

中国荒漠化发展趋势及治理对策

Trends of Desertification in China and the Countermeasures

郑元润/ZHENG Yuan-run

中国科学院植物研究所植被数量生态学重点实验室, 北京 100093

Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China

[摘要] 对目前我国土地荒漠化的发展趋势进行了简要分析, 针对目前荒漠化防治工作存在的一些问题及荒漠化发生发展的主要原因, 提出了我国北方土地荒漠化防治的总体思路及优化模式。指出目前荒漠化防治工程中应充分尊重基本的生态学规律, 实现荒漠化工程的可持续发展; 同时应加强组织与管理, 充分调动各方面的积极性, 按照自上而下与自下而上相结合的模式开展荒漠化防治工作。

[关键词] 荒漠化; 防治模式; 可持续发展

[中图分类号] X43

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2006)11-0067-04

Abstract: The trends of desertification in China were briefly analyzed. Regarding the main challenges in combating desertification and driving causes of desertification development, the optimized regimes and general considerations for combating desertification in north China were proposed. The basic ecological rules should be considered sufficiently in the program for combating desertification to maintain sustainable development of ecological project. The organizations and management should be emphasized and enthusiasm of different parts should be encouraged for more efficient works. Up to down and down to up managing regimes should be efficiently combined for combating desertification in future.

Key Words: desertification; regimes; sustainable development

CLC Number: X43

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2006)11-0067-04

收稿日期: 2006-09-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(30570327, 30671724), 中国科学院资源环境领域野外台站基金, 教育部留学回国人员科研启动基金

作者简介: 郑元润, 男, 北京香山南辛村 20 号中国科学院植物研究所, 研究员, 主要从事土地荒漠化及其防治、半干旱区植被生态学及生态学模型研究; E-mail: zhengyr@bcas.ac.cn

药理研究。中药组分方剂则成分不完全清楚, 而且构成比较复杂, 所以, 不可能进行深入的分子药理研究。

就制剂而言, 对于中药注射剂, 只有化学成分完全清楚, 而且构成简单的中药分子方剂才能实现制剂质量的完全可控; 而化学成分既不完全清楚, 构成又复杂的中药组分方剂则不可能实现制剂质量的完全可控。现有的中药注射剂已有不少不良反应的报告, 这些注射剂的内容就是中药组分。

7 结论

1) 中药方剂的药效可以用中药分子方剂表示, 甚至加强。因此, 中药方剂可以用中药分子方剂取代。

2) 中药分子方剂兼具中药配伍作用与西药成分清楚的优点, 是未来药物发展的先进方向, 为中药注射剂发展开辟了道路。

3) 中药分子方剂是医药学科新增长点, 由此, 可以生长出医药科学的先进理论——中药分子方剂学与网络药理学。

4) 中药分子方剂研究虽然现在还仅仅处于萌芽阶段, 但是在我国中医药研究所有领域中, 是最有可能取得真正的科学突破并获得国际公认的成果的方向, 值得国家高度关注与重点支持。

参考文献(References)

- [1] 刘德麟. 分子网络紊乱与调节——分子中医药学导论[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [2] 刘德麟, 杨威. 理论——不断进化的思想逻辑体系[J]. 自然杂志, 1993, 17(11-12): 61-67.
- [3] 刘德麟, 金香兰, 杨威. 从分子作用把握整体效应——中药分子药理的理论研究[J]. 自然杂志, 1997, 19(6): 316-323.
- [4] 刘德麟. 分子配伍与网络分析——中医药学的分子原理与研究战略[J]. 自然杂志, 2000, 22(3): 141-145.
- [5] 刘德麟, 梁菊生. 广义证候与中药分子方剂[C]. 中国中西医结合学会成立 20 周年纪念大会论文集. 西安. 2001: 145-146.
- [6] 北京市中医科技发展“十五”计划和 2010 年规划[R].
- [7] KOIZUMI J, YOSHIDA Y, NAKAZAWA T,

et al. Experimental studies of ischemic brain edema: A new experimental model of cerebral embolism in rats in which recirculation can be introduced in the ischemic area [J]. Jpn J Stroke, 1986(8): 1-8.

- [8] LONGA Z E, WEISTEIN P R, CARLSON S. Reversible middle cerebral artery occlusion without craniectomy in rats[J]. Stroke, 1989, 20(1): 84-89.
- [9] 徐叔云, 卞如濂, 陈修. 药理实验方法学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2003: 1066-1067.
- [10] 陈国俊, 秦震. 大鼠插线法大脑中动脉缺血-再灌注模型的方法学与改进[J]. 临床神经科学, 1996, 4(3): 150-152.
- [11] 张均田. 现代药理实验方法(下册)[M]. 北京: 北京医科大学出版社、中国协和医科大学出版社, 1998: 1241.
- [12] 金元四大家医学全书. 刘完素医学文集[M]. 天津科学技术出版社, 1994.
- [13] 金元四大家医学全书. 张从正医学文集[M]. 天津科学技术出版社, 1994.
- [14] 黄帝内经. 素问[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1963: 31.

(责任编辑 李慧政)

20 世纪以来, 面对人类日益增长的物质需求, 人类社会面临空前的生态环境问题, 其中荒漠化更是一个引起全球政府和科学界共同关注的危害巨大的环境问题。

根据联合国环境规划署的定义, 荒漠化是指由于气候变异和人为活动等因素, 发生在干旱、半干旱或亚湿润干旱区的土地退化现象^[1]。我国荒漠化土地面积大、分布广、类型多。目前, 全国荒漠化土地面积超过 263.62 万 km², 占国土总面积的 27.46%。我国现代的荒漠化土地呈加速蔓延的趋势, 从 20 世纪 50 年代后期到 70 年代中期、70 年代中期至 80 年代后期、90 年代、90 年代中后期, 分别以平均每年 1 560 km²、2 100 km²、2 460 km²、3 600 km² 的速度扩展^[2]。其中, 沙质荒漠化土地面积约为 173.97 万 km², 主要分布在我国北方的以下 3 个区域: 半干旱地带的农牧交错区, 占北方沙漠化土地总面积的 40.5%;

半干旱地带波状沙质草原区, 占 36.5%;

干旱地带绿洲边缘及内陆河下游地区, 占 23.0%。行政上包括西北、华北、东北 13 个省、区、市^[3]。目前有报道称, 2005 年我国的荒漠化面积首次呈减少趋势^[3]。尽管由于种种原因及沙漠化评价标准的不一致造成一些统计数据的差异, 但毋庸置疑的是目前土地沙漠化仍对我国社会经济的发展及和谐社会的构建造成严重影响, 造成土地荒漠化的动因依然存在, 并有加强的趋势。在风沙危害严重的地区, 许多农田因风沙毁种, 粮食产量长期低而不稳, 群众形象地称之为“种一坡, 拉一车, 打一箩, 蒸一锅”。近年来频繁发生的与土地荒漠化直接相关的北方沙尘暴天气, 更是波及了我国北方的大部分地区, 包括京津地区都受到沙尘暴前所未有的影响。

1 中国荒漠化发生发展的主要原因

虽然气候变化渐趋明显, 但近代以来荒漠化的加速发展主要是由于爆炸式增长的人类活动造成的。尤其是我国, 人口快速增长、资源的无序利用, 是造成荒漠化的主要因素。对环境资源利用与管理的失当是近现代土地荒漠化的主要原因。

进入 20 世纪以来, 北方地区的人口随着几次大规模的移民拓荒而迅速增长。50 年代以来, 又经历了合作化、大跃进和“文化大革命”期间的几次拓荒高潮, 使人口的年增长率达 2.5%~3.0%。例如, 农牧交错的沙漠化地区人口从 50 年代至 80 年代平均年增长率曾达到 3.08%, 平均人口密度从 10~15 人/km² 增加到 40~60 人/km², 高者可达 80 人/km²^[4]。人口增长和社会需求的扩大, 加大了土地资源利用的压力。草原被进一步开垦, 也使草场面积锐减, 许多地区的土地利用方式从以放牧为主转变成以农耕为主。倍增的牧畜又集中在逐渐减

少的草场, 加大了放牧的负载; 日常生活所需燃料的增加也使樵采活动加强。这些都构成了导致沙漠化发生发展的主导人为因素——过度开垦、放牧和樵采^[5]。对我国土地荒漠化发展中心之一的鄂尔多斯高原近 50 年来气候及社会经济状况的分析表明, 尽管冬、春季降雨减少与气温增高为当地荒漠化的原因之一, 但近 50 年来社会经济快速发展对资源环境造成的压力是荒漠化的主要因素^[7-9]。我国浑善达克沙地荒漠化成因分析亦表明, 近几十年来, 如果仅考虑气候因素, 植被亦未表现出退化的倾向, 社会经济的快速发展是荒漠化发展的主要因素^[9-10]。

2 中国土地荒漠化治理中已采取的措施及存在的问题

从 20 世纪 50 年代起, 我国就拉开了防沙治沙的序幕。改革开放以后, 国家正式向沙化宣战, 并启动了一系列的重大生态建设工程, 如“三北”防护林、防沙治沙、京津风沙源治理等。在这期间, 国家和社会投入了大量的人力、物力和财力, 取得了一定的成效, 也积累了丰富的经验^[11-13]。在很多项目治理区, 的确出现了“人进沙退”的局面, 沙化形势发生了一定程度的逆转。然而, 江河断流、湖沼干涸、植被萎缩、土地沙化、沙尘暴愈演愈烈的现象依然触目惊心。已有生态工程与当地人民生活脱节, 造成生态工程的持续性与稳定性较差。造成这种结果的根本原因与荒漠化防治的总体思路有关, 即未从根本上认识荒漠化发生发展的基本规律, 未从国家的高度部署荒漠化防治工作。

3 荒漠化防治的区域优化模式与对策

3.1 荒漠化防治的区域优化模式

表面上看, 荒漠化表现为植被退化、生

产力降低、肥沃表土层损失、沙尘暴发生等自然现象。从深层次来讲, 土地荒漠化却是一个典型的社会经济问题。虽然地质历史时期的气候变迁造成了目前众多的自然景观分布格局, 包括面积巨大的沙漠景观; 但是目前的土地荒漠化则主要是由于人类不合理的生产活动造成的, 也即人类日益增长的生活需求导致对自然资源的需求增加与资源的无序利用相互叠加, 从而造成了我国目前荒漠化加速扩展的局面。因此, 所有的荒漠化防治措施与工程, 必须立足于提高当地人民生活水平及发展社会经济。防治荒漠化行之有效的手段即是如何最大限度地提高土地的生产力, 如何以最小面积的土地高质量地养育最大量的人口, 从而使人类在最小面积的土地上即可维持高质量的生活, 使大量的土地得以解放出来, 在自然或少量辅予以人为干预的情况下使大量荒漠化土地得以恢复。因此, 高投入、高产出的复合生态经济农牧业, 当是荒漠化防治的必由之路^[14]。在充分了解当地的环境容量, 确定明确的目标后, 应对当地的社会经济分工或土地利用格局进行合理配置。例如, 在我国广阔的西北地区就可以采用这种原则, 将土地简单地划分为以下 3 种类型, 并进行相应的经济活动。绿洲高产核心—高效农、林、果、牧、药体系。绿洲是荒漠化区域中局部得到充足地下水源水分补给的天然或人工绿地, 是灌溉农业高度集中和有高强度人类经济活动的人工景观。其生产力可能超过其外围荒漠数百倍。因此, 此区宜建立高效农、林、果、牧、药基地。建成外围防护林带、果树带, 高效农、牧业及中草药体系, 实现资源立体利用、提高地力的目标。因此, 绿洲高投入、高产出的各类农林牧产品养育、供应着当地人类社会的生活与生产。绿洲与荒漠过渡区。西北地区绿洲中心区与外围荒漠有着宽度不

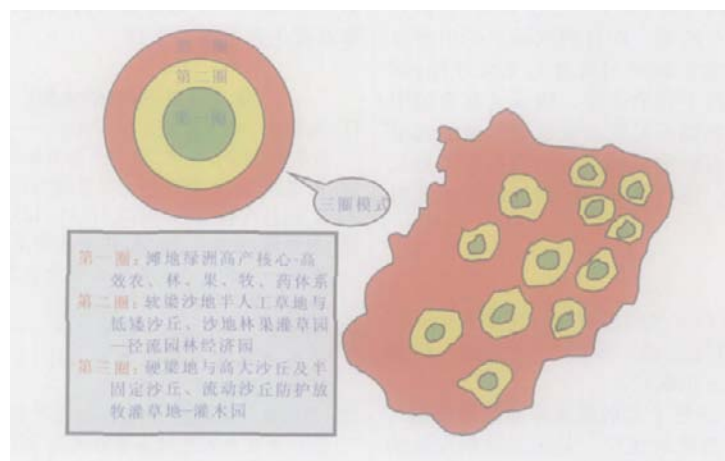


图 1 鄂尔多斯高原荒漠化防治的“三圈”模式
Fig. 1 “Three-circle” regime for combating desertification in Ordos plateau of China

等的过渡带, 生境条件相对较好, 可以发展经济林木与半人工草地, 具有对绿洲重要的缓冲与屏障作用。其作用一是构成高效生态经济复合系统的第二层防护体系, 二是提供高经济价值的产品, 防护与经济效益并重^[4]。封育保护与极低强度利用区。西北地区条件最为恶劣的退化土地, 或是地质历史时期产生的沙漠, 受到人为活动的严重干扰。多数荒漠植物生产力较低或作为饲草品质低劣, 饮水缺乏, 因而放牧价值低下、破坏性强、畜牧生产力很低。因此, 大片沙漠及土地严重退化区宜在人工促进恢复灌草丛后适度放牧, 但主要起防风固沙作用。应制定政策, 严格保护, 争取尽快恢复天然植被, 恢复生态系统的原有功能, 对核心区域起到良好的保障作用。通过上述模式既可维持当地人民高质量的生活, 又可以使大量退化土地得以休养生息, 逐步恢复其应有的景观类型。图 1 所示我们近年来在鄂尔多斯高原进行区域荒漠化防治的“三圈”模式, 即滩地绿洲高产核心——软梁沙地半人工草地与低矮沙丘、沙地林果灌草园——硬梁地与高大沙丘及半固定沙丘、流动沙丘防护放牧灌草地, 比例约为 1:3:6。“三圈”相辅相存, 构成鄂尔多斯沙地草地区可持续发展的荒漠化防治优化生态-经济管理与生产模式。经过多年的研究、示范与推广工作, “三圈”模式已得到当地政府和群众的认可, 对当地的荒漠化防治起到巨大的指导作用^[4]。

在更大的区域内则可以从国家的水平上进行协调, 在我国北方形成不同的产业带, 如农牧交错区、沙质草原区及典型的农业区, 各区之间分工不同、产业侧重点不同, 应相互配合、扬长避短, 充分重视生态系统服务功能的转换和协调, 从而形成可持续发展的荒漠化防治模式。

这一模式成功的关键是解决植被恢复与当地人民生活水平提高之间的矛盾。无论恢复植被多么精致, 在适应恶劣环境方面总比经过长期自然选择的天然植被的表现差, 即使是天然植被亦不能适应人类不合理利用导致的严重破坏; 更不用说相对脆弱的人工恢复植被。因此充分考虑当地的自然条件, 在较大的区域上统筹安排, 进行合理的社会分工, 是荒漠化防治必须的关键步骤; 还应充分考虑现阶段条件下的环境容量, 如果人口超过环境容量, 就要实施移民或进行产业转移, 以使土地得到休养生息的机会。鉴于目前我国的经济欠发达地区盲目进行城镇化建设值得商榷。应按照上述模式立足于就地解决问题, 当然对于十分特别的地区则另当别论。因此, 尽快建立合理的生态补偿机制是十分必要的。

3.2 基于生态学原理的荒漠化防治对策

3.2.1 在不同的荒漠化区域采取不同的恢复植被密度

过去进行植被恢复时, 未充分考虑水分平衡, 盲目地认为植被密度越大, 越能有效抑制荒漠化的发展, 但往往事与愿违。由于过大的植被密度, 导致地下水过快消耗, 植被在重建初期还能较好地生长, 几十年后由于水分缺乏开始衰退, 甚至大面积枯死, 这样的例子比比皆是。正确处理荒漠化防治与合理的植被密度是成败的关键, 而不是植被密度越大越好^[9]。

3.2.2 注意多物种合理配置, 增强恢复植被的稳定性

自然界的长期进化造就了千姿百态的生物界, 许多优良物种更适宜于当地的生态条件, 而且不同物种相互作用可以达到对自然资源的充分利用, 并在不同时期对生态环境形成有效的保护体系。而我国由于种种原因却盲目追求造林, 追求林木的快速生长, 致使植被品种单一, 既不能在不同时期形成十分有效的防护, 又导致生物多样性低下, 生态系统极不稳定。如我国著名的“三北”防护林, 由于主要品种为杨树, 不仅不能在春季多风季节形成十分有效的防护, 而且由于品种单一, 造成一旦病虫害发生就会大面积感染的结果。因此, 单一品种虽然便于操作, 但必须注意自然界的辩证关系, 尽量建成较为多样的生态系统。我国多年来在生态建设中的“北方杨家将, 南方马尾松”现象, 应该是造成生态环境建设成效偏低的重要原因之一, 必须引起有关方面足够的重视。

3.2.3 充分考虑植被分布的地带性和恢复植被的渐近配置

我国北方发生荒漠化的区域, 其地带性植被一般为草地、灌丛。在恢复植被时一定要充分重视植被分布的自然规律, 如果单从生态效益来考虑, 一定要注意恢复原生植被。同时, 应注意植被恢复的阶段性。经过多年的退化过程, 土壤及小气候已发生根本变化, 难以立即恢复原生植被, 应根

据具体条件选择合适的物种。总的原则是, 在此区域内的植被恢复应坚持“以草为主, 辅以灌木, 谨慎采用乔木的原则”。图 2 显示, 在鄂尔多斯高原相邻的 2 个地点不同植被的荒漠化防治效果。保存较好的乡土植物油蒿(*Artemisia Ordosica*)较好地覆盖了地表, 在全年的各个季节风沙活动都很微弱; 而由杨树(*Populus spp.*)形成的防护林, 不仅长势较差, 且地表基本裸露, 林下几无植被覆盖, 春季多风季节沙尘飞扬。这清楚地表明了乡土地带性物种在荒漠化防治中的重要作用。

3.2.4 合理配置速生种与乡土种, 增强恢复植被的可持续性

目前, 我国荒漠化防治中的短期效应很明显, 追求政绩工程、忽视长远发展, 从而易在各种环境建设工程中采用见效快、生长迅速的物种, 但后果之一就是物种单一; 或过分强调造林的作用, 而忽视植被分布的地带性规律。我国有句古训: “十年树木, 百年树人”。面对荒漠化防治这一难题, 要恢复有效的植被, 岂只是十年的功夫! 植被破坏容易, 恢复却是十分困难的。因此要很好协调长与短的关系, 充分结合乡土树种与速生物种的优点, 兼顾眼前及长期效益, 才能达到预期目标。

3.2.5 以生态保护为主, 工程治理为辅

俗话说防患于未然, 但做起来却很难。比如过度放牧, 从 20 个世纪初开始, 鄂尔多斯高原已从“风吹草低见牛羊”的大草原变成风沙漫天的沙化土地。几十年前, 谁又能想到我国大名鼎鼎的锡林郭勒大草原现在也敲响了荒漠化的警钟。而目前该区草场条件较好的地方还有人以“拥有数千只羊, 在家使用拖拉机, 进城开着桑塔纳为荣”; 在当地自然资源不足以支持普遍高水准的生活水平时, 难道这种漫山遍野放羊、掠夺式利用草场资源不是草原地区荒漠化的主因吗! 经过近 40 年的治理, 鄂尔多斯高原依然风沙肆虐, 防与治的关系可见一斑。因此, 在大力开展荒漠化防治的同时, 一定要优先采取措施, 保证现有的草地不



图 2 鄂尔多斯高原乡土植物油蒿及引进物种杨树固沙效果比较

Fig. 2 Comparison of the effects of sand-fixing by indigenous species (*Artemisia Ordosica*) and induced species (*Populus spp.*)

发生退化。

3.2.6 技术与产业创新

与荒漠化有关的高新技术都应得到有效应用。滴灌、喷灌及管道灌溉等节水灌溉措施,保水材料开发,地理信息系统、全球定位系统和遥感等高新技术,均应在荒漠化防治工作中得到广泛应用。我们也必须重视干旱区的资源开发,如旅游资源、植被资源(如中药材)、土地资源、水资源和气候资源(太阳能和风能),在不对自然资源掠夺性开发的条件下稳步提高当地人民的生活水平。

3.3 完善组织机构,加强法制建设

我国的荒漠化防治协调秘书处由十多个部委组成,与生态环境相关的部门大都设立相关的机构,各部门出于对本部门利益的考虑,对土地荒漠化的认识与管理难免不同,这造成了荒漠化土地监测与治理的各自为政,从而大大削弱了治理成果。建议合并各部委相互重叠的生态环境管理部门,设立全国性的生态环境管理机构,统一规划运作全国的荒漠化治理工作。同时,由于我国基层农牧民的经济实力较低、组织性较差,土地的公有性质决定了我国的荒漠化防治工作主要是由各级政府组织实施,其中资金来源主要靠国家的资金投入,因此我国的荒漠化防治工作基本上是自上而下的方式。其优点是可以集中全社会的力量在重点区域加强防治,缺点则主要是荒漠化防治工程可能与地方社会经济发展相脱节,当地积极性不高,对已有成果保护不利。由于发达国家的市场经济以及土地的私有性质,荒漠化防治工作更注重自下而上的方式,也即以农牧民小规模荒漠化防治为主,逐渐发展为一定数量农牧民参加的农牧民组织,到一定规模后也可得到国家的资助和指导。建议我国鼓励逐步建立类似的协调机制。伴随着家庭联产承包责任制,耕地及草地大多以家庭为单位进行承包经营,因此动员社会力量进行荒漠化防治应成为措施之一。通过多年的工作,基层农牧民中已涌现出许多荒漠化防治的典型代表。实践证明,自上而下的高效组织与自下而上的自觉行为相结合,应该是荒漠化防治的有效方式。

荒漠化防治成果需要法制的力量才能得以保持和发展。应加大力度传播和执行现有的法律法规,如《草地法》、《森林法》、《土地法》、《水土保持法》、《环境保护法》、《沙漠化防治法》等,增强各层次的法律意识。目前,必须尽快制止一些地方过度开垦、不合理砍伐薪材、挖掘药材的行为,必须强调依法办事、严格执法,完善土地使用的法律和法规,保护农牧民合理利用及改善荒漠化土地的积极性,使得荒漠化防治工作进入法律的轨道。

3.4 加强教育、培训和科学研究

荒漠化地区往往远离高新技术,农牧民接触先进技术信息的渠道有限。应充分发挥农业院校及研究所的社会公益培训功能,鼓励其不定期举办各种特殊课程培训农民,传播农业研究成果及可持续发展的思想与技术。应建立有效的教育与培训体系,提高农民的文化水平,鼓励他们进入农业信息渠道,例如互联网、电视及广播等。广播在技术推广中的影响非常巨大,能够传播所有种类的农牧业信息。政府应该鼓励各个层次的广播电台制作生动活泼、技术性强的广播节目,向广大农村地区传播相关信息,使农牧民的生产得到直接而有效的指导。电视节目是农牧业技术推广的重要媒体,但它的潜在价值仍受节目制作的高昂代价限制。各级政府应抓住我国目前实施的村村通广播电视工程,制作优秀的农牧业科技节目,加强电视网络的信息传播作用。互联网使人们可以迅速获得大量信息,能够加速产品进入市场、创造商机、改善服务、增加接受教育与培训的机会。网络使用者可获得的信息包括商品市场报告、价格信息、技术产品、气候信息等。目前,中国互联网发展迅速,但很少有农牧民可以进入互联网,互联网上的农牧业推广信息也很不完善。随着现代科技的发展,培训农牧民使用互联网的需求在不断增加。因此,应加速建立服务良好的互联网,高度重视出版有用的信息与技术,降低接入互联网的费用,使得农民能够接受并使用它。

土地荒漠化是一个非常复杂的过程,需要加强相关研究。目前,我国的相关研究仍过于分散,看似很大的研究项目实际产出有限,尤其目前过于看重论文发表的趋势更加不利于荒漠化防治的集中长期研究。因此,必须建立使研究工作能够高度集中的机制,使有限的经费集中使用;建立具有国际水平的研究基地,给后来者留下可以长期使用的、显示度较高的试验基地与设施。

3.5 调动全社会的力量投入荒漠化防治工作

荒漠化防治是一个综合性的系统工程,必须调动一切积极因素,加强荒漠化防治的资金与技术支持力度。随着我国加入世贸组织,金融单位之间的竞争将趋于激烈。我国的农业银行负责向与农牧业有关的活动提供支持,农业银行应利用广大的农村市场,在向农牧民提供相关贷款的同时,向农牧民提供农业生产建议与导向,增加农民使用贷款创造价值的机会,同时这也会加强银行资金的利用效率,并提高其在市场中的竞争力。

新的政策导致产生了一批主要是退休的农牧业科技人员组成的私人农牧业顾问,使得目前有很小比例的一部分过去由

政府部门提供的推广服务转为由私人顾问提供。我们应该继续鼓励私人推广服务,寻求私人与政府推广活动平衡的途径,以加强农牧业科技的传播速度,加强推广技术的针对性。

参考文献(References)

- [1] CHINA NATIONAL COMMITTEE FOR THE IMPLEMENTATION OF THE UN CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION. Traditional Knowledge and Practical Techniques for Combating Desertification in China [M]. Beijing: China Forestry Press House. 1996.
- [2] 张煜星,孙司衡.《联合国防治荒漠化公约》的荒漠化土地范畴 [M]// 国家林业局荒漠化监测中心编.中国荒漠化监测技术研究.北京:中国林业出版社.2000,7-12.
- [3] 2005 中国荒漠化和沙化状况公报. [EB/OL]. (2005 - 6 - 14). <http://www.china.org.cn/chinese/MATERIAL/889215.htm>.
- [4] 朱震达,陈广庭,等.中国土地沙质荒漠化 [M].北京:科学出版社,1994:35-38.
- [5] 朱震达,刘恕.中国的沙漠化及其治理[M].北京:科学出版社,1989.
- [6] 王涛.我国沙漠化研究的若干问题[J].中国沙漠,2003,23(5):477-482.
- [7] LI G Q, ZHENG Y R. The characteristics of regional climate change and pattern analysis on Ordos Plateau [J]. Journal of Environmental Sciences, 2002, 14(4):568-675.
- [8] 姜联合,王建中,郑元润,等.试论鄂尔多斯高原退化生态系统恢复与区域社会经济发展[J].干旱区研究,2004,21(6):144-149.
- [9] ZHENG Y R, XIE Z X, ROBERT C, et al. Did climate drive ecosystem change and induce desertification in Otindag sandy land, China over the past 40 years [J]. Journal of Arid Environment, 2006, 64(3):523-541.
- [10] 聂春雷,郑元润.浑善达克沙地荒漠化原因探析-以正蓝旗为例 [J].吉林农业大学学报,2005,27(2):183-189.
- [11] RUNNSTROM M C. Is northern China winning the battle against desertification [J]. Ambio, 2000, 29(8):468-476.
- [12] FULLEN M A, MITCHEL D. Desertification and reclamation in north-central China [J]. Ambio, 1994, 23(2):131-135.
- [13] MITCHELL D J, FULLEN M A, TRUEMAN I C, et al. Sustainability of reclaimed desertified land in Ningxia, China [J]. Journal of Arid Environments, 1998, 39:239-251.
- [14] 郑元润.高效持续荒漠化防治新途径初探——毛乌素沙地“三圈”模式的理论与实践 [J].林业科技管理,1998(2):20-23.
- [15] 张新时.毛乌素沙地的生态背景及其草地建设原则与优化模式 [J].植物生态学报,1994,18(1):1-16.

(责任编辑 赵佳)