

基于 AHP 和熵权法对淮河源 4 类饲草的评价

段传宏¹, 王晓云¹, 周宁宁¹, 宴燕¹, 高畅¹, 刘丹²

(1. 信阳市林业科学研究所, 河南 信阳 464031; 2. 河南鸡公山国家级自然保护区管理局, 河南 信阳 464034)

摘要:为促进淮河源地区饲草产业发展,通过选取生产机械化水平、产品经济效益、营养价值、环境影响程度和资源供给5个方面共12个指标,采用熵权法和层次分析法相结合的方法对淮河源常见的4类饲草进行综合评价。结果表明,巨菌草(*Pennisetum sp.*)、青蒿(*Artemisia carvifolia*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、青贮玉米(*Zea mays*)和紫花苜蓿(*Medicago sativa*)综合评价值为0.977、0.904、0.950、0.948、0.927,显示出淮河源地区畜牧业集约化程度差,导致栽培饲草和野生饲草相比没有任何优势,评价指数高的巨菌草等饲草没有得到推广应用。对评价结果分析表明,该地区优质饲草产量高、可提供的生产资源多,有较大发展潜力。

关键词:饲草;淮河源;熵权法;AHP;评价

中图分类号:S5-33

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2019)01-0044-05

Evaluation on Four Kind of Forages in the Huaihe River Source Area Base on AHP and Entropy Weight Method

DUAN Chuanhong¹, WANG Xiaoyun¹, ZHOU Ningning¹, YAN Yan¹, GAO Chang¹, LIU Dan²

(1. The Forest Science Research Institute of Xinyang, Xinyang 464031; 2. The National Natural Preserve of Jigongshan Mountains in Henan Province, Xinyang 464034, China)

Abstract: In order to improve the development of forage grass industry in the Huaihe River source area, 12 indexes of five aspects were selected to evaluate four kind of forages, which include the level of mechanization, economic benefit of the product, the nutritional value, the degree of environmental impact and the supply of resources by using the combined method of entropy weight and AHP. The results showed that the comprehensive evaluation indexes of *Pennisetum sp.*, *Artemisia carvifolia*, *Setaria viridis*, silage maize and alfalfa were respectively 0.977, 0.904, 0.950, 0.948 and 0.927, which indicated the cultivated forages had no advantage compared with the wild forage grass because of the lowly intensive animal husbandry production. The *Pennisetum sp.* of high evaluation index has not been popularized. The analysis of the evaluation results showed that the high quality forage in this area has high yield and abundant production resources, and has great potential for development.

Key words: Forage; Huaihe River source area; Entropy weight method; AHP; Evaluation

现代农业发展以技术、装备、管理为保障,目的为保证农产品供给、促进农村农业可持续发展。因此,在农业种植结构调整中,对作物种植在资源消耗、生产过程的技术作业水平、劳动力供给和效益等多方面的问题进行充分论证^[1-5],避免产业发展过程中瓶颈现象具有重要意义。

巨菌草(*Pennisetum sp.*)属典型的C₄植物,在治理崩岗、防沙治沙、食药菌生产等发展现代农牧业方面均有成功案例^[6-9],在淮河源地区有农

户零星种植。玉米(兼粮食作物)、紫花苜蓿和野生地被植物是淮河源地区传统的动物饲草。由于淮河源地区地形地势复杂,结合每一种饲草种植技术特点和优势,合理选择牧草,需要对4类饲草开展综合评价,使农牧业提质增效,该项工作尚未见报道。根据4类饲草在淮河源种植技术数据,借鉴现有研究成果,对该地区主要饲草发展适宜性作出评价,有助于该地区饲草产业科学定位和发展规划。

1 材料与方 法

1.1 研究区域概况

淮河源地区主要包括信阳市新县、商城、光山、罗山、固始、潢川、息县、淮滨、平桥、浉河和南

收稿日期:2018-08-26

项目基金:河南省科技攻关项目(172102110130)

作者简介:段传宏(1976-),男,高级工程师,主要从事地被植物研究。

阳市桐柏县共11个县(区),地势南高北低,岗川相间、地形复杂,是我国重要水源涵养生态功能区,也是河南省重要的林业和畜牧业基地。淮河源中心城市信阳市2016年畜牧业总产值162.8亿元,比2011年增长26.4%,畜牧业产值占农业总产值的比重达到26%^[10]。畜牧业进一步发展,必然会带来对资源的需要,动物与人类对资源的竞争必将成为畜牧业发展的瓶颈。为减少对玉米、大豆的依赖和保护山地护坡地被植物,寻找生态经济型饲料是当务之急。同时随着城市化进程加速,农村劳动力向城市转移,传统的以劳动力为主要生产资源的作物产业发展停滞,区域出现大量的荒山荒地,也需要引进高技术含量、高效益型、生态型作物产业实现该区域乡村振兴计划。

该地区种植的饲草主要有青贮玉米和紫花苜蓿,主要野生地被植物草本有60余种,隶属23科,种类包括菊科的一年蓬(*Erigeron annuus*)、野艾蒿(*Artemisia lavandulaefolia*)、小飞蓬(*Conyza canadensis*)、刺儿菜(*Cirsium segetum*)、鬼针草(*Bidens pilosa*)、蒲公英(*Taraxacum borealis-nense*);苋科的凹头苋(*Amaranthus ascendens*)、水花生(*Alternanthera philoxeroides*)、牛膝(*Achyranthes bidentata*);禾本科的狗尾草(*Setaria viridis*)、荻(*Triarrhena sacchariflora*)、荻草(*Arthraxon hispidus*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*);旋花科的打碗花(*Calystegia hederacea*)、马蹄金(*Dichondra repens*);伞形科的小窃衣(*Torilis japonica*)、破铜钱(*Hydrocotyle sibthorpioides. var. batrachium*);十字花科的荠菜(*Capsella bursa-pastoris*)、碎米荠(*Cardamine hirsuta*);蓼科的酸模叶蓼(*Polygonum lapathifolium*)、水蓼(*Polygonum hydropiper*)。野生地被植物中狗尾草、青蒿最为常见。

1.2 评价模型

选取巨菌草、青蒿、狗尾草、青贮玉米和紫花苜蓿5种饲草,分为4类,其中,青蒿和狗尾草作为野生地被植物计为一类。对5种饲草的作业水平、社会经济与环境影响上的差异研究,实质是对其各项指标的多目标综合评价。通过5种饲草在淮河源地区的作业水平、生产管理、社会经济及环境影响上的客观数据分析,从区域产业布局的角度,研究主要饲草产业在淮河源地区的发展路径和发展定位。评价采用主客观结合的方法,构建评价指标体系。将指标分为三个层次,依次为:目标层、准则层和指标层(表1)。用AHP和熵权法共同确定指标权重,首先用AHP确定准则层权

重,然后用熵权法确定指标层权重。根据信息熵原理,若指标数据差距大,变异程度越大,信息熵则越小,它在综合评价中所起的作用越大,则该指标的权重也应越大,反之,则权重越小。根据信息熵和各指标变异程度计算出各项评价指标权重^[11-12],从而对淮河源地区4类饲草作出科学评价。

1.3 研究方法

基于淮河源经济社会发展情况和主要作物的生产技术经济水平构建评价指标体系。评价指标结合实际情况,根据指标收集的可能性及评价意义,建立生产机械化水平、产品经济效益、营养价值、环境影响程度和资源供给5个准则层指标体系,选取耕地费、种植费、采收费、管护费、种苗费、产值、粗蛋白、粗纤维、施肥量、农药量、耗水量、立地条件12个单项为指标层。通过各项指标的比较,对淮河源4类饲草进行综合评价。

表1 评价模型

目标层	准则层	指标层
5种饲草	生产机械化水平	耕地费
		种植费
		采收费
	产品经济效益	管护费
		种苗费
		产值
	营养价值	粗蛋白
		粗纤维
		施肥量
	环境影响程度	农药量
		耗水量
	资源供给	立地条件

1.4 评价数据测定及依据

评价数据中生产机械化水平评价,因耕、种、收综合机械化率越高,投入人工越少,其费用越低,所以生产机械化水平和产品经济效益评价价值均以直接费用或者收益为计算依据^[13-16]。营养价值以产品粗蛋白、粗纤维为评价依据,数据均于2017年7月采取5种草类成熟样品,青贮后检测得出。环境影响以施肥量、农药量为评价依据,其中施肥量只统计化学肥料,均以负向指标计算。资源供给情况评价主要考虑饲草种植的水、土条件,以耗水量、可用立地条件为评价依据。立地条件评价主要综合考虑其生产条件的制约因素和特殊的地理因素,其量化依据淮河源区可供应的资源量计为3

类:对立地条件要求很低,如巨菌草、玉米平地岗地均可;对立地条件有一定要求,如紫花苜蓿,适宜平地,对水分的需要高于禾本科牧草;青蒿、狗尾草属自然草地,部分数据来源于相关部门网站公布信息和实际调研。

1.5 数据分析

采用层次分析法计算准则层各指标权重,再结合熵权法计算各指标层权重,然后计算出各评价对象综合生产水平指数。数据处理和制图采用 Excel 2007。

具体运算步骤如下:

①利用 AHP 层次分析法建立生产机械化水平、产品经济效益、营养价值、环境影响程度和资源供给,并通过专家评价,在此基础上构造判断矩阵,通过层次排序和一致性检验,最终得出准则层总排序值 P。

②建立一个 $m \times n$ 的决策矩阵, m 为评价对象即巨菌草、青蒿、狗尾草、玉米、紫花苜蓿, $m=1, 2 \dots 5$; n 为评价指标包括耕地费、种植费、采收费、管护费、种苗费、产值、粗蛋白、粗纤维、施肥量、农药量、耗水量、立地条件, $n=1, 2 \dots 12$; X_{ij} 为第 i 个评价对象的第 j 个指标。

③使用公式(1)、(2)对数据进行标准化处理,得出标准化值 r ,正向指标用公式(1),负向指标用公式(2),由于出现了 0 值,对整个数据向右平移 0.5。

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \dots\dots\dots(1)$$

$$r_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \dots\dots\dots(2)$$

④用公式(3)对数据进行归一化处理,得出归一化值 f 。

$$r_{ij} = r_{ij} / \sum_{i=1}^m r_{ij} \dots\dots\dots(3)$$

⑤用公式(4)、(5)分别计算出各个指标的熵值(s)和熵权重(q)。

$$s = -1 / \ln m \sum_{i=1}^m f_{ij} \ln f_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots(4)$$

$$q = 1 - s / n - \sum_{i=1}^n s \dots\dots\dots(5)$$

⑥最后用公式(6)计算出各指标的组合权重 W_j 。

$$w_j = pq_j / \sum_{j=1}^n pq_j \dots\dots\dots(6)$$

2 结果与分析

2.1 4类饲草评价指标权重与综合生产水平指数

通过 AHP 层次分析法,得出淮河源 4 类 5 种饲草生产机械化水平、产品经济效益、营养价值、环境影响程度和资源供给准则层 5 项指标的权重值(表 2)。通过熵权法得出 4 类 5 种饲草指标层 12 项指标的权重值,并通过计算得出 4 类 5 种饲草综合生产水平评价指数(表 3)。

表 2 淮河源饲草各项指标评价权重

	生产机械化水平	经济效益	营养价值	环境影响程度	资源供给
权重	0.120	0.346	0.136	0.143	0.255

注: $\lambda_{max}=5.109$, $CI=0.024$, $RI=1.12$, $CR=0.013$

表 3 淮河源 5 种饲草的各项指标综合评价指数

指标	巨菌草	青蒿	狗尾草	青贮玉米	紫花苜蓿
耕地费	0.022	0.065	0.065	0.031	0.054
种植费	0.021	0.062	0.062	0.031	0.046
采收费	0.047	0.017	0.030	0.052	0.042
管护费	0.037	0.056	0.056	0.019	0.019
种苗费	0.036	0.094	0.100	0.089	0.107
产值	0.200	0.067	0.067	0.165	0.102
粗蛋白	0.052	0.071	0.038	0.058	0.114
粗纤维	0.089	0.030	0.091	0.088	0.075
施肥量	0.045	0.134	0.134	0.045	0.080
农药量	0.080	0.080	0.080	0.053	0.027

续表 3

指标	巨菌草	青蒿	狗尾草	青贮玉米	紫花苜蓿
耗水量	0.116	0.150	0.150	0.083	0.050
立地条件要求	0.233	0.078	0.078	0.233	0.211
综合生产水平指数	0.977	0.904	0.950	0.948	0.927

从表 2 看出,与饲草类核心指标产量最密切的经济效益权重值最高,其次为资源供给是制约产业发展的关键因素,而生产机械化水平、营养价值、环境影响水平权重略低,说明效益与资源在饲草种类选择上意义更大。从表 3 看出,5 种饲草综合评价以巨菌草最高为 0.977,青蒿最低为 0.904,平均值为 0.941 2,野生牧草狗尾草高于平均值,而栽培牧草紫花苜蓿低于平均值。

2.2 4 类饲草综合评价

4 类 5 种饲草生产机械化水平、产品经济效益、营养价值、环境影响程度、资源供给评价指数间存在一定差异(图 1)。

(1)从图 1 可以看出,生产机械化水平评价指数差异较大(变异系数 CV=0.190)。4 类饲草中,巨菌草生产机械化水平最低为 0.089(表 4),青蒿和狗尾草属自然繁殖,没有费用投入,故评价指数尽管较高但没实际意义。青贮玉米和紫花苜蓿均具有成熟的耕作技术,但紫花苜蓿为多年生,耕种费用更低。

(2)产品经济效益评价指数以巨菌草和青贮玉

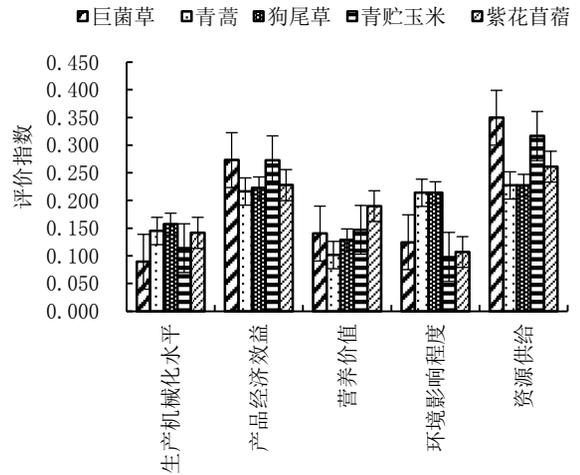


图 1 4 类饲草准则层指标评价指数

米最高,评价指数均为 0.273;而青蒿最低为 0.216。

(3)营养价值评价指数以紫花苜蓿最高,评价指数达到 0.190;而青蒿最低为 0.101。

(4)环境影响程度评价指数差异最大(CV=0.221 8),青蒿和狗尾草评价指数最高为 0.214,青贮玉米最低为 0.098。

表 4 准则层评价指数及与综合生产水平评价指数的相关系数

准则层	巨菌草	青蒿	狗尾草	青贮玉米	紫花苜蓿	与综合生产水平评价指数的相关系数
生产机械化水平	0.089	0.145	0.157	0.114	0.142	-0.682
产品经济效益	0.273	0.216	0.223	0.273	0.228	0.753
营养价值	0.140	0.101	0.129	0.147	0.190	0.196
环境影响程度	0.124	0.214	0.214	0.098	0.107	-0.391
资源供给	0.350	0.227	0.227	0.316	0.261	0.752

(5)资源供给评价指数以巨菌草最高为 0.350,其生产对条件要求相对较低,青蒿和狗尾草可利用资源较少,评价指数最低为 0.227。

3 讨论与结论

淮河源常见饲草生产机械化水平、产品经济效益、营养价值、环境影响程度、资源供给,评价指数均呈现较大差异性,说明淮河源地区各种饲草作业水平和产出效益不均衡,表明在畜牧业发展、农业种植结构调整、饲草种植规划、农业技术推广方面还存在以下问题,并有较高的提升空间和发展潜力^[16-18]。

首先,4 类饲草中传统的青贮玉米、紫花苜蓿和

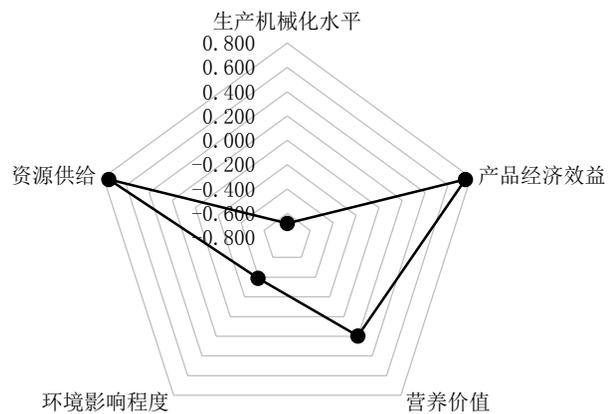


图 2 五种饲草综合评价指数与各类指标相关性分析图

野生的青蒿、狗尾草相比,综合评价价值相当,没有太大差异($CV=0.023$),说明该地区畜牧产业规模经营不够,主要处于小农经济、放养状态,没有形成从饲草生产到养殖、加工的循环产业链条。由于集约化规模化程度差,导致栽培饲草和野生牧草相比没有任何优势,而野生牧草资源较少,分布零散,致使该地区畜牧产业未能进一步发展壮大。

其次,巨菌草综合评价指数为0.977,在5种饲草中评价指数最高,高出平均值0.035,但在该地区只有零星种植,说明耕作技术水平、环境经济效益较高的饲草种类没有得到广泛的推广应用。

进一步对淮河源5种饲草综合生产水平评价指数与生产机械化水平、产品经济效益、营养价值、环境影响程度、资源供给五个评价指数进行相关性分析表明(图2),产品经济效益、营养价值和资源供给与5种饲草综合生产水平评价指数呈现明显的正相关,相关系数分别为0.753、0.196、0.752(表4),说明综合生产水平评价指数较高的巨菌草在饲草生产的核心指标产量^[19]和可提供的生产资源上有较大优势,在该地区有较大提升空间和发展潜力;生产机械化水平、环境影响程度与5种饲草综合生产水平评价指数呈现明显的负相关,相关系数分别为-0.682、-0.391,说明发展饲草产业在技术开发上需要加大力度,提高机械化程度,引种环境影响程度低的巨菌草等优良品种。

以每种饲草单项指标所具备的优势条件,可根据地形条件选择不同种类牧草。生产机械化水平最高的紫花苜蓿,由于其多年生,摊低了耕种收成本,适合机械化不易操作地段;生产条件便利地段,可以产品经济效益为中心选择巨菌草、青贮玉米等;营养价值巨菌草与青贮玉米相当,与丁铭、黄晓飞、徐艳荣等人研究一致^[20-21],紫花苜蓿最高,野生青蒿和狗尾草较低。因此,以生产机械化水平、经济效益和营养价值,结合环境影响程度和资源供给评价指标为依据,调整饲草种类结构,提高饲草品质,合理规划发展规模。

基于以上分析,针对淮河源地区饲草产业发展,从宏观政策战略层面、中观部门和行业管理层面及微观操作层面提出以下策略。

(1)宏观政策层面:把饲草产业作为淮河源地区畜牧业发展的重要内容,按饲草-动物-肥料-饲草的循环模式进行产业规划布局。

(2)中观部门和行业管理层面:进行饲草产业发展规划,在资金上予以大力支持,培育龙头企业。

(3)微观操作层面:结合畜牧业发展做好饲草产业各项技术要素的研究工作,形成技术链条,培训技术工人,建立示范园。

参考文献:

- [1] 许一,徐得潜,王莉莉,等.节水灌溉与水资源优化配置对农业种植结构影响研究[J].节水灌溉,2009(5):24-26,29.
- [2] 张发旺,程彦培,王滨,等.黑龙江地区水土资源空间分布与农业种植结构优化研究[J].安徽农业科学,2011,39(22):13356-13359,13368.
- [3] 李瑞华,赵华甫,樊良新,等.河南省农业从业人口与农业种植结构耦合关系分析[J].湖北农业科学,2011,50(1):189-193.
- [4] 焦仁海,刘兴二,徐艳荣,等.外来玉米种质在吉林省的应用与创新[J].东北农业科学,2016,41(1):1-3,19.
- [5] 靳松涛.豫湘两省主要农作物生产效应年际动态对比研究(1983-2003)[D].长沙:湖南农业大学,2005.
- [6] 黄晓飞,孟庆翔.巨菌草青贮替代全株玉米青贮对奶牛生产性能、乳成分和经济效益的影响[J].中国畜牧兽医,2017,44(7):1997-2002.
- [7] 沈锋,陈嘉川,杨桂花.巨菌草纤维特性分析及其木素结构表征[J].中国造纸,2017,36(3):13-20.
- [8] 何恺文,黄炎和,蒋芳市,等.2种草本植物根系对长汀县崩岗洪积扇土壤水分状况的影响[J].中国水土保持科学,2017,15(4):25-34.
- [9] 于智豪,肖正,贾瑞博,等.巨菌草沼渣制备液化多元醇及合成聚氨酯的研究[J].生物质化学工程,2016,50(1):11-16.
- [10] 尹小剑.奏响牧业强劲发展之歌—信阳市畜牧业发展纪实[N].河南日报农村版,2017-09-18.
- [11] 李满,李世峰.基于熵权法的涿鹿县现代农业发展水平评价分析[J].中国农业大学学报,2014(5):236-243.
- [12] 刘玲.基于层次-熵权法的统筹城乡发展评价研究[J].地域研究与开发,2015,34(4):7-11.
- [13] 陈巧敏,李斯华.主要农作物生产全程机械化水平评价研究[J].农机化研究,2017,39(1):1-5.
- [14] 曹卫华,王家忠,黄凰,等.林果业生产机械化水平评价与实证研究[J].系统工程理论与实践,2015,35(11):2857-2865.
- [15] 张青,张金星.种植优势品种是农民增收的亮点——河北省部分优质农产品经济效益调查[J].价格理论与实践,2002(1):39.
- [16] 陈元双.提高我国农业及农产品经济效益的措施探讨[J].中国市场,2008(23):56-57.
- [17] 李昕.基于熵权法的农村居民点整理潜力评价分级——以河北省易县为例[J].江苏农业科学,2014,42(8):465-467.
- [18] 荣联伟.基于AHP和熵权法的县域耕地整理潜力评价[J].江西农业大学学报,2014,36(2):454-462.
- [19] 白跃华,魏绍成.草地资源评价方法与综合评价程序[J].中国草地,2001(2):63-67.
- [20] 丁铭,王龙清,张旭,等.巨菌草与其他饲草的营养成分比较[J].安徽农业科学,2015,43(35):172-173.
- [21] 徐艳荣,仲义,代秀云,等.我国青贮玉米的发展现状及种质改良[J].东北农业科学,2017,42(1):8-11.