西北地区生物多样性特点及其研究思路*

张文辉 康永祥 李 红 傅朝荣
(西北林学院林学系, 陕西杨凌 712100)

摘 要 在探讨西北地区生物多样性特点的基础上,综述了西北地区生物多样保护研究的现状,分析了生物多样性面临的危机。在此基础上,提出了西北地区生物多样性研究的方向和具体思路:1)编目和监测系统研究;2)稀有濒危动植物的保护生物学研究;3)迁地保护和人工繁育,扩大人工种群的研究;4)生物多样性恢复的研究;5)生物多样性持续利用研究。

关键词 西北地区,生物多样性保护,生态危机,研究思路

The characters of biodiversity in northwestern China and views on conservation study/ZHANG Wen-Hui, KANG Yong-Xiang, LI Hong, FU Chao-Rong

Abstract Based on the introduction of the characteristics of biodiversity in northwestern China, we comprehensively viewed on the status of biodiversity, and analyzed the crisis that biodiversity in northwestern China is being facing. We put forward the ways and thoughts for biodiversity study in northwestern China as fallows: 1) inventorying all animal and plant as well as microbes species and building the geographical information system for monitoring and predicting; 2) biological conservation studies on important endangered animals and plants; 3) studies on *ex situ* conservation, artificial reproduction and enlarging population of rare and endangered species, and 4) studies on reinstating biodiversity; 5) studies on sustainable utilization of biodiversity.

Key words northwestern China, biodiversity conservation, ecological crisis, studying ways

Author's address Northwest Forestry College, Yangling, Shaanxi 712100

西北地区包括陕西、甘肃、宁夏、青海和新疆五个省(区),深居亚欧大陆腹地,面积约 296.63 km²,占国土总面积的 1/3。人口 9300 多万,占全国人口总数的 8.5%。从地形和地势来看,本区处于我国三大阶梯的上部,是长江和黄河的发源地,两河流域是我国经济发展的中心区域,而两河源头地区的生态环境建设、生物多样性保护是中下游环境治理的根本,也是中下游地区国民经济持续发展的保证。然而,西北干旱、半干旱地区的生物多样性受危最为严重,生态系统最为脆弱,很多生态系统濒于崩溃,许多动植物种类的生存受到威胁。因此,研究西北地区生物多样性,解决西北地区生物多样性保护中的重大问题,使许多特殊濒危生态系统及更多的珍贵动植物脱离险境,对于我国西北干旱、半干旱地区的生态建设,黄河、长江中上游地区生态环境的综合治理,天然林的保护和持续利用,退化生态系统恢复等都将具有重要的现实意义和战略意义。

由于多方面的原因,西北地区的生物多样性保护研究起步较晚,并且缺乏有效的保护手段,急需正确的研究思路和研究方法。在西北生态建设即将大规模展开的时候,针对当

* 陕西省自然科学基金资助项目(98SM08)
收稿日期:1999-11-15;修改稿收到日期:2000-08-02
张文辉 e-mail 地址:zwhekh@public.xa.sn.cn

地自然环境条件和保护现状 ,提出一些切实可行的研究思路显得尤为迫切。近年来 ,尽管国内外在生物多样性保护的研究方法和保护对策等方面已经取得了许多成功经验 ,提出了不少理论和方法 ,但是由于生物多样性的地域特点的差异 ,一些研究和保护方法只能借鉴而不能照搬。只有针对西北地区的社会经济条件和自然环境特点 ,在充分吸收国内外先进经验的基础上 ,提出切实可行的研究思路和方法 ,才能以较小的投入揭示最本质的内在规律 ,获得最好的保护效果。为此 ,本文针对西北地区的自然环境和生物多样性特点 ,分析了西北地区生物多样性研究保护现状 ,提出了西北地区今后生物多样性保护研究的具体思路和研究方法 ,目的是为西北地区生物多样性保护研究方案、保护对策提供参考 ,为政府决策提供依据。

1 西北地区的生物多样性特点

生物多样性及其地域性特点是在漫长的地质历史过程中演化形成的 ,它不仅受到现代气候、土壤、植被和人类活动的影响 ,更重要的是受地质历史时期各种环境变迁的作用。西北地区曾受古地中海海浸影响 ,自白垩纪起开始旱化 ,老第三纪一度转为湿润。自新第三纪以来 ,南部有巨大的青藏高原隆升 ,境内又耸起昆仑山、天山、阿尔泰山、祁连山、秦岭等几列雄伟高大的山脉 ,古地中海远远西退 ,海洋季风难以侵入 ,蒙古 - 西伯利亚反气旋高压却形成和发展起来 ,大陆干旱区特殊的大气环流形势逐渐成型(吴征镒 ,王荷生 ,1983)。特别是第四纪冰期以后 ,旱化趋势增强 ,现代荒漠面貌已基本具备。我国最大的几片沙漠均分布于该区 ,如塔克拉玛干沙漠、古尔班古特沙漠、巴吉林沙漠、腾格里沙漠等(吴征镒 ,1980)。复杂的地质历史演化过程形成了特殊的地形、地貌分布格局 ,区内既有高耸入云的山脉 ,又有大小不等的盆地 ;既有广阔起伏的高原 ,也有开阔坦荡的平原和浩瀚的荒漠。本区动植物种类及其生物多样性特点正是在这种漫长而复杂的地质历史过程中通过适应、竞争、进化而形成的。和全国其他地域相比 ,具有明显的特殊性。

1.1 植被类型丰富多样 ,但以灌丛、草原、荒漠、草甸植被型为主

西北地区地形复杂 ,气候多变 ,高原、深谷、高山、盆地、平原交错 ,孕育了多样的植被类型和复杂的生态系统。从北亚热带的常绿落叶阔叶林、暖温带的落叶阔叶林、温带的针阔混交林、亚高山针叶林到多种类型的灌丛、草原、荒漠、草甸 ,几乎包括了我国植被的大多数类型(吴征镒 ,王荷生 ,1983)。根据《中国植被》(吴征镒主编 ,1980) ,全国共有 29 个植被型(含 3 个非地带性植被型) ,西北地区就有 19 个植被型 ,占全国的 65.6%(吴征镒 ,1980)。从植被分类中最重要的中级单位来看 ,全国共有 540 个群系类型 ,而西北地区就拥有 252 个群系类型 ,占全国群系类型的 46.7%。在这些群系类型中 ,灌丛、荒漠、草原、草甸的群系类型高达 189 个 ,占西北地区群系类型的 75%。另外 ,这些群系分布较广 ,如木霸王荒漠(Form. *Zygophyllum xanthoxylon*)、泡泡刺荒漠(Form. *Nitraria sphaerocarpa*)、多枝怪柳灌丛(Form. *Tamarix ramosissima*)等 ,在阿拉善高原、河西走廊、诺敏戈壁、塔里木盆地等地普遍分布 ,充分体现了植被类型的特殊性。

1.2 动植物区系成分复杂 ,以干旱的中亚分布类型为骨干

在植物地理区系及区划上 ,西北地区跨经泛北极植物区的四个亚区 ,即欧亚森林植物亚区、亚洲荒漠植物亚区、青藏高原植物亚区、中国 - 日本森林植物亚区。在植物区系地

理成分上,我国 15 个种子植物属的分布区类型,在西北地区均有不同程度的体现。其中中亚分布、地中海分布、西亚至中亚分布等是西北地区最具特色地理成分,不可取代(吴征镒,王荷生,1983)。全区维管植物约 4200 多种,占全国维管束植物 27 150 种的 15.5% ,其中,被子植物 3800 多种,裸子植物 100 余种,蕨类 300 多种(张振万,张春林,1991)。此外,还有丰富的苔藓、地衣等。在这些植物资源中,仅重要的经济植物就有 2000 多种,可以划分成 12 类经济用途,如药用、淀粉、油脂、色素、蜜源、纤维、鞣料、芳香油等,经济潜力不可限量(张振万,张春林,1991)。同时,随着人们认识水平的提高和科学技术的发展,野生植物中许多新的经济用途将还会被不断发现,威胁人类生命的疑难顽症如癌症、爱滋病等有可能通过生物制药得到根治。

西北地区动物区系特殊而丰富,全区包括古北界华北区的黄土高原亚区、东洋界的蒙新区、东部草原区、西部荒漠区、华中区等多种区系成分。全区兽类 120 多种,鸟类 400 余种,其中益鸟 200 多种,爬行类 40 多种(中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室,1994),分别占全国兽类总种数的 24.0% ,鸟类的 33.7% ,爬行类的 10.6%(刘东来等,1996)。此外,本区还有大量的天敌昆虫和资源昆虫(马乃喜,1995)。

1.3 微生物资源丰富,更多的种类有待人类发掘和认识

据估计,西北地区微生物种类 10 000 多种(马乃喜,1995),包括多种菌生菌、根生菌、菌根菌、食用菌、药用菌、虫生菌。其中虫草、灵芝、银耳等均为名贵的中药。但由于微生物种的鉴定难度大,几乎 2/3 以上的种类尚未被人类所认识,有待进一步的发掘和研究。

1.4 珍稀濒危动植物种类繁多,但进行过系统深入研究的种类不多

仅国家 1987 年第一批公布的保护植物在西北地区就有 64 种,占全国 389 种(含变种和亚种)保护植物的 16.5% 。其中一级有 1 种,二级有 21 种,三级 42 种(见表 1)(国家环境保护局自然保护司,1991)。此外,还有省级地方保护植物 46 种,共计 110 种。珍稀濒危兽类 78 种,鸟类 177 种,两栖类 2 种,爬行类 2 种,鱼类 3 种(含变种和亚种,见表 1)(中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室,1994)。在这些种类中,仅对个别有代表性种类如大熊猫、朱、独叶草等已经或正在进行着保护生物学的研究,而绝大多数只是粗略地了解其分布地域和基本的生境条件。

表 1 西北各省区珍稀濒危动植物种类统计
Table 1 Statistics on rare and endangered animal and plant species in northwestern China

省名 Province	植物种数 No. of plant species			动物种数 No. of animal species	
	1 级 Protection class 1	2 级 Protection class 2	3 级 Protection class 3	1 级 Protection class 1	2 级 Protection class 2
陕西 Shaanxi	1	14	22	13	65
甘肃 Gansu	0	10	22	27	83
宁夏 Ningxia	0	0	6	7	45
青海 Qinghai	0	2	8	20	59
新疆 Xinjiang	0	7	17	24	82
总计 Total	1	21	42	45	157

1.5 生物资源分布不均

西北地区生物资源从南向北 ,从东向西呈递减趋势。陕西南部、甘肃南部是我国亚热带的西北隅 ,地形复杂 ,以山地为主 ,并有白龙江、汉江谷地。气候温暖湿润 ,雨量充沛 ,森林覆被率达 60% 以上 ,蕴藏着丰富的动植物种类 ,约占全区 80% 以上。而处于干旱荒漠地区的新疆 ,自然条件严酷 ,植被稀疏 ,森林覆被率仅 1% 左右 ,大面积为戈壁和荒漠 ,并且生态系统脆弱 ,食物链简单 ,生物种类相对单一(陆平等 ,1989)。但该区生物种类大多为干旱荒漠地区所特有 ,蕴藏着丰富的抗旱、耐瘠薄基因资源 ,如膜果麻黄(*Ephedra przewalskii*)、木霸王、泡泡刺、裸果木(*Gymnocarpus przewalskii*)、沙冬青(*Ammopiptanthus mongolicus*)等植物 ,在维持生态系统平衡中发挥着重要的作用。又如动物中的高鼻羚羊(*Saiga tatarica*)和野马(*Equus przewalskii*)在我国仅产于准噶尔盆地。塔里木兔(*Lepus yarkandensis*)、南疆沙蜥(*Phrynocephalus forsythi*)在世界上只分布于塔里木盆地。

2 西北生物多样性面临的危机及保护研究现状

2.1 西北生物多样性面临的危机

西北地区生物多样性危机主要来自两个方面 :一是严酷的气候条件 ,二是人类的破坏活动。由于气候的变迁 ,现今的生物多样性的丰富度和地史早期相比明显减少 ,许多热带、亚热带动植物已荡然无存 ,仅有化石为证。在自然状态下 ,地史的演化和生物多样性的减少的速度是缓慢的 ,需要漫长的历史过程 ,但是进入人类文明以后 ,特别是近代 ,人类对其他生物的破坏和利用日趋严重。春秋战国时期 ,西北的黄土高原地区仍有大面积森林分布 ,直到 1860 年在陕西的安塞、志丹、吴旗、定边以及甘肃的东南部等地还生长着茂密的森林(王烨 ,尹林克 ,1991)。但近 100 多年来 ,人类过度开发利用以及战争、灾害等使西北大部分地区森林消失 ,沦为干旱荒漠之地 ,许多宜林之地变成农耕地 ,致使森林面积急剧减少 ,生物多样性丧失严重 ,很多珍贵物种濒于灭绝 ,很多特殊生态系统濒于绝迹(陆平等 ,1989 ;张仰渠等 ,1989 ;唐鹿君 ,戴秀章 ,1990 ;李含英等 ,1993)。森林面积的减少 ,生物多样性的丧失进一步使环境恶化 ,水土流失、沙漠化进程加快 ,生态系统进一步脆弱。目前 ,这种恶性循环所造成的直接和间接的经济损失相当严重。据陕、甘、宁、青、新五省区统计 ,从 1985 到 1990 年 ,仅森林、草原遭受破坏造成的直接经济损失至少在 40 亿元以上 ,沙漠化面积达 2380 万 hm^2 ,其中仅青海省一年就以 6.7 万 hm^2 的速度在扩大。水土流失面积超过 3300 万 hm^2 (张一民等 ,1991)。陕、甘两省每年流入黄河的泥沙 13.85 亿吨(张振万 ,张春林 ,1991) ,相当于氮、磷、钾同类化肥 1000 万吨。目前 ,自然灾害面积仍在不断扩大 ,环境恶化的趋势还在蔓延(张一民等 ,1991)。

2.2 西北生物多样性保护研究现状

20 世纪 80 年代初期 ,我国政府以遏制生态环境恶化、保护野生动植物栖息地为目的的生态建设工程全面启动。国家在《中国林业区划》中 ,正式将西北地区划归为黄土高原防护林区、蒙新防护林区及秦巴山地水源涵养用材林区 ,明确了西北地区主要天然植被的功能和作用。举世瞩目的三北防护林建设工程的实施 ,使得很多地区环境的恶化得到了遏制。同时 ,国家先后在陕、甘、宁、青、新各省区建立了 69 个不同功能的国家级、省、地、县级自然保护区 ,总面积达 1543.8 万 hm^2 ,其中国家级自然保护区 8 个 ,陕西太白山地

区、青海可可西里地区被划为具有国际意义的生物多样性关键地区(蒋志刚等 ,1997) ,使得很多濒于灭绝的动植物种类和特殊的生态系统得以就地保护。这无疑对遏制生态环境的恶化、挽救濒危动植物种类、保护生物多样性起到了积极的作用。

表 2 西北各省区已建的自然保护区面积统计(马乃喜 ,1995 ;刘东来等 ,1996 ;世界自然基金会 ,1998)
Table 2 Statistics on the nature reserve area in northwestern China

省名 Province	自然保护区数 Number of nature reserves			面积 Area(hm ²)	占省总面积 百分比 Percentage to province area (%)
	国家级 National	省级 Provincial	县级 County		
陕西 Shaanxi	4	9	2	259 793	1. 26
甘肃 Gansu	3	16	3	4 785 632	10. 55
宁夏 Ningxia	3	4	1	260 632	3. 94
青海 Qinghai	1	3	0	75 544	0. 10
新疆 Xinjiang	3	18	0	10 056 672	6. 05
总计 Total	14	50	6	15 438 273	

西北地区在珍稀濒危植物保护研究方面起步相对较早。曲式曾等(1986)对陕西省国家重点保护的 35 种植物作了调查 ,并论述了其分布区、用途等。吴振海(1988)对中国第二批珍稀濒危保护植物陕西的 18 种作了论述。狄维忠等(1988)出版了《陕西省第一批珍稀濒危保护植物》,全面系统地论述了陕西境内的珍稀濒危植物的形态、地理分布、保护现状、利用价值 ,并提出了保护对策。李鹏等(1992)对甘肃河西的 22 种稀有珍贵植物按经济价值、地理分布作了报道。裴会明(1992)作了甘肃珍稀濒危植物引种初报。尹林克等(1991)作了关于温带荒漠珍稀濒危植物的引种栽培 ,探索了植物的保护途径。西安植物园(1985)对陕西省珍稀濒危植物的染色体进行了较为系统的研究 ,为遗传生物学的研究奠定了基础。狄维忠等(1989)对陕西省国家珍稀濒危植物的分布规律作了研究 ,将它们划分 6 个类型 ,对以后的深入研究有重要的参考价值。杨戈(1991)、王理德(1995)对干旱荒漠区的珍稀濒危植物从营养器官解剖、水分生理指标测定、物候观察、化学分析等方面进行了深入研究 ,同时还有一些其他的研究资料也为今后的研究工作提供了有利的参考(潘伯荣 ,尹林克 ,1991 ;王烨 ,尹林克 ,1991 ;黄玉林 ,潘伯荣 ,1991 ;蒋进 ,1991)。

在珍稀濒危动物方面 ,1994 年出版的《中国西北地区珍稀濒危动物志》全面总结了近年来该领域的研究成果 ,论述了西北地区 143 种国家级珍稀濒危动物的形态、生活习性、地理分布、生境条件、利用价值及其受危程度 ,提出了相应的保护对策(中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室 ,1994)。

在生物多样性保护方面 ,刘宝霖(1995)对陕西省生物多样性保护存在的问题进行了论述。赵丰钰等(1997)分析了青海省生物多样性减少的原因 ,提出了保护建议。

然而 ,由于资金不足、科研力量薄弱等原因 ,西北地区生物多样性保护方面的研究相对滞后。主要表现在 :本底资源不清 ,需要保护物种种群规模及其受威胁的程度不清 ;主要濒危动植物濒危机理不清 ,保护对策不力 ;特殊生态系统受威胁的程度不清 ;干旱、半干

旱地区生物多样性与生态系统维持机制关系不清 ,物种在生态系统中作用和功能不清。在保护和持续利用方面 ,除了建立自然保护区 ,再也提不出从根本上解决有关生物多样性保护和生态系统恢复方面的措施。很多生态系统仍在退化 ,物种生存环境日益恶化。因此 ,为了抛砖引玉 ,给同行提供参考 ,我们在总结前人研究工作的基础上 ,提出了一些关于西北地区生物多样性深入研究的基本思路。

3 西北地区生物多样性保护的研究思路

3.1 编目和监测系统研究

对西北重点地区珍稀动植物进行全面的本底调查、编目 ,应用 GIS 系统建立监测网络。对濒危种群的规模、分布范围、密度进行清查和长期监测 ,对各珍稀动植物生存状况作出评价。选择重要的动植物种类进行重点监测 ,对其种群结构、数量动态作出预报。根据 IUCN 和我国濒危物种等级体系中的有关原则 ,从生境条件、种群减少速度、分布面积、个体数量等方面考虑 ,建立操作性强、简捷快速的物种濒危等级体系。提出一般的解危对策与重点动植物解危的具体方法以及生物学复壮技术。

3.2 保护生物学研究

选择西北地区重要的濒危动植物种类 ,从生态学、生殖生物学、遗传多样性三方面进行综合研究。主要内容包括 :生物学及生态学习性、行为特征、种群动态、种群规模 ;生殖及死亡高峰期、性比例、大小孢子或胚胎发育过程、败育或流产的主要原因 ;遗传多样性丰富程度及其在种群间、种群内的变异分布 ,分析物种濒危的主要原因。同时 ,在西北地区选择具有代表性的动植物种类 ,对小种群或异质种群进行生存力分析。通过对种群生态学资料、地理信息、种群遗传特征及人为干扰情况的研究 ,分析受危种群生存的关键因素、灭绝过程 ,灭绝风险和存活条件 ,制定出保护措施 ,并建立示范区。

3.3 迁地保护 ,扩大人工种群的研究

选择关键地区 ,建立珍稀濒危动植物的种质和基因资源收集基地。对濒危植物通过移栽天然苗、收集种子培养实生苗。通过组织培养、扦插、播种 ,激素处理等手段 ,研究其快速繁殖技术。对濒危动物 ,通过人工授精 ,克隆技术等扩大人工种群。在全国范围内 ,选择其适生地区 ,进行栽植和繁育 ,选择适当的动植物园、公园进行迁地保护 ,利用多种途径扩大人工种群。

3.4 生物多样性恢复的研究

应用恢复生态学原理对被破坏和退化的重要天然林地段、特殊生态系统进行生态系统的恢复研究。主要内容包括 :生物多样性与生态系统结构、功能的关系 ;生物多样性与生态系统稳定和维持机制的关系 ;生态系统中关键种、旗舰种(*flagship species*)的作用和功能 ;在退化生态系统中物理和生物因子对物种生活史 ,特别是对种群和群落结构的影响。

3.5 生物多样性持续利用的研究

应用生态学原理重点研究生态系统的规划、持续利用和经营 ,研究当地动植物和微生物是否可在新建成的生态系统(如人工林)中 ,保存或参与其生态学过程 ;探讨天然次生林或新建成的生态系统中有关阻碍物种共存的机制。

参 考 文 献

- 狄维忠,于兆英,1988. 陕西省第一批国家珍稀、濒危保护植物. 西安:西北大学出版社,1~250
- 狄维忠,仲铭锦,1989. 陕西省国家珍稀、濒危保护植物的分布规律. 西北大学学报(自然科学版),19(1):63~68
- 国家环境保护局自然保护司保护区与物种管理处(编),1991. 珍稀濒危植物保护与研究. 北京:中国环境科学出版社,147~179
- 黄玉林,潘伯荣,1991. 15种荒漠珍稀濒危植物化学成分分析的初步研究,干旱区研究 8(3):63~68
- 蒋进,1991. 八种荒漠珍稀濒危植物的抗旱性研究. 干旱区研究(2):39~44
- 蒋志刚,马克平,韩兴国,1997. 保护生物学. 杭州:浙江科学技术出版社,34~50
- 李含英,李耀阶,张昌兴,1993. 青海森林. 北京:中国林业出版社,59~103
- 李鹏,李彩霞,1992. 甘肃河西的稀有珍贵植物. 植物杂志(6):18~19
- 刘宝霖,1995. 关于保护和发展我省生物多样性问题的对策. 陕西林业科技(1):25~28
- 刘东来,吴中伦,阳含熙,1996. 中国的自然保护区,上海:上海科技教育出版社,11~256
- 陆平,严康雪,张瑛山,1989. 新疆森林. 北京:中国林业出版社,新疆人民出版社,46~80
- 马乃喜,1995. 中国西北自然保护区. 西安:西北大学出版社,60~84
- 潘伯荣,尹林克,1991. 我国干旱荒漠区珍稀濒危植物资源的综合评价及合理利用,干旱区研究 8(3):29~39
- 裴会明,1992. 珍稀濒危植物引种初报. 甘肃林业科技(4):38~39
- 曲式曾,张文辉,1986. 陕西省国家重点保护植物. 陕西林业科技(3):19~23
- 世界自然基金会,1998. 中国生物多样性保护综述. 北京:中国林业出版社,85~199
- 唐鹿君,戴秀章,1990. 宁夏森林. 北京:中国林业出版社,30~64
- 王理德,1995. 沙区五种珍稀濒危植物的水分生理指标测定及分析,甘肃林业科技(3):6~9
- 王烨,尹林克,1991. 19种荒漠珍稀濒危植物的物候研究,干旱区研究 8(3):45~56
- 吴振海,1988. 中国第二批珍稀濒危保护植物在陕西的分布. 陕西林业科技(2):19~22
- 吴征镒(主编),1980. 中国植被. 北京:科学出版社,143~726,956~960
- 吴征镒,王荷生,1983. 中国自然地理,植物地理,上册,北京:科学出版社,29~89,104~120
- 西安植物园,1985. 陕西省濒危、珍稀植物的染色体资料. 西安植物园通讯(1):63~65
- 杨戈,1991. 9种珍稀濒危保护植物营养器官解剖学的观察. 干旱区研究 8(3):39~45
- 尹林克,潘伯荣,王烨,赵振东,严成,1991. 温带荒漠珍稀濒危植物的引种栽培. 干旱区研究 8(2):1~8
- 张仰渠,张启凡,吴建恭,1989. 陕西森林. 北京:中国林业出版社,32~54
- 张一民,杜存恭,肖秀华,1991. 略论大西北生态建设的战略地位. 见:张振万(主编). 大西北生态环境论丛,第一集,北京:科学技术文献出版社,10~14
- 张振万,张春林,1991. 黄土高原地区植物资源合理开发利用对策的探讨. 见:张振万(主编). 大西北生态环境论丛,第一集,北京:科学技术文献出版社,298~302
- 赵丰钰,张胜邦,1997. 青海省生物性减少及防治对策研究. 林业科技通讯(1):4~6
- 中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室,1994. 中国西北地区珍稀濒危动物志. 北京:中国林业出版社,37~48

(责任编辑:孙大川)

面向 21 世纪课程教材——《微生物学》

《微生物学》由高等教育出版社出版,全书共15章,60余万字,是九五国家级重点教材之一,同时也被批准为“面向21世纪课程教材”。该教材由武汉大学生命科学院沈萍教授主持编写,编写人员还有北京大学黄仪秀教授、复旦大学周德庆教授、山东大学张长凯教授、南开大学杨文博教授等。该教材由国内几所著名大学的多位微生物学专家共同完成,体现了国内的最高水平,同时与国际先进教材接轨,力求反映微生物学科研究的最新水平。而且注意加强基础微生物学和应用微生物学之间的联系,体现了理论与实践的有机结合。适合理、工、农、林、医各类高等综合院校和师范院校生命科学方向本科生、研究生学习使用。