

黄泛平原风沙区不同造林年限林地 土壤风蚀与理化性质的变化

姬生勋, 刘玉涛, 董智, 李红丽, 刘振

(山东农业大学 林学院/山东省土壤侵蚀与生态修复重点实验室/泰山森林生态站, 山东 泰安 271018)

摘要: 采用空间代替时间的方法, 研究了黄泛平原风沙区不同造林年限林地的土壤风蚀和理化性质。结果表明: 土壤风蚀深度随着造林年限的延长而降低, 1 a、3 a 造林地整体呈风蚀状态, 分属于中度与轻度风蚀, 5 a 造林地蚀积平衡, 为微度风蚀, 8 a 造林地以堆积为主。各林地在不同月份间的蚀积状况不同, 1 a 造林地各月均为风蚀状态, 8 a 造林地仅在 1 月、2 月有轻微风蚀。随着造林年限的增加, 土壤容重、非毛管孔隙度呈降低趋势, 而总孔隙度、毛管孔隙度、土壤含水量、有机质含量呈增大趋势, 但造林 5 a 后, 这一趋势减缓并趋于稳定。林地内微地形起伏造成行间风蚀深度、容重、非毛管孔隙度大于树下, 总孔隙度、毛管孔隙度和含水量小于树下。该研究可为林地经营及其风蚀防治、土壤改良提供依据。

关键词: 黄泛平原风沙区; 人工造林; 造林年限; 土壤理化性质; 土壤风蚀

中图分类号: S157; X727. 23

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)03-0158-04

Variations of Wind Erosion and Soil Physicochemical Properties in Artificial Afforestation with Different Years in Yellow River Flood Plain

Ji Sheng-xun, Liu Yu-tao, Dong Zhi, Li Hong-li, Liu Zhen

(College of Forestry, Shandong Agricultural University, Shandong Province Key Laboratory of Soil Erosion and Ecological Rehabilitation, Taishan Forest Ecosystem Research Station, Tai'an, Shandong 271018, China)

Abstract: The wind erosion and soil physicochemical properties in afforestation with different years in the Yellow River Floodplain were measured by using the method of 'space replacing time'. The results showed that the depth of soil wind erosion decreased with increasing of the years of afforestation. Wind erosion is the mainly state in the 1-year and 3-year forest land, which belongs to middle degree erosion and light erosion. Erosion-deposition equilibrium was presented by 5-year forestland, slight erosion. Sand accumulated in 8-year forestland. There were different erosion and deposition state of different forestland in different month. Wind erosion is the mainly status in every month in the 1-year forestland, however, in the 8-year forestland, light erosion is the most serious status just in January and February. Soil bulk density and non-capillary porosity reduced with the increase of the years of afforestation. But total porosity, capillary porosity, soil water content and organic matter content appeared an increasing trend with the increase of afforestation years. However, this trend of the afforestation years was slackening off and then reaching a plateau after 5 years. Wind erosion depth, soil bulk density, non-capillary porosity in the middle rows of trees are higher than that of under the tree caused by the terrain, and total porosity capillary porosity and water content appears reserved trend. The results of this research could provide evidence for forest management, wind erosion control and soil improvement.

Key words: The Yellow River flood plain; artificial afforestation; planting years; soil physicochemical property; soil erosion

收稿日期: 2010-11-06

修回日期: 2010-11-23

资助项目: 国家自然科学基金(30972420); 山东省中青年优秀科学家基金“山东省沙化区土地沙化机理与生态经济型整治技术的研究”

作者简介: 姬生勋(1980-), 男, 山东聊城市莘县人, 硕士研究生, 主要从事沙地治理与林业生态工程研究。E-mail: jishengxun@163.com

通信作者: 董智(1971-), 男, 内蒙古乌兰察布市人, 博士, 副教授, 主要从事荒漠化与道路灾害防治研究。E-mail: nmgdz@163.com

土壤风蚀是干旱、半干旱以及部分半湿润地区土地沙漠化与沙尘暴灾害的首要环节,也是世界上许多国家和地区的主要环境问题之一^[1]。山东鲁西北地区因历史上黄河频繁改道与决口泛滥,形成多条故道与大面积的黄泛冲积平原,因其风沙化严重而被联合国列为高度荒漠化威胁区^[2]。莘县位于鲁西平原,属莘县-冠县-临清-夏津-陵县故道形成的故道风沙区,区内沙物质沉积丰富,在春、秋、冬季,风沙吹扬严重,土壤风蚀明显、土地沙化普遍,是聊城市中、强度侵蚀集中分布区^[3]。土地风沙化给区域人民群众的生产和生活带来极大的危害。为防治风沙危害,该区域开展了以林为主的人工防护林、农林复合经营与速生丰产林等林业生态建设工程。近年来,许多学者就黄泛平原区林业建设模式、更新、杨树人工林无性系蒸腾特性、改善小气候效应、土壤水文效应、改良土壤效应、经济效益及农林间作增产效应等进行了研究^[4-9]。然而针对林地土壤风蚀及其理化性质随造林时间延长而变化的研究较为少见。很多地区在造林时并未进行土壤风蚀及理化性质的测定,这也给研究不同造林时间对造林地土壤风蚀及理化性质的影响造成了困难。基于此,本文采用空间替代时间法,研究不同造林年限的人工林地对土壤风蚀及理化性质的影响,同时就各造林地内行间与树下各参数的变化进行研究,以期揭示造林时间长短对土壤风蚀状况和

土壤理化性质的影响,为林地的合理经营及防沙治沙提供科学依据。

1 研究区概况

研究区位于莘县西北部,处于莘县、冠县和大名县三县交界处,总面积 83 km²。研究区属温带亚湿润季风性大陆气候,春秋季节干燥多风,夏季降水集中,冬季寒冷干燥多风。多年平均气温 13.2℃,平均降水量为 545 mm,年均风速 3.4 m/s。研究区属黄河冲积平原,土层深厚,土地风沙化严重,冬春季极易引起土壤风蚀和扬沙现象。土壤类型为褐化潮土,土壤养分含量低。由于地力贫瘠,该区大部分以花生、小麦、玉米等作为主要种植作物,并实行一年一作制,冬春季有大量裸露土地出现。该区曾是联合国 2606 造林项目建设区,也是杨树防护林与速生丰产林的主要建设区,区内有不同造林年限的杨树人工林地。

2 研究方法

2.1 样地选择

在详细调查研究区土壤、造林年限及造林前土地利用方式的基础上,分别选定土壤类型一致、造林前利用方式相同或相近的 1 a 造林地、3 a 造林地,5 a 造林地和 8 a 造林地为研究对象。各造林地均为片林,各林地的具体状况见表 1。

表 1 各造林地具体状况表

样地	代号	林龄/a	造林密度/(m×m)	树高/m	胸径/cm	冠幅/(m×m)
1 a 造林地	LD-1	1	2×2	3.5	2.62	1.05×1.14
3 a 造林地	LD-3	3	2×4	7.1	7.09	1.32×1.65
5 a 造林地	LD-5	5	2×4	13.3	14.87	1.80×1.45
8 a 造林地	LD-8	8	4×4	17.9	17.16	2.46×2.25

2.2 土壤风蚀测定

在各样地内,沿对角线分别选择 5 m×10 m 的样方各 5 块,于 2009 年 10 月 30 日在样方内按 1 m×2 m 的规格设置测钎,测钎顶端距地面高度为 1 cm,每月 30 日测量测钎顶端距地面的高度,直至 2010 年 4 月 30 日止;以前后两次测定高度之差做为蚀积厚度,其中正值为风蚀,负值为堆积。1,3,5 a 的造林地,测钎在行间按 1 m 间距布设,即树下、行间各 3 行,株间按 2 m 布设,每样地共布设 36 根测钎。8 a 的造林地测钎布设样方 10 m×20 m,测钎均按 2 m×2 m 布设,每样地 24 根测钎。

2.3 土样理化性质测定及分析

土壤风蚀测定结束后,在每根测钎周围,挖取土壤剖面,用环刀法测定 0-5 cm 土层的土壤孔隙度、容重,并用烘干法测定土壤含水量,同时取土样,带回

室内风干,用铬酸氧还滴定法测定土壤有机质。所有数据采用 SPSS 软件处理分析。

3 结果与分析

3.1 不同造林年限林地土壤风蚀的时空变化
3.1.1 不同造林年限林地土壤风蚀总体状况 人工造林是黄泛平原风沙区防风固沙的重要手段,但不同造林年限的造林地,其对于土壤风蚀的控制作用不同。图 1 为 1,3,5,8 a 造林地当年 11 月至次年 4 月的蚀积状况。由图看出,当年 11 月至次年 4 月的观测期间,不同造林年限的林地其土壤风蚀状况差异明显,且随着造林年限的增加,土壤风蚀强度降低,风蚀深度减少,并出现堆积。总体上,1 a、3 a 的造林地均处于风蚀状态;5 a 造林地则表现为蚀积平衡状态;而 8 a 造林地表现为堆积。1 a 造林地的平均风蚀深度

1.11 cm, 3 a 造林地的平均风蚀深度为 0.25 cm, 仅是 1 a 造林地风蚀深度的 22.5%。5 a 造林地蚀积平衡, 风蚀深度为 0.01 cm, 仅为 1 a 造林地风蚀深度的 0.9%; 而 8 a 造林地主要表现为风积, 其堆积深度为 0.29 cm。据水利行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007) 中土壤风力侵蚀强度的划分标准分析, 1 a 造林地为中度风蚀, 3 a 造林地为轻度风蚀, 5 a 造林地无明显侵蚀, 为微度风蚀, 8 a 造林地为风积。

不同造林年限林地的风蚀现状表明, 虽然造林能够有效降低风速, 防治风蚀现象的发生, 但在造林初期尚不能完全防止风蚀。这是因为新造林尚不能形

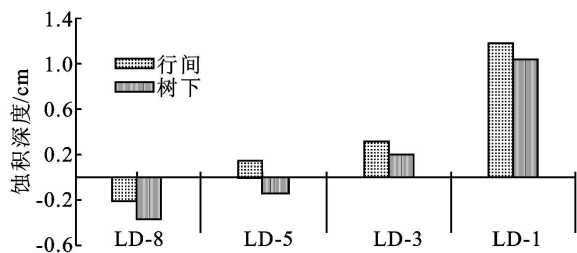


图1 不同造林年限林地土壤总体蚀积深度

3.1.2 不同造林年限林地土壤风蚀的月际变化 由图2可知, 不同造林年限林地不同月份其蚀积表现差异明显。1 a 造林地在各个月份均为风蚀状态, 且11月风蚀深度最大, 次之为4月, 而2月风蚀深度最小, 11月和4月的风蚀深度分别为2月风蚀深度的4.38倍和3.85倍。3 a 造林地在11月至次年2月处于风蚀状态, 且以12月风蚀最大, 3月、4月处于风积状态。5 a 造林地在11月、3月、4月处于风积状态, 而12月至次年2月一直为风蚀状态, 且以12月风蚀深度最大。8 a 造林地仅在1月、2月有轻微的风蚀现象, 其他月份均处于风积状态。各个月份土壤蚀积深度上的变化, 一方面与该地区风速的季节性变化有关, 11月、12月和3月、4月为该地区风速较大的月份, 且风速差别不大, 而1月和2月风速小, 仅为4月份风速的71.4%和80.1%, 因风速大小的不同而造成蚀积量在各月间的差异。另一方面, 蚀积量也与树木的生长有较大关系, 11月叶子尚未完全落尽, 仍能发挥一定削弱风速的作用, 而在4月份时, 新叶开始展放, 使其具有降低风速的作用。12月至翌年3月仅有树体在发挥作用, 由于不同造林年限林地的胸径断面积差别明显, 造成了对风速作用的不同。但对于1 a 造林地而言, 因造林年限短, 树体尚难发挥作用, 因而与其他年限的林地有较大的差别。此外, 1月、2月蚀积量小还可能与温度低, 地表冻结有关。

3.1.3 不同造林年限林地土壤风蚀的空间变化 由

成一定的郁闭度, 达不到一定的枝叶量, 其防风控蚀作用较弱, 加之1 a 造林地因当年造林, 林地地表土壤结构松散, 抗蚀性差, 因而其风蚀深度最大。随着造林年限的延长, 杨树根系增多, 对土壤的固持作用增强, 而且林分内开始出现枯落物的覆盖, 土壤有机质含量相对较高, 提高了土壤的团粒结构, 相应地增加了土壤的抗蚀性, 使得风蚀量大大减少。此外, 由于杨树人工林的进一步生长, 枝叶增多, 树体的防风效应逐渐增强, 不仅减弱了风蚀, 而且开始能够拦蓄风沙。野外调查表明, 5 a、8 a 的造林地内出现苔藓、地衣等结皮层, 结皮层的出现主要与沉积细粒物质有关。

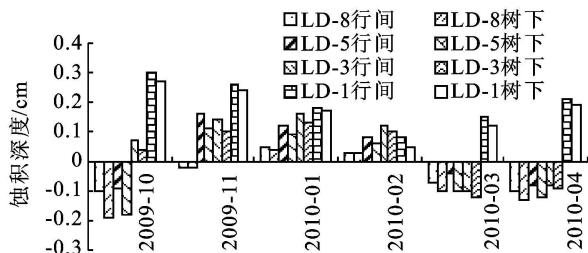


图2 不同造林年限林地土壤蚀积月际变化

图1看出, 不同造林年限行间与树下的蚀积状况差异较大。1 a、3 a 的造林地行间与树下虽然均处于风蚀状态, 但行间的风蚀量却高于树下, 1 a、3 a 造林地行间风蚀深度分别是树下的1.13倍和1.55倍; 5 a 造林地则表现为行间风蚀、树下堆积, 总体上平衡的态势; 而8 a 造林地则行间和树下均表现为堆积, 但行间的堆积深度却小于树下的堆积深度, 后者是前者的1.76倍。行间与树下的蚀积表现的差异可能与二者的微地形起伏及有无树体遮挡有关, 行间地势稍高, 且无树体的遮挡, 风速流场畅通, 因而风速就大; 而树下则地势稍低, 行间稍高的地势在其上风向形成了类似高垄的功能, 可以起到降低风速的作用, 而且因树体的遮挡与分流, 风速在树体前减弱, 因而风蚀降低甚至于会引起沉积。二者的共同作用使得行间风蚀深度略大于树下。1 a 和3 a 生树下的风蚀深度分别为行间的88.1%和64.5%, 分别较行间减小11.9%和35.5%。

不同造林年限林地行间与树下在月份间的土壤蚀积规律相互一致, 但在蚀积深度上有差别。风蚀发生时行间风蚀深度大于树下, 堆积时则相反, 树下的堆积较行间大。

3.2 不同造林年限对土壤理化性质的影响

3.2.1 不同造林年限林地土壤物理性质的变化 土壤容重与孔隙度是表征土壤物理性质的重要指标, 可综合反映土壤结构性能和紧实程度, 对土壤的透气性、入渗性能、持水能力以及土壤的抗侵蚀能力都有

非常大的影响。由表 2 可知, 随造林年限的增加, 土壤容重减小, 土壤总孔隙度、毛管孔隙度及含水量增加, 非毛管孔隙度减小; 而在达到一定造林年限(5 a)后, 容重及总孔隙度、毛管孔隙度和非毛管孔隙度的变化趋势减缓, 数值上趋于稳定。这与黄承标等的研究结果一致, 人工林林地的土壤容重、孔隙度、含水量随造林年限增加趋于稳定^[10]。

利用 SPSS 软件对各指标进行的方差分析表明, 容重、总孔隙度、毛管孔隙度、非毛管孔隙和含水量差异明显。多重比较结果显示, 1 a 造林地与其他造林地各物理性状指标上差异明显, 容重、孔隙度与含水量等指标上均差异显著; 3 a 造林地与 5 a 造林地除毛细孔隙度差异不显著外, 其他指标均差异明显; 3

a 造林地与 8 a 造林地各指标上差异明显, 但 5 a 造林地与 8 a 造林地各指标上差异均不明显。

对于行间和树下各物理性状指标而言, 方差分析表明, 行间的容重、非毛管孔隙度大于树下, 且差异明显; 而总孔隙度、毛管孔隙度和土壤含水量均小于树下, 且总孔隙度、毛管孔隙度差异不明显, 土壤含水量差异显著。这与行间与树下微地形起伏及受光程度、根系生长等因素有关。树下地形稍低, 降水后形成的地表径流向其集中, 且树干周围受树冠遮阴明显重于行间, 地面正常蒸散量低于树下, 因而树下的土壤含水量高于垄上。而随着造林年限的增加, 树干周围衍生出的须根及根系的正常死亡, 加大了土壤中非毛管孔隙的数量。

表 2 不同造林年限林地土壤物理性状

林地类型	容重/(g·cm ⁻³)	总孔隙度/%	毛管孔隙度/%	非毛管孔隙度/%	土壤含水量/%
LD-1	1.34±0.18C	45.59±2.61A	41.04±3.25A	7.53±3.10C	5.26±1.97A
LD-3	1.29±0.15B	48.37±2.74B	44.54±3.29B	5.83±2.46B	8.27±2.71B
LD-5	1.24±0.12A	50.67±3.80C	45.23±4.24B	5.44±1.60A	9.06±3.33C
LD-8	1.22±0.10A	50.76±3.26C	45.62±4.15B	5.14±1.22A	9.56±2.63C

注: 列内字母有一个相同者表示差异不显著(α= 0.05)

由表 2 可知, 各林地的表层土壤含水量差异明显, 造林年限大者其表层含水量也高, 而土壤水分能增大土壤颗粒间的粘附力, 增强土壤的抗风蚀性^[11]。因而, 随着造林年限的增加, 有效地提高了土壤的抗风蚀性, 使其风蚀量大大减少; 而且树下土壤含水量的提高也加大了其抗蚀性, 造成树下风蚀深度小于行间的特征。

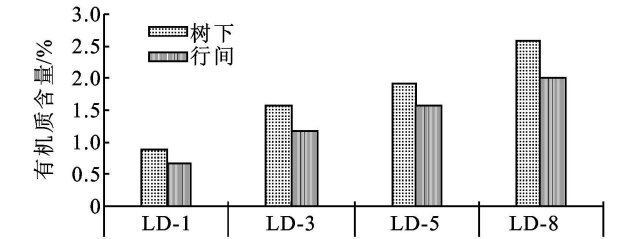


图 3 不同造林年限林地土壤有机质的变化

3.2.2 不同造林年限林地土壤有机质的变化 由图 3 看出, 无论是行间还是树下, 土壤有机质含量均随着造林年限的增加而增加, 方差分析表明, 造林能够有效提高土壤有机质含量, 不同造林年限林地有机质含量差异显著, 且树下的有机质含量均高于行间的有机质。有机质含量的差异归因于枯落物的积聚与苔藓、地衣的生长。随着造林年限的增加, 林内枯枝落叶积聚增加, 通过微生物分解作用而形成有机质, 而且, 林地在 5 a 时地面出现苔藓和地衣结皮, 而苔藓与地衣形成的生物结皮对土壤理化性质的改变和增加土壤有机质含量起着重要作用^[12-13], 并能显著提高土壤的

抗蚀性能^[14]。结合不同造林年限林地风蚀深度的变化可知, 有机质含量的增大有利于增大土壤水分含量, 有利于增强土壤的抗蚀性能。

4 结 论

(1) 造林是黄泛平原风沙区控制风沙活动的主要措施, 但造林年限不同其控制土壤风蚀效果差异明显。随着造林年限的延长风蚀深度下降, 风蚀强度降低并出现风积现象。不同造林年限林地风蚀深度时空变化明显, 不同林地各月份间的蚀积状态不同, 在空间上, 林地行间风蚀深度大于树下, 堆积深度小于树下。

(2) 年际尺度上, 土壤容重、非毛管孔隙度随造林年限增大而呈降低趋势, 总孔隙度、毛管孔隙度、土壤含水量、有机质含量则与之相反, 呈增大趋势, 但造林 5 a 后, 各性状的变化趋势减缓并趋于稳定。空间尺度上, 林地内微地形起伏造成行间风蚀深度、容重、非毛管孔隙大于树下, 总孔隙度、毛管孔隙度和含水量小于树下。

参考文献:

[1] 吴正, 刘贤万, 董治宝, 等. 风沙地貌与治沙工程学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
[2] 刘德. 山东省土壤侵蚀与水土保持工作现状分析[J]. 水土保持研究, 1994, 1(2): 1-11.

国城市面临的瓶颈,也是世界性的难题,探讨经济转型背景下的土地利用转型和模式构建等问题同样困难重重。本文在评价大庆市土地集约利用水平和找出制约因素的基础上,基于循环经济理论、资源同步利用角度和可持续发展理论提出了3种土地集约利用模式及政策建议,也为其他类型资源型城市如何合理利用土地,协调土地利用转型和经济转型的关系起到抛砖引玉的作用。此外,结合具体的理论分析和实证研究也将是今后本项研究需要深入的地方,而土地集约利用模式的实施同样离不开经济、法律、政策、技术以及管理体制等层面的保障和支持,这也有待于笔者更进一步的研究。

参考文献:

- [1] Enrico, Willem G M S. 多样化集约式土地使用政策的制度构建[J]. 袁媛,译. 国外城市规划, 2002(6): 4-12.
- [2] K+ Dong K, Saro L, Hyun+ Joo O, et al. Assessment of ground subsidence hazard near an abandoned underground coal mine using GIS[J]. Environmental Geology, 2006, 50: 1183-1191.
- [3] Fox H R. Land reclamation: Achieving Sustainable Benefits[C]. Proceedings of the 4th International Conference on Land Reclamation, Nottingham, Rotterdam, The Netherlands, 1998: 277-286.
- [4] Gentcheva-Kostadinova S, Height M J. Land reclamation and forestation research on the coal mine-disturbed lands of Bulgaria[J]. Land Use Policy, 2004, 5: 94-102.
- [5] 姜华君, 庄健鸿. 煤矿开采区水、土地与煤炭资源同步利用模式研究[J]. 资源科学, 2007, 29(5): 90-94.
- [6] 李建华. 资源型城市可持续发展研究[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2007: 52-74.
- [7] 张广本. 我国石油资源型城市经济转型的对策研究[D]. 山东东营: 中国石油大学华东, 2009.
- [8] 藏淑英, 黄樨. 资源型城市土地利用变化的景观过程响应: 以黑龙江省大庆市为例[J]. 生态学报, 2005, 25(7): 1699-1706.
- [9] 李龙. 资源型城市土地资源与矿产资源冲突问题分析[J]. 哈尔滨商业大学学报: 社会科学版, 2007(5): 107-109.
- [10] 张宏, 任海军. 论城市土地经营与资源型城市产业结构的调整[J]. 西北师大学报, 2007, 44(1): 115-118.
- [11] 陈佑启. 城乡交错带土地利用模式探讨[J]. 中国土地科学, 1997, 11(4): 32-36.
- [12] 孙新章, 张立峰, 张新民, 等. 河北坝上农牧交错带生态经济型土地利用模式与技术[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 255-258.
- [13] 朱连奇, 钱乐祥, 刘静玉, 等. 山区农业土地利用模式的设计[J]. 地理研究, 2004, 23(4): 479-486.
- [14] 罗格平, 张百平. 干旱区可持续土地利用模式分析: 以天山北坡为例[J]. 地理学报, 2006, 61(11): 1160-1168.
- [15] 宋戈, 张文雅, 马和. 森工城市转型期土地集约利用指标体系的构建与评价: 以黑龙江省伊春市为例[J]. 中国土地科学, 2008(10): 34-38.
- [16] 宋戈, 高志昊, 马和. 石油城市转型期土地集约利用对策研究: 以黑龙江省大庆市为例[J]. 中国国土资源经济, 2008(12): 24-23.
- [3] 张重阳, 董杰, 王倩. 聊城市土地沙化现状及防治对策[J]. 国土与自然资源研究, 2004(3): 54-52.
- [4] 任中兴, 房用, 杨吉华, 等. 黄泛沙地小网格农田防护林网防风固沙和增产效益的研究[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2009, 40(3): 398-404.
- [5] 宗萍萍, 鲍玉海, 杨吉华, 等. 黄泛沙地小网格农田防护林网防护效应的研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(6): 110-113.
- [6] 吕爱霞. 夏津县黄泛沙地复合经营型杨树人工林生态经济效益研究[D]. 山东泰安: 山东农业大学, 2006.
- [7] 许景伟, 王卫东, 刘盛芳, 等. 黄泛平原农田林网杨树更新年龄的研究[J]. 林业科学研究, 2001(5): 574-577.
- [8] 吕爱霞, 杨吉华, 刘克长, 等. 黄泛沙地杨树丰产林不同无性系蒸腾特性研究[J]. 林业实用技术, 2006(2): 7-10.
- [9] 王兴翠, 刘克长, 杨吉华, 等. 黄泛沙地杨树丰产林改善小气候效应的研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 206-209.
- [10] 黄承标, 温光远, 莫炯松. 尾巨桉不同连栽代数林地土壤水文-物理性质的研究[J]. 生态环境, 2007, 16(2): 538-543.
- [11] 董治宝, 钱广强. 关于土壤水分对风蚀起动风速影响研究的现状与问题[J]. 土壤学报, 2007, 44(5): 934-942.
- [12] Belnap J. Surface disturbances: their role in accelerating desertification[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 1995, 37: 39-57.
- [13] 李新荣, 贾玉奎, 龙利群, 等. 干旱半干旱地区土壤微生物结皮的生态学意义及若干研究进展[J]. 中国沙漠, 2001, 21(1): 4-11.
- [14] Belnap J. The world at your feet: desert biological soil crusts[J]. Frontiers in Ecological Environments, 2003, 1(5): 184-189.

(上接第161页)