

# 农业旅游开发对内蒙呼伦贝尔草原生态环境的影响

汪洪旭

(内蒙古化工职业学院, 呼和浩特 010071)

**摘要:**研究了农业旅游开发对呼伦贝尔沙质土壤草甸草原植被—土壤等生态环境的影响。结果显示:1) 农业旅游开发显著降低了植被覆盖度、丰富度指数、均匀度指数和多样性指数( $p < 0.05$ ),对植被优势度指数没有显著影响( $p > 0.05$ );2) 农业旅游开发增加了土壤容重和 pH,降低了土壤含水量和电导率;3) 农业旅游开发显著增加了土壤粗沙( $p < 0.05$ ),显著降低了土壤粘粉粒( $p < 0.05$ ),对细沙和极细沙没有显著影响( $p > 0.05$ );4) 农业旅游开发显著降低了土壤氮素(全氮和碱解氮)和钾素(全钾和有效钾)( $p < 0.05$ ),而土壤磷素(全磷和有效磷)则不受农业旅游开发的影响( $p > 0.05$ ),其中土壤钾素(全钾和有效钾)变化幅度较大,对农业旅游开发表现较为敏感;5) 相关性分析表明:农业旅游开发下植被属性主要取决于土壤有效养分。

**关键词:**农业旅游开发; 呼伦贝尔草原; 土壤; 植被

中图分类号: S36

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)02-0290-05

## Effect of Agriculture Tourism Development on Eco-environment of Hulunbuir

WANG Hongxu

(Inner Mongolia Vocational College of Chemistry Engineering, Hohhot 010071, China)

**Abstract:** The effect of agriculture tourism development (ATD) on eco-environment of Hulunbuir was investigated. The results showed that: 1) ATD significantly reduced the vegetation coverage, richness index, evenness index and diversity index ( $p < 0.05$ ), but had no significant influence on the dominance index ( $p > 0.05$ ); 2) ATD increased soil bulk density and pH, reduced soil water content and electrical conductivity; 3) ATD significantly increased coarse sand of soil ( $p < 0.05$ ), reduced the silt and clay in soil ( $p < 0.05$ ), but had no significant influence on the fine sand in soil ( $p > 0.05$ ); 4) ATD significantly reduced soil nitrogen (total nitrogen and alkaline hydrolysis nitrogen) and soil potassium (total potassium and available potassium) ( $p < 0.05$ ), but had no significant influence on soil phosphorus (total phosphorus and available phosphorus) ( $p > 0.05$ ), however, soil potassium (total potassium and effective potassium) was more sensitive to the ATD because of its large change range; 5) correlation analysis showed that vegetation properties mainly depended on the soil available nutrients in Hulunbuir prairie.

**Keywords:** agricultural tourism; Hulunbuir prairie; soil; vegetation

农业旅游是现代农业和旅游业相结合的一种新兴产业,以农业生产为依托,满足人们精神和物质享受而开辟的文化性很强、大自然意趣很浓、农业和乡村特色很突出的一种交叉性产业<sup>[1-3]</sup>。近年来,农业生态旅游已经成为了一种新的旅游形式,它具有经济、社会、教育、游憩、保健、文化和环保等多种功能,是当前和今后合理有效利用农业资源、优化农业结构、提高农业效益、增加农民收入、加强城乡交流、促进农村发展和现代化建设的重要新途径<sup>[4-5]</sup>。

呼伦贝尔草原占呼伦贝尔市总面积的 40% 左

右,跨越草甸草原、典型草原和半荒漠草原,是构成欧亚大陆草原的重要组成部分,是我国北方重要的生态屏障和国家防沙治沙的重点区域<sup>[6-7]</sup>,对维护东北乃至华北地区的生态安全具有重要的战略意义<sup>[6-9]</sup>。近年来,呼伦贝尔草原退化十分迅速,由农业旅游引起的草原沙漠化类型多样、分布广泛,具备开展农业旅游开发引起草原沙漠化机理研究的紧迫性、典型性和得天独厚的优越条件<sup>[8-11]</sup>。作为人类旅游开发活动的重要表现形式,迅猛发展的旅游开发活动势必会对生态环境产生一定的影响,其引起的生态学效应受到

广泛的重视,揭示旅游开发活动对生态环境的影响成为对生态系统有效保护的必要前提<sup>[10-11]</sup>。国外旅游活动对植物和土壤影响的研究始于 20 世纪 60 年代,主要涉及到践踏、露营等不同类型与不同强度旅游活动对物种多样性及土壤理化性质的影响等<sup>[12]</sup>;国内旅游活动对环境的影响研究主要始于 20 世纪 90 年代后期,由于起步较晚,国内旅游生态影响研究的深度和广度较为匮乏,涉及的植物群落和区域环境也相对较少,并且研究结论也不甚一致,无法满足旅游活动对生态环境的响应及应对措施<sup>[10-12]</sup>。鉴于此,研究农业旅游开发对呼伦贝尔沙质草甸草原植被—土壤的生态环境的影响,分析农业旅游开发对草原生态环境的危害,可为恢复草原生态系统提供理论基础,进而为切实保护和恢复呼伦贝尔草原提供科学的参考依据,使草原能更好地发挥生态屏障作用。

## 1 材料与方 法

### 1.1 研究区概况

研究区位于呼伦贝尔沙质草原区北部(48°48′—50°12′N, 118°22′—121°02′E),研究区具有半湿润—半干旱的过渡性特点:冬季严寒而漫长、夏季温和而短暂、春季多风而干旱、秋季晴朗而凉爽。地处纬度偏高,年平均气温 -2.5~0℃,绝对最低气温可至 -49℃,绝对最高气温 40℃,无霜期 90~100 d,年降水 280~400 mm,多集中于夏、秋季节,年蒸发量 1 400~1 900 mm,干燥度 1.2~1.5,相对湿度 60%—70%,年大风日数 20~40 d,年平均风速 3~4 m/s,植被类型主要为贝加尔针茅(*Stipa baicalensis*)群落,土壤主要为栗沙土。

### 1.2 样地设置

采用野外调查和室内化验分析相结合的方法。于 2013 年 9 月呼伦贝尔沙质草原区北部选取农业旅游开发的草原(3 个重复),主要包括农业旅游开发下的游客践踏区、车辆碾轧区和部分开垦区等,并在临近选取未开发的草原(CK),每个样地面积为 100 m×100 m,在每个样地中按“S”型曲线选定 8 个 1 m×1 m 样方,共完成样方 48 个,调差各样地中物种数的盖度、高度和密度并计算其重要值和多样性指数,计算公式如下<sup>[12]</sup>:

Patrick 丰富度指数:

$$Pa=S \quad (1)$$

Shannon-Wiener 多样性指数( $H$ ):

$$H=-\sum P_i \ln P_i \quad (2)$$

Simpson 优势度指数( $D$ ):

$$D=1-\sum (P_i)^2 \quad (3)$$

Pielou 均匀度指数(JP):

$$JP=-\sum P_i \ln P_i / \ln S \quad (4)$$

$$JP=H / \ln S$$

式中: $S$ ——样方内物种数目; $P_i$ ——样方内种的相对重要值;重要值  $P_i=($ 相对覆盖度+相对高度+相对多度) $/3$

### 1.3 样品测定

每个样地分别在不同农业旅游开发类型及对照设置 5 个采样点,每个采样点土壤 0—20 cm 表层土,五点取样法采集 0—20 cm 土样混合,最后保留 1 kg 左右的混合样品。所取土样分为 2 份,一份装自封袋中,测定土壤含水量(烘干法,%);一份自然风干(20 d)去除碎片和部分根后过 0.5 mm 筛,测定土壤养分及理化性质;环刀法测定土壤容重( $g/cm^3$ )<sup>[13]</sup>。

土壤性质的测定:pH 采用电极电位法测定(1:2.5 土水比);电导率采用 P4 多功能测定仪测定;全氮( $g/kg$ )用凯氏定氮法;碱解氮采用 NaOH- $H_3BO_3$  法测定;土壤全磷( $g/kg$ )用 NaOH 熔融—钼锑抗比色法;有效磷( $mg/kg$ )采用  $NaHCO_3$  浸提—钼锑抗比色法测定;全钾( $g/kg$ )采用火焰分光光度法;有效钾( $mg/kg$ )采用乙酸铵浸提—原子吸收分光光度法<sup>[13]</sup>。

### 1.4 数据分析

采用 SPSS 15.0 和 EXCEL 2003 软件进行数据统计和处理,最小显著差数法(LSD)进行显著性差异分析,Pearson 相关系数相关分析,Origin 8.0 软件作图。

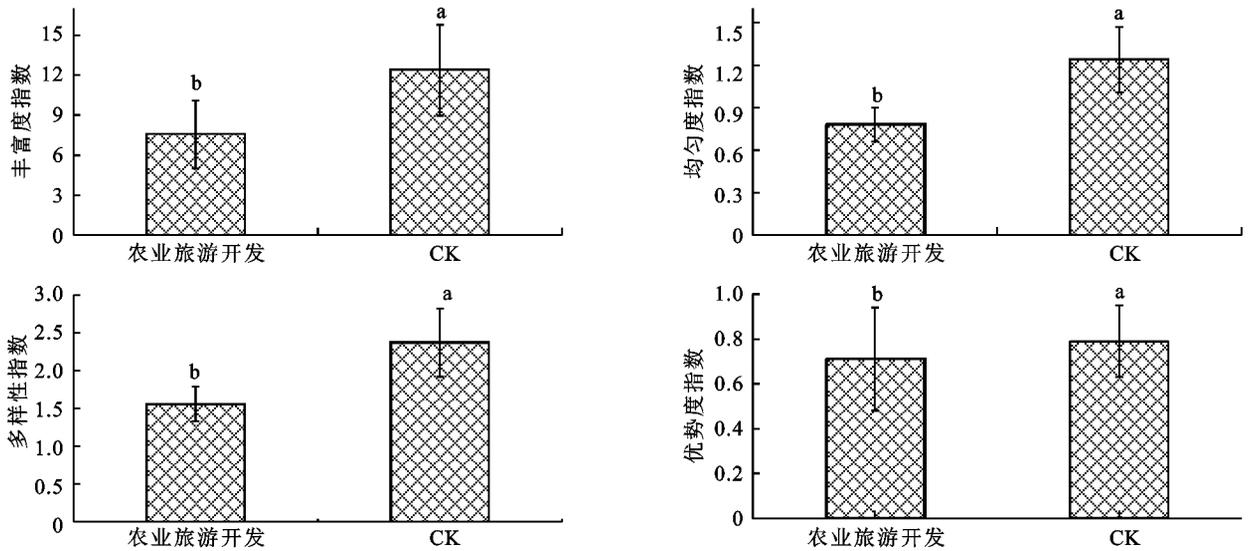
## 2 结果与分析

### 2.1 对草甸草原多样性的影响

由图 1 可知,农业旅游开发对呼伦贝尔沙质草甸植被具有较大的影响,在农业旅游开发下植被丰富度指数、均匀度指数和多样性指数均显著低于对照( $p < 0.05$ ),而优势度指数与对照没有显著差异( $p > 0.05$ ),由此表明,农业旅游开发没有影响植被优势度指数。与对照相比,农业旅游开发下植被丰富度指数、均匀度指数和多样性指数分别降低了 38.93%,37.10%和 34.18%。

### 2.2 对草甸草原土壤机械组成的影响

从图 2 可知,农业旅游开发对呼伦贝尔沙质草甸土壤机械组成具有较大的影响,在农业旅游开发下土壤粘粉粒显著低于对照( $p < 0.05$ ),粗沙显著高于对照( $p < 0.05$ ),而细沙和极细沙与对照没有显著差异( $p > 0.05$ )。与对照相比,农业旅游开发下粗沙、细沙分别增加了 74.95%和 6.73%,极细沙和粘粉粒分别降低了 6.55%和 58.67%。



注:不同小写字母表示差异显著( $p < 0.05$ )。下同。

图 1 农业旅游开发对呼伦贝尔沙质土壤草甸草原多样性各指数

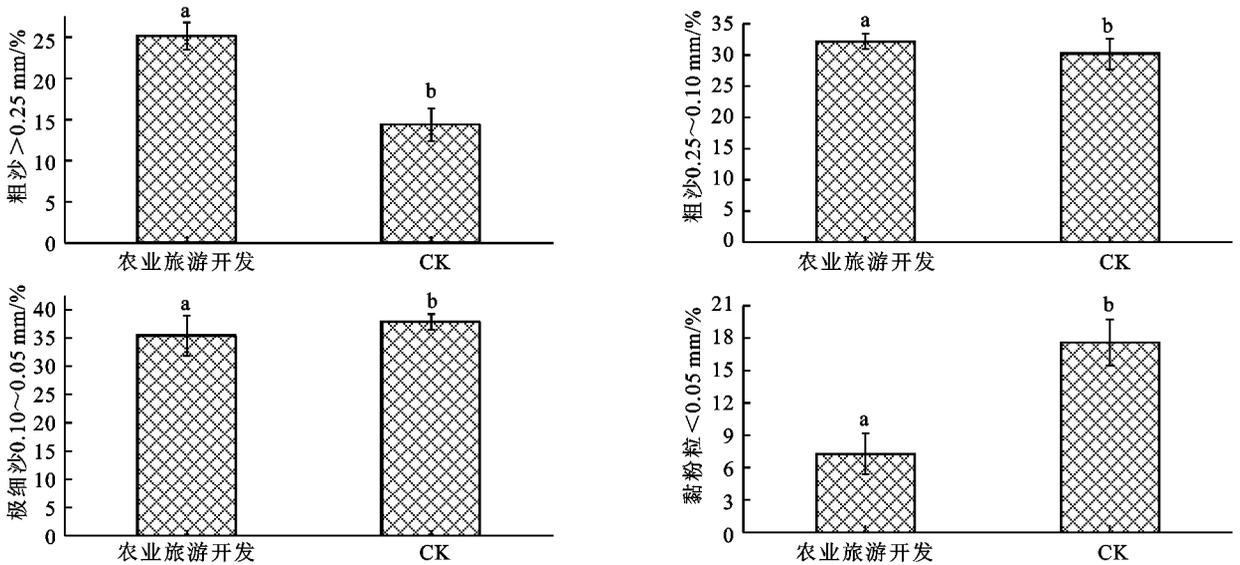


图 2 农业旅游开发下呼伦贝尔沙质土壤草甸草原土壤机械组成

### 2.3 对草甸草原土壤 pH、含水量和电导率的影响

由图 3 可知,农业旅游开发对土壤理化性质具有较大的影响,在旅游开发条件下,土壤理化性质具有

较大差异。与对照相比,农业旅游开发下土壤容重和 pH 分别增加了 50.83%和 11.89%,土壤含水量和电导率分别降低了 16.29%和 18.35%。

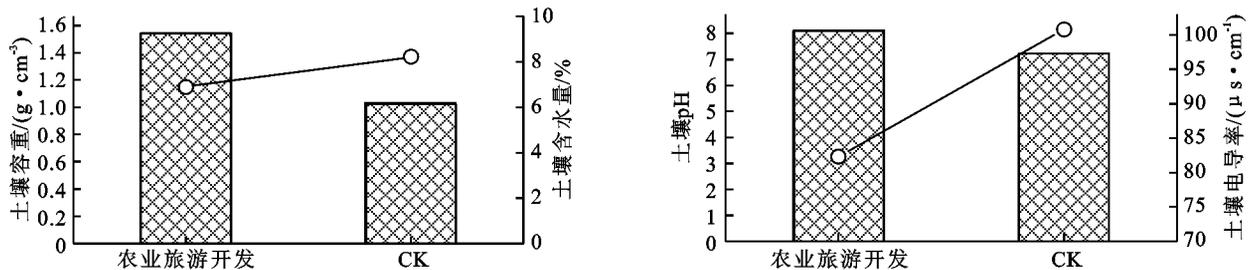


图 3 农业旅游开发下呼伦贝尔沙质土壤草甸草原土壤理化性质

### 2.4 对草甸草原土壤养分的影响

由图 4 可知,农业旅游开发对呼伦贝尔沙质草甸土壤养分具有较大的影响,在农业旅游开发下土壤全氮、碱解氮、全钾和有效钾均显著低于对照( $p < 0.05$ ),而全

磷和有效磷与对照没有显著差异( $p > 0.05$ )。与对照相比,农业旅游开发下粗沙、细沙分别降低了 50.34%和 50.92%,全磷和有效磷分别降低了 3.24%和 2.08%,全钾和有效钾分别降低了 36.05%和 56.19%。

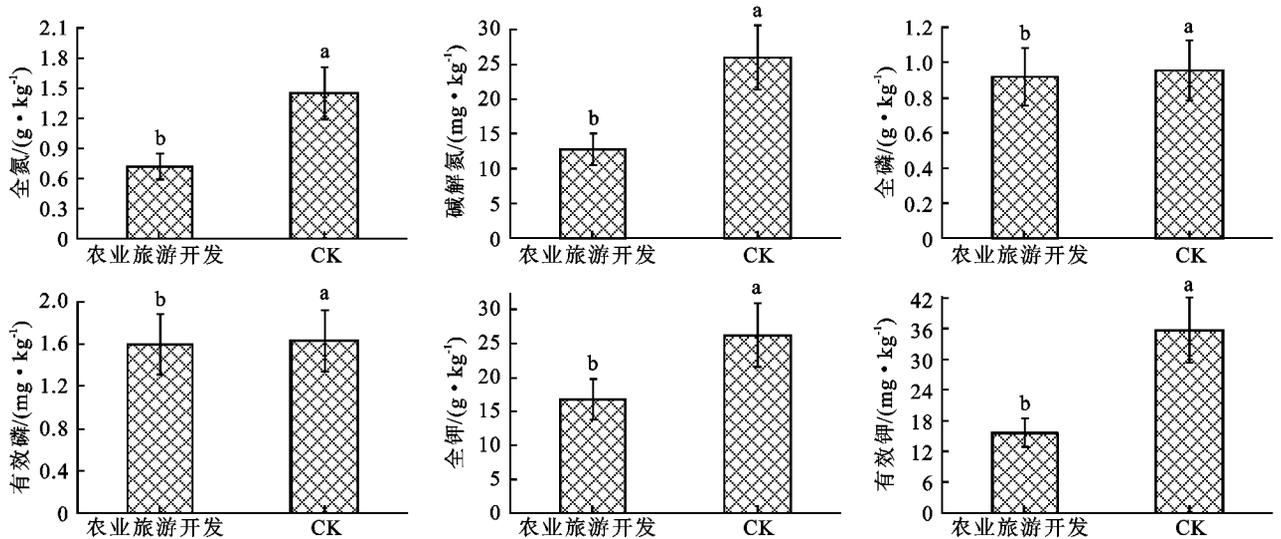


图4 农业旅游开发下呼伦贝尔沙质土壤草甸草原土壤养分

### 2.5 农业旅游开发对草甸草原植被与土壤相关分析

由表1可知,植被丰富度指数与土壤粘粉粒和pH呈极显著负相关( $p < 0.01$ ),与极细沙呈显著负相关( $p < 0.05$ ),与碱解氮、有效磷和有效钾呈极显著正相关( $p < 0.01$ ),与含水量呈显著正相关( $p < 0.05$ );均匀度指数与土壤容重呈极显著负相关( $p < 0.01$ ),与黏粉粒和全氮呈显著负相关( $p < 0.05$ ),与碱解氮和有效钾呈显著正相关( $p < 0.05$ );多样性指数与土壤黏粉粒和pH呈极显著负相关( $p < 0.01$ ),与含水量、碱解氮、有效磷和有效钾呈极显著正相关( $p < 0.01$ ),与极细沙、全氮和全钾呈显著正相关( $p < 0.01$ );优势度指数与土壤容重呈极显著负相关( $p < 0.01$ ),与黏粉粒呈显著负相关( $p < 0.05$ ),与有效磷和有效钾呈极显著正相关( $p < 0.01$ )。以上表明,农业旅游开发下植被属性主要取决于土壤有效养分。

表1 植被与土壤因子之间相关分析

项目	植被特征			
	丰富度指数	均匀度指数	多样性指数	优势度指数
粗沙	-0.152	-0.054	0.047	0.254
细沙	0.213	-0.045	0.089	-0.217
极细沙	-0.421*	0.087	0.443*	0.024
黏粉粒	-0.625**	-0.423*	-0.704**	-0.448*
pH	-0.604**	-0.021	-0.715**	-0.216
电导率	0.214	0.357*	-0.201	0.054
容重	-0.213	-0.512**	-0.087	-0.648**
含水量	0.425	0.123	0.534**	0.189
全氮	0.254	-0.372*	0.449*	0.158
碱解氮	0.664**	0.423*	0.714**	0.234
全磷	0.235	0.307	0.214	0.045
有效磷	0.726**	0.419*	0.823**	0.523**
全钾	0.154	0.317	0.495*	0.241
有效钾	0.823**	0.231	0.744D	0.546**

\*\*  $p < 0.01$ , \*  $p < 0.05$ 。

## 3 讨论与结论

农业旅游资源在开发的过程中,不可遏制的对生态环境造成了一定程度的破坏,造成了对土壤理化性质和养分的破坏,并且随着农业旅游人数的增加,人类活动频繁,综合污染指数也不断上升<sup>[14-15]</sup>。

呼伦贝尔沙质土壤草甸草原多样性与生境紧密相关,生物因子尤其是人为干预对植被多样性的改变影响颇大<sup>[16-17]</sup>。本研究中农业旅游开发对呼伦贝尔沙质土壤草甸草原植被多样性造成了的影响程度不同,而结果显示了农业旅游开发并没有影响植被优势度指数( $p > 0.05$ ),由于农业旅游的过度开发和自然资源的过度利用,导致农业旅游开发显著降低了植被覆盖度、枯落物含量、丰富度指数、均匀度指数和多样性指数( $p < 0.05$ ),受生境因子及物种的生存策略,农业旅游开发并没有改变呼伦贝尔草原草原优势物种。此外,农业旅游开发可能会降低群落的稳定性,对此,未来应侧重于研究农业旅游开发条件下生物多样性稳定及维持机制。

农业旅游开发增加了呼伦贝尔沙质土壤草甸草原土壤容重和pH,降低了土壤含水量和电导率,显著增加了土壤粗沙( $p < 0.05$ ),显著降低了土壤粘粉粒,对细沙和极细沙没有显著影响( $p > 0.05$ ),显著改变了土壤粒径组成。主要是由于农业旅游开发使土壤变得紧实,含水量减少,孔隙度变小,随着农业旅游开发,土壤的紧实度增加导致土壤容重显著增大。土壤养分不仅能反映土壤“营养库”中养分的贮量水平,并且能影响有效养分的供应能力<sup>[18-19]</sup>,本研究中农业旅游开发减少了植被枯落物含量,加剧了水土流失和减少了土壤的养分供给,影响土壤微生物的活动强度,进而对土壤—植物系统产生不利影响<sup>[19]</sup>。综

合图3可知,农业旅游开发显著降低了土壤氮素(全氮、碱解氮)和钾素(全钾、有效钾)( $p < 0.05$ ),而土壤磷素(全磷、有效磷)则不受农业旅游开发的影响( $p > 0.05$ )。受农业旅游开发的影响,地面植被破坏较大,导致裸露面积和板结程度增大,养分归还量减少,这样就使得土壤养分含量降低;随着农业旅游的开发,土壤中的氮素和钾素被不断释放,也不断被地表植被吸收利用及淋失,植物对氮素和钾素不断的吸收利用及淋溶作用的影响使得土壤内部氮素和钾素急剧降低<sup>[20-21]</sup>,并且土壤钾素下降幅度较大,可以作为响应农业旅游开发的敏感指标;土壤中磷素含量的变化并不显著( $p > 0.05$ ),说明土壤中磷素对农业旅游开发缺乏响应,主要是由于磷素是一种沉积性元素,由母质类型和成土条件决定,在土壤中的存在形式较稳定、不易流失<sup>[20]</sup>。虽然磷素不受农业旅游开发的影响,但由于人类活动的干扰,特别对下坡土壤和植被的破坏相对较大,这可能造成下坡土壤磷素流失,导致其含量较低。相关性分析表明,呼伦贝尔沙质土壤草甸草原植被属性基本与土壤有效养分呈极显著正相关,由此表明,农业旅游开发下植被属性主要取决于土壤有效养分。此外,农业旅游开发对土壤性质的影响与特定干扰效应与干扰类型有很大关系,不同干扰类型同样会给土壤的酸碱度带来不同的影响,农业旅游开发影响土壤性质的原因究竟与干扰类型有关还是其它因素起作用尚有待于进一步探讨。

#### 参考文献:

- [1] Levashkina K, Anisimov A. Agricultural tourism in Russia and Poland: trends and prospects for the development[J]. *Yearbook of Eastern European Studies*, 2014(3):21-31.
- [2] Mazilu M. Multiculturalism and tourist identity promotion in the Romanian tourist rural space[J]. *International Journal for Responsible Tourism*, 2014,3(1):22-43.
- [3] Gajic P D T, Kovacevic B, Djurica N. Analysis of tourist satisfaction with the quality of agricultural food products in the hotels of Novi Sad[J]. *Management*, 2011,1(5):29-37.
- [4] Ioppolo G, Saija G, Salomone R. From coastal management to environmental management: The sustainable eco-tourism program for the mid-western coast of Sardinia(Italy)[J]. *Land Use Policy*, 2013,31:460-471.
- [5] Wei Y, Peng Z, Yan Z. A study of knowledge mapping on international ecotourism research: Based on the literature in SSCI database since 2005[J]. *Tourism Science*, 2012,26(3):10-17.
- [6] 陈宝瑞,李海山,朱玉霞,等. 呼伦贝尔草原植物群落空间格局及其环境解释[J]. *生态学报*, 2010,30(5):1265-1271.
- [7] 刘及东,陈艳梅,陈雅琳,等. 呼伦贝尔草原湿地景观格局对气候变化的响应[J]. *干旱区资源与环境*, 2010,24(11):73-78.
- [8] 聂浩刚,岳乐平,杨文,等. 呼伦贝尔草原沙漠化现状,发展态势与成因分析[J]. *中国沙漠*, 2005,25(5):635-639.
- [9] 封建民,王涛. 呼伦贝尔草原沙漠化现状及历史演变研究[J]. *干旱区地理*, 2004,27(3):356-360.
- [10] Cronk Q C B, Fuller J L. *Plant invaders: the threat to natural ecosystems*[M]. Routledge, 2014.
- [11] Pavez G, Muñoz L, Barilari F, et al. Variation in behavioral responses of the South American sea lion to tourism disturbance: Implications for tourism management[J]. *Marine Mammal Science*, 2014, DOI: 10.1111/mms.12159.
- [12] Ellison A M, Farnsworth E J. Anthropogenic disturbance of Caribbean mangrove ecosystems: past impacts, present trends, and future predictions[J]. *Biotropica*, 1996,28(4):549-565.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [14] Scialabba N, Hattam C. *Organic Agriculture, Environment and Food Security*[M]. Food & Agriculture Org., 2002.
- [15] Patterson T, Gulden T, Cousins K, et al. Integrating environmental, social and economic systems: a dynamic model of tourism in Dominica[J]. *Ecological Modelling*, 2004,175(2):121-136.
- [16] 张宏斌,杨桂霞,黄青,等. 呼伦贝尔草甸草原景观格局时空演变分析: 以海拉尔及周边地区为例[J]. *草业学报*, 2009,18(1):134-143.
- [17] 关文彬,曾德慧,范志平,等. 中国东北西部地区沙质荒漠化过程与植被动态关系的生态学研究: 植被的排序[J]. *应用生态学报*, 2001,12(5):687-691.
- [18] Quilliam R S, Marsden K A, Gertler C, et al. Nutrient dynamics, microbial growth and weed emergence in biochar amended soil are influenced by time since application and reapplication rate[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2012,158:192-199.
- [19] Bardgett R D, Wardle D A. *Aboveground-belowground linkages: biotic interactions, ecosystem processes, and global change*[M]. Oxford: Oxford University Press, 2010.
- [20] Ma J F, Takahashi E. Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan[M]. Elsevier, 2002.
- [21] Weng H X, Weng J K, Yan A L, et al. Increment of iodine content in vegetable plants by applying iodized fertilizer and the residual characteristics of iodine in soil[J]. *Biological Trace Element Research*, 2008,123(1/3):218-228.