# 黑龙江省耕地集约利用评价与空间差异分析

陈 珏，雷国平，王元辉
（东北农业大学 资源环境学院，黑龙江 哈尔滨 150030）

**摘 要**：耕地集约利用内涵界定是耕地集约利用评价的基础。分析了耕地集约利用的内涵，构建了黑龙江省耕地集约利用指标体系，运用信息熵、综合指数和 GIS 相结合的方法对黑龙江省耕地集约利用空间差异状况进行了分析。结果表明，黑龙江省耕地集约利用水平受区域自然条件差异影响，具有明显的区域分异特征，表现为黑龙江省西南部和南部地区耕地集约利用程度高，东部地区次之，北部和西北部地区最低；从指标体系领域层权重看，投入强度对耕地集约利用水平的影响最大，对耕地的基础设施投入远低于生产性投入，从而为黑龙江省区域耕地投入政策制定和调整提供依据。

**关键词**：耕地集约利用；空间差异；黑龙江省
**文献标识码**：A **文章编号**：1000-288X(2011)05-0154-04 **中图分类号**：F301.24

# Spatial Differentiation and Evaluation on Intensive Use of Cultivated Lands in Heilongjiang Province

CHEN Jue, LEI Guo-ping, WANG Yuan-hui
(*College of Resource and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang* 150030, *China*)

**Abstract**: The definition is the foundation of the assessment of intensive use of cultivated lands. The study developed an indicator system for cultivated land intensive use in Heilongjiang Province. With calculations of entropy and composite index and support of GIS, this study analyzed the spatial difference in intensive usage of the cultivated land. The result shows that, the intensive use level of the cultivated lands displayed obvious regional differentiation characteristics, influenced by the natural conditions of the regions. The cultivated lands in the middle and south parts of the study area had the highest intensive degree, those in the east and west were lower, and those in the north were the lowest. In terms of the weights of the indicators, the investment intensity was most important factor in evaluating intensive use of cultivated land. The farming infrastructure investments in the study area were substantially lower than the production investment. The findings of the project provide the basis for policy making and adjustment of farming investment in the area.

**Keywords**: intensive use of cultivated land; spatial differentiation; Heilongjiang Province

我国人口众多，耕地资源相对贫乏，耕地后备资源不足，人口与耕地矛盾十分突出[1]。在我国经济高速发展时期，走内涵挖潜、提高耕地集约化程度的道路是解决人地矛盾的必然选择[2]。由于耕地保护是关系到我国经济和社会发展全局性的战略问题，因此，各级政府、学术界对耕地集约利用也给予了高度重视，开展了一系列的研究[3-6]。

黑龙江省是我国重要的商品粮生产基地，其耕地资源和粮食生产在全国居有举足轻重的重要地位。但是，单位耕地生产能力并不高，种植业仍然处于广种薄收、粗放经营的状态中。此外，黑龙江省地域辽阔，不同区域耕地自然条件和投入产出水平差异明显，因此，从空间层次评价耕地集约利用水平，对于制定和调整区域耕地集约利用政策有重要意义。

## 1 耕地集约利用内涵界定

目前，国内学者对耕地集约利用内涵的界定存在以下 2 种观点：第 1 种观点认为，集约利用是粗放经营的对称，耕地集约利用是通过增加对土地的投入，以达到提高耕地利用效率，增加经济效益的目的；第 2 种观点则认为，耕地集约利用不完全是经济范畴，除了提高经济效益外，还要提高社会效益和生态效

收稿日期：2010-12-23 修回日期：2011-01-31
资助项目：国家科技支撑计划项目“黑龙江省耕地及后备资源调查与潜力评价”(2008BAD96B02)
作者简介：陈珏(1984—)，女(汉族)，湖南省长沙市人，博士，研究方向为土地规划、土地利用与政策。E-mail：chenjue0956@163.com。
通信作者：雷国平(1963—)，男(汉族)，辽宁省沈阳市人，博士，博士生导师，研究方向为土地利用与政策。E-mail：guopinglei@126.com。

益,即强调耕地利用的综合效益[7-10]。

耕地集约利用的内涵主要包括以下几个方面:(1) 耕地集约利用是一种增加单位耕地投入的农业生产经营模式,属于经济的范畴;(2) 集约利用目标在于通过增加投入,降低生产成本,提高效率,增加收益;(3) 自然条件是耕地集约利用的基础,不同区域,不同农用地自然质量状况上集约利用水平也应不同。(4) 集约利用自身具有阶段性,随着经济发展水平和科学技术的进步,土地利用的效率将会不断地提高。因此,本文将耕地集约利用的内涵界定为:在现有的经济发展和农业技术水平下,针对不同区域,不同自然质量等级的耕地,以耕地可持续利用为指导思想和重要前提,通过增加对土地相关生产要素的投入(包括生产性投入和基础性投入),不断提高耕地的利用效率和经济效益的一种耕地经营模式,目的在于挖掘耕地利用潜力,提高耕地利用效益。

## 2　耕地集约利用评价指标体系及评价方法

### 2.1　评价指标体系的构建

在耕地集约利用内涵界定的基础上,参考相关研究成果[4,7-10],同时充分考虑黑龙江省耕地利用的特点,选定与黑龙江省耕地集约利用相关的一系列指标,包括耕地自然质量、耕地利用环境容量、耕地投入强度、利用程度和产出效率 5 个层面 14 个指标,对黑龙江省耕地集约利用进行评价(表 1)。

表 1　黑龙江省耕地集约利用评价指标体系及权重

| 目标层 | 准则层 | 领域层 | | 指标层 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 指 标 | 权 重 | 指 标 | 权 重 |
| 耕地集约利用水平 | 耕地集约利用自然条件 | 耕地自然质量等指数 | 0.091 6 | 耕地自然质量等 | 0.091 6 |
| | | 耕地利用环境容量 | 0.094 1 | 人均耕地($hm^2$/人) | 0.047 6 |
| | | | | 稳产指数/% | 0.046 5 |
| | 耕地集约利用程度 | 投入程度 | 0.404 0 | 化肥投入指数/(kg·$hm^{-2}$) | 0.157 5 |
| | | | | 用电量投入指数/(kWh·$hm^{-2}$) | 0.068 9 |
| | | | | 机械投入指数/(kW·$hm^{-2}$) | 0.087 2 |
| | | | | 劳动力投入指数/(人·$hm^{-2}$) | 0.046 7 |
| | | | | 基础设施投入指数/($10^4$ 元·$hm^{-2}$) | 0.043 7 |
| | | 利用程度 | 0.178 6 | 耕地利用潜力指数/% | 0.072 7 |
| | | | | 灌溉指数/% | 0.105 9 |
| | | 产出效率 | 0.231 7 | 粮食单产/(kg·$hm^{-2}$) | 0.039 5 |
| | | | | 地均产值/($10^4$ 元·$hm^{-2}$) | 0.054 8 |
| | | | | 单位面积产业增加值/($10^4$ 元·$hm^{-2}$) | 0.058 2 |
| | | | | 产投比/% | 0.079 2 |

### 2.2　数据标准化处理

采用极差标准化方法,对原始数据进行标准化处理,以消除数据间的屏蔽效应,使数据具有可比性。由于本文所采用指标均为正向指标,故采用如下公式:

$$X'_{ij}=\frac{X_{ij}-X_{i\min}}{X_{i\max}-X_{i\min}} \tag{1}$$

式中:$X'_{ij}$——标准化后某指标的值;$X_{ij}$——处理前某指标的值;$X_{i\max}$——处理前同系列指标的最大值;$X_{i\min}$——处理前同系列指标的最小值。

### 2.3　指标权重的确定

本文运用熵值法确定指标权重,熵值法能客观地反映各指标层对目标层的影响程度。其基本原理如下[11],在有 $n$ 个评价指标,$m$ 个被评价对象的评估问题中,第 $i$ 个评价指标的熵定义为:

$$H_j=-k\sum_{i=1}^{m}f_{ij}\ln f_{ij} \tag{2}$$

式中:$f_{ij}=\frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{m}r_{ij}}$,$k=\frac{1}{\ln m}$,$H_j\geqslant 0$,$k\geqslant 0$;则第 $j$ 项评价指标的熵权 $w_j$ 为:$w_j=\frac{1-H_j}{n-\sum_{j=1}^{n}H_j}$。权重结果见表 1。

### 2.4　耕地集约利用综合指数的计算

根据指标权重与标准化值,将各指标值加权求和,得到耕地集约利用综合指数,具体公式为:

$$F_i=\sum_{i=1}^{n}I_{ij}w_i \tag{3}$$

式中:$F_i$——第 $i$ 个评价单元耕地集约利用综合指数;$I_{ij}$——第 $i$ 个评价单元在第 $j$ 项指标上的标准化值;$w_i$——第 $j$ 项指标的权重;$i$——评价单元个数($i=1,2,3,\cdots,m$);$j$——指标个数($j=1,2,3,\cdots,n$)。

### 2.5　研究区概况

黑龙江省位于中国东北部,地理坐标为东经 121°11′—135°5′,北纬 43°25′—53°33′,南北相距

1 120 km，跨中温带、寒温带 2 个热量带，东西相距 930 km，跨湿润、半湿润和半干旱 3 个湿润区，属温带大陆性季风气候。全省土地总面积 $4.73\times10^5$ km$^2$，占全国土地总面积的 4.93%。2008 年黑龙江省耕地总面积 $1.19\times10^7$ hm$^2$，人均耕地面积 0.31 hm$^2$，均为全国首位。但是，黑龙江省耕地资源利用相对粗放，单位面积产出水平较低。2008 年农业有效灌溉面积为 $3.08\times10^6$ hm$^2$，只占现有耕地的 24.76%，远低于全国 41%的平均水平。此外，种子、化肥、土壤污染治理等资金投入不足，也严重影响了耕地的产出效率。

## 3 耕地集约利用评价

### 3.1 综合评价结果

根据黑龙江省统计年鉴(2009)、黑龙江省土地变更调查资料(2008)及农用地分等定级资料，依据指标含义计算指标值，按式(2)对黑龙江省各地级市耕地利用集约度进行综合评价(表 2)。

可以看出，黑龙江省耕地综合集约水平存在明显的空间差异，表现为：黑龙江省西南部和南部地区耕地集约利用程度高，东部地区次之，北部和西北部地区最低(图 1)。

黑龙江省西南部和南部包括哈尔滨、绥化、牡丹江、鸡西和大庆 5 个行政辖区，耕地集约利用综合分值分别比东部地区高 1.5 倍，比北部和西北部地区地区高 2 倍。区域耕地利用的光、温、水、土条件优越，经济地理区位条件优越，耕地的生产性投入和基础性投入水平都较高，耕地利用效益好。

黑龙江省北部地区和西北部地区，包括黑河、齐齐哈尔 2 个行政辖区，耕地集约利用程度最低。

黑河市位于黑龙江省高纬度地区，年有效积温较低，自然条件对耕地集约利用的限制显著。齐齐哈尔市位于松嫩平原西部地区，受干旱影响严重，耕地自然质量不高，且化肥、机械、用电量和基础设施投入水平也较低。

表 2 黑龙江省各地级市耕地集约利用评价结果

| 行政区域 | 自然质量 | 环境容量 | 耕地投入程度 | 耕地利用程度 | 耕地产出效率 | 综合集约度 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 哈尔滨 | 0.116 5 | 0.053 2 | 0.273 8 | 0.086 8 | 0.191 8 | 0.722 0 |
| 齐齐哈尔 | 0.029 1 | 0.077 7 | 0.094 8 | 0.063 6 | 0.092 4 | 0.357 5 |
| 鸡西 | 0.024 6 | 0.056 8 | 0.199 7 | 0.113 0 | 0.145 8 | 0.539 9 |
| 鹤岗 | 0.010 6 | 0.061 6 | 0.111 8 | 0.099 0 | 0.181 3 | 0.464 2 |
| 双鸭山 | 0.018 7 | 0.091 8 | 0.103 8 | 0.044 7 | 0.066 8 | 0.325 8 |
| 大庆 | 0.085 1 | 0.059 8 | 0.215 8 | 0.077 9 | 0.074 1 | 0.512 6 |
| 伊春 | 0.010 6 | 0.060 1 | 0.198 1 | 0.063 2 | 0.151 3 | 0.483 4 |
| 佳木斯 | 0.012 5 | 0.097 9 | 0.138 7 | 0.091 6 | 0.079 5 | 0.420 1 |
| 七台河 | 0.022 1 | 0.073 2 | 0.218 1 | 0.033 2 | 0.082 1 | 0.428 7 |
| 牡丹江 | 0.025 1 | 0.086 9 | 0.258 2 | 0.057 4 | 0.115 6 | 0.543 1 |
| 黑河 | 0.010 6 | 0.112 0 | 0.078 5 | 0.075 5 | 0.045 2 | 0.321 9 |
| 绥化 | 0.068 8 | 0.068 1 | 0.167 2 | 0.059 2 | 0.187 7 | 0.551 2 |

注：黑龙江省 13 个地级市中大兴安岭地区主要是林地资源，因此未参与评价。

### 3.2 集约利用空间差异

图 1 为黑龙江省耕地集约利用水平空间差异图，从耕地自然质量指数来看，由于黑龙江省气候、地形、土壤等自然条件呈区域性分布，因此，耕地自然质量也具有明显的区域性。其中，耕地自然质量等指数最高的区域为位于松嫩平原中南部的哈尔滨和大庆市，两地高产田面积之和占全省高产田面积的 56.79%；其次为位于松嫩平原西部的绥化、齐齐哈尔市和位于张广才岭、老爷岭地区的牡丹江、七台河和鸡西市；位于北部和三江平原地区的黑河、伊春、鹤岗、佳木斯和双鸭山市耕地自然质量较差，主要是由于北部气温低，有效积温不足，三江平原易受洪涝灾害影响，土壤滞涝现象严重。

从耕地利用环境容量来看(图 1)，黑河、佳木斯、双鸭山和牡丹江市环境容量水平较高。其中，黑河市由于人口较少，人均耕地面积达到 0.43 hm$^2$，而牡丹江市是黑龙江省水热资源最为均衡的地区，稳产指数较高，达到 0.659 7；齐齐哈尔和七台河市环境容量水平次之，其中，齐齐哈尔市人均耕地面积也较大，达到 0.32 hm$^2$，而七台河市稳产指数达到 0.581 9，仅次于牡丹江市；再次是位于中部地区的绥化、伊春和鹤岗市，这 3 个地区均为人地耕地不足的地区，其中，伊春人均耕地面积仅 0.11 hm$^2$，为黑龙江省最低；大庆、哈尔滨和鸡西环境容量水平最低，这 3 个地区人均耕地面积均为全省较低水平，且耕地受经济发展和资源开发影响，环境污染较大，耕地稳产指数也较低。

从耕地投入程度看(图 1),位于南部的哈尔滨、大庆和牡丹江耕地投入水平较高,由于区域自然条件好,经济发展水平较高,人力资源丰富,因此,这 3 个地区无论是生产性投入还是基础性投入都处于较高水平;伊春、绥化、鸡西市次之,相比之下,主要是基础性投入不足,其中,鸡西市基础性投入指数仅 48.682,在全省处于较低水平;位于三江平原的鹤岗、佳木斯和双鸭山市也主要是由于基础性投入不足,造成耕地投入水平较低,另外,劳动力投入水平不高也是限制其投入水平提高的主要因素,3 个地区劳动力投入指数平均仅为 0.729 2,与劳动力投入较高的哈尔滨、大庆和牡丹江相比,指数相差 0.427 5;黑河、齐齐哈尔由于生产性投入和基础性投入都比较低,因此,耕地投入水平为全省最低。

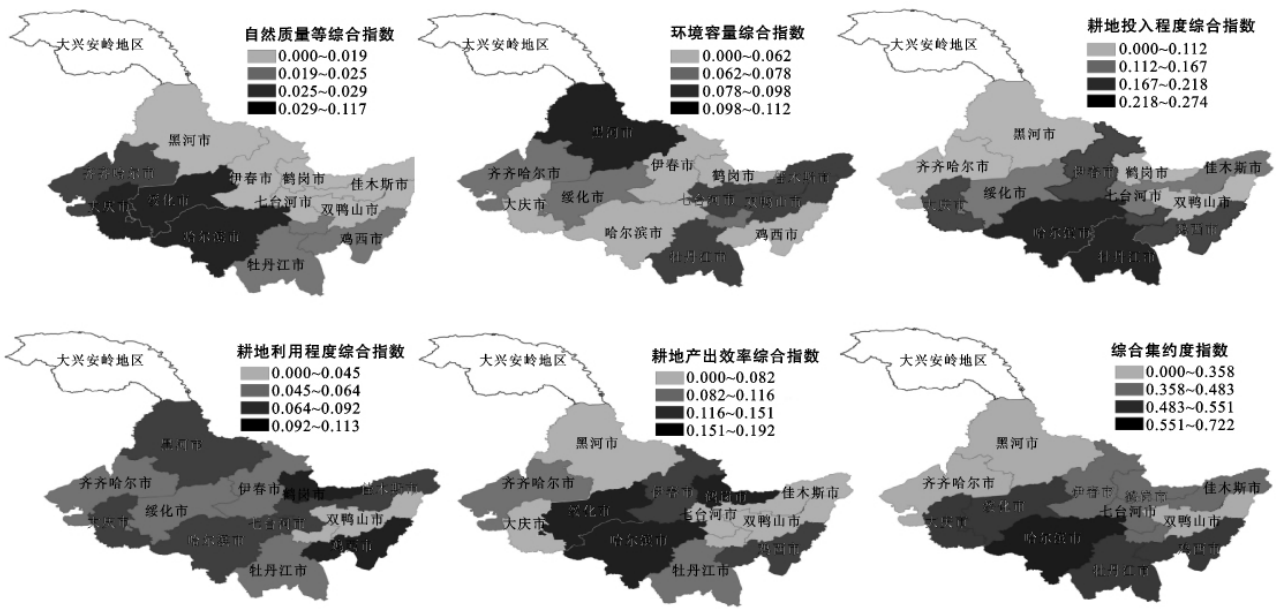



图 1　黑龙江省耕地集约利用水平空间差异图

从耕地利用程度看(图 1),鸡西、鹤岗和佳木斯市耕地灌溉指数平均为 0.210 6,耕地利用潜力指数平均为 0.072 1,均为全省最高水平;哈尔滨、大庆市耕地利用程度次之,主要是由于耕地利用潜力指数不高,仅为 0.040 8,为全省最低;黑河、伊春和齐齐哈尔市耕地灌溉指数平均为 0.171 7,耕地利用潜力指数平均为 0.054 8,处于全省中等水平;绥化、七台河、双鸭山和牡丹江市则主要是由于灌溉指数低,平均仅为 0.123 7,处于全省最低,因此,耕地利用程度不高。

从耕地产出效率看(图 1),哈尔滨、绥化和鹤岗市耕地产出效率较高,其中,粮食单产平均为 4 610.23 kg/hm$^2$,地均产值平均为 $1.27\times10^4$ 元/hm$^2$,产投比指数达到 299.05,均为全省最高水平;伊春、牡丹江和鸡西市粮食单产平均为 3 385.64 kg/hm$^2$,地均产值平均为 9 400 元/hm$^2$,处于中等水平,单位面积产业增加值为 2 700 元,为全省最高;齐齐哈尔、佳木斯和七台河市粮食单产平均为 3 067.68 kg/hm$^2$,地均产值平均为 5 900 元/hm$^2$,单位面积产业增加值为 1 400元,产投比指数为 169.13,均为全省中低水平;黑河、大庆和双鸭山市粮食单产平均为 2 754.04 kg/hm$^2$,地均产值平均为 5 400 元/hm$^2$,单位面积产业增加值为 1 300 元,产投比指数为 85.88,4 项指标均为全省最低水平,因此,耕地产出效率较低。

## 4　结 论

(1) 黑龙江省耕地集约利用水平受区域自然条件差异影响,具有明显的区域分异特征。西南部和南部地区地势平坦,土壤肥沃,易于耕作和开发利用,且经济比较发达,农业基础较好,耕地投入水平较高,因此,耕地的集约利用程度较高;北部地区自然条件差,土壤贫瘠,耕地质量不高,开发利用比较困难,因此耕地集约度低。

(2) 从指标体系领域层权重看,投入强度对耕地集约利用水平的影响最大。同时,各地区对耕地的基础设施投入远低于生产性投入,因此,在今后的耕地利用中,不仅要注意增加对耕地化肥、机械、劳动力等生产性投入,也要加强基础设施投入。

(3) 从今后的发展趋势看,耕地的投入强度和生态环境质量应呈上升趋势,而耕地的利用程度和产出效果则呈下降趋势。

(下转第 234 页)

影响因素[J]. 气象科学,2007,27(2):230-236.
[9] 桑建国. 热岛环流的动力学分析[J]. 气象学报,2000,58:321-327.
[10] 武鹏飞,王茂军,张学霞. 北京市植被绿度与城市热岛效应关系研究[J]. 北京林业大学学报,2009,31(5):54-60.
[11] 王修信,胡玉梅,刘馨,等. 城市草地的小气候调节作用初步研究[J]. 广西师范大学学报:自然科学版,2007,25(3):23-27.
[12] 夏俊士,杜培军,张海荣,等. 基于遥感数据的城市地表温度与土地覆盖定量研究遥[J]. 感技术与应用,2010,25(1):15-23.
[13] 江志红,叶丽梅. 近十年南京城市热岛演变的遥感研究[J]. 南京信息工程大学学报:自然科学版, 2010,2(2):148-154.
[14] 马玉霞,王式功,魏海茹. 兰州市近 50 年城市热岛强度变化特征[J]. 气象科计. 2009,37(6):660-664.
[15] 朱焱,朱莲芳,徐永明,等. 基于 Landsat 卫星资料的苏州城市热岛效应遥感分析[J]. 高原气象, 2010,29(1):244-250.
[16] 田武文. 西安市气候变暖与城市热岛效应问题研究[J]. 应用气象学报,2006,17(4):438-443.
[17] 卢新卫,陈鹏. 西安城市化进程与环境生态问题研究[J]. 干旱区资源与环境,2006,20(1):7-12.
[18] 李星敏,白爱娟. 西安市气候变化与城市发展[J]. 陕西气象,1998 (5):25-28.
[19] 任春艳,吴殿廷,董锁成. 西北地区城市化对城市气候环境的影响[J]. 地理研究,2006,25(2):233-241.
[20] 解修平,周杰,张海龙,等. 基于 Landsat TM 的西安市城市热岛效应研究[J]. 河北师范大学学报:自然科学版,2007,31(3):397-399.
[21] 徐涵秋,陈本清. 不同时相的遥感热红外图像在研究城市热岛变化中的处理方法[J]. 遥感技术与应用,2003,18(3):129-133.
[22] 佟怡. 西部大开发历经了 10 年发展西安经济翻两番[EB/OL]. (2010-08-02) [2010-11-10]. http://www.dzwww.com/rollnews/news/201008/t20100802_6457892.htm.
[23] 郭斌,任志远. 西安城区土地利用/覆被变化及生态效应测评研究[J]. 遥感技术与应用,2009,24(4):484-489.

(上接第 157 页)

[ 参 考 文 献 ]

[1] 雷国平. 黑龙江省耕地总量动态平衡研究[J]. 农业经济问题,2000,21(1):40-43.
[2] 朱会义,李秀彬,辛良杰. 现阶段我国耕地利用集约度变化及其政策启示[J]. 自然资源学报,2007,22(6):907-915.
[3] 雷国平,宋戈. 城镇土地集约利用的潜力计算与宏观评价[J]. 学习与探索,2006,167(6):184-187.
[4] 王业桥. 节约集约用地评价指标体系研究[J]. 中国土地科学,2006,20(3):24-30.
[5] 张琳,张凤荣,安萍莉,等. 不同经济发展水平下的耕地利用集约度及其变化规律比较研究[J]. 农业工程学报,2008,24(1):108-112.
[6] 费罗成,程久苗,王秉建,等. 耕地集约利用研究进展与展望[J]. 土壤,2009,41(5):696-702.
[7] 刘成刚,孙翠兰. 当前我国农村土地集约利用存在的问题和对策[J]. 河南国土资源,2005,1(4):10-11.
[8] 刘成武,李秀彬. 基于生产成本的中国农地利用集约度的变化特征[J]. 自然资源学报,2006,21(l):9-15.
[9] 祝小迁,程久苗. 安徽省耕地集约利用及其驱动力分析[J]. 中国土地科学,2009,23(2):11-17.
[10] 董秀茹,王秋兵. 农用地集约利用内涵的界定[J]. 安徽农业科学,2007,35(23):7257-7259.
[11] 郭显光. 熵值法及其在综合评价中的应用[J]. 财贸研究,1994,20(6):56-60.

(上接第 185 页)

**致谢:本论文完成过程中,贵州省安顺市镇宁县募役乡林业站工作人员及张友元,张学燕,罗杜鹃等人给予了很多帮助,在此表示感谢!**

[ 参 考 文 献 ]

[1] 胡建忠,张伟华,李文忠,等. 北力河流域退耕地植物群落土壤抗蚀性研究[J]. 土壤学报,2004,41(6):854-863.
[2] 王佑民,刘秉正,廖超英,等. 刺槐林地土壤抗蚀性的研究[J]. 林业实用技术,1984,5(5):9-13.
[3] 王米力,石大兴. 退耕还林、绿山富民的优良树种:香椿[J]. 四川林业科技,2001,22(2):42-43.
[4] 李秀信,张院民,杨秀萍. 浅谈香椿资源的开发利用[J]. 陕西林业科技,2001(2):38-40.
[5] 祁振声,袁凌云,刘景会. 香椿的栽培与开发利用概况[J]. 河北林学院学报,1995,10(3):253-268.
[6] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科技出版社,1978:10-300.
[7] 邱仁辉,杨玉胜,俞新妥. 不同栽植代数杉木林土壤结构特性研究[J]. 北京林业大学学报,1998,20(4):6-11.
[8] 沈慧,姜凤歧,杜晓军,等. 水土保持林土壤抗蚀性能评价研究[J]. 应用生态学报,2000,11(3):345-348.
[9] 史东梅,吕刚,蒋光毅,等. 马尾松林地土壤物理性质变化及抗蚀性研究[J]. 水土保持学报,2005,19(6):35-39.
[10] 赵洋毅,周运超,段旭,等. 黔中喀斯特地区不同植被土壤抗蚀性研究[J],农业现代化研究,2007,28(5):633-636.