

牛筋草离孺孢生物学特性及代谢产物活性测定

杨 叶^{1*} 王兰英¹ 胡美姣²

(1. 海南大学环境与植物保护学院 海南 儋州 571737)

(2. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所 海南 儋州 571737)

摘 要: 对牛筋草离孺孢属(*Bipolaris sorokiniana*)NJ-08 菌株的生物学特性及代谢产物除草活性测定结果表明: 此菌株的菌丝体生长速度慢, 但产孢量大, 致病性强。菌丝体生长最适温度 25°C, 致死温度是 55°C/10 min, 最适 pH 值为 8, 碳源以葡萄糖最佳, 供试氮源则不利于菌丝体生长。产生分生孢子最适温度 25°C, 最适 pH 值为 8, 碳源以葡萄糖最好, 氮源以硝酸钠产孢量最高。分生孢子萌发温度在 20°C~35°C 之间没有差异, 适宜 pH 值为 5~7, 碳源以 D-木糖的孢子萌发率最高, 氮源以蛋白胨的孢子萌发率最高, 不同处理间存在明显差异。NJ-08 菌株产生的代谢产物作用于牛筋草, 可使叶片黄化或枯死, 代谢产物对指示植物及杂草如柱花草、地桃花、猪屎豆和辣椒的胚根胚芽生长都有明显的抑制作用, 抑制率均超过了 90%, 显示出很好的除草活性。

关键词: *Bipolaris sorokiniana*, 生物学特性, 除草活性

Biological Characteristics and Herbicidal Activity of Metabolites Produced by *Bipolaris sorokiniana* from *Eleusine indica*

YANG Ye^{1*} WANG Lan-Ying¹ HU Mei-Jiao²

(1. Environment and Plant Protection College, Hainan University, Danzhou Hainan 571737, China)

(2. Environment and Plant Protection Institute, CATAS, Danzhou, Hainan 571737, China)

Abstract: The biological characteristics of *Bipolaris sorokiniana* strain NJ-08 and herbicidal activity its metabolites was tested. The results showed that NJ-08 displayed excellent pathogenicity and high sporulation. The optimum temperature and pH for mycelial growth was 25°C and 8 respectively, the lethal temperature was 55°C maintaining 10 min, the glucose was the best among carbon sources for mycelial growth but all nitrogen source did not significantly promote mycelia growth. For sporulation, the optimum temperature and pH was 25°C and 8, the glucose was the best carbon sources and NaNO₃ was the best nitrogen sources. For spore germination, the ranges were temperature of 20°C~35°C and pH of 5~7, while D-xylose was the best carbon sources and peptone was the best nitrogen sources. The metabolites produced by NJ-08 strain made the leaves of *Eleusine indica* yellow and wilting, and showed good herbicidal activity against the indicator plant and weeds such as *Stylosanthes guianensis*, *Urena lobata*, *Crotalaria mucronata* and *Capsicum frutescens* with the inhibition rate to radicle and embryo of above 90%.

Keywords: *Bipolaris sorokinian*, Biological characteristics, Herbicidal activity

牛筋草 [*Eleusine indica* (L.) Beauv] 又名蟋蟀草, 属禾本科一年生杂草, 广布全国各地, 具有适应性和繁殖力强的特点。牛筋草在海南随处可见, 且一年四季均可生长, 给热带农业生产造成极大危害。目前普遍以化学除草剂防除杂草, 而大量化学除草剂使用后带来的药害、农药残留以及对环境污染等问题日益突出。随着人们生活质量的提高和环保意识的增强, 要求减少化学农药使用的呼声愈来愈高, 研究开发生物除草剂取代部分化学除草剂成为当务之急。利用杂草病原菌开发活体微生物除草剂的研究, 早在 1940 年就有报道, 20 世纪 70 年代该领域研究开始活跃, 随后有多个产品上市。然而直接以病原微生物防治杂草存在防效不稳定、加工困难等缺点。因此, 利用微生物产生的代谢产物具有杀灭杂草的特性, 开发微生物源除草剂, 成为了生物农药研发的又一重要途径。微生物源除草剂在开发及应用方面都优于活体微生物制剂, 可克服活体制剂在应用中的不足, 并具有生产流程相对简单易操作等特点^[1,2]。从病原真菌中寻找新除草活性物质已成为除草剂研究开发的热点。除草剂双丙胺磷就是以链霉菌 (*Streptomyces hygroscopicus*) 的代谢产物开发的, 除草剂草胺磷则是以该代谢产物为模板仿生合成的^[3,4]。南京农业大学杂草研究室强胜等通过对杂草病原代谢产物的研究, 先后成功研制出“敌散克”和“拉杀得”2 种微生物源除草剂^[5]。此外, 向梅梅 (2002)、姜述君等 (2005)、李海涛 (2005)、白莹莹 (2007) 等先后发表了有关病原微生物代谢产物除草活性的文章^[6-9]。万佐玺 (2001)、王惠 (2004)、李荣金 (2006) 等对除草活性物质开展了分离纯化等研究^[10-12]。

海南高温潮湿的气候非常适宜于病原微生物的生存和繁殖, 是微生物天然宝贵的资源库, 但海南在杂草病原菌的收集及生防研究方面几乎为空白。同时, 国内除张希福 (1996) 在豫北地区调查时发现了牛筋草叶枯病菌 (*Helminthosporium nodulosum*) 和牛筋草瘟病菌 (*Piricularia grisea*) 外^[13], 至今未见有关牛筋草病菌代谢产物除草活性的报道。从 2003 年开始, 笔者对海南常见杂草病原真菌资源进行调查, 初步鉴定出 17 种杂草上的 21 种病原真菌^[14]。在发病牛筋草上获得一株具有强致病力的 NJ-08 菌株, 鉴定为离孺孢属 (*Bipolaris sorokiniana*) 真菌。本研究拟对该菌株进行生物学特性及其代谢产物除草活性等研究, 并对其生防价值进行初步评估, 旨在为今

后进一步深入研究, 开发出具有实用价值的微生物源除草剂提供依据。

1 材料与方法

1.1 牛筋草叶斑病菌 (*B. sorokiniana*) NJ-08 菌株的致病性测定

将野外健康的牛筋草幼苗连土挖回实验室, 移栽于花盆中种植 20 d~30 d 后备用。

菌丝块的致病性测定: 用金刚砂将健康牛筋草的叶子轻轻磨伤, 在培养 7 d 的菌落边缘取菌块 (≈ 6 mm) 接到磨伤处, 接无菌的 PDA 培养基块当对照, 共接种 5 盆牛筋草, 每盆至少接种 20 点。

孢子悬浮液的致病性测定: 在培养 7 d 后的菌落上加入一定量的无菌水, 洗下孢子并配成含 1×10^5 个孢子/mL 的孢子悬浮液, 再将孢子悬浮液喷雾接种到健康牛筋草上 (共接 16 盆), 每盆草分成磨伤叶与未磨伤叶 2 种处理。用清水喷雾作为对照。

代谢产物的致病性测定: 在培养 7 d 后的菌落边缘取菌块接种到 PD 培养液 (100 mL/瓶), 每瓶接 10 块, 共接 15 瓶。置于 28°C 恒温箱中振荡培养 7 d 后, 先将菌丝体挑出后以滤纸过滤, 滤液再用微孔滤膜 (≈ 0.45 μ m) 过滤获得不含菌体的代谢产物滤液, 然后喷雾接种到健康牛筋草 (共接 16 盆)。以上 3 种处理均采用套保鲜袋的方式进行保湿。2 d 后开始检查发病情况。

1.2 环境条件及营养对牛筋草叶斑病菌 (*B. sorokiniana*) NJ-08 菌株的影响

1.2.1 光照: 取直径 6 mm 的菌块, 接种到 PDA 培养基的中央, 分别置于连续光照、光暗交替和完全黑暗 3 种光照条件的 28°C 恒温培养箱中连续培养。3 d 后用十字交叉法测量菌落直径, 培养 6 d 后, 每培养皿用 10 mL 含 0.1% 吐温的无菌水 (以下均相同) 洗下孢子, 用血球计数板测量其产孢量。每处理 3 个培养皿, 试验重复 3 次。

将融化的 1% 琼脂涂于灭菌的载玻片上, 凝固备用。每支菌种加入 2 mL 无菌水洗下孢子, 用血球计数板测量并将孢子悬浮液浓度稀释为 150~200 个/视野, 将其涂布在琼脂载玻片上。置于上述 3 种光照条件的 28°C 恒温培养箱中保湿培养 4 h。每处理 3 块玻片, 试验重复 3 次。每块玻片检查孢子 100 个左右, 检查前用滴希尔液固定。

1.2.2 温度: 将接种菌块的 PDA 平板及涂抹孢子悬

浮液的琼脂载玻片, 分别置于 20℃、25℃、30℃、35℃、40℃ 的恒温培养箱中培养。其它同上。

菌丝体致死温度的测定: 移取 1 个菌块到无菌试管中, 加入 2 mL 灭菌水, 分别置于 40℃、45℃、50℃、55℃、60℃、65℃ 的恒温水浴锅中加热 10 min, 取出后立即在冰水中冷却至室温。将处理后的菌块接种到 PDA 平板上, 置于 28℃ 恒温培养箱中培养。每处理 6 个菌块, 试验重复 3 次。其它同上。

1.2.3 pH 值: 用 1 mol/L 的 NaOH 和 1 mol/L 的 HCl, 将 PDA 培养基以及无菌水的 pH 值分别调节为 4、5、6、7、8、9、10 共 7 种, 制成含不同 pH 值的 PDA 平板和孢子悬浮液备用。其它同上。

1.2.4 碳源: 以 Czapek 培养基(1.00 g NaNO₃, 0.25 g MgSO₄ · 7H₂O, 0.25 g KCl, 0.5 g KH₂PO₄, 0.005 g FeSO₄, 15 g 蔗糖, 8.5 g 琼脂, 500 mL 水)为基础培养基, 用含有相同质量碳元素的甘油、葡萄糖、果糖和木糖取代其中的蔗糖, 做成不同碳源固体培养基, 用含 5% 碳源的无菌水配制孢子悬浮液备用, 以不加碳源作为对照。其它同上。

1.2.5 氮源: 以 Czapek 培养基为基础培养基, 用含有相同质量氮元素的蛋白胨、甘氨酸、赖氨酸和氯化铵取代其中的硝酸钠, 制成不同氮源的固体培养基, 用含 5% 氮源的无菌水配制孢子悬浮液备用, 以不加氮源作为对照, 其它同上。

1.3 除草活性测定(种子萌发鉴定法)

指示植物及杂草种子共 9 种, 分别为玉米、豆角、黄瓜、辣椒、柱花草、猪屎豆、地桃花、青箱、异型莎草。

种子用清水洗净, 放入干净的瓷盘中于 28℃ 的恒温培养箱中保湿催芽。待种子萌发露白后, 将露白一致的健康种子放入铺有滤纸的培养皿, 每皿 10 粒, 再滴加代谢产物滤液(制备方法见 1.1.2)。以未接菌的 PD 液体培养基作对照, 每种处理 3 个皿, 试验重复 3 次。置于 28℃ 培养箱中培养 3 d~5 d, 测量胚根胚芽长度并称重, 计算代谢产物对种子发芽后生长的抑制率。

2 结果与分析

2.1 牛筋草叶斑病菌(*B. sorokiniana*)NJ-08 菌株的致病性测定

NJ-08 菌株菌丝块接种牛筋草 2 d 后, 叶片上就

可以观察到轻微病变, 4 d 后发病率达 100%。孢子(图 1)悬浮液接种 3 d 后出现症状, 病斑为褐色短条状、有明显黄晕, 病斑沿叶脉扩展, 随着病情加重病斑连接为长条状, 磨伤与未磨伤处理的发病情况无明显差异(见图 2)。

喷施代谢产物 3 d 后, 在牛筋草上出现受害症状, 叶片褪绿变黄, 随着时间推移受害加重, 最后整株枯死(见图 3)。磨伤与未磨伤处理之间无明显的差异。



图 1 牛筋草叶斑病菌的分生孢子

Fig. 1 Conidial of *Bipolaris sorokiniana* from *Eleusine indica*



图 2 NJ-08 菌株孢子悬浮液致病性测定

Fig. 2 Pathogenicity of strain NJ-08 spore suspension



图 3 NJ-08 菌株代谢产物致病性测定

Fig. 3 Pathogenicity of metabolite produced by strain NJ-08

2.2 环境条件及营养对 NJ-08 菌株的影响

2.2.1 光照: 3 种光照处理对 NJ-08 菌株菌丝生长、产孢及孢子萌发均没有显著差异(见表 1), 由此可见, 光照对该菌株生长繁殖没有影响。

表 1 不同光照对 NJ-08 菌株的影响 Table 1 Effects of light on strain NJ-08			
光处理条件 Light	菌落直径 (mm) Colony diameter	平均产孢量 (个/mL) Spore numbers	孢子萌发率 (%) Spore germination
连续光照 Continuous light	27.52aA	3.73×10 ⁶ bA	91.37 aA
完全黑暗 Continuous darkness	27.64aA	4.26×10 ⁶ abA	92.0 5 aA
光暗交替 Alternative illumination	32.64aA	8.00×10 ⁶ aA	87.15aA

注: 表中小写字母表示差异显著($P<0.05$); 大写字母表示差异极显著($P<0.01$)(Duncan 氏新复极差检验); 下同。
Note: Lowercase letters shows significantly different at 0.05 level, capital letters shows significantly different at 0.01 level by Duncan's multiple range test. The same below.

2.2.2 温度: 不同温度对 NJ-08 菌株的菌丝体生长和产孢均存在极显著差异(见表 2), 菌丝体生长及产孢的最适温度为 25℃, 在 35℃ 菌丝体就不能生长; 40℃ 时孢子萌发严重受抑, 与其它处理间达到极显著差异, 对孢子形态观察发现, 在 30℃ 时孢子萌发的芽管长度在所有处理中最长的, 由此可见, 30℃ 为 NJ-08 菌株孢子萌发的最适温度。

表 2 不同温度对 NJ-08 菌株的影响 Table 2 Effects of temperature on strain NJ-08			
温度 Temperature	菌落直径 (mm) Colony diameter	平均产孢量 (个/mL) Spore numbers	孢子萌发率(%) Spore germination rate
20℃	17.0bB	1.17×10 ⁶ bB	87.60aA
25℃	47.9aA	3.20×10 ⁶ aA	88.93aA
30℃	16.1bB	1.81×10 ⁶ bB	91.88aA
35℃	0 cC	0 cC	85.63aA
40℃	0 cC	0 cC	45.75bB

经过 50℃ 水浴处理 10 min 后, 菌丝仍有活力, 能在 PDA 上形成菌落, 培养 3 d 的菌落直径 11.0 mm, 而经 55℃ 水浴处理 10 min 后, 不能在 PDA 上形成菌落, 因此 NJ-08 菌株的致死温度为 55℃/10 min。

2.2.3 pH 值: 不同 pH 值对 NJ-08 菌株的菌丝体生长、产孢和孢子萌发均存在极显著差异(见表 3), 菌丝体生长和产孢最适 pH 值为 8, 与其它处理之间达

表 3 不同 pH 值对 NJ-08 菌株的影响 Table 3 Effects of pH value on strain NJ-08			
pH 值 pH value	菌落直径 (mm) Colony diameter	平均产孢量 (个/mL) Spore numbers	孢子萌发率(%) Spore germination rate
4	20.12eE	1.17×10 ⁶ dB	61.16dD
5	26.90dD	1.28×10 ⁶ cdB	86.01aA
6	44.24bB	1.92×10 ⁶ bcdB	88.77aA
7	44.32bB	2.56×10 ⁶ bcB	91.98aA
8	50.90aA	5.87×10 ⁶ aA	81.19bB
9	37.90cC	2.67×10 ⁶ bcB	73.81cBC
10	34.80cC	1.81×10 ⁶ bcdB	67.08cC

极显著差异; pH 为 5~7 时均适宜孢子萌发, 在该范围内处理间没有显著差异。

2.2.4 碳源: 如表 4 所示, 在 5 种供试碳源中, 以葡萄糖的菌落直径最大, 其中只有 D-果糖明显不利于菌丝体生长, 与对照存在极显著差异; 供试碳源均有利于产孢, 产孢量最多的是葡萄糖; 孢子萌发率最高的是 D-木糖, 最低的为 D-果糖。

表 4 不同碳源对 NJ-08 菌株的影响 Table 4 Effects of carbon sources on strain NJ-08			
碳源 Carbon sources	菌落直径 (mm) Colony diameter	平均产孢量 (个/mL) Spore numbers	孢子萌发率(%) Spore germination rate
Glucose	30.25aA	1.39×10 ⁶ abA	97.81 aA
D-xylose	27.35abAB	0.53×10 ⁶ bA	98.49aA
Glycerol	26.35abAB	1.17×10 ⁶ abA	92.97aA
Sucrose	25.35abAB	0.75×10 ⁶ abA	94.36 aA
D-fructose	22.25bB	0.75×10 ⁶ abA	87.37bAB
Control	30.17aA	0.43×10 ⁶ bA	93.74aA

2.2.5 氮源: 如表 5 所示, 供试氮源均不利于 NJ-08 菌株菌丝生长, 与对照相比, 表现出明显的抑制作用, 以氯化铵抑制作用最明显; 除甘氨酸、硝酸钠与对照的产孢量没有显著差异外, 其它氮源对产孢表

表 5 不同氮源对 NJ-08 菌株的影响 Table 5 Effects of nitrogen sources on strain NJ-08			
氮源 Nitrogen sources	菌落直径 (mm) Colony diameter	平均产孢量 (个/mL) Spore numbers	孢子萌发率(%) Spore germination rate
NH ₄ Cl	7.90 eE	0 bC	72.03cC
Lysine	11.8 dDE	0.11×10 ⁶ bC	40.51dD
Peptone	14.3cdCD	0.53×10 ⁶ bBC	97.81aA
Glycine	16.9 cBC	1.60×10 ⁶ aAB	86.54bB
NaNO ₃	21.0 bB	1.70×10 ⁶ aA	96.32aA
Control	32.00 aA	1.49×10 ⁶ aAB	95.27aA

表 6 NJ-08 菌株代谢产物对指示植物及杂草的抑制作用
Table 6 Inhibition rate of metabolites produced by strain NJ-08 against the indicator plant and weeds

	供试植物 Plant	种子数量 No. of seeds	胚根胚芽抑制率(%) Inhibition rate of radicle and embryo	鲜重抑制率(%) Inhibition rate of fresh weight
豆科 Fabaceae	猪屎豆 <i>Crotalaria mucronata</i>	60	91.03	55.71
	柱花草 <i>Stylosanthes guianensis</i>	30	94.36	68.25
	豇豆 <i>Vigna sinensis</i>	131	19.44	17.24
禾本科 Gramineae	玉米 <i>Zea mays</i>	88	26.66	29.22
葫芦科 Cucurbitaceae	黄瓜 <i>Cucumis sativus</i>	17	31.45	33.67
苋科 Amaranthaceae	青葙 <i>Celosia argentea</i>	30	25.83	26.14
茄科 Solanaceae	辣椒 <i>Capsicum frutescens</i>	30	90.11	59.04
莎草科 Cyperaceae	异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>	30	57.32	58.23
锦葵科 Malvaceae	地桃花 <i>Urena lobata</i>	60	93.47	68.05

现出抑制作用；除蛋白胨和硝酸钠对孢子萌发无明显抑制，与对照无显著差异外，其它氮源表现明显的抑制作用。总的来说，所有供试氮源对 NJ-08 菌株的菌丝体生长、产孢和孢子萌发没有明显的促进作用，多数氮源甚至还有抑制作用。

2.3 NJ-08 菌株代谢产物除草活性测定

含 NJ-08 菌株代谢产物的无菌滤液对 9 种指示植物和杂草种子的胚根胚芽生长都有明显的抑制作用，特别是对柱花草、地桃花、猪屎豆和辣椒的胚根胚芽生长抑制率超过了 90%，鲜重抑制率超过了 55%，显示出良好的除草活性。

3 结论与讨论

植物病原菌开发活体微生物除草剂往往要求有较强的专化性，对主要栽培作物不能致病，但笔者前期研究工作表明，牛筋草叶斑病菌(*B. sorokiniana*) NJ-08 菌株对橡胶树具有较强的致病性，因此该菌株要开发活体微生物除草剂就不太可能。不过，研究发现含 NJ-08 菌株代谢产物的无菌滤液对牛筋草具有很强的致病性，喷施于牛筋草后可导致其叶片发黄枯萎甚至整株枯死，与接种孢子悬浮液引起的症状非常相似。研究还表明：该菌株代谢产物对多种植物具有良好的生物活性，在微生物源除草剂(抗生素除草剂)的开发方面显示了巨大的生防前景。

利用代谢产物开发微生物源除草剂的关键在于能否满足微生物大量发酵时所需的营养、环境条件以及其除草活性的大小及范围。试验表明 *B. sorokiniana* NJ-08 菌株易于人工培养，对温度、pH、

光照及碳源的要求不高，比较特殊的是多种氮源对其生长不利，这与其它病原菌有很大的差异。总的来说，NJ-08 菌株作为农药制剂开发的一些基本条件是比较容易满足。

进行代谢产物的生物活性测定时，供试植物种子除了一些常见杂草外还采用了一些作物，主要基于两个原因：1) 因为采集的杂草种子萌发率极低；2) 以作物作为指示植物在农药除草活性测定时很普遍，因此选取了不同科的作物种子作为指示植物。结果表明 NJ-08 菌株代谢产物具有较强的生物活性，从除草剂的角度来说还表明该代谢产物在不同植物间存在一定的选择性，但具体的杀草谱有待今后进一步深入研究。

活体微生物作为农药制剂加工时有很多限制，在大田应用时受气候等环境因素影响很大，药效也不稳定。利用微生物代谢产物开发的微生物源除草剂则与化学合成农药类似，即有化学农药易加工使用方便的特点，又有生物农药的安全易降解的特性。此外，还可对微生物代谢产物进行提纯及结构鉴定，通过仿生合成等途径开发新农药。因此 *B. sorokiniana* NJ-08 菌株代谢产物除草活性研究的应用前景很大，但有关制剂开发及活性成分结构鉴定等有待后续研究。

致谢：本校植保专业毕业生陈园、邓冬贵、邢增益、尚静、黄伟安、刘志华、陈亚林、朱倩倩、张玉檀和保增元参加了本研究并做了大量工作，在试验过程中中文衍堂教授给予了细心指导，在此一并致谢！

参 考 文 献

[1] 向梅梅, 李华平, 姜子德. 微生物除草剂研究现状与展望. 仲恺农业技术学院学报, 2005, 18(4): 64-69.

[2] 苏少泉. 生物除草剂的研究与开发. 农药, 2004, 43(3): 97-100.

[3] 刘焕禄, 刘亦学, 刘晓琳, 等. 微生物除草剂研究概况与建议. 天津农学院学报, 2000, 7(4): 37-39.

[4] 吴文君, 高希武. 生物农药及其应用. 化学工业出版社, 2004, p.73.

[5] 以毒攻毒, 4 天灭杀“紫茎泽兰”. 南京报业网-南京日报. <http://www.66wz.com> [Cited 2008-09-09].

[6] 向梅梅, 曾永三, 刘 任, 等. 空心莲子草叶斑病菌代谢产物的除草活性. 中国生物防治, 2002, 18(2): 87-89.

[7] 姜述君, 强 胜. 马唐生防菌画眉草弯孢霉毒素, -dehydrocurvularin 对马唐叶片 PS 功能的影响. 中国农业科学 2005, 38(7): 1373-1378.

[8] 李海涛, 王金信, 杨合同. 利用麦瓶草病原菌株 WP-1 开发微生物除草剂初探. 现代农药, 2005, 4(3): 23-26.

[9] 白莹莹, 魏松红, 刘 大, 等. 15 种植物病原真菌培养滤液除草活性初步筛选. 植物保护, 2007, 33(4): 77-80.

[10] 万佐玺, 强 胜, 吴永尧. 链格孢菌毒素的分离及活性测定. 北华大学学报(自然科学版), 2001, 5(2): 428-430.

[11] 王 惠, 董金皋, 商鸿生. 灰葡萄孢毒素的生物活性测定和除草活性成分分离研究. 中国农业科学, 2004, 37(2): 233-237.





[12] 李荣金, 强 胜. 百日草链格孢菌除草活性物的分离、纯化与结构鉴定. 化学与生物工程, 2006, 23(3): 59-62.

[13] 张希福. 豫北地区杂草植物病原菌资源调查. 中国生物防治, 1996, 3: 140-141.

[14] 杨 叶, 刘美珍, 孔祥义. 海南主要杂草病原菌调查及初步鉴定. 热带作物学报, 2007, 28(1): 85-89.

征订启事

2009 年中科院微生物所期刊联合编辑部联合征订全面启动!

	《微生物学报》月刊(每月 4 日出版), 单价 55.00 元, 全年定价 660 元。刊号: ISSN 0001-6209; CODEN WSHPA8。国内邮发代号: 2-504; 国外邮发代号: BM67。
	《生物工程学报》月刊(每月 25 日出版), 单价 65.00 元, 全年定价 780 元。刊号: ISSN 1000-3061; CODEN SGXUED。国内邮发代号: 82-13; 国外邮发代号: BM5608。
	《微生物学通报》月刊(每月 20 日出版), 单价 48.00 元, 年价 576 元。刊号: ISSN 0253-2654; CODEN WSWPDI。国内邮发代号: 2-817; 国外邮发代号: BM413。
	《菌物学报》双月刊(单月 15 日出版), 单价 80 元, 全年定价 480 元。刊号: ISSN 1672-6472; CODEN JXUUAЕ。国内邮发代号: 2-499; 国外邮发代号: Q723。
订阅	欢迎广大读者直接与本刊发行部联系订购, 我们将按期免费为您邮寄。
	汇款地址: (100101)北京市朝阳区北辰西路 1 号院 3 号中科院微生物所 B401
	收信人: 《 》编辑部; 电话: (010)64807521; E-mail: bjb@im.ac.cn
	请在附言处注明“订刊费”及所订期刊名称、年代、卷、期和数量。