

内蒙古荒漠草原不同放牧强度下土壤
微生物及酶活性研究

高雪峰 著



内蒙古科学技术出版社

內蒙古荒漠草原不同放牧强度下土壤
微生物及酶活性研究

高雪峰 著

內蒙古出版集团
內蒙古科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

内蒙古荒漠草原不同放牧强度下土壤微生物及酶活性研究 / 高雪峰著. —赤峰 : 内蒙古科学技术出版社, 2014. 5

ISBN 978-7-5380-2409-8

I. 内... . 高... . 土壤微生物—研究—内蒙古 土壤酶—活度—研究—内蒙古 . S154

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第092176号

出版发行 : 内蒙古出版集团 内蒙古科学技术出版社

地 址 : 赤峰市红山区哈达街南一段4号

邮 编 : 024000

电 话 : (0476) 8225264 8224848

邮购电话 : (0476) 8224547

网 址 : www.nm-kj.com

责任编辑 : 张继武

封面设计 : 李树奎

印 刷 : 赤峰金源彩色印刷有限责任公司

字 数 : 100千

开 本 : 880 × 1230 1/32

印 张 : 4

版 次 : 2014年5月第1版

印 次 : 2014年5月第1次印刷

定 价 : 21.50元

前 言

内蒙古荒漠草原总面积达 8.42×10^6 公顷,占内蒙古草地总面积的10.68%,该类草原地处草原向荒漠过渡的生态交错带。由于其远离海洋,气候干燥,生境严酷,植物成分种类贫乏,草层低矮、稀疏,结构简单,与其他草原类型相比其稳定性较差,处在一个生态环境脆弱带,波动性较大,对自然和人类活动的干扰较为敏感。近年来,草地退化已经严重影响其生产力的维持和生态系统的功能与稳定性,并产生许多诸如牧民收入下降、生态移民等社会问题,而且威胁着中部各城市的生态环境,成为亟待解决的区域性环境问题和农牧业持续发展问题。

放牧利用仍然是荒漠草原利用的主要方式,而在放牧当中,可通过动物采食和践踏直接作用于草地植物地上部分和土壤。目前,有关放牧对草原生态系统影响的现有的研究主要集中在地上部分,而鲜为人知的地下部分制约草原生态系统与载畜率研究的理论有待拓展。土壤微生物和土壤酶是草原生态系统的重要组成部分,土壤微生物以它所具有的生物化学活性,积极参与土壤中各种物质的转化过程,为植物提供有效养分,同时又是土壤中各种生物化学和生理学过程动态平衡的主要调节者。土壤酶参与土壤中一切生化过程,而这些过程与土壤中各营养元素的释放与贮存、土壤中腐殖质的形成与发育以及土壤的结构和物理状况都是密切相关的。因此,加强对草地土壤微生物和酶活性等生物活性指标的研究,探讨其与土壤质量变化的关系,可为评价和监测草原土壤健康状况的动态变化提供灵敏性指标,对优化放牧方式,修复土壤环境,恢复退化草地生态系统的生物学功能,实现草地生态系统的可持续发展具有重

要意义。

在进行上述研究及编写本书过程中, 内蒙古师范大学生命科学与技术学院的张功教授和内蒙古农业大学韩国栋教授给予了大量的指导和帮助, 并得到国家自然科学基金“利用强度与天然草地生态系统服务功能的研究(项目号: 30360022)”的资金资助。另外, 本书的出版得到了内蒙古师范大学生命科学与技术学院出版基金的赞助。在此一并表示衷心的感谢!

本研究虽然力求全面, 但不够深入, 加之研究者水平有限, 仍有许多不足之处, 敬请同行专家和读者批评指正, 以便改正。

作者

2014年2月

目 录

第一章 草地资源现状分析	1
第二章 研究区概况与研究方法简介	10
第一节 研究区自然条件概况	10
第二节 研究内容与方法介绍	14
第三章 土壤中微生物与酶的作用和地位	25
第一节 土壤生态系统中的微生物	25
第二节 土壤生态系统中的酶	44
第三节 土壤微生物与土壤酶的关系	49
第四章 短花针茅荒漠草原土壤微生物研究	57
第一节 短花针茅荒漠草原土壤微生物的分布特征	57
第二节 荒漠草原土壤微生物的季节性变化特征	66
第三节 放牧对荒漠草原土壤微生物的影响	73
第五章 短花针茅荒漠草原土壤酶活性研究	86
第一节 脲酶	88
第二节 转化酶	90
第三节 蛋白酶	92
第四节 多酚氧化酶	93

第六章	短花针茅荒漠草原土壤养分研究	101
第一节	土壤养分的季节性变化	103
第二节	放牧对荒漠草原土壤养分含量的影响	106
第三节	土壤氮循环过程对放牧的响应	110
第四节	土壤中各因子间的相关性分析	112

第一章 草地资源现状分析

一、我国草地资源现状

中国是世界上草地资源最丰富的国家之一。据20世纪80年代全国首次草地资源调查统计,我国现有可利用天然草地面积33099.55万公顷,为世界第二草地大国。其中澳大利亚草地面积43713.6万公顷,居全球首位,美国草地面积为24146.7万公顷,排世界第三。由于我国国土面积辽阔、海拔高差悬殊大、气候条件差异大,从而形成了多种多样的草地类型^[1]。同时,我国也是世界上主要的干旱国家之一,干旱、半干旱土地面积占国土面积的一半,且大部分集中在西部地区。草原是我国西部地区土地和环境资源的主体,在西部的12个省区中,草原面积占陆地总面积的42.8%,是耕地面积的5.9倍,是森林面积的5倍。草原地区往往是干旱化区域,也是贫困人口集中的区域。根据世界其他草原大国的经验,草原管理或治理得好,能为社会、经济的发展提供重要的保障,而草原生态一旦退化,会带来一系列的问题^[2, 3]。中国作为草原大国,恢复和改善草原生态系统功能,提高草地生产力以及合理地开发、管理草原,是目前我国草原生态系统面临的重要问题。

近几十年,我国草原的开发利用速度非常快,农田开发、采矿业以及工业化的发展占用了大量的优质草地资源。再加上受利益的驱使,畜牧业的快速发展,使草原超载过牧,草原的沙化、退化现象日

趋严重。在全球气候变暖的影响下,我国草原以前所未有的速度在退化。截至目前,严重退化草地近1.8亿公顷,并以每年200万公顷的速度扩张,天然草原面积每年减少65万~70万公顷^[4]。草地的严重退化不仅使草群密度下降、草产量减少、种类品质变劣,更重要的是标志着草地自然生态的整体系统功能不断下降和衰退,对整个地域及周边地区造成巨大的生态环境危机和生态灾难。由于草原地区多处于干旱区域,降水量少,一旦被破坏,就很难恢复。20世纪90年代后,我国草原生态系统退化的后果就很明显。江河断流、沙尘暴的频度和强度大幅增加,不仅严重影响草原牧区居民的生产生活,也给全国带来严重的环境问题和经济问题。

不同的研究者对草原退化的原因有不同的看法。有人认为,当前气候变化是草原全面退化的最根本原因,即自然因素是导致草原退化的主要原因^[5]。还有一些学者则认为,农业政策和环境政策的不协调是导致草原退化的主要原因,因此牧区一贯强调的“以粮为纲”、“头数畜牧业”、“双增双提”等政策是造成草原生态退化的政策原因。草地的无偿利用、草原管理和监督措施不完善也是造成草地退化的主要原因^[6]。还有学者指出,草原的大规模退化是发生在20世纪80年代牧民定居之后,故认为政府实施的围栏、畜种改良、移民等措施都是向定居文化靠拢,犯了关键性的、方向性的错误^[7]。总体上讲,导致草地退化的因素归结为两个方面:自然因素和人为因素。目前大多数学者倾向于人为因素是导致草原大面积退化的主导因素,不合理利用、超载放牧是草地退化的根本原因^[8]。

21世纪以来,国家对草原建设的力度加大了,出台了一系列政策措施,不断强化草原保护,大力推进草原重大生态工程建设,集中治理生态脆弱和严重退化草原。重大生态工程区内植被组成发生显著变化,多年生牧草增多,可食鲜草产量提高,有毒有害杂草数量下

降,生物多样性明显好转,区域生态显著改善。《国务院关于促进畜牧业持续发展的意见》(国发【2007】4号)中明确提出要“探索建立草原生态补偿机制”。虽然草原生态建设的力度越来越大,但总体上讲,中国草原生态“局部好转,全部退化”的态势仍然没有改变,治理速度赶不上退化速度。国家在这方面的投资效率需要进一步提高,方式需要不断地调整^[1]。在这种背景下,如何实现人与草原生态系统和谐发展是目前草原问题的重中之重。迄今为止,我国尚未制定完整、系统的草原生态治理政策,草原治理的长效机制尚未形成,严重的生态隐患仍未消除。更为紧迫的是,随着全球变暖速度的加快,草原生态环境随时有可能恶化,草原生态环境治理任务十分艰巨。

二、内蒙古草地资源现状分析

内蒙古属于典型大陆性中温带季风气候,地处祖国北疆,是首都的北大门和西伯利亚寒流入侵并影响我国的要冲,也是我国主要的风沙源区。所处地理位置的重要性,决定着它必然是我国生态安全战略中重要的生态屏障区^[5]。内蒙古天然草场东起大兴安岭,西至居延湖畔,全长达4000多公里,是欧亚大陆草原的重要组成部分,也是我国重要的畜牧业生产基地。由于受东南海洋性季风的的不同影响,气候干湿情况不一,加之大兴安岭和阴山山脉等山地隆起的影响,形成了复杂多样的草地类型和景观。全区水平分布的地带性天然草原植被,从东到西有草甸草原(森林草原)、典型草原、荒漠草原、草原化荒漠和荒漠5大类,此外还分布有低平地草甸、山地草甸、沼泽地草甸及附带利用草地等四类非地带性的隐域性草地^[9]。内蒙古草原面积辽阔,草地资源丰富,不仅是畜牧业赖以生存和发展的物质基础,也是广大牧民的立命之本。草原的兴衰将直接关系到内蒙古自治区的经济发展。加之内蒙古地区草地80%以上处于多风少雨

的干旱、半干旱地区,土壤类型多为淡栗钙土和栗钙土,土地贫瘠,土层浅薄,质地疏松,冬季漫长,牧草生长期短,加之牲畜啃食和践踏,极易造成风蚀沙化和水土流失^[7]。

内蒙古地区,草原总面积达8666.7万公顷,占全区土地总面积的73.5%,占全国草原面积(3.92亿公顷)的22.1%。其中可利用草场面积达6800万公顷,占草原总面积的78.7%,是我国5大草原之首。据统计,全区草原退化、沙化面积已经达到5893.5万公顷,占草地面积的68%。其中有30%的草原退化,35%的草原沙化和3%的草原盐碱化。自上个世纪中叶以来的几十年间,草原退化、荒漠化的速度明显加快。据报道,20世纪50到70年代,平均每年扩大1560平方公里;80~90年代,平均每年扩大2100平方公里;进入90年代以后,年扩展速度已经达到2460平方公里,速度之快十分惊人。目前,天然草地产草量与20世纪50年代相比,下降3%~50%,部分草地达到70%以上,重度退化草场的生产力近乎为零,生物多样性遭到破坏,生态严重失衡^[10]。草地资源质量大幅度下降,且已失去了防风固沙,涵养水源,净化空气,保护环境、人文景观等主要功能。昔日人们视野中曾经有过的“天苍苍,野茫茫,风吹草低见牛羊”的丰美景象,已经逆转成为主要的风沙源头^[11]。不仅当地人民的生存条件遭受到严重威胁,同时也对全国20多个省市,乃至韩国、日本的空气质量构成不同程度的影响。土地沙化年平均扩展面积在上世纪50至60年代为15.3万公顷,70至80年代达21万公顷,90年代猛增至24.6万公顷,相当于每年损失一个中等县的土地面积。按现在全国人均耕地面积计算,等于每年有300多万农民失去了赖以生存的土地。如果沙尘暴得不到遏制,继续污染土地并以此速度扩展下去,10年之后将有近3000万人,百年之后将有3亿人无良田可耕^[12]。据全区第4次草地资源速查结果,最值得内蒙古人民骄傲的呼伦贝尔和锡林郭勒两大著名

草原,也出现了严重的生态危机。截止到2002年底,呼伦贝尔现有草地1008.8万公顷,其中退化、沙化面积388.3万公顷,近20年间,草地面积减少121万公顷,占原有草地面积的10.7%,而退化、沙化面积却增加了178.6万公顷,退化、沙化面积比例由20世纪80年代初期的18.6%,提高到目前的38.5%。植被覆盖度降低10.2%,草层高度下降7~15cm,牧草产量下降28%~48%。牧草种群也明显变劣,优良禾草比例下降10%~40%,杂草比例上升10%~45%。1984年,锡林郭勒草原退化面积还只是占可利用草原面积的48.6%,而18年后的2002年,退化草原占可利用草原面积的比例已经超过3/4,部分地区已是赤地千里,寸草不生,出现生态移民^[13]。以往沙尘暴基本上是从阿拉善盟和巴彦淖尔盟的沙漠地带发起,近年却东移到乌兰察布盟和锡林郭勒盟,向世人拉响了最令人担忧的生态警报——美丽的锡林郭勒草原也已严重沙化。内蒙古乃至世界上最为典型的草甸草原东乌珠穆沁旗,草场退化面积已占全旗可利用草场的66%以上。以荒漠草原为代表的阿拉善盟和鄂尔多斯市,草原退化、沙化之势更为严峻。与上世纪50年代相比,阿拉善左旗的草地覆盖度降低了30%至50%,目前荒漠和半荒漠已占到了这个旗草地的96.9%^[18, 14]。总之,内蒙古草原严重退化已经到了惊人的程度。

三、本研究的目的是与意义

草原生态系统具有多重功能,它不但为人类社会提供可观的社会和经济效益,更具有巨大的生态效益,对维持陆地生态系统的生态平衡,保护环境,保护生物多样性和珍稀物种资源起着重要的作用^[15-17]。近年来,严重的草地退化和由此带来的生态、环境与社会问题受到普遍关注。内蒙古草原地处祖国北部边疆,不仅是我国重要的畜牧业生产基地,同时,也作为绿色生态屏障捍卫着国家的生态

安全。在当前构建社会主义和谐社会的背景下,探索该地区的可持续发展途径,具有特别重大的意义。

荒漠草原是内蒙古西部植被的主体类型,也是内蒙古草地的重要组成部分,总面积841.99万公顷,占全区草地总面积的10.7%,它广泛分布于内蒙古中部、阴山山脉以北的乌兰察布高原地区,以锡林郭勒高平原西北部、乌兰察布高平原和鄂尔多斯高平原西部为主体,是由草原向荒漠过渡的生态交错区^[18, 19]。在这一地区,自然生态条件异常严酷,年降水量仅150~250 mm,冬季严寒,夏季短促,冬春多大风,植被终年处于水分亏缺的状态。由于植被稀疏,风蚀强烈,地表土壤多堆满细小砾石,土壤养分状况也十分贫瘠^[20]。与其他草原类型相比,其稳定性较差,处在一个生态环境脆弱带,波动性较大,对于自然和人类活动的干扰较敏感^[8]。荒漠草原的生产力虽然相对较低,但是荒漠草原生态系统以它特有的自然资源和生态环境,形成以放牧为主的畜牧业基地,在我国草地畜牧业经济中占有一定的地位。经过千百年的自然选择,在荒漠草原上形成了许多遗传性状稳定、品质优良的地方家畜品种,而这些珍贵、优良家畜品种的产生、形成与发展,无一不与当地草原的自然特点和经济特征息息相关^[21]。可是,荒漠草原作为农牧交错区或半农半牧区的地带性植被,不仅面临着利用压力大,生产力下降,而且随着全球气候变化和草原荒漠化的加剧,其退化趋势更加迅速,整个生态系统十分脆弱和不稳定,处于逐渐裸化或向荒漠方向发展的过程中。

短花针茅荒漠草原作为我国温带荒漠草原分布最集中、最具代表性的生态系统类型之一,是草原向荒漠过渡的生态交错带,是我国境内对全球变化反应较为敏感的生态系统地带,在长期过牧与连续干旱的双重压力下,已成为我国北方草地退化的重点区域。进行不同放牧利用强度下草原地上一地下生态系统的研究,可为退化草原

生产力恢复提供科学依据。目前,有关放牧对草原生态系统影响的研究主要集中在地上部分,而关于鲜为人知的地下部分制约草原生态系统与载畜率研究的理论有待拓展。较少的一些研究也只是局限在放牧对土壤最为基本的理化性质的影响,本研究侧重于从地下部分的生物学性质的变化来反映草原的退化情况,进而更加全面认识草原生态系统中土壤微生物、酶和养分含量特性及其相互之间的关系,为内蒙古荒漠草原的合理利用及恢复草地生态提供基础数据,为实现草地生态系统的可持续发展奠定理论基础。

主要参考文献

- [1] 陈洁,罗丹.中国草原生态治理调查.上海:上海远东出版社,2009.
- [2] Anon. Dairying for the Environment, A Summary of the sustainable land management and climate change. Plan of Action, A partnership Approach, Ministry of Agriculture and Forestry. 2006.
- [3] AAFC (Agriculture and Agri Food Canada), Agricultural Policy Framenwork. http://www.agri.gc.ca/AAFC-AAC/display_afficher.do, 2008.
- [4] 李博.中国北方草地退化及其防治对策.中国农业科学,1997,30(6):1~9.
- [5] 刘德福.中国西部大开发知识读本.呼和浩特:远方出版社,2000.
- [6] 孟有达,刘天明.西部开发中草地产业的发展[J].中国草地,2000,21(6):63~67.
- [7] 章祖同.内蒙古草地资源.呼和浩特:内蒙古人民出版社,

- 1990: 199~224.
- [8] 洪绂曾,任继周. 草业与西部大开发. 北京: 中国农业出版社, 2001: 99~102.
- [9] 段淳清. 内蒙古草地资源现状及其可持续利用对策. 内蒙古草业, 2006, 18(3): 21~25.
- [10] 龚子同. 土壤环境变化. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 216~220.
- [11] 许志信, 赵萌莉. 内蒙古的生态环境退化现状及其防治对策[J]. 中国草地, 2000, 12(5): 5~8.
- [12] 内蒙古自治区农调队. 内蒙古自治区农村牧区经济形势分析, 2004, 9~27.
- [13] 卫智军. 内蒙古草业研究论文集. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2004.
- [14] 杨允菲, 李建东. 论草原退化的生态危机及恢复生态学基础理论研究[J]. 现代草业科学进展(中国国际草业发展大会论文集, 草业科学增刊), 2002, 308~310.
- [15] 杜青林. 中国草业可持续发展战略. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [16] 孙儒泳. 普通生态学. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [17] 黄振艳. 草地的生态功能[J]. 2005, 13(2): 54~56.
- [18] 中科院蒙宁综合考察队. 内蒙古植被. 北京: 科学出版社, 1985.
- [19] 马毓泉. 内蒙古植物志(第2版). 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1995.
- [20] 赛胜宝, 李德新. 荒漠草原生态系统研究. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1994.

- [21] 韩芳,牛建明,刘朋涛等. 气候变化对内蒙古荒漠草原牧草气候生产力的影响[J]. 中国草地学报, 2010, 32(5): 57~65.

第二章 研究区概况与研究方法简介

第一节 研究区自然条件概况

一、地理位置

试验地位于内蒙古自治区乌兰察布市四子王旗王府四队,地理位置为北纬 $41^{\circ} 46'$,东经 $112^{\circ} 05'$,平均海拔为1492m,位于呼和浩特以北134km处,距四子王旗政府乌兰花约30km。四子王旗位于内蒙古自治区中部、阴山北麓和乌兰察布草原北部,地处我国农牧交错带的中段,作为内蒙古最大的农牧结合旗,在整个农牧交错带中属最为脆弱和最贫困的地区之一。畜牧业是该旗主导产业和基础产业。旗境南北长约180km,东西宽约154km,总面积25513.8公顷,边境线长104km。其中农区和牧区面积分别占18.3%和81.7%,是典型的牧业区^[1]。该旗东与锡林郭勒盟苏尼特右旗和乌兰察布市察哈尔右翼后旗毗邻,南与呼和浩特市武川县、乌兰察布市卓资县、察哈尔右翼中旗交界,西与包头市达尔罕茂明安联合旗相连,北与蒙古国接壤。境内地形复杂,其间零星散布河谷滩川地,地势南高北低,东西高,中间低,海拔高度为1000m~2100m,相对高差达1100m以上^[2]。

四子王旗地形从南至北由阴山山脉北缘、乌兰察布丘陵和蒙古高原三部分组成。其中,山地占4.1%,丘陵占56.1%,高原占39.8%。统观地形具有东南高而西北低的特点。境内中南部有东西走向的猴