

# 陕北黄土高原植物群落物种多样性特征分析

董育公

(杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**通过对陕北黄土高原乔木、灌木、草本等代表性植物群落的植物多样性开展群落调查,探索群落演替过程中物种多样性,为该地区植被恢复提供指导。结果表明,地带性植被物种的丰富度及植物多样性信息指数均较低,群落均匀度指数相对较高,构成了干旱半干旱的脆弱生态环境条件,尚未发育到顶级群落,应继续加大植物多样性保护工作,促进黄土高原区生态环境健康发展。

**关键词:**黄土高原;植物;物种多样性

中图分类号:S567 文献标识码:A 文章编号:0488-5368(2024)06-0058-05

## Analysis of Species Diversity Characteristics of Plant Communities in Loess Plateau of Northern Shaanxi

DONG Yugong

(Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** By conducting community surveys of representative plant communities including trees, shrubs, and herbaceous species in the northern Shaanxi Loess Plateau, the plant diversity during community succession processes was explored, aiming to provide guidance for vegetation restoration in this region. The results indicated that the richness of endemic vegetation species and the diversity information index of plants were relatively low, while the community evenness index was relatively high, reflecting the fragile ecological conditions of arid to semi-arid environments that had not yet developed into mature climax communities. It is recommended to intensify efforts in plant diversity conservation to promote healthy ecological development in the Loess Plateau region.

**Key words:** Loess Plateau; Plants; Species diversity

黄土高原大多数区域存在严重的土壤侵蚀问题,是世界上水土流失最为严重的区域之一<sup>[1,2,3]</sup>。由于特殊的地质条件和人类活动的干扰,该区生态环境脆弱,生物多样性保护面临的形势日益严峻,植物多样性与土壤侵蚀的关系十分密切,其中,植物物种多样性最为重要<sup>[4]</sup>。群落植物物种多样性是表征植物群落结构的重要参数,能客观的反映群落物种组成的变化,物种多样性、物种丰富度成为生态恢复的核心指标<sup>[5]</sup>。通过对陕北高原地区代表性植被群落物种及分布均匀度进行调查分析,探讨退耕还林工程实施后植被恢复情况及不同立地环境对植物物种多样性的影响,以便为陕北黄土高

原地区林业可持续发展提供依据。

### 1 自然概况

调查区域位于陕北吴起县,该区地貌属黄土高原梁状丘陵沟壑区,海拔在 1 233~1 809 m 之间。境内有无定河与北洛河两大流域,地形主体结构可概括为“八川二涧两大山区”。属半干旱温带大陆性季风气候,春季干旱多风,夏季旱涝相间,秋季温凉湿润,冬季寒冷干燥。年平均气温 7.8℃,极端最高气温 37.1℃,极端最低气温 -25.1℃。年平均降雨量 483.4 mm。年平均无霜期 146 d,旱灾、雹灾、冻灾、风灾等自然灾害频繁。吴起县处于半

收稿日期:2023-11-24 修回日期:2024-02-15

作者简介:董育公(1974-),男,高级经济师,主要从事林业科研及技术推广工作。

干旱区向干旱、森林草原向典型草原植被过渡地带,属森林灌丛草原景观植被区<sup>[6]</sup>,受气候、地质、地貌、土壤的制约及人为活动的影响,天然植被已破坏殆尽。森林植被稀疏,主要是人工栽培的灌木林和乔木混交林,多为零星片块状分布,集中成块面积很小,天然次生森林呈独木树存在。

## 2 研究方法

根据退耕后荒坡植被的生物量和地貌特征及行政区划将全县划为无定河源头干旱水土保持防风固沙区(简称无定河流域区)、北洛河源头干旱水土保持水源涵养防风固沙区(简称北洛河源头区)、北洛河源头半干旱低山丘陵水土保持水源涵养区(简称中部流域区)和北洛河源头半干旱中山水土保持水源涵养区(简称东、南部流域区)4个区。以该区域为基础,选择吴起县的乡土树种山杏、小叶杨、沙棘、柠条及撂荒地自然恢复的草本植被作为研究对象,采用机械布点的方式,由南向北、由东向西选择12个点(每个区域、每种林分选择3个标准地)。每个调查点按植被类型分别设立标准地,调查乔木、灌木、草本植物的区系组成及种类。由于大多数植物多样性指数与样本面积大小有关,所有调查均采用固定样本面积,以便于进行比较。在20 m×20 m样方内识别树种的数目,统计每个树种的株数。地面草本植物调查在标准地内采用五点法设置5个1 m×1 m的小样方,逐一调查每个小样方植物种类与株数、高度、盖度等。物种丰富度选择Maragalef指数和Menhinnick指数,物种多样性选择Simpson指数和Gini指数及Shannon-weiner指数,群落均匀度选择Pielou指数和Alatalo指数。物种丰富度指数:Maragelef指数  $dma = (S-1)/\ln N$ , Menhinick指数  $dme = S/$ 。S为物种数目,N为物种重要值。

生物多样性综合指数:Simpson指数  $\lambda = 1 - \sum [Ni(Ni-1)]/N(N-1)$ , Gini指数  $D = 1 - \sum Pi^2$ 。Shannon-Weiner指数  $H' = -\sum Pi \log Pi$ 。

均匀度指数:Pielou指数  $Jsw = (-\sum Pi \log Pi)/$

$\log S$ , Alatalo指数  $Ea = [(\sum Pi) - 1 - 1]/[\exp(-\sum P \ln Pi) - 1]$ 。

数据处理采用Excellent分析软件处理分析,计算各区域多样性指数的平均值。表中每种植物的多样性指数均为同一区域三个固定标准地的平均值。

不同区域间植物群落差异性分析则采用Excel数据分析中的方差分析法进行分析。

## 3 结果及分析

### 3.1 乔木群落多样性

吴起县现有植被基本上系人工恢复形成,乔木树种主要有山杏、小叶杨、河北杨、青杨(沟谷底部)、新疆杨(行道树)、大官杨(行道树)、刺槐、杜梨等。

3.1.1 山杏林 山杏在吴起县属于乡土树种,人工林栽培面积较大,分布广泛,多为疏林草原植被。山杏耐寒、耐旱、耐瘠薄,通常生长在阴坡、半阴坡、半阳坡及崩顶。阳坡也有分布,但一般生产不良,小老头树林分占大多数。选择30a以上树龄的林分为研究对象,开展群落结构多样性调查研究,林分的植物多样性指数结果见表1。结果显示:Maragalef指数变化是中部流域区>东、南部流域区>无定河流域区>北洛河源头区, Menhinnick指数变化则为中部流域区>东、南部流域区>北洛河源头区>无定河流域区, Simpson指数变化是中部流域区>东、南部流域区>无定河流域区>北洛河源头区, Gini指数变化同Simpson指数趋势一致。Shannon-weiner指数变化为中部流域区>东、南部流域区>无定河流域区>北洛河源头区。不同区域植被生物量调查结果显示,吴起县山杏林分的物种多样性较低。Pielou指数变化趋势是中部流域区>东、南部流域区>无定河流域区>北洛河源头区, Alatalo指数变化则为中部流域区>东、南部流域区>北洛河源头区>无定河流域区,山杏林分的群落分布较为均匀,这与吴起县山杏林分为疏林结构,林分内光照充足有关。

表1 不同区域山杏林植物多样性指数

区域类型	平均物种数 S	Maragalef 指数	Menhinnick 指数	Simpson 指数	Gini 指数	Shannon-weiner 指数	Pielou 指数	Alatalo 指数
无定河流域区	14.67	1.581 0	0.788 6	0.697 4	0.690 0	1.503 2	0.714 0	0.564 6
北洛河源头区	11.00	1.462 6	0.870 6	0.621 6	0.611 4	1.451 7	0.680 6	0.666 1
中部流域区	18.00	1.998 1	1.163 5	0.782 7	0.767 7	1.799 0	0.818 4	0.711 7
东、南部流域区	20.00	1.881 4	0.917 1	0.771 3	0.764 5	1.769 9	0.732 5	0.688 3

山杏林分样地物种数有较大的差异,北洛河源头区物种数最少,东、南部流域区物种数最多,表明东、南部流域区的物种较中部流域区植物物种更加丰富。从自然环境来看,东、南部流域区植物多样性指数应该高于中部流域区,而实际调查结果却显示无论哪一个多样性指数均低于或接近中部流域区,这种情况与取样地的位置有关,东、南部由于坡度太陡,样地均选择在山坡中上位,随着海拔高度增加,物种相应减少,多样性指数会降低。

3.1.2 小叶杨林 吴起县小叶杨林多为人工林,天然林主要分布在沟谷底部,郁闭度很小,长势较好。人工林郁闭度较高,多生长在山坡中下部,山顶、陡坡及缓坡密度较大的小叶杨林往往呈小老头树。北洛河源头区未见成片小叶杨林。表 2 显示,

表 2 不同区域小叶杨林植物多样性指数

区域类型	平均物种数 S	Maragalef 指数	Menhinnick 指数	Simpson 指数	Gini 指数	Shannon-weiener 指数	Pielou 指数	Alatalo 指数
无定河流域区	12.00	1.029 3	0.719 2	0.566 0	0.553 0	1.063 5	0.689 9	0.600 6
中部流域区	15.67	1.573 4	1.052 1	0.653 3	0.639 3	1.364 5	0.706 8	1.007 3
东、南部流域区	23.20	2.030 8	1.049 8	0.756 0	0.747 7	1.734 2	0.742 2	0.694 1

### 3.2 灌木群落多样性

吴起县灌木林种类较多,有沙棘、柠条、山桃、紫穗槐、怪柳、沙柳等,面积也相当大,在退耕还林工程中发挥了重要的作用。选择造林面积最大、分布最广的沙棘林、柠条林为调查对象。

3.2.1 沙棘林 吴起县各区域均有分布,多为纯林,有少量的与小叶杨、山杏、柠条、刺槐等混交成

东、南部流域区的物种较中部流域区多,比无定河流域区更丰富。Maragalef 指数变化是东、南部流域区>中部流域区>无定河流域区, Menhinnick 指数变化是中部流域区>东、南部流域区>无定河流域区, Simpson 指数变化是东、南部流域区>中部流域区>无定河流域区, Gini 指数变化与 Simpson 指数趋势一致。Shannon-weiener 指数变化为东、南部流域区>中部流域区>无定河流域区。Pielou 指数变化与 Shannon-weiener 指数趋势一致, Alatalo 指数变化与 Menhinnick 指数趋势一致。吴起县小叶杨林分的群落分布较为均匀,生物多样性指数普遍较低,与该地区农牧交错带的地理位置和半干旱的气候有关。

林,沙棘作为先锋树种,在吴起县退耕还林工程中发挥了非常重要的作用。表 3 显示,吴起县四个区域的平均物种数差异不大,主要原因是东、南部流域区的降雨量远高于北洛河源头区和无定河流域区,沙棘生长较快,郁闭度大,林下地被植物因缺少阳光迅速减少,而其它区域郁闭度小,林下物种数量相对较多。

表 3 不同区域沙棘林植物多样性指数

区域类型	平均物种数 S	Maragalef 指数	Menhinnick 指数	Simpson 指数	Gini 指数	Shannon-weiener 指数	Pielou 指数	Alatalo 指数
无定河流域区	12.25	1.388 6	0.983 8	0.680 9	0.649 3	1.360 5	0.767 2	0.717 5
北洛河源头区	13.00	1.639 9	1.067 0	0.728 6	0.710 9	1.540 1	0.790 6	0.713 2
中部流域区	12.40	1.434 8	0.950 2	0.670 8	0.653 0	1.348 6	0.746 7	0.690 7
东、南部流域区	14.00	1.633 1	0.964 5	0.695 6	0.663 2	1.524 4	0.748 2	0.700 0

Maragalef 指数以北洛河源头区、东、南部流域区最高,无定河流域区最少。Menhinnick 指数变化以北洛河源头流域区最高,其它三个区域差异不大。Simpson 指数四个流域区没有大的差异。Gini 指数以北洛河源头区最高。Simpson 指数和 Gini 指数均较小,北部沙棘林内植物聚集度较南部低,整个群落仍处于在演替之中。Shannon-weiener 指数

变化为北洛河源头区>东、南部流域区>无定河流域区>中部流域区。Pielou 指数变化趋势是北洛河源头区>无定河流域>东、南部流域区>中部流域区; Alatalo 指数与样方大小无关,说明群落分布较均匀,优势度不够明显。

3.2.2 柠条林 柠条是吴起县重要的乡土灌木树种,主要分布在北部和西部。柠条既是重要的水

土保持树种,其叶片又是优良的畜牧业饲料。柠条林分的植物多样性指数结果见表 4, 调查结果表明,东、南部流域区柠条林地样方物种数明显高于无定河流域区和北洛河流域区。Maragalef 指数变化是东、南部流域区>中部流域区>北洛河源头区>无定河流域区, Menhinnick 指数变化则为北洛河源头区>东、南部流域区>中部流域区>无定河流域区, 柠条为团丛状,林分郁闭度较小,除无定河流域区外,其它三个区 Maragalef 指数和 Menhinnick 指数基本接近,与柠条树种特性和林分结构有密切关系。Simpson 指数变化是东、南部流域区>中部流域区>北洛河源头区>无定河流域区, Gini 指数变化为北洛河源头区>东、南部流域区>中部流域区>无定河流域区。Simpson 指数与 Gini 指数较为接近,说明柠条成熟林内植物优势度较为明显,以蒿类为例,东、南部流域区芨蒿为优势种,中部流域区

为蒙古蒿,北洛河源头区为冷蒿和黄蒿。Shannon-weiener 指数变化为东、南部流域区>中部流域区>北洛河源头区>无定河流域区,说明吴起县由北向南、由西向东柠条林生物多样性在逐渐增加。Pielou 指数变化趋势是东、南部流域区>中部流域区>无定河流域区>北洛河源头区,说明这四个区柠条林群落结构不仅相似,而且均匀度较高。Alatalo 指数变化则为无定河流域区>中部流域区>东、南部流域区>北洛河源头区,后三个区群落结构均匀度接近,而无定河流域较其它三个区略高,这与长梁涧地坡度较缓的地貌特征有关。Pielou 指数和 Alatalo 指数表明了柠条林分群落分布均匀度较高,其优势度不够明显。柠条林的 7 个生物多样性指数相差不明显,可见柠条成熟林群落结构非常相似。

表 4 不同区域柠条林植物多样性指数

区域类型	平均物种数 S	Maragalef 指数	Menhinnick 指数	Simpson 指数	Gini 指数	Shannon-weiener 指数	Pielou 指数	Alatalo 指数
无定河流域区	9.00	1.181 7	0.708 4	0.731 4	0.720 6	1.446 8	0.775 8	0.811 5
北洛河源头区	11.00	1.644 3	1.066 7	0.731 4	0.828 5	1.558 6	0.763 6	0.736 9
中部流域区	15.40	1.722 4	0.981 0	0.754 7	0.743 1	1.645 1	0.776 7	0.746 1
东、南部流域区	17.20	2.040 6	1.039 5	0.793 9	0.785 2	1.838 4	0.797 9	0.741 0

### 3.3 草本群落多样性

吴起县草原植被(荒坡植被)主要集中分布于崩顶、阴坡和阳坡的陡坡立地环境,表 5 显示,东部和南部流域区的物种数明显高于其它流域。Maragalef 指数以东、南部流域区最高, Menhinnick 指数变化则为中部流域区最高, Simpson 指数变化是东、南部流域区最高,其它区域基本一致。Gini 指数东、南部流域区和中部流域区植物优势较为明显,北洛河源头区和无定河流域区优势度较为接近。Shannon-weiener 指数变化为东、南部流域区>

中部流域区>无定河流域区>北洛河源头区,说明由南向北、由东向西草本植物多样性在降低。Pielou 指数变化趋势是北洛河源头区>中部流域区>东、南部流域区>无定河流域区,四个区草本地被植物群落分布均匀度基本一致,中部流域与东、南部流域更为接近。Alatalo 指数变化与 Simpson 指数变化相反,群落均匀度较高时聚集度则相对较低。无论 Pielou 指数还是 Alatalo 指数都表明吴起县植物群落分布均匀度较高,优势度不够明显,群落多样性总体较低。

表 5 不同区域草原植被生物多样性指数

区域类型	平均物种数 S	Maragalef 指数	Menhinnick 指数	Simpson 指数	Gini 指数	Shannon-weiener 指数	Pielou 指数	Alatalo 指数
无定河流域区	15.14	1.488 8	0.842 2	0.675 4	0.666 0	1.441 5	0.719 6	0.634 3
北洛河源头区	13.67	1.332 7	0.850 1	0.689 9	0.674 4	1.386 7	0.784 2	0.760 7
中部流域区	16.25	1.787 3	1.071 9	0.675 4	0.734 9	1.586 3	0.757 4	0.759 6
东、南部流域区	21.38	1.901 0	0.989 2	0.744 7	0.735 8	1.691 3	0.755 1	0.695 1

### 3.4 不同区域植被差异性分析

在本研究中,吴起县北洛河源头区,中部流域区,东、南部流域区,无定河流域区等四个区域中均覆盖有乔木、灌木、草本植物,且不同区域中植被覆

盖情况均表现不同。通过差异性分析显示,不同区域类型下植被分布具有极显著性差异,不同群落间植被分布差异不显著(见表6)。

表6 不同区域植被差异性分析

差异源	离差平方和	自由度	均方	F	P 值	F 临界值
区域类型	244.100 2	3	81.366 738	6.013 060 721	0.009 658	3.490 295
不同群落	54.7878 3	4	13.696 958	1.012 215 05	0.439 274	3.259 167
误差	162.38	12	13.531 668			
总计	461.268 1	19				

## 4 结 论

吴起县地带性植被由东南向西北,无论是山杏、小叶杨,还是沙棘、柠条群落,物种的丰富度指数在无定河流域区和北洛河源头区均偏小,植物多样性信息指数(Simpson 和 Gini 指数)较低,Shannon-weiner 指数处在正常值下限,群落的均匀度指数(Pielou 和 A1atalo 指数)相对较高。草原群落中物种的丰富度指数在中部流域区和东、南部流域区,明显高于无定河流域区和北洛河源头区。四个区植物多样性指数(Simpson 和 Gini 指数)总体较低,相互差异不明显。Shannon-weiner 指数处在正常值下限,且中部流域区>东、南部流域区>无定河流域区>北洛河源头区。群落均匀度指数(Pielou 和 A1atalo 指数)基本接近,且相对较高。

吴起县生物多样性指数的变化与其植被分布是一致的,东部和南部是落叶阔叶林,乔灌木树种密度大于中部地区,林分郁闭度也明显高于中部和北部地区,林下地被植物由于光照不足,种类和数量较少,造成样地生物多样性指数低于中部地区。中部地区主要为灌木林,林分高度低矮,郁闭度小,光照充足,林下地被植物种类和数量多,形成了多样性指数高于东部和南部的结果。北部地区降雨量仅有南部一半略多,灌木林密度小,郁闭度低,降雨少,蒸发量又高于中部和南部地区,属于旱气候,地被植物种类少,且生长量小,生物多样性指数整体偏低。

吴起县特殊的地理位置和植被区系组成构成了干旱半干旱的脆弱生态环境条件。仍处在植被群落演替变化过程的植物群落尚未发育到顶级群落,多数草原植被处在利用价值较低阶段,且不同区域间植物群落具有显著差异,因此应根据北部、中部和南部不同地区的植被类型和组成特点,继续做好封山禁牧工作,最大限度地促进植被进一步恢复,推动生态环境工程健康发展,构建人与自然和谐发展的生态系统,造福于民。

### 参 考 文 献:

- [1] 邓景成,高鹏,穆兴民,等.黄土高原退耕还林工程对生态环境的影响及对策建议[J].水土保持研究,2017,24(5):63-68.
- [2] 刘国彬,上官周平,姚文艺,等.黄土高原生态工程的生态成效[J].中国科学院院刊,2017,32(1):11-19.
- [3] 李宗善,杨磊,王国梁,等.黄土高原水土流失治理现状、问题及对策[J].生态学报,2019,39(20):7398-7409.
- [4] 张鑫,任莉,罗超英.退耕还林区植物群落物种构成和生物多样性分析[J].农业开发与装备,2019,(11):87-90.
- [5] 郝文芳,杜峰,陈小燕,等.黄土丘陵区天然群落的植物组成、植物多样性及其与环境因子的关系[J].草地学报,2012,20(4):609-615.
- [6] 罗舒元,朱清科,辛云玲,等.陕北吴起县植被覆盖度时空特征及其影响机制[J].中国水土保持科学,2020,18(3):146-154.