究计划项目——极地特殊海洋微生物资源利用的关键技术研究(2007AA091905); 海洋公益性行业科研专项经费项目——深远海(极地)微生物及其基因资源开发与产品应用示范(201005032)

作者简介: 何培青(1972-), 女, 山东济南人, 副研究员, 博士, 主要从事极端环境微生物方面研究。E-mail: hepeiqing@126.com

(王佳实 编辑)

1 材料和方法

1.1 菌株来源

实验菌株:南极芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 为 2002—2003 年第十九次中国南极科学考察采集的海泥样品中分离获得。

1.2 植物病原真菌

植物病原真菌尖孢镰刀菌 (*Fusarium oxysporum*)、立枯丝核菌 (*Rhizoctonia solani*)、茄交链孢菌 (*Alternaria solani*)、大丽轮枝菌 (*Verticillium dahliae*)、瓜亡革菌 (*Thanatephorus cucumeris*) 和葡枝根霉 (*Rhizopus stolonifer*) 和辣椒疫霉菌 (*Phytophthora capsici*) 为抑菌活性的指示菌,由本实验室保存。为了避免培养液中 NaCl 对病原真菌的抑制作用,病原真菌已经耐盐驯化。

1.3 培养基

南极芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 以 2216E 液体培养基为基础培养基:蛋白胨 5 g, 酵母粉 1 g, 陈海水 1 000 mL, pH 值 7.0。PDA 培养基用于植物病原真菌的培养^[5]。

1.4 菌株的培养

将 4 °C 试管液体保存的南极芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 菌株,按照 5% (v/v) 的接种量接种于含 5 mL 2216E 的液体培养基试管 (15 mm×15 mm) 中,15 °C 活化培养 24 h。活化的菌株以 5% (v/v) 接种于 250 mL 三角瓶 (含 150 mL 培养液),15 °C 培养 120 h。菌体生长量采用测定 OD_{620nm} 吸光值的方法。植物病原真菌接种于 PDA 固体培养基,25 °C 培养 48 h 后,备用。

1.5 南极芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 发酵上清液抑菌范围的测定

1.5.1 发酵上清液和孢子悬浮液的制备

将 15 °C 培养 120 h 的发酵液以 12 000 r/min 离心 20 min 除菌体,将上清液用细菌过滤器 (0.22 μm) 过滤后备用。尖孢镰刀菌 (*Fusarium oxysporum*)、茄交链孢菌 (*Alternaria solani*)、大丽轮枝菌 (*Verticillium dahliae*)、瓜亡革菌 (*Thanatephorus cucumeris*)、葡枝根霉 (*Rhizopus stolonifer*) 和辣椒疫霉菌 (*Phytophthora capsici*) 培养 48 h 后,取一块菌丝体,加至含无菌水的试管中充分振荡,用两层灭菌纱布过滤菌丝后,稀释获得植物病原真菌孢子悬浮液 (10⁵ cell/mL)。立枯丝核菌 (*Rhizoctonia solani*) 一般不产孢子,菌丝体在含无菌水的试管中充分振荡,用一层灭菌纱布过滤除去大块菌丝后,稀释获得长度约为 50 μm 的菌丝体 (10⁵ cell/mL)。

1.5.2 抑菌活性的测定

采用平板扩散法^[6]测定菌株抑菌活性。将 PDA 培养基融化后冷却至 45 °C,以 1:100 (v/v) 倒入各种植物病原真菌的孢子悬浮液及立枯丝核菌 (*Rhizoctonia solani*) 菌丝体,混匀后倾注到平皿中,每皿约 20 mL。冷却后,用打孔器呈十字形打孔 (直径 0.7 cm);再用冷却至适当温度的 PDA 培养基封底,每孔加入 50 μL 发酵上清液,22 °C 培养 48 h 后,测量抑菌圈大小,并确定其抑菌谱,以未接菌的培养液作对照。

1.6 培养条件对南极芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长及抑菌活性影响的测定

1.6.1 培养温度对芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长及抑菌活性的影响

将芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 接种于 2216E 培养液,分别于 5, 15, 20, 25 及 30 °C,以 150 r/min 摇速振荡

培养,并每隔 12 h 取 1 mL 发酵液,测定菌体生长量(OD_{620})和发酵上清液对尖刀镰孢菌(*Fusarium oxysporum*)的抑制作用。

1.6.2 NaCl 质量分数芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长及抑菌活性的影响

调节 2216E 培养基,使其 NaCl 的质量分数为 0, 1.5, 3, 4.5%, 于 25 °C 以 150 r/min 摇速振荡培养,每隔 12 h 取 1 mL 发酵液,测定菌体生长量(OD_{620})和发酵上清液对尖刀镰孢菌(*Fusarium oxysporum*)的抑制作用。

1.6.3 初始 pH 对芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长及抑菌活性的影响

调节 2216E 培养基,使其初始 pH 值为 5.0, 7.0, 9.0, 10.0, 于 25 °C 以 150 r/min 摇速振荡培养,每隔 12 h 取 1 mL 发酵液,测定菌体生长量(OD_{620nm})和发酵上清液对尖刀镰孢菌(*Fusarium oxysporum*)的抑制作用。

上述各组试验至少重复 3 次,并取平均值进行数据分析。

1.7 芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 对黄瓜白粉病防治作用的测定

将芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 于 2216E 液体培养基(NaCl 质量分数为 1.5%)25 °C 培养 120 h 后,将发酵液稀释 5 倍后作为药剂。

黄瓜品种为鲁三号(*Cucumis sativus* L. cv. lusanhao),由青岛市农科院新技术开发中心提供。黄瓜种子采用 75%酒精消毒,置 30 °C 恒温箱催芽后,移栽于塑料方盆,每盆 24 株,每个处理 3 盆,置于人工气候室内培养,温度控制在 25 °C,光照强度为 10 000 lx,光照时间为每天 14 h,待黄瓜两片子叶充分展平后,选健苗备用。

药效试验于 2009-05-01—05-22 在海洋一所中试基地的温室进行。将待测的二叶一心期黄瓜苗移至白粉病的发病区自然感病,待 5 月 11 日黄瓜苗轻微发病后,进行施药,05-15 进行第二次施药,以清水处理作为对照组。药剂处理组和清水对照组均用小喷壶手动喷施,叶片正反两面均匀喷雾。于 05-11, 05-15 和 05-22,在施药前进行整株叶片的病情指数调查。病情分级标准参照国家质量技术监督局的农药田间试验准则(一)杀菌剂防治黄瓜白粉病的 9 级标准^[7]。分级方法:0 级,无病斑;1 级,病斑面积占整个叶面积的 5%以下;3 级,病斑面积占整个叶面积的 6%~10%;5 级,病斑面积占整个叶面积的 11%~20%;7 级,病斑面积占整个叶面积的 21%~40%;9 级,病斑面积占整个叶面积的 40%以上。

每盆随机选取 10 株,对整株叶片均进行调查,记录分级数值,计算病情指数 N(式 1)和防治效果(式 2)。实验设 3 个重复,并进行方差分析。

$$\text{病情指数}(\%) = \frac{\sum(\text{各级病叶数} \times \text{分级数值})}{\text{调查总叶数} \times 9} \times 100; \quad (1)$$

$$\text{防治效果}(\%) = \left(1 - \frac{\text{处理病指}}{\text{对照病指}}\right) \times 100 \quad (2)$$

2 结果与分析

2.1 芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 发酵上清液的抑菌范围

芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 发酵上清液对几种常见的病原真菌均有抑制作用,其中对茄交链孢菌(*Alternaria solani*)、立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*)、大丽轮枝菌(*Verticillium dahliae*)、辣椒疫霉菌(*Phytophthora capsici*)和瓜亡革菌(*Thanatephorus cucumeris*)为强抑制作用,对尖刀镰孢菌(*Fusarium oxysporum*)为抑制作用,对葡枝根霉(*Rhizopus stolonifer*)无抑制作用,如表 1 所示。

表 1 芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 发酵上清液对植物病原真菌的抑菌范围

Table 1 Effective range inhibition against plant pathogenic fungi by means of fermentation supernatant of *Bacillus* sp. 107

植物病原菌	尖刀镰孢菌	茄交链孢菌	立枯丝核菌	大丽轮枝菌	瓜亡革菌	辣椒疫霉菌	葡枝根霉
抑菌活性	++	+++	+++	+++	+++	+++	-

注:抑菌圈直径>2.5 cm,为强抑制,用+++表示;以抑菌圈直径 2.5~1.5 cm,为抑制,用++表示;以抑菌圈直径<1.5 cm,为弱抑制,用+表示;无抑制,用-表示

2.2 培养条件对芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长及抑菌活性的影响

2.2.1 培养温度对芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长及抑菌活性的影响

测定结果如图 1 所示,芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 在 5~30 °C 范围内,均能生长并产生抑菌活性物质,20~30 °C 时最适合菌体生长。菌株发酵上清液的抑菌活性在生长后期有一个大幅提高,之后活性降低。5~10 °C 时抑菌活性较低;15~30 °C 时抑菌活性较高,且呈间隔 12 h 的波动趋势,25~30 °C 时活性达到高峰,且 25 °C 时较 30 °C 时略高。

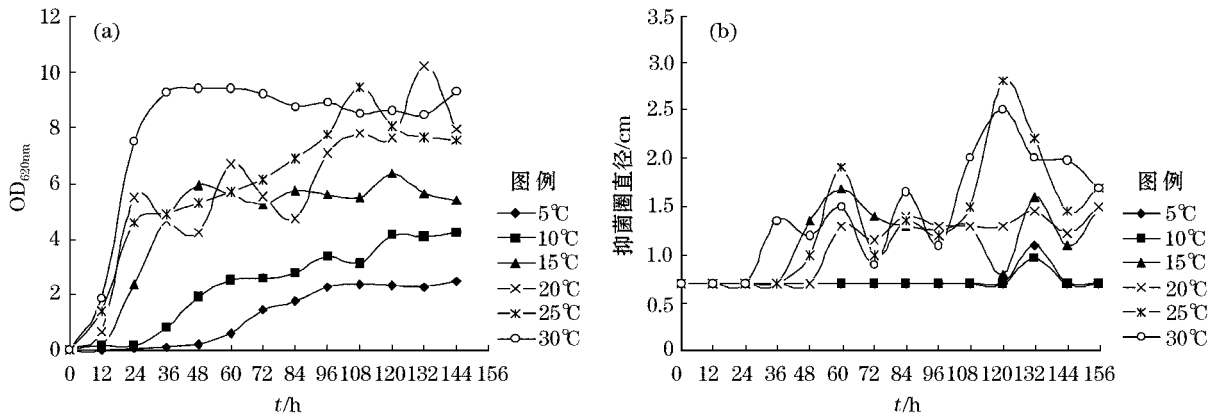


图 1 培养温度对芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长(a)及抑菌活性(b)的影响

Fig. 1 Temperature effects on the growth(a) and antifungal activity of *Bacillus* sp. 107 (b)

2.2.2 NaCl 浓度对芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长及抑菌活性的影响

测定结果如图 2 所示,芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 对 NaCl 质量分数的适应范围较广,在 NaCl 质量分数为 0~4.5% 范围内均可生长,并产生活性物质;当 NaCl 质量分数为 3.0% 时,菌株生长达最大值。菌株在 NaCl 质量分数为 0~4.5% 范围内均可产生抑菌物质,其中 3.0% 时发酵上清液的活性达最大值。

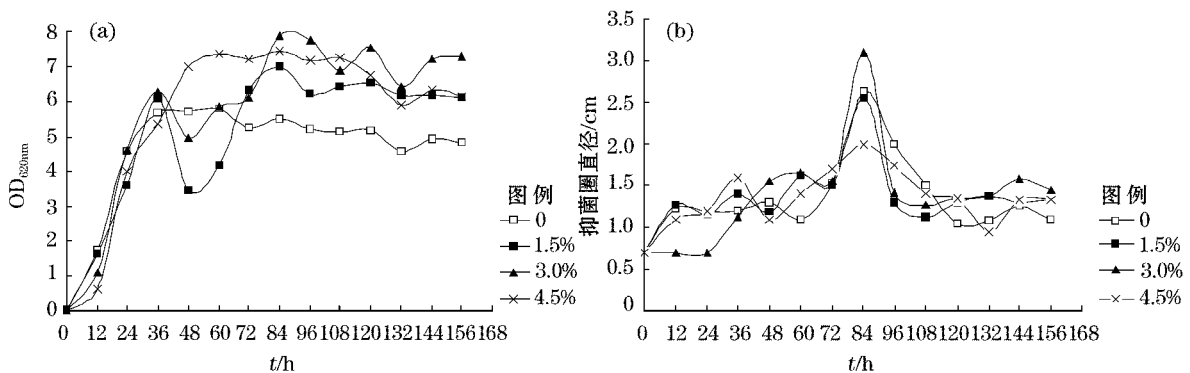


图 2 NaCl 质量分数对芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长(a)及抑菌活性(b)的影响

Fig. 2 NaCl concentrations effects on the growth(a) and antifungal activity of *Bacillus* sp. 107 (b)

2.2.3 初始 pH 对芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长及抑菌活性的影响

测定结果表明,芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 在 pH 值为 5.0~9.0 的范围内生长良好,并产生抑菌物质;当 pH 值为 5.0 和 7.0 时,生长量达最大值;pH 值为 7.0 时,发酵上清液活性最大。pH 值为 10.0 的偏碱环境,菌体几乎没有生长(图 3)。

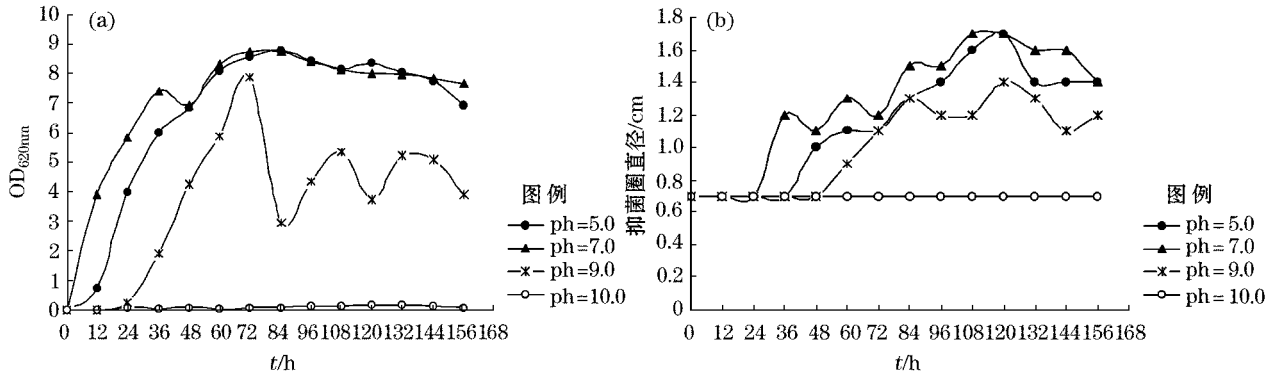


图 3 初始 pH 值对芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 生长(a)及抑菌活性(b)的影响

Fig. 3 Initial pH effects on the growth(a) and antifungal activity of *Bacillus* sp. 107(b)

2.3 芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 对黄瓜白粉病的防治效果

由表 2 可见,施药前黄瓜白粉病已轻微发病,发酵液处理和清水对照的平均病情指数分别为(9.55±1.23)%和(9.57±1.06)%;第一次施药 4 d 后,对照组发病指数为(28.62±4.97)%,发酵液处理组的病情指数为(10.86±1.06)%,防治效果达 62.05%;第二次施药 7 d 后,对照组发病指数为(58.15±3.81)%,发酵液处理组的病情指数为(29.04±4.26)%,防治效果达 50.04%。据盆栽实验观察,喷施芽孢杆菌发酵液的处理组在黄瓜感染白粉病时,黄瓜叶上的斑点小、少且菌层薄,死苗率低,清水对照组的菌斑斑点大、多且菌层厚,死苗率高。

表 2 芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 对黄瓜白粉病的防治效果

Table 2 Effects on treatment and prevention from cucumber powdery mildew by means of *Bacillus* sp. 107

调查日期	病情指数/%		防治效果/%
	药剂处理	清水对照	药剂处理
2009-05-11	9.55±1.23	9.57±1.06	
2009-05-15	10.86±1.06*	28.62±4.97	62.05
2009-05-22	29.04±4.26*	58.15±3.81	50.04

注:病情指数=平均值±SE (n=3); * 为经 *t* 检验后,处理与对照组相比呈显著性差异 ($p < 0.05$)

3 讨论

目前,农作物病害的防治仍以化学农药为主,造成环境污染、土壤退化、农产品质量下降,病原抗药性增强等危害,已成为制约我国农产品在国际市场竞争力 and 危害人民健康水平与生活质量的主要因素。寻找新来源、高活性的天然生物活性物质开发生物农药,是发展无公害农业,生产绿色食品的必然趋势。

芽孢杆菌产生多种抑制细菌、真菌和病毒的物质,如肽类、脂肽类、磷脂类、多烯类、氨基酸类、核酸类等^[8-9]。一些芽孢杆菌产生的 β -1,3-葡聚糖酶和几丁质酶可降解植物病原细胞壁^[10],还可产生抗植物病原的蛋白^[11]和苯乙酸类化合物等^[12]。目前,芽孢杆菌生防制剂已广泛应用于植物病害的生物防治,许多已经获得农药临时登记,并进行商品化运营。随着筛选范围的扩大,海洋生境的芽孢杆菌在生防中的应用,也得

到广泛的重视。何培青等^[13]从海洋生境中筛选获得 B9987 芽孢杆菌,其胞外分泌的代谢产物对植物病原真菌有显著的抑制作用。以该菌株研制的生物制剂已经取得农药临时登记证和生产批准证。

极地微生物是产生结构新颖、功能独特的化学物质的宝库,极地芽孢杆菌也是活性化合物的重要源泉^[14-15]。论文首次报道了极地芽孢杆菌对植物病原的抑制作用,其发酵上清液的抑菌范围和抑菌活性与 B9987 菌株相当^[13]。芽孢杆菌 *Bacillus* sp. 107 产活性物质的最适生长条件:温度为 15~30 °C、NaCl 质量分数为 0~4.5%和 pH 值为 5~9,可见其适应范围广泛。芽孢杆菌发酵液的 5 倍稀释液对黄瓜白粉病的防治作用达到 62.05%。金轶伟报道 2%武夷菌素水剂的 340 倍稀释液对黄瓜白粉病的防效达 66.94%;50%福美双可湿性 500 倍稀释液的防效达 64.60%^[16],说明该菌株在植物病害的生物防治方面,具有潜在的应用价值。本研究还发现芽孢杆菌发酵液的 2 倍稀释液,导致黄瓜叶片出现萎焉现象,这可能与发酵液中的复杂成分有关,因此如何提高活性物质的浓度,同时减少药害,将是进一步研究工作的重点。

参考文献(References):

- [1] ZENG Y X, CHEN B, ZOU Y, et al. Polar microorganisms, a potential source for new natural medicines-A review [J]. *Acta Microbiologica Sinica*, 2008, 48(5): 695-700. 曾胤新, 陈波, 邹扬, 等. 极地微生物——新天然药物的潜在来源[J]. *微生物学报*, 2008, 48(5): 695-700.
- [2] GUO S H, WANG W, LI Y G, et al. The growth characteristic of Antarctic marine bacterium BSw10005 [J]. *Microbiology*, 2006, 33(1): 38-41. 郭少华, 王伟, 李元广, 等. 南极海洋细菌 BSw10005 生长特性研究[J]. *微生物学通报*, 2006, 33(1): 38-41.
- [3] GAO H F, ZHANG D J, WEI H G, et al. Studies on the chemical constituents of the fermentation broth from Antarctic *Marinomonas* sp. BSw10005 strain [J]. *Chinese Journal of Marine Drugs*, 2008, 27(2): 14-17. 高海锋, 张道敬, 魏鸿刚, 等. 南极海单胞菌 BSw10005 发酵液化学成分的研究[J]. *中国海洋药物*, 2008, 27(2): 14-17.
- [4] NIU D Q, ZHOU J Y, WEI H G, et al. A study on the insecticidal activity of Antarctic epiphyte *Gliocladium catenulatum* T31 [J]. *Chinese Journal of Polar Science*, 2007, 19(2): 131-138. 牛德庆, 田黎, 周俊英, 等. 南极生境真菌 *Gliocladium catenulatum* T31 菌株杀虫活性的研究[J]. *极地研究*, 2007, 19(2): 131-138.
- [5] China Committee for Culture Collections of Microorganisms. CCCC catalogues of cultures [M]. Beijing: Light Industry Press, 1983: 404-422. 中国微生物菌种保藏管理委员会. 中国菌种目录 [M]. 北京: 轻工业出版社, 1983: 404-422.
- [6] FANG Z D. Research method of plant pathology [M]. 2nd ed. Beijing: China Agriculture Press, 1982: 231. 方中达. 植病研究方法 [M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 1982: 231.
- [7] GB/T 17980. 30—2000 Pesticide guidelines for the field efficacy trials (I) fungicides against cucumber powdery mildew [S]. Beijing: China Criterion Press, 2000: 56-60. GB/T 17980. 30—2000 农药田间药效试验准则 (一) 杀菌剂防治黄瓜白粉病 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2000: 56-60.
- [8] SUGITA H, HIROSE Y, MATSUO N, et al. Production of the antibacterial substance by *Bacillus* sp. strain NM12, an intestinal bacterium of Japanese coastal fish [J]. *Aquaculture*, 1998, 165(3-4): 269-280.
- [9] JARUCHOKTAWEECHAI C, SUWANBORIRUX K, TANASUPAWATT S, et al. New macrolactins from a marine *Bacillus* sp. Sc0261 [J]. *Journal of Natural Products*, 2000, 63(7): 984-986.
- [10] MAVINGUI P, HEULIN T. In vitro chitinase and antifungal activity of a soil, rhizosphere and rhizoplane population of *Bacillus polymyxa* [J]. *Soil Biology and Bio-chemistry*, 1994, 26(6): 801-803.
- [11] KAVITHA S, SENTHILKUMAR S, GNANAMANICKAM S, et al. Isolation and partial characterization of antifungal protein from *Bacillus polymyxa* strain VLBI6 [J]. *Process Biochemistry*, 2005, 40(10): 3236-3243.
- [12] KIM Y, CHO J Y, KUK J H, et al. Current identification and antimicrobial activity of phenylacetic acid produced by *Bacillus licheniformis* isolated from fermented soybean [J]. *Current Microbiology*, 2004, 48(4): 312-317.
- [13] HE P Q, TIAN L, LI G Y, et al. Preliminary study on purification and antifungal mechanism of metabolite from marine bacterium B-9987 strain (*Bacillus* sp.) [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2002, 33(5): 492-498. 何培青, 田黎, 李光友, 等. 海洋细菌 B-9987 胞外代谢产物的纯化及抑菌机理初探 [J]. *海洋与湖沼*, 2002, 33(5): 492-498.
- [14] DHAKED R K, ALAM S I, SINGH L. Characterization of β -galactosidase from an Antarctic *Bacillus* sp. [J]. *Indian Journal of Biotechnology*, 2005, 4(42): 227-231.
- [15] LOGAN N A, LEBBE L, HOSTE B, et al. Aerobic endospore-forming bacteria from geothermal environments in northern Victoria Land,

Antarctica, and Candlemas Island, South Sandwich archipelago, with the proposal of *Bacillus fumarioli* sp. nov[J]. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2000, 50: 1741-1753.

- [16] JIN Y W, LIU Y G, CHAI Y Q, et al. Efficacy experiment of 2% Wuyiencin aqueous solutions against cucumber powdery mildew[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2008, 36(16): 6839-6840. 金轶伟, 刘又高, 柴一秋, 等. 2%武夷菌素水剂防治黄瓜白粉病药效试验[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(16): 6839-6840.

Antarctic *Bacillus* sp. 107 Growth Characteristics and Inhibition Against Plant Pathogenic Fungi

HE Pei-qing^{1,2}, WANG Hong-mei³, SHEN Ji-hong^{1,2}, LIN Xue-zheng^{1,2}

(1. Key Laboratory of Marine Bioactive Substances, SOA, Qingdao 266061, China;

2. First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China;

3. Institute of Food and Biological Engineering, Shandong Light Industry College, Jinan 250353, China)

Abstract: Strains of *Bacillus* sp. 107 are isolated from the deposited mud in the Antarctic waters. The common plant pathogenic fungi are used as indicators for determining the antifungal spectrum of the supernatant from the fermentation of *Bacillus* sp. 107 strains, to study the effects of temperature, NaCl concentration, and initial pH value on *Bacillus* sp. 107 growth and its inhibitory activity, and to detect the effects of the fermentation broth on treatment and prevention from cucumber powdery mildew. It is learnt from the study results that the supernatant broth from the fermentation is effective to inhibit the plant pathogenic fungi such as *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* and *Phytophthora capsici*. The better culture conditions for the antifungal substances are the temperatures about 15~30 °C, the NaCl mass concentrations about 0~4.5%, and the initial pH values about 5.0~9.0. The antifungal activity reaches its best when temperature becomes 25 °C the NaCl mass concentration 3.0%, and the initial value 7.0. The 5-fold diluted fermentation broth of *Bacillus* sp. 107 has its effectiveness as high as 62.05% against cucumber powdery mildew. Therefore this species of strain has its potential applicability in the biological treatment and prevention from plant pathogens.

Key words: Antarctica; *Bacillus* sp. 107; inhibitory activity; plant pathogenic fungi

Received: June 30, 2010