

烟草根黑腐病拮抗内生细菌的筛选及其抑菌作用

易龙^{1,2*} 马冠华² 肖崇刚²

(1. 赣南师范学院 生命与环境科学学院 江西 赣州 341000)

(2. 西南大学 植物生态病理研究所 重庆 400716)

摘 要: 【目的】从烟草根、茎中分离获得对烟草根黑腐病菌(*Thielaviopsis basicola*)有较好控病作用的内生细菌。【方法】采用平板对峙培养,测定分离获得的 306 个内生细菌对烟草根黑腐病菌的抑制作用;通过菌株形态特征、生理生化特性及 16S rDNA 序列对菌株进行分类鉴定。【结果】筛选获得 6 个菌株对烟草根黑腐病菌有较强拮抗作用,室内测定其对病原菌的抑菌带宽达 6.5 mm–11.0 mm,温室控病效果达 11.9%–77.1%,其中来自茎部的内生细菌 T295 菌株对烟草根黑腐病的防效达 77.1%;无菌滤液实验表明,拮抗内生细菌 T295 无菌滤液在实验浓度范围内对病菌菌丝生长、孢子萌发有较好地抑制作用。

【结论】菌株 T295 对烟草根黑腐病具有较好的防治作用,经鉴定为枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)。

关键词: 烟草根黑腐病, 内生细菌, 生物防治, 抑菌作用

Inhibition effect and screening of antagonistic endophytic bacteria against *Thielaviopsis basicola*

YI Long^{1,2*} MA Guan-Hua² XIAO Chong-Gang²

(1. College of Life and Environmental Sciences, Gannan Normal University, Ganzhou, Jiangxi 341000, China)

(2. Institute of Plant Ecology & Pathology, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: [Objective] Screening the antagonistic endophytic bacteria against *Thielaviopsis*

基金项目: 重庆市自然科学基金项目(No. 2009BB1310); 重庆市烟草公司资助项目(No. 2008YY01010)

*通讯作者: Tel: 86-797-8393068; 邮箱: yilongswu@163.com

收稿日期: 2012-01-14; 接受日期: 2012-03-13

basicola from inner of tobacco roots and stems collected from Chongqing. [Methods] The antagonistic effect of 306 endophytic bacteria against *Thielaviopsis basicola* by pairing culture on PDA plates, the strain was identified by morphological, physiological and biochemical characteristics, and homology analysis of the partial sequence of 16S rDNA. [Results] Six endophytic bacteria were showed high antagonistic effect against *Thielaviopsis basicola*, the pathogen of tobacco black root rot. The inhibition zone diameters were ranged from 6.5 mm to 11.0 mm by pairing culture on PDA plates, and the control efficacy ranged from 11.9% to 77.1% in a greenhouse experiment. It was found that strain T295 could reduce the incidence of tobacco black root rot, the control efficacy reaching to 77.1%, and the culture filtrate of strain T295 could inhibit hyphal growth and reduce spore germination of *T. basicola*. [Conclusion] Strain T295 had a good antagonistic effect on *Thielaviopsis basicola*, was identified as *Bacillus subtilis*.

Keywords: Tobacco black root rot, Endophytic bacterium, Biocontrol, Inhibition effect

烟草根黑腐病是世界各产烟区重要的根部真菌性病害, 其病原菌为基生根串珠霉菌 (*Thielaviopsis basicola*), 烟株苗期至成株期均可受害, 直接影响烟叶的产量和品质, 在生产上带来巨大的经济损失。近年来, 由于烟草种植面积的调整, 耕作制度及烟草品种的变化, 烟草根黑腐病有加重危害的趋势, 已成为威胁烟草生产的重要限制因素之一^[1]。目前对烟草根黑腐病主要依赖化学药剂为主的防治技术^[2], 烟草是叶用经济作物, 限制了农药的大规模利用, 因此探索该病害新的防治途径以克服农药残留和病原菌抗药性等问题也势在必行。

迄今, 对烟草根黑腐病进行生物防治的研究已有报道^[3-5], 但尚未见有内生细菌作为烟草根黑腐病生防因子的研究文献。在植物体内生活着大量的有益菌, 与植物在进化过程中建立了一种和谐共生的关系, 与其他生防菌相比, 生存于植物体内, 可以在植株体内定殖和运转, 有可能成为生物防治中有潜力的微生物农药, 因而更受人们的关注^[6]。本文就内生细菌对烟草根黑腐病抑菌控病作用的研究予以报道。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试品种: 由云南省烟草农业科学研究院提供烤烟感病品种 K326 种子, 将采用漂浮育苗技术^[7]培育出的无病烟草幼苗移栽在盛有灭菌营养基质的口径 7.5 cm 的营养钵中, 在温室中进行单株培育, 期间施用无菌培养液培养幼苗至 8 片真叶备用, 在接种 3 d 前将营养钵置于无菌托盘, 使营养钵内基质干燥。

1.1.2 试验菌株: 烟草根黑腐病菌由西南大学植物生态病理研究所提供。

1.1.3 对照药剂: 70% 甲基托布津可湿性粉剂(日本曹达株式会社)、50% 多菌灵可湿性粉剂(四川国光农化有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 拮抗内生细菌的分离和筛选: 取重庆彭水、武隆烟区烟草根黑腐病发病烟田的健康烟草根、茎, 经常规表面消毒后, 用印迹法^[8]检测表面消毒无菌的样品, 在研钵中研磨, 将组织汁液涂布于 NA^[9]平板上分离、纯化内生细菌。

采用平板对峙法^[8], 在直径 90 mm 的 PDA 平

板中心接种已活化的直径 5 mm 大小的烟草根黑腐病菌菌饼, 26 °C 培养 2 d 后, 用移植钩蘸取 NA 培养基上活化的菌株在 PDA 平板距中心 25 mm 对称的两侧画线, 26 °C 培养 5 d 后, 观察记录抑菌情况, 将拮抗性好的菌株转移 5 代以上, 继续观察其抑菌作用, 测定抑菌带宽度, 3 次重复, 并挑取抑菌带边缘的病菌菌丝进行镜检, 在 Motic Imagi 2000 型显微镜 16×40 倍下拍照。采用抗 Rif. 标记法^[10]测定拮抗作用较好菌株在烟株内的定殖性。

1.2.2 拮抗菌的控病效果测试: (1) 拮抗菌的准备: 将在 NA 斜面上活化的拮抗菌株接入盛有 90 mL 牛肉膏蛋白胨液体(NB)培养基的三角瓶中, 置于 28 °C–30 °C 下 180 r/min 振荡培养 72 h, 收集发酵液。用 5 mL 发酵液灌根备用烟苗, 每处理 15 株, 重复 4 次, 设 70% 甲基托布津可湿性粉剂、50% 多菌灵可湿性粉剂 1 000 倍液以及清水和液体培养基处理的为对照。上述处理 24 h 后灌根接种。

(2) 灌根接种: 将烟草根黑腐病菌接种于 PDA 平板上, 25 °C 培养 9 d 后, 用无菌水将孢子洗脱下来, 将浓度调节至 2×10^5 个/mL。取 2 mL 孢子悬浮液灌根接种于烟株茎基部, 将放置营养钵的托盘注无菌水, 保持基质湿润, 气温控制在 24 °C–26 °C。接种后第 15 天调查发病率及发病严重程度, 严重程度分级参考中华人民共和国烟草行业标准 [烟草病害分级及调查方法 (YC/T 39-1996)], 发病率、病情指数和防效用 SPSS12.0 软件进行统计分析。

1.2.3 拮抗内生细菌无菌滤液的制备: 按上述方法将控病效果好的菌株接种到 NB 液体培养基中, 28 °C、180 r/min 振荡培养 72 h 后, 经 15 000 r/min 离心 20 min, 取上清液, 经孔径为 0.22 μ m 的微孔滤膜过滤除菌即得无菌滤液。将无菌滤液涂布在 NA 平板上, 检测有无活菌体。

1.2.4 拮抗内生细菌无菌发酵液对根黑腐病菌的抑制作用: (1) 无菌滤液对菌丝生长的抑制作用: 采用菌落直径法^[9], 将无菌发酵原液 80%、60%、40%、20% 的稀释液各 5 mL 与 15 mL 溶化的 PDA 迅速混匀, 倒入 90 mm 直径的培养皿内制成含无菌滤液终浓度为 20%、15%、10%、5% 的平板, 冷却后将直径 5 mm 的根黑腐病菌菌块置入平板中央, 以未接菌的液体培养基过滤液按比例制成的平板为对照, 设 3 次重复, 26 °C 培养 3、6、9 d 后, 测量各处理菌落增长直径, 计算抑菌率。

(2) 无菌滤液对孢子萌发的影响: 将发酵液 60%、40%、20% 的稀释液按 1:1 体积比同浓度为 2×10^5 个/mL 病菌孢子悬浮液混和, 使无菌发酵液终浓度为 30%、20%、10%, 以未接菌的液体培养基过滤液以相同比例处理的作对照, 26 °C 下培养, 于 6、12、24 h 后镜检孢子萌发个数, 以芽管长度超过孢子直径一半作为萌发标准, 每个处理重复 3 次, 计算孢子萌发抑制率。

1.2.5 菌株的分类鉴定: 菌落形态、革兰氏染色反应、鞭毛染色等观察均按照常规细菌学方法进行^[9]。生理生化指标测定均按文献[11]方法进行。根据伯杰细菌鉴定手册^[12]进行菌株分类鉴定。

菌落裂解法制备模板, 采用通用引物^[13]进行 16S rDNA 的 PCR 扩增, PCR 扩增产物纯化后送交上海生工进行核酸序列测定, 将所得序列在 GenBank 数据库(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)中进行 BLAST 比对。

2 结果与分析

2.1 拮抗内生细菌的筛选

分离获得 306 个分离物, 编号为 T1–T306。初步拮抗测定筛选到有较好拮抗作用的菌株 T3、T12、T43、T181、T267 和 T295, 其抑菌带宽度达 6.5 mm–11.0 mm, 其中 T295 的抑制效果最好,

抑菌带宽度为 11.0 mm。拮抗菌除了产生明显的抑菌带外,对病菌菌落生长有明显地抑制作用,表现在菌落边缘和抑菌带接触部位的菌丝生长缓慢,而正常生长的菌丝菌落铺展平板呈圆形扩展。镜检发现受抑菌的病菌菌丝顶端、中部等菌丝膨大呈泡状,部分前端膨胀泡破裂、消解,内含物外溢(图 1),菌丝因致畸作用而停止生长。拮抗菌转移 5 代以上,抑菌能力无明显变化。菌株 T295 经抗 Rif.标记法测定能在烟株体内定殖。

2.2 温室控病试验

控病测试中,拮抗菌菌液处理烟草幼苗后,植株发病率和病情指数均降低,温室盆栽防治效

果达 11.9%–77.1% (表 1),培养液浇灌处理与对照无差异,无防病作用,表明防病效果均为拮抗菌菌液作用的结果。同时还观察到对照烟苗几乎全部发病,植株生长受到严重制约,重者表现出萎蔫症状,根系坏死且呈特异黑色。而经拮抗菌 T295 处理的烟苗发病程度轻,植株生长发育正常,其病情指数与对照相比,在 α 为 0.05 水平上达到显著,与对照药剂多菌灵、甲基托布津防治的效果无明显差异,可作为烟草根黑腐病的生防菌株进一步研究。

2.3 拮抗菌无菌滤液对烟草根黑腐病菌的抑制作用

2.3.1 无菌滤液对烟草根黑腐病菌菌丝生长的抑制作用: T295 无菌滤液对烟草根黑腐病菌菌丝生长的抑制效果见表 2。实验结果表明,4 个浓度梯度对病菌的菌丝生长均有抑制作用,但 5% 的效果不佳,10% 的终浓度能有效地对病菌生长产生抑制作用,但随着浓度的增加,从 15% 到 20% 对病菌菌丝生长的抑制作用并没有显著增加,抑制率差异无显著变化。

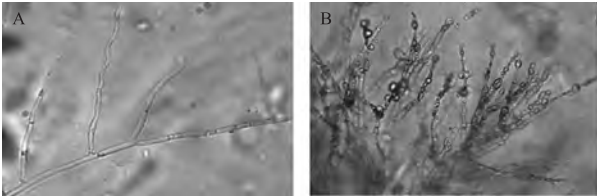


图 1 菌株 T295 对烟草根黑腐病菌菌丝生长的影响
Fig. 1 Influence of strain T295 on the hyphal growth of *T. basicola*

注: A: 正常菌丝; B: 畸形菌丝.
Note: A: Normal mycelium; B: Abnormal mycelium.

表 1 拮抗内生细菌温室对烟草根黑腐病的防治效果 Table 1 The effect of antagonistic endophytic bacteria to control tobacco black root rot disease			
处理 Treatment	发病率 Disease incidence (%)	病情指数 Disease index	防治效果 Control effect (%)
清水(CK)	96.0±1.3a	64.7±1.6a	—
液体培养基 Liquid medium	95.7±0.6a	64.3±1.2a	0.6±4.2a
T3	54.7±1.8c	24.4±1.6e	62.2±3.2e
T12	44.6±3.5e	30.6±1.3d	52.8±2.2d
T43	48.8±1.9d	36.1±2.0c	44.3±1.7c
T181	32.1±1.7f	21.7±1.9e	66.4±3.8e
T267	72.0±2.1b	57.0±3.0b	11.9±6.3b
T295	33.7±1.9f	14.8±2.4f	77.1±4.0f
多菌灵 Carbendazol	30.5±0.7f	13.1±1.0fg	79.8±1.2f
甲基托布津 Thiophanatemethyl	26.8±1.5g	11.0±1.4g	82.9±2.4f

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$, 邓肯氏新复极差法), 下同.
Note: Values followed by different small letters in the same column are significantly different at 0.05 level by DMRT. The same as below.

2.3.2 无菌滤液对烟草根黑腐病菌孢子萌发的抑制作用:拮抗菌 T295 菌株无菌滤液在 30%、20%、10%终浓度对烟草根黑腐病菌孢子的萌发均有抑制作用,在 6 h 前抑制效果较好,12 h 后抑制作用逐渐减弱,其中 10%的终浓度抑制作用减弱最快(表 3)。

表 2 拮抗内生细菌 T295 无菌滤液对烟草根黑腐病菌菌丝生长的抑制作用						
Table 2 Inhibition of culture filtrate of strain T295 on mycelium growth of <i>T. basicola</i>						
终浓度 Final concentration (%)	3 d		6 d		9 d	
	增长直径	抑制率	增长直径	抑制率	增长直径	抑制率
	Increase diameter (mm)	Inhibit rate (%)	Increase diameter (mm)	Inhibit rate (%)	Increase diameter (mm)	Inhibit rate (%)
CK	28.4±0.6	—	53.4±0.8	—	70.0±1.0	—
5	23.3±0.9	17.9±2.3a	39.4±0.6	26.2±2.3a	51.5±1.3	26.4±2.6a
10	7.8±0.5	72.7±1.3b	15.1±0.9	71.6±1.3b	18.4±0.7	73.7±1.3b
15	5.6±0.7	80.3±2.3c	7.4±0.8	86.0±1.4c	9.6±0.7	86.2±1.1c
20	3.9±0.3	86.4±1.2d	5.9±0.4	88.9±0.7c	8.0±0.4	88.6±0.6c

表 3 拮抗内生细菌 T295 无菌滤液对烟草根黑腐病菌孢子萌发的抑制作用						
Table 3 Inhibition effect of the culture filtrate of T295 on spore germination of <i>T. basicola</i>						
终浓度 Final concentration (%)	6 h		12 h		24 h	
	萌发率	抑制率	萌发率	抑制率	萌发率	抑制率
	Germination rate (%)	Inhibition rate (%)	Germination rate (%)	Inhibition rate (%)	Germination rate (%)	Inhibition rate (%)
CK	52.5±1.0	—	75.8±1.2	—	88.5±0.8	—
10	23.8±1.1	54.6±2.6a	62.1±1.1	18.1±0.3a	76.8±1.5	13.2±2.5a
20	8.4±0.6	83.9±1.4b	16.4±0.8	78.3±1.0b	39.8±0.9	55.1±1.4b
30	4.2±0.7	92.0±1.3c	12.0±1.6	84.2±2.0c	28.3±1.3	68.0±1.8c

注: 每个处理检测 150–200 个孢子。

Note: Check 150–200 conidia for each treatment.

经观察烟草根黑腐病菌孢子虽在 10%终浓度下能大量萌发,但萌发产生的芽管粗短、扭曲、畸形,不能进一步生长为菌丝体(图 2)。

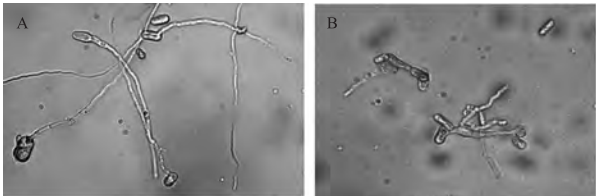


图 2 T295 无菌滤液对烟草根黑腐病菌孢子芽管的影响

Fig. 2 Influence of culture filtrate of strain T295 to the germ tube of *T. basicola*

注: A: 正常芽管; B: 畸形芽管。

Note: A: Normal germ tube; B: Abnormal germ tube.

2.4 菌株 T295 的分类地位

菌株 T295 在 NA 培养基上菌落圆形,边缘不整齐,乳白色,不透明,无光泽;菌体杆状,大小为(0.9–1.3) $\mu\text{m}\times(2.1\text{--}4.2)\mu\text{m}$,周生鞭毛;革兰氏染色阳性,芽孢卵圆形,不膨大;厌氧生长、丙酸盐利用、乳糖发酵为阴性;石蕊牛奶脓化、产碱;淀粉水解、接触酶、V-P 反应、明胶液化、葡萄糖产酸、硝酸盐还原反应均为阳性;能在 7% NaCl 和 pH 5.7 的 NA 培养基上生长。

将 T295 菌株 16S rDNA 的 PCR 扩增产物测定的 1 463 bp DNA 序列在 NCBI 数据库中经 BLAST 比对,与其同源性较高的菌株均属于芽

孢杆菌属, 其中与数据库中的枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*) 的序列相似性达 99.7%。结合菌株 T295 的形态特征, 生理生化特性及 16S rDNA 序列, 将其鉴定为枯草芽孢杆菌。

3 讨论

植物内生细菌具有特有的生存优势, 可以在植物体内生存和繁殖, 不易受外界环境的影响, 具有相对稳定的生存空间, 更易在植物病害生物防治中发挥作用^[10]。烟草根黑腐病菌是一种土壤习居菌, 能通过菌丝生长和孢子萌发产生的芽管侵入寄主植物导致发病, 本试验筛选获得的内生细菌 T295 菌株对烟草根黑腐病菌菌丝生长和孢子萌发均有较好的抑制效果, 可减弱病菌对寄主的侵染能力, 起到较好的防控作用。菌株 T295 经传统分类和分子生物学鉴定, 归为枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*), 芽孢杆菌是土壤和植物微生物区系的优势生物种群, 许多性状优良的天然分离株已成功应用于植物病害的生物防治, 其具有很高的抗逆能力, 有利于生防菌剂的生产、剂型加工及环境中存活、定殖与繁殖^[14-18]。

本研究试验菌株 T295 来之于发病烟田烟株茎内, 对烟草植株生态环境更为适应, 并且在控病测试中防效达 77.1%, 接近目前在生产上使用的多菌灵和甲基托布津药剂的处理效果, 表明其具有较好的开发应用潜能。关于菌株 T295 在烟草植株体内的定殖方面, 本研究只是对其定殖性进行初步测定, 而其在烟株体内的定殖量、定殖时间及病原菌侵染的时间关系及其代谢产物的控病作用及其提取、浓缩和抗菌物质等还有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 朱贤朝, 王彦亭, 王智发. 中国烟草病害[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [2] 赵永强, 张成玲, 张薇, 等. 4种杀菌剂对烟草根黑腐病菌的室内毒力测定[J]. 中国烟草学报, 2009, 15(1): 49-51.
- [3] 易龙, 肖崇刚, 马冠华. 防治烟草根黑腐病拮抗芽孢菌株的筛选[J]. 植物病理学报, 2011, 41(3): 333-336.
- [4] 易龙, 肖崇刚, 马冠华, 等. 拮抗放线菌 TA21对烟草根黑腐病菌的抑制及其控病作用[J]. 中国生物防治, 2010, 26(2): 186-192.
- [5] 陈小均, 喻会平, 顾怀胜, 等. 木霉菌防治烟草根腐病及其土壤优势微生物的相互作用[J]. 贵州农业科学, 2007, 35(5): 57-59.
- [6] Lodewyckx C, Vangronsveld J, Porteous F, et al. Endophytic bacteria and their potential applications[J]. Critical Reviews in Plant Sciences, 2002, 21(6): 583-606.
- [7] 杨怀千, 周冀衡, 邓小刚, 等. 烤烟漂浮育苗中不同水位炼苗对烟株生长发育及生理特性的影响[J]. 烟草科技, 2009(9): 55-58.
- [8] 黄云. 植物病害生物防治学[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [9] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [10] Bacon CW, Hinton DM. Endophytic and biological control potential of *Bacillus mojavensis* and related species[J]. Biological Control, 2002, 23(3): 274-284.
- [11] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [12] 布坎南 RE, 吉本斯 NE. 中国科学院微生物研究所, 译. 伯杰细菌鉴定手册[M]. 第8版. 北京: 科学出版社, 1984.
- [13] Weisburg WG, Barns SM, Pelletier DA, et al. 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study[J]. Journal of Bacteriology, 1991, 173(2): 697-703.
- [14] Zerihou H, Romero D, García-Gutiérrez L, et al. The iturin-like lipopeptides are essential

- components in the biological control arsenal of *Bacillus subtilis* against bacterial diseases of cucurbits[J]. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 2011, 24(12): 1540–1552.
- [15] Lin L, Qiao YS, Ju ZY, et al. Isolation and characterization of endophytic *Bacillus subtilis* Jaas ed1 antagonist of eggplant *Verticillium* wilt[J]. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2009, 73(7): 1489–1493.
- [16] Stein T. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, [17] syntheses and specific functions[J]. *Molecular Microbiology*, 2005, 56(4): 845–857.
- [18] 连玲丽, 谢荔岩, 吴祖建, 等. 枯草芽孢杆菌 SB1 的抑菌活性及其对番茄青枯病的防治作用[J]. *植物病理学报*, 2011, 41(2): 219–224.
- [19] 李永刚, 郭晓慧. 枯草芽孢杆菌 BS2对葡萄灰霉病菌抑菌机制的初步探索[J]. *微生物学通报*, 2010, 37(5): 721–725.

~~~~~  
(上接 p.1436)

## 征 稿 简 则

### 3.3 摘要写作注意事项

3.3.1 英文摘要: 1) 建议使用第一人称, 以此可区分研究结果是引用文献还是作者得出的; 2) 建议用主动语态, 被动语态表达拖拉模糊, 尽量不用, 这样可以避免长句, 以求简单清晰; 3) 建议使用过去时态, 要求语法正确, 句子通顺; 4) 英文摘要的内容应与中文摘要一致, 但可比中文摘要更详尽, 写完务必请英文较好且专业知识强的专家审阅定稿后再返回编辑部。

5) 摘要中不要使用缩写语, 除非是人人皆知的, 如: DNA, ATP 等; 6) 在英文摘要中, 不要使用中文字体标点符号。

3.3.2 关键词: 应明确、具体, 一些模糊、笼统的词语最好不用, 如基因、表达……

## 4 特别说明

### 4.1 关于测序类论文

凡涉及测定 DNA, RNA 或蛋白质序列的论文, 请先通过国际基因库 EMBL (欧洲)或 GenBank (美国)或 DDBJ (日本), 申请得到国际基因库登录号 (Accession No.)后再投来。

### 4.2 关于版权

4.2.1 本刊只接受未公开发表的文章, 请勿一稿两投。

4.2.2 凡在本刊通过审稿、同意刊出的文章, 所有形式的 (即各种文字、各种介质的)版权均属本刊编辑部所有。作者如有异议, 敬请事先声明。

4.2.3 对录用的稿件编辑部有权进行文字加工, 但如涉及内容的大量改动, 将请作者过目同意。

4.2.4 文责自负。作者必须保证论文的真实性, 因抄袭剽窃、弄虚作假等行为引发的一切后果, 由作者自负。

### 4.3 审稿程序及提前发表

4.3.1 来稿刊登与否由编委会最后审定。对不录用的稿件, 一般在收稿 2 个月之内通过 E-mail 说明原因, 作者登陆我刊系统也可查看。稿件经过初审、终审通过后, 作者根据编辑部返回的退修意见进行修改补充, 然后以投稿时的用户名和密码登陆我刊系统上传修改稿, 待编辑部复审后将给作者发稿件录用通知单, 稿件按照稿号顺序进入排队发表阶段。

4.3.2 对投稿的个人和单位一视同仁。坚持文稿质量为唯一标准, 对稿件采取择优先登的原则。如作者要求提前发表, 请在投稿的同时提出书面报告, 说明该研究成果的重要性、创新性、竞争性和提前发表的必要性, 经过我刊的严格审查并通过后, 可予提前刊出。

## 5 发表费及稿费

论文一经录用, 将在发表前根据版面收取一定的发表费并酌付稿酬、赠送样刊。

## 6 联系我们

地址: 北京市朝阳区北辰西路 1 号院 3 号中国科学院微生物研究所《微生物学通报》编辑部(100101)

Tel: 010-64807511

E-mail: tongbao@im.ac.cn

网址: <http://journals.im.ac.cn/WSWXTBCN>