

草原土壤微生物受放牧的影响及其季节变化

高雪峰^{1*} 武春燕² 韩国栋³

(1. 内蒙古师范大学 生命科学与技术学院 内蒙古 呼和浩特 010022)

(2. 内蒙古农业大学 生物工程学院 内蒙古 呼和浩特 010018)

(3. 内蒙古农业大学 生态环境学院 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要: 以内蒙古克什克腾旗西部的典型草原为对象, 研究轻度放牧区(LG)、中度放牧区(MG)、重度放牧区(HG)土壤中的微生物数量、微生物生物量和土壤呼吸强度的季节变化以及放牧强度对它们的影响。结果表明, 微生物数量、微生物生物量以及土壤的呼吸作用强度均有较明显的季节性变化, 峰值均出现在 8 月份, 而且三者之间具有极显著的正相关关系; 轻度和中度放牧有利于土壤中的微生物数量、生物量的增加, 而重度放牧则导致土壤中微生物数量和生物量的减少。

关键词: 典型草原, 放牧强度, 微生物数量, 微生物生物量

Steppe Soil Microorganisms Is Impacted by the Grazing and Their Seasonal Changes

GAO Xue-Feng^{1*} WU Chun-Yan² HAN Guo-Dong³

(1. College of Life Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Huhhot, Inner Mongolia 010022, China)

(2. College of Bio-Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010018, China)

(3. College of Ecology and Environment, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010018, China)

Abstract: In the paper, we took the typical steppe in the west of Keshiketeng County in Inner Mongolia as the sample. We studied the seasonal changes of the quantity of soil microorganisms, soil microbial biomass of microorganism and the soil respiration intensity in light grazing district (LG), moderate grazing district (MG) and heavy grazing district (HG). We also observed the impact on these changes of different grazing intensity. The results show that the quantity of micro-organisms, the soil microbial biomass of microorganism and the soil respiration intensity are obviously changed with season, their highest values all appear in the August. There is obvious correlation between the three; light and middle grazing were beneficial to soil microorganisms, soil microbial biomass of microorganism increased, but heavy grazing have resulted in the quantity of soil micro-organisms and soil microbial biomass of microorganism reduction.

Keywords: Typical steppe, Grazing intensity, Quantity of soil microorganisms, Soil microbial biomass of microorganism

土壤微生物量碳对环境变化极敏感,能够较早地指示生态系统的功能变化,可作为土壤质量和土壤总有机质变化的早期预测指标^[1-3]。国内外学者对不同土地利用方式下的土壤有机碳及微生物量做了大量的研究^[4-6]。结果表明,土地利用状况明显影响了土壤微生物量碳和有机碳的含量与分布^[7-8],与未放牧样地相比,放牧样地的微生物量碳氮均有明显升高^[9],放牧对维持土壤营养物质的周转和生态系统的稳定有着重要的作用^[10],而过度放牧不仅使土壤养分输出增加、土壤肥力下降^[11],还会使整个草地生态系统的功能消失殆尽^[12]。

内蒙古典型草原生态系统极其脆弱,对人为干扰及气候变化非常敏感。长期以来,不合理的放牧制度已导致区域生态环境恶化,草地退化现象日趋严重^[13]。目前对内蒙古典型草原的放牧研究多集中于地上部分,而对地下部分及土壤微生物量的研究报道甚少。为此,本研究通过对不同放牧强度下典型草原土壤微生物的区系组成、数量和生物量碳、氮进行了动态研究,进一步探讨放牧对土壤微生物、土壤质量的影响,为草地畜牧业的可持续发展提供合理的依据。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

本研究是在内蒙古自治区克什克腾旗西部,达里诺尔自然保护区境内。该地地处内蒙古高原,属于中温型大陆性气候,位于北纬 43°32′,东经 116°33′。夏季短促温凉,冬季寒冷而漫长,春季多风沙,昼夜温差大,年平均气温为 2℃,年降水量 400 mm,气候干燥,该区风沙大,降水是水资源的

主要补给来源^[8]。草地类型为羊草 + 大针茅 + 糙隐子草的典型草原,植物种类丰富,建群种为羊草(*Leymus chinensis*),优势种为大针茅(*Stipa grandis*)、糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*),主要伴生种为冷蒿(*Artemisia frigida*)、星毛委陵菜(*Patentilla acaulis*)等。植物生长期 4-9 个月。土壤类型为暗栗钙土,草甸土。放牧家畜以绵羊为主。

1.2 试验方法

以居民点为中心,向外沿半径方向根据草原利用强度(植被覆盖率以及载畜率等因素)梯度的不同,将草地划分为 3 个样区,分别为轻度放牧区(LG)、中度放牧区(MG)和重度放牧区(HG),并以不放牧的围封区为对照区(CK),在不同放牧样地内设置 3 个围笼作为确定每次采集土样时的参照物。分别于 2007 年 3 月 17 日、5 月 1 日、8 月 5 日和 10 月 2 日进行了 4 次土样采集,在每个样区分别选取 3 个样点,在每个样点(1.5 m × 1.5 m)用土钻按五点取样法取深度为 0-20 cm 的土样。装密封袋带回实验室待用。

微生物数量采用稀释涂布平板计数法测定,其中,细菌培养采用牛肉膏蛋白胨培养基;放线菌培养采用高氏 1 号培养基;真菌培养采用马丁氏孟加拉红培养基;微生物生物量碳、氮采用氯仿熏蒸浸提法测定^[14]。土壤呼吸强度采用室内密闭培养法测定^[15]。

2 结果与分析

2.1 不同放牧强度下草原土壤微生物量碳、氮的动态变化特征

本研究对内蒙古典型草原不同放牧强度下土壤微生物量碳、氮含量的测定结果见表 1。

表 1 不同放牧强度下草原土壤微生物生物量碳、氮的含量					
Table 1 Contents of steppe soil microbial carbon and nitrogen in different grazing intensity (μg/g)					
项目 Item	样区 Sample sites	3 月 March	5 月 May	8 月 August	10 月 October
微生物量碳 Microbial biomass carbon	CK	217.87 ± 21.36 ^B	222.97 ± 34.44 ^{aC}	356.94 ± 67.33 ^{bA}	358.79 ± 64.55 ^{bB}
	LG	320.15 ± 15.13 ^{aA}	346.01 ± 29.49 ^A	420.82 ± 12.47 ^{aA}	431.66 ± 36.75 ^{aB}
	MG	306.02 ± 73.22 ^{bA}	313.92 ± 82.43 ^B	417.75 ± 47.36 ^{aA}	387.29 ± 56.28 ^{bB}
	HG	120.57 ± 44.20 ^C	219.81 ± 16.36 ^{aC}	229.71 ± 73.26 ^B	235.16 ± 37.67 ^C
微生物量氮 Microbial biomass nitrogen	CK	7.96 ± 0.02 ^{aB}	22.97 ± 7.87 ^B	56.94 ± 13.80 ^{bA}	18.08 ± 5.30 ^{aB}
	LG	11.85 ± 2.91 ^A	32.98 ± 9.77 ^A	66.83 ± 22.44 ^{aA}	31.96 ± 4.68 ^A
	MG	6.21 ± 1.99 ^{bB}	13.98 ± 5.43 ^C	46.73 ± 8.39 ^B	11.49 ± 2.01 ^{bB}
	HG	4.59 ± 0.01 ^C	3.81 ± 0.13 ^D	29.71 ± 6.66 ^C	5.13 ± 0.46 ^C

注:表中小写字母表示差异显著,大写字母表示差异极显著。
Note: The lowercase stands for obvious difference while the capital stands for extremely difference in the table.

由表 1 看出, 典型草原土壤中微生物量碳的季节性变化较明显, 在各样区中微生物量碳含量 3 月最低, 3-8 月随着气候转暖逐渐增加, 8 月达峰值, 8-10 月变化较平稳, 之后又逐渐降低。微生物量氮含量的季节性变化也非常明显, 3 月含量最低, 3-8 月迅速增加, 8 月达最大值, 8-10 月其含量迅速降低。总体上, 微生物量氮和微生物量碳含量的季节变化趋势基本一致。究其原因, 是由于在内蒙古地区的季节性变化较明显, 冬季(3 月份)温度低、降雨量少、风较大。春季(5 月份)气候回暖, 到夏季时(7、8 月份), 降雨量集中, 温度高, 土壤的含水量以及土壤温度随之升高, 更适合草原土壤中微生物的生长和繁殖。

放牧强度对典型草原土壤微生物量碳、氮的显著性分析结果表明(表 1), 微生物量碳含量在年内不同时间均为 LG > MG > CK > HG, 且与 CK 相比, 在 LG 和 MG 内微生物量碳含量极显著或显著增加, 而 HG 内极显著降低。微生物量氮含量在年内不同时间均为 LG > CK > MG > HG, LG 均较 CK 极显著增加, HG 较 CK 极显著降低, MG 较 CK 显著或极显著降低。可见, 放牧强度对土壤中微生物量碳和氮

的影响很明显。轻度放牧有利于草原土壤中微生物量碳、氮含量的增加, 重度放牧则显著降低微生物量碳、氮的含量, 中度放牧导致草原土壤微生物量碳含量增加, 而微生物量氮含量降低。总体趋势是, 轻度放牧有利于土壤微生物生物量的增加, 但随放牧强度的增加, 土壤微生物的生物量氮和碳逐渐降低, 且降低程度微生物量氮较微生物量碳更为敏感。

2.2 不同利用强度下草原土壤微生物数量的动态变化特征

土壤微生物数量直接影响土壤生化活性及土壤养分的组成与转化, 是土壤肥力的重要指标之一。本研究对各试验区土壤中的细菌、放线菌和真菌(主要是霉菌) 3 大类微生物的数量进行了测定, 其结果见表 2。

由表 2 看出, 草原土壤中 3 大类群微生物的数量关系仍然是细菌 > 放线菌 > 真菌。微生物总数以及 3 大类群微生物的数量均随季节有明显的变化, 其中, 微生物总数 3 月最低, 3-8 月逐渐增加, 8 月达最高值, 8-10 月降低。这与微生物生物量碳、氮的变化趋势基本一致。细菌数量与微生物总数的变化

表 2 不同放牧强度下土壤微生物的数量(个/g 干土)
Table 2 The numbers of steppe soil microorganisms in different grazing intensity (individual/g dry soil)

时间 Time	样区 Sample sites	细菌 Bacteria ($\times 10^7$)	放线菌 Actionmyces ($\times 10^5$)	真菌 Fungi ($\times 10^4$)	微生物总数 Total numbers ($\times 10^7$)
3 月 March	CK	0.36 \pm 0.04 ^a	3.61 \pm 0.19 ^b	9.51 \pm 1.87 ^B	0.41 \pm 0.04 ^a
	LG	0.34 \pm 0.07 ^a	3.93 \pm 0.76 ^a	10.43 \pm 1.72 ^A	0.38 \pm 0.09 ^a
	MG	0.29 \pm 0.08 ^b	3.18 \pm 0.10 ^b	8.16 \pm 0.86 ^C	0.33 \pm 0.07 ^b
	HG	0.22 \pm 0.08 ^b	3.65 \pm 0.97 ^b	6.97 \pm 0.65 ^D	0.27 \pm 0.09 ^c
5 月 May	CK	1.17 \pm 0.98 ^B	1.59 \pm 0.43 ^a	3.81 \pm 0.68 ^b	1.19 \pm 0.99 ^B
	LG	2.49 \pm 0.62 ^A	1.40 \pm 0.54 ^a	6.42 \pm 1.49 ^a	2.52 \pm 0.63 ^A
	MG	1.23 \pm 0.26 ^B	1.05 \pm 0.21 ^a	4.37 \pm 0.82 ^b	1.24 \pm 0.26 ^B
8 月 August	HG	0.65 \pm 0.18 ^C	0.66 \pm 0.01 ^b	3.06 \pm 0.09 ^c	0.66 \pm 0.18 ^C
	CK	8.38 \pm 0.59 ^B	15.94 \pm 3.43 ^{aA}	8.20 \pm 2.03 ^{bA}	8.55 \pm 0.63 ^B
	LG	11.25 \pm 3.30 ^A	12.04 \pm 3.81 ^{bA}	9.88 \pm 2.96 ^{aA}	11.37 \pm 3.33 ^A
	MG	7.85 \pm 0.57 ^C	7.69 \pm 2.68 ^{cB}	4.82 \pm 0.97 ^{Cb}	8.62 \pm 0.60 ^B
10 月 October	HG	5.75 \pm 0.51 ^D	4.93 \pm 1.72 ^{dC}	4.22 \pm 0.82 ^{db}	5.80 \pm 0.53 ^C
	CK	1.11 \pm 0.49 ^b	24.77 \pm 5.21 ^{aA}	5.11 \pm 2.81 ^B	1.38 \pm 0.54 ^b
	LG	1.64 \pm 0.65 ^a	26.17 \pm 6.23 ^{aA}	8.69 \pm 2.84 ^A	1.91 \pm 0.71 ^a
	MG	1.20 \pm 0.12 ^b	23.30 \pm 4.50 ^{bA}	3.65 \pm 1.25 ^C	1.44 \pm 0.17 ^b
	HG	0.84 \pm 0.08 ^c	18.13 \pm 2.37 ^{cB}	3.04 \pm 0.97 ^C	1.03 \pm 0.10 ^c

注: 表中小写字母表示差异显著, 大写字母表示差异极显著。

Note: The lowercase stands for obvious difference while the capital stands for extremely difference in the table.

趋势一致。放线菌数量 5 月最少, 5-10 月逐渐增加, 10 月达最高, 以后逐渐降低。真菌数量 5 月最低, 3 月最高, 5-8 月逐渐增加, 8-10 月降低。可见, 三大类群微生物的季节变化趋势并不一致, 可能由于他们的生长习性 & 营养要求不同导致的。

从放牧强度对草原土壤微生物数量的影响的显著性分析来看, 与 CK 相比, 微生物总数量在 LG 内显著或极显著增加, 在 HG 内显著或极显著降低, 在 MG 内变化不显著。细菌数量与微生物总数变化基本一致。放线菌数量在 LG 内变化不显著, 在 HG 内显著或极显著降低, 在 MG 内降低但不显著。真菌数量在 LG 内显著或极显著增加, 在 HG 内显著或极显著降低, 在 MG 显著或不显著降低。总体上, 轻度放牧有利于土壤微生物数量的增加, 而过度放牧则会降低土壤中的微生物数量, 中等程度放牧强度对不同类群微生物的影响不同。

2.3 不同利用强度下草原土壤呼吸强度的动态变化特征

土壤呼吸是土壤与大气交换 CO_2 的过程, 是土壤碳素同化和异化平衡的结果。土壤呼吸作用主要是由土壤微生物生命活动引起的^[16], 其强度可以反映出土壤微生物总的活性^[17]。本试验测定了各样区土壤的呼吸强度, 结果见表 3。

由表 3 可以看出, 各样区中土壤呼吸强度的季节动态变化趋势基本上相同, 3 月份呼吸强度最小, 3-8 月逐渐增加, 峰值出现在 8 月份, 8-10 月呼吸强度降低。究其原因可能是, 8 月气温适宜, 土壤湿度较大, 微生物数量以及生物量均为一年内最高值, 故微生物代谢活动较活跃, 土壤物质转化加快。而 3 月份土壤水分含量虽然较高, 但此时温度非常低(平均 -21°C), 土壤微生物活动受抑制。土壤微生物数量及生物量也出现最低。

表 3 不同放牧强度下草原土壤的呼吸强度(CO_2 mg/g 鲜土 24 h)
Table 3 Respiration intensity of steppe soil in different grazing intensity (CO_2 mg/g fruit soil-24 h)

样区 Sample sites	3 月 March	5 月 May	8 月 August	10 月 October
CK	674.91 \pm 56.32 ^B	801.92 \pm 60.61 ^A	960.96 \pm 156.99 ^A	842.24 \pm 70.70 ^{BA}
LG	755.25 \pm 37.07 ^A	868.59 \pm 31.38 ^A	990.45 \pm 28.28 ^A	903.47 \pm 56.56 ^{AA}
MG	568.44 \pm 121.21 ^C	676.11 \pm 18.00 ^B	826.78 \pm 89.29 ^B	769.14 \pm 138.38 ^B
HG	369.60 \pm 84.71 ^D	487.13 \pm 85.84 ^C	632.72 \pm 45.10 ^C	516.54 \pm 24.00 ^C

注: 表中小写字母表示差异显著, 大写字母表示差异极显著。

Note: The lowercase stands for obvious difference while the capital stands for extremely difference in the table.

从放牧强度对土壤呼吸强度影响的显著性分析来看, 与 CK 相比, LG 呼吸强度增加或显著增加, MG 呼吸强度极显著降低, HG 的呼吸强度降低极显著。表明放牧强度对草原土壤的呼吸强度影响极其显著, 适度放牧有利于增加土壤呼吸强度, 而随放牧强度的增加会显著的抑制土壤的呼吸, 究其原因可能有二: 其一, 放牧强度不同对草原土壤的微生物数量的影响不同, 适度放牧增加土壤微生物数量, 过度放牧则降低土壤中微生物的数量; 其二, 放牧强度的不同会影响土壤的物理性状, 过度放牧条件下, 由于放牧家畜的踩踏会导致土壤更加紧实, 孔隙度减小而阻碍了土壤呼吸。

放牧作为一种典型的人为干扰, 对草地生态系统的影响是多方面的, 且持久深刻。不同放牧强度及持续时间不仅直接改变地表覆盖状况、草地的形态特征、生产力及草种结构, 进而影响草地景观, 还

可以影响许多生态过程、养分循环及草场演替方式, 从而决定着草地生态系统的发展方向、发育速度和产出功能^[18]。特别是对脆弱的草地生态系统, 不同强度的放牧干扰会引起草地植被发生演替, 导致生态系统结构功能的改变^[19]。

放牧家畜的适度干扰, 有利于地表凋落物的分解和输入, 使土壤有机碳积累减少。土壤养分含量增加, 有利于土壤微生物的繁殖, 随着牧压的增大, 土壤有机质和速效养分逐渐供不应求, 土壤微环境逐渐恶化, 影响了微生物的生长繁殖。当放牧牲畜高强度践踏草地时, 改变了土壤的理化性质, 如紧实度加大, 孔隙度和水稳性团聚体减少, 引起透水性、透气性下降, 土壤微环境遭到严重破坏, 土壤微生物的繁殖代谢受到强烈的干扰, 造成重牧区的土壤微生物量和微生物总数量显著降低。有研究者对北昆士兰半干旱热带林地的土壤碳、微生物量

研究表明, 重度放牧 6 和 8 年, 微生物量降低了 24%–51%^[20]。

2.4 相关性分析

土壤系统是一个极其复杂的生态系统, 在这个生态系统中, 各种生物的和非生物因子之间相互依存、相互作用。本文将土壤微生物量碳氮、三大类群微生物数量以及土壤呼吸强度之间的相互关系进行分析, 结果见表 4。

相关性分析表明, 微生物量氮和碳均与细菌、

放线菌、真菌和微生物总数之间有显著或极显著的正相关关系, 与土壤呼吸强度有显著正相关关系; 进一步证明了土壤微生物生物量在一定程度上能够反映参与调控土壤中能量和养分转化的微生物数量多少。土壤呼吸强度与土壤微生物总数、细菌数量以及微生物生物量之间均有显著或极显著的正相关关系, 表明土壤中释放的 CO₂ 含量与微生物数量, 尤其是细菌的数量有直接关系。而土壤中三大类群微生物数量之间无显著的相关关系。

表 4 各因子之间的相关关系
Table 4 The correlation coefficient among different factors

	真菌 Fungi	放线菌 Actionmyces	细菌 Bacteria	微生物量碳 Microbial biomass carbon	微生物量氮 Microbial biomass nitrogen	土壤呼吸 Soil respiration	微生物总数 Total numbers
真菌 Fungi	1.000						
放线菌 Actionmyces	-0.010	1.000					
细菌 Bacteria	0.199	0.120	1.000				
微生物量碳 Microbial biomass carbon	0.804 **	0.723 **	0.622 *	1.000			
微生物量氮 Microbial biomass nitrogen	0.922 **	0.680 **	0.614 *	0.227	1.000		
土壤呼吸 Soil respiration	0.351	0.405	0.952 **	0.820 **	0.797 **	1.000	
微生物总数 Total numbers	0.254	0.222	0.981**	0.812 **	0.971 **	0.728 *	1.000

注: **: 相关性极显著; *: 相关性显著。
Note: **: Extremely remarkable correlation; *: Remarkable correlation.

3 小结

(1) 典型草原土壤中微生物数量、微生物生物量以及土壤的呼吸作用强度均有较明显的季节性变化, 且峰值都出现在 8 月份。三者之间具有极显著的正相关关系。土壤微生物数量、微生物生物量可以作为判断草原土壤退化的指标之一。

(2) 放牧对土壤中的微生物数量、微生物生物量和土壤的呼吸强度有着不同程度的影响, 轻度 and 适度放牧有利于土壤中的微生物数量、生物量的增加, 而过度或重度放牧则会导致土壤中微生物数量和生物量降低。

参 考 文 献





[1] 宇万太, 姜子绍, 柳敏, 等. 不同土地利用方式对土壤

微生物生物量碳的影响. 土壤通报, 2008, 39(2): 283–286.
[2] 曹慧, 孙辉, 杨浩, 等. 土壤微生物在土壤质量评价中的运用. 应用与环境生物学报, 2003, 9(1): 105–109.
[3] Winding A, Hund-Rinke K, Rutgers M. The use of micro-organisms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotox Environ Safe*, 2005, 6(2): 230–248.
[4] 田耀华, 冯玉龙. 微生物研究在土壤质量评估中的应用. 应用与环境生物学报, 2008, 14(1): 132–137.
[5] 谷雪景, 赵吉, 王娟. 内蒙古典型草原土壤微生物生物量研究. 农业环境科学学报, 2007, 26(4): 1444–1448.
[6] 姜培坤, 徐秋芳, 俞益武. 土壤微生物量碳作为林地土壤肥力指标. 浙江林学院学报, 2002, 19(1): 17–19.
[7] 张于光, 张小全, 肖焯. 米亚罗林区土地利用变化对土壤有机碳和微生物量碳的影响. 应用生态学报, 2006, 17(11): 2029–2033.

- [8] 姚拓, 龙瑞军. 天祝高寒草地不同扰动生境土壤三大类微生物数量动态研究. 草业学报, 2006, 15(2): 93-99.
- [9] Wang KH, McSorley R, Bohlen P, *et al.* Cattle grazing increases microbial biomass and alters soil nematode communities in subtropical pastures. *Soil Biology and Biochemistry*, 2006(38): 1956-1965.
- [10] Navarro T, Aladosb CL, Cabezudo B. Changes in plant functional types in response to goat and sheep grazing in two semi-arid shrub lands of SE Spain. *Journal of Arid Environments*, 2006(64): 298-322.
- [11] Isabelle K, Colin DR, Hubert T. Impact of cattle on soil physical properties and nutrient concentrations in overland flow from pasture in Ireland. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 2006(113): 378-390.
- [12] 高英志, 韩兴国, 汪诗平. 放牧对草原土壤的影响. 生态学报, 2004, 24(4): 790-797.
- [13] 侯扶江, 杨中艺. 放牧对草地的作用. 生态学报, 2006, 26(1): 244-250.
- [14] 沈萍, 范秀容, 李广武. 微生物学实验. 北京: 高等教育出版社, 1999: 1-247.
- [15] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 1-247.
- [16] David C, Mark D, John H. Soil respiration from four aggrading forested watersheds measured over a quarter century. *Forest Ecology and Management*, 2002(157): 247-253.
- [17] Holt JA, Hodgen MJ, Lamb D. Soil respiration in the seasonally dry tropics near Townsville, North Queensland. *Aust J Soil Res*, 2005(28): 737-745.
- [18] 李玉强, 赵哈林, 赵学勇, 等. 不同强度放牧后自然恢复的沙质草地土壤呼吸、碳平衡与碳储量. 草业学报, 2006, 15(5): 25-31.
- [19] 赵哈林, 张铜会, 赵学勇, 等. 放牧对沙质草地生态系统组分的影响. 应用生态学报, 2004, 15(3): 420-424.
- [20] Holt JA. Grazing pressure and soil carbon, microbial biomass and enzyme activities in semi-arid northeastern Australia. *Applied Soil Ecology*, 1997(5): 143-149.

征订启事

2010 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