



中国西南地区饲草产业与草食畜牧业耦合协调关系

张浩 李旭君 龙雪芬 梁耀文 王明利

Coupling and coordinating relationship between forage industry and herbivorous animal husbandry in southwest China: Based on field research in Sichuan, Yunnan, and Guizhou

ZHANG Hao, LI Xujun, LONG Xuefen, LIANG Yaowen, WANG Mingli

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2023-0011>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于协调度模型的青藏高原社区畜牧业生态、社会及经济耦合发展

An approach to C Degree Model on ecological, social and economic coupling development in Qinghai-Tibet Plateau research community

草业科学. 2018, 12(3): 677 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2017-0263>

粮草兼顾型畜牧业饲草料发展现状及展望

Development and prospects of ‘grain-forage supply’ in modern animal husbandry

草业科学. 2017, 11(3): 653 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2016-0361>

草原畜牧业产业链利益联结机制影响因素研究

Empirical study of the influencing factors in grassland animal husbandry industry chain cooperative mechanism

草业科学. 2017, 11(12): 2591 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2017-0380>

饲用荞麦在畜牧业中的应用与研究

Progress of research on buckwheat forage and its application in the livestock and poultry industries

草业科学. 2018, 12(1): 176 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2017-0148>

野生薏苡在我国西南地区的饲用前景、进展与存在问题

Advances in the application of *Coix* in perennial grass breeding

草业科学. 2019, 36(10): 2639 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2018-0638>

畜牧领域专业学位研究生“双导师三段制”培养模式探索与思考：以兰州大学为例

Exploration and thinking on the “Double-supervisor Three-Stages System” training mode for professional degree graduates in the animal husbandry: Taking Lanzhou University as an example

草业科学. 2021, 38(2): 393 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2020-0085>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2023-0011

张浩, 李旭君, 龙雪芬, 梁耀文, 王明利. 中国西南地区饲草产业与草食畜牧业耦合协调关系——基于对四川、云南、贵州的实地调研. 草业科学, 2023, 40(7): 1932-1942.

ZHANG H, LI X J, LONG X F, LIANG Y W, WANG M L. Coupling and coordinating relationship between forage industry and herbivorous animal husbandry in southwest China: Based on field research in Sichuan, Yunnan, and Guizhou. Pratacultural Science, 2023, 40(7): 1932-1942.



中国西南地区饲草产业与草食畜牧业 耦合协调关系

——基于对四川、云南、贵州的实地调研

张浩, 李旭君, 龙雪芬, 梁耀文, 王明利

(中国农业科学院农业经济与发展研究所, 北京 100081)

摘要: 中国西南地区草地资源丰富, 草食畜牧业发展迅速, 具备饲草产业和草食畜牧业高质量发展的潜力。然而调研发现, 目前西南地区饲草供需缺口大, 制约了草食畜牧业的进一步发展。为了准确把握西南地区饲草产业和草食畜牧业的发展关系, 本研究运用耦合协调度模型对二者之间的耦合关系进行了测算分析, 并结合实地调研情况提出对策建议。研究表明: 2015-2020年, 西南地区饲草产业与草食畜牧业的耦合协调度基本处于初级协调到中级协调的状态, 协调程度较低。影响二者协调发展的主要因素是饲草产业发展水平滞后。西南地区土地资源紧张、机械化和规模化水平较低、政策支持力度不足等因素是制约地区饲草产业发展的重要因素。改善西南地区饲草产业和草食畜牧业发展不协调的问题, 需要着力提升西南地区饲草产业发展水平, 建议遵循“立草为业”的发展思路, 通过改善生产条件, 创新支持政策, 提升饲草种业竞争力等方式促进西南地区饲草产业发展, 实现饲草产业与草食畜牧业的协调发展。

关键词: 饲草产业; 西南地区; 草食畜牧业; 耦合度; 耦合协调度

文献标识码: A 文章编号: 1001-0629(2023)07-1932-11

Coupling and coordinating relationship between forage industry and herbivorous animal husbandry in southwest China: Based on field research in Sichuan, Yunnan, and Guizhou

ZHANG Hao, LI Xujun, LONG Xuefen, LIANG Yaowen, WANG Mingli

(Institute of Agricultural Economics and Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: The southwest region of China is rich in grassland resources, with the rapid development of herbivorous animal husbandry, and has the potential of developing high-quality forage and herbivorous animal husbandry. However, a recent survey revealed a huge gap between forage supply and demand in southwest China, which restricts the further development of herbivorous animal husbandry. To accurately understand the development relationship between the forage industry and herbivorous animal husbandry in southwest China, this study aimed to analyze the coupling relationship between the two

收稿日期: 2023-01-06 接受日期: 2023-02-27

基金项目: 国家现代农业产业技术体系(CARS-34); 中国农业科学院科技创新工程项目(ASTIP-IAED-2023-01)

第一作者: 张浩(1997-), 男, 内蒙古集宁县人, 在读硕士生, 主要从事畜牧业经济研究。E-mail: zhanghaocaas@qq.com

通信作者: 王明利(1968-), 男, 内蒙古丰镇人, 研究员, 博士, 主要从事畜牧业经济与农业技术经济研究。E-mail: wangmingli@caas.cn

using the coupling coordination model and put forward relevant countermeasures and suggestions based on the field survey. The study results exhibited that the coupling coordination degree of the forage industry and herbivorous animal husbandry in southwest China was basically in the state of primary coordination to intermediate coordination, and the coordination degree was relatively low from 2015 to 2020. The main factor affecting the coordinated development of the two is the lagging development level of the forage industry. The shortage of land resources, low level of mechanization and scale, and insufficient policy support in southwest China are important factors restricting the development of the forage industry. Efforts should be made to tackle the uncoordinated development of forage industry and herbivorous animal husbandry in southwest China by improving the development level of forage industry. It is suggested to follow the development idea of “establishing grass as an industry”, promote the development of the forage industry via refining production conditions, innovating support policies, improving the competitiveness of forage seed industry, and realize the coordinated development of the forage industry and herbivorous animal husbandry.

Keywords: forage industry; southwest China; herbivorous animal husbandry; coupling degree; coupling coordination degree

Corresponding author: WANG Mingli E-mail: wangmingli@caas.cn

随着中国居民生活水平的提升和膳食结构的转变, 人均肉类消费需求呈现出逐年上升趋势, 草食畜产品的消费比例也在同步增加。据《中国统计年鉴》数据显示: 2020 年中国人均牛羊肉消费占人均肉类消费的 14.11%, 较 2010 年增长了 7.65%。草食畜牧业已成为保障居民肉类消费, 顺应居民膳食结构变化的重要产业^[1]。优质饲草料作为草食畜牧业发展的物质基础, 事关畜产品的稳定供给, 同时还关系到农民增收增收和生态环境改善等多个方面^[2]。中国西南地区气候湿润, 水热条件优越, 区域内草山草坡、冬闲田、疏林草地等土地资源丰富, 在发展饲草产业方面蕴藏着巨大潜力^[3]。然而, 近年来随着西南地区草食畜牧业的快速发展, 饲草供给能力不足的问题却日益凸显, 草食畜牧业面临“无草可食”的困境。明确当前西南地区饲草产业与草食畜牧业间的发展关系, 找出制约二者协调发展的主要因素, 有利于实现西南地区草畜协同发展, 保障牛羊肉等重要农产品供给。

基于此, 为深入了解西南地区饲草产业发展现状, 本研究对云南、贵州、四川等地的相关牧业养殖场、人工牧场、家庭农场开展了实地调研。通过构建协调发展综合评价指标体系, 在饲草产业和草食畜牧业两个子系统综合评价的基础上, 建立西南地区饲草产业和草食畜牧业耦合协调模型, 衡量 2015—2020 年西南地区饲草产业与草食畜牧业协调发展程度。并结合实地调研情况, 分析影响饲草产业和草食畜牧业协调发展的制约因素, 并提出相

应建议, 以期西南地区乃至全国饲草产业与草食畜牧业协调发展提供决策参考。

1 研究区域概况

1.1 西南地区草食畜牧业发展概况

近年来, 中国西南地区依托自身资源禀赋优势, 畜牧业发展势头强劲^[4]。云南、贵州、四川各省出台了一系列促进草食畜牧业发展的配套政策, 例如云南省出台《云南省支持肉牛产业加快发展若干措施》, 通过财政奖补、金融支持等方式扩大肉牛养殖规模; 贵州省成立草食畜牧业发展工作专班, 以包括草食畜牧业在内的 12 个农业特色优势产业为主攻方向, 深入推进农业结构调整; 四川省通过制定《川牛羊(畜禽饲草)产业振兴工作推进方案》深化畜牧业供给侧结构性改革。在政策推动和传统养殖习惯影响下, 西南地区牛羊存栏及出栏量总体保持增长态势。如图 1 所示, 2020 年云南省牛存栏 858.78 万头, 牛出栏 335.90 万头, 同比分别增长 3.7% 和 2.9%。羊存栏 1350.66 万只, 羊出栏 1177.48 万只, 同比分别增长 3.3% 和 3.5%。贵州省牛存栏 517.71 万头, 出栏 176.14 万头, 同比分别增长 5% 和 4.5%。羊存栏 382.38 万只, 出栏 297.37 万只, 同比分别增长 0.6% 和 1.3%。四川省牛存栏 880.30 万头, 同比增长 3.4%, 位居全国第一; 牛出栏 296.40 万头, 同比增长 1.6%。羊存栏 1524.80 万只, 出栏 1792.10 万只, 同比分别增长 1.4% 和 0.7%。

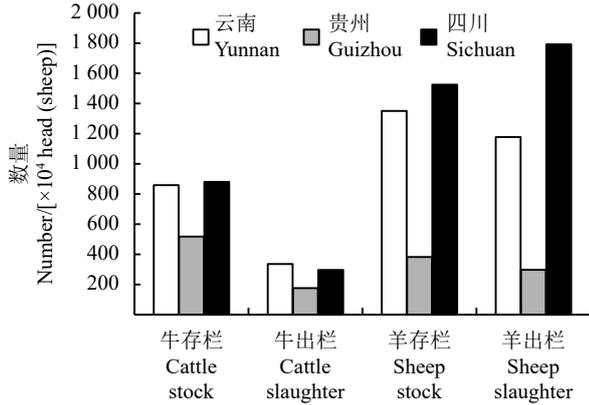


图1 2020年调研地区主要草食畜牧生产指标

Figure 1 Major grass-fed livestock production indicators in the research area in 2020

数据来源:《中国农村统计年鉴》。

Data source: China Rural Statistical Yearbook.

1.2 西南地区饲草种植和供需概况

根据第三次全国国土调查数据,云南省天然牧草地 12.25 万 hm^2 ; 栽培牧草地 0.87 万 hm^2 ; 其他草地 119.17 万 hm^2 。贵州省天然牧草地 1.21 万 hm^2 ; 栽培牧草地 0.13 万 hm^2 ; 其他草地 17.49 万 hm^2 。四川省天然牧草地 943.49 万 hm^2 ; 栽培牧草地 5.77 万 hm^2 ; 其他草地 19.53 万 hm^2 。西南地区饲草种植品种以燕麦 (*Avena sativa*)、白三叶 (*Trifolium repens*)、紫花苜蓿 (*Medicago sativa*)、黑麦草 (*Lolium perenne*) 和青贮玉米 (*zea mays*) 为主, 种植方式主要有单播、混播、间作、套作和轮作等。

按《天然草地合理载畜量的计算》(NY/T635-2015) 及各省调研实际情况, 以 1 个牛单位折合 5 个羊单位, 每个羊单位日采食量 1.8 kg 饲草料干物质的方式测算, 2020 年云南省全年需饲草料干物质 3 708.47 万 t, 其中, 饲草年均需求量为 2 781.36 万 t, 精料补充料年均需求量 927.12 万 t (按照西南地区常见的饲料精粗比 1:3 计算); 贵州省全年需饲草料干物质 1 951.90 万 t, 其中, 饲草年均需求量为 1 463.93 万 t, 精料补充料年均需求量 487.98 万 t; 四川省全年需饲草料干物质 3 893.58 万 t, 其中, 饲草年均需求量为 2 920.18 万 t, 精料补充料年均需求量 973.39 万 t (图 2)。对比各省目前的饲草生产能力, 发现各省均存在不同程度的供需缺口。应对饲草短缺困局, 西南地区主要通过农作物秸秆饲料化利用和外省调入饲草进行补充。调研了解到, 当前西南地区从外地调运水稻 (*Oryza sativa*) 麦草秸秆落

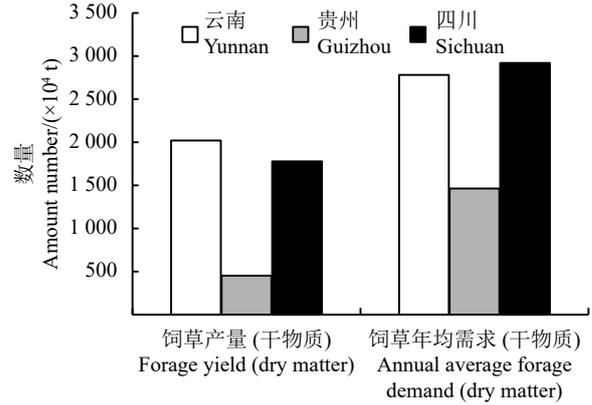


图2 2020年云南、贵州、四川各省饲草产量和需求情况

Figure 2 Forage yield and demand in Yunnan, Guizhou, and Sichuan in 2020

数据来源: 基于调研数据和各省牛、羊存栏量计算得到。

Data source: Calculated based on survey data and the stock of cattle and sheep in each province.

地价每吨均超过 1 000 元, 远距离运输甚至达到每吨 1 500 元, 饲草成本高涨, 严重影响养殖户收益。

2 数据来源和研究方法

2.1 数据来源

本研究所使用的数据主要包括 2021 年 3 月在云南、贵州、四川的多个县(市), 对相关牧业养殖场、人工牧场、家庭农场等开展实地调研获取的数据。此外, 还使用了 2015—2020 年《中国统计年鉴》《畜牧兽医统计年鉴》《草业统计年鉴》等宏观统计资料。

2.2 研究方法

为了准确把握当前西南地区饲草产业与草食畜牧业的发展关系, 探究西南地区草畜发展是否平衡, 影响二者协调发展的主要因素有哪些。本研究通过耦合协调度模型对西南地区草食畜牧业与饲草产业发展的协调程度进行测算, 并通过灰色关联分析法对影响西南地区饲草产业与草食畜牧业耦合协调关系的因素进行分析。耦合过程指系统内的子系统通过相互作用, 使系统由原本的无序状态向有序状态发展的一个过程。耦合度是用来度量两个系统之间或系统内部各要素之间相互影响程度的指标^[5]。耦合度高即系统间或系统内各要素间联系紧密, 互相影响; 反之, 则表明系统间联系较弱, 或系统内各要素间结构松散。

具体研究方法包括综合评价模型、耦合度和耦

合协调度模型、灰色关联分析法。

1) 综合评价模型

探究西南地区饲草产业和草食畜牧业之间的耦合状态及协调程度,首先需要对西南地区的饲草产业与草食畜牧业的综合发展水平进行评价,设 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$ 为反映西南地区饲草产业综合发展水平的各项指标,如饲草产量、天然草地面积等;设 $y_1, y_2, y_3, \dots, y_m$ 为西南地区草食畜牧业综合发展水平的各项指标,如畜牧业产值、牛羊存出栏量等。分别建立如下函数:

$$f(G) = \sum_{j=1}^m \alpha_j x_j; \tag{1}$$

$$f(H) = \sum_{j=1}^n \beta_j y_j. \tag{2}$$

式中: $f(G)$ 与 $f(H)$ 分别表示西南地区饲草产业系统与草食畜牧业系统的综合评价指数; x_j 、 y_j 分别表示饲草产业系统与草食畜牧业发展情况的具体指标; α_j 为各要素所占权重。采用熵值法确定指标权重^[6]。

2) 耦合度模型

通过计算西南地区饲草产业和草食畜牧业系统间的耦合度,能够反映西南地区饲草产业和草食畜牧业之间的依赖程度,耦合度计算公式如式(3)

所示:

$$C = \{(f(G)f(H))/[\Pi(f(G)+f(H))]\}^{1/2}. \tag{3}$$

式中: C 为耦合度,耦合度的取值范围是 $[0, 1]$, C 值越接近 1,即耦合度越高,表明饲草产业与草食畜牧业系统间的关联程度越高;反之,则表明两大系统间关联度低,彼此影响程度低,发展处于无序状态。

3) 耦合协调度模型

耦合度只能描述系统间或系统内各要素间相互影响的程度,但无法充分反映系统或系统内各要素之间的协调水平,因此需要计算西南地区饲草产业和草食畜牧业的耦合协调度,来进一步揭示西南地区饲草产业和草食畜牧业之间的协调状况。耦合协调度计算公式如下^[7]:

$$\left\{ \begin{array}{l} D = \sqrt{C \times T} \\ T = \alpha_i f(G) + \beta_i f(H) \end{array} \right\}. \tag{4}$$

式中: D 为耦合协调度, T 为饲草产业和草食畜牧业整体的综合评价值。 α_i 、 β_i 为饲草产业和草食畜牧业综合评价值的权重,考虑到饲草产业和草食畜牧业是相辅相成的一个整体,饲草产业的发展与草食畜牧业发展可以看作是同等重要的,所以将其赋予同样的权重。耦合协调度 D 的取值范围是 $[0, 1]$,已有研究大多将耦合协调度划分为 10 个等级^[8],具体分类及判别标准,如表 1 所列。

表 1 耦合协调度分类体系及判别标准
Table 1 Classification system and discrimination criteria of coupling coordination degree

耦合协调度(D) Coupling coordination level	协调等级 Coordination level	耦合协调度(D) Coupling coordination level	协调等级 Coordination level
$0 \leq D \leq 0.1$	极度失调 Extreme disorder	$0.5 < D \leq 0.6$	勉强协调 Barely coordinated
$0.1 < D \leq 0.2$	严重失调 Severe disorder	$0.6 < D \leq 0.7$	初级协调 Primary coordination
$0.2 < D \leq 0.3$	中度失调 Moderate disorder	$0.7 < D \leq 0.8$	中级协调 Intermediate coordination
$0.3 < D \leq 0.4$	轻度失调 Mild disorder	$0.8 < D \leq 0.9$	良好协调 Good coordination
$0.4 < D \leq 0.5$	濒临失调 On the verge of disorder	$0.9 < D \leq 1$	优质协调 Quality coordination

4) 灰色关联分析法

本研究利用灰色关联分析法对西南地区饲草产业和草食畜牧业耦合协调关系的影响因素进行分析。设 $Y(k)(k = 1, 2, \dots, N)$ 为参考数列, $X_i(k)(i = 1, 2, \dots, M; k = 1, 2, \dots, N)$ 为比例数列,具体计算方法如下:

求灰色关联系数:

$$\xi_i(k) = (\min_i \min_k |Y(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |Y(k) - X_i(k)|) / (|Y(k) - X_i(k)| + \rho \min_i \min_k |Y(k) - X_i(k)|). \tag{5}$$

式中: ρ 为分辨系数, $\rho \in [0, 1]$, 一般取值是 0.5。

求关联度:

$$\gamma_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^1 \xi_i(k) \quad (6)$$

式中： γ_i 为关联度， γ_i 越接近1，说明关联性越高。计算出关联度后通过对关联度的大小进行排序，可以得到各指标对西南地区饲草产业和草食畜牧业耦合协调度的影响程度。

3 结果与分析

3.1 评价指标体系构建

对西南地区饲草产业系统与草食畜牧业系统进行综合评价分析，首先需要构建两个系统的评价指标体系。指标体系的选取一方面要能够充分体现饲草产业与草食畜牧业各方面的特征，另一方面还要考虑数据的可获取性。综合考虑饲草产业与草食畜牧业发展现状，结合两者发展的实

际情况，依据数据的可获取性，筛选出应用频率较高且具有代表性的指标，构建如表2所列的指标评价体系。选取的总评价指标为18个，指标方向表示该指标给系统带来的积极或消极的影响，指标方向为正，表示该指标与系统发展呈正相关关系；指标方向为负，表示该指标与系统发展呈负相关关系。各指标数据来源于2015—2020年《中国统计年鉴》《畜牧兽医统计年鉴》《草业统计年鉴》。

3.2 综合评价指数及耦合协调度分析

综合评价指数及耦合协调度结果如表3所列。从整体变化情况来看，2015—2020年，西南地区饲草产业综合评价指数出现波动下降趋势，由2015年的0.4687下降到2020年的0.4477，下降了4.47%，直接原因是栽培草地保留面积与牧草产量的减少。2016年第二轮草原生态保护补助奖励政策较上轮政策实施内容做了调整，取消了用于种

表2 饲草产业与草食畜牧业综合评价指标体系

Table 2 Comprehensive evaluation index system of forage industry and grass-fed animal husbandry

目标层 Target layer	选取指标 Index selection	方向 Direction	权重 Weight
饲草产业系统 Forage industry systems	年降水量 Annual precipitation	+	0.076 5
	年平均气温 Annual average temperature	+	0.141 5
	年平均相对湿度 Annual average relative humidity	+	0.107 7
	年日照时数 Annual sunshine hours	+	0.226 1
	天然草地可利用面积 Usable area of natural grassland	+	0.142 9
	栽培草地保留面积 Artificial grassland reserved area	+	0.130 8
	饲草产量 Forage yield	+	0.174 6
草食畜牧业系统 Herbivorous livestock systems	畜牧业总产值 Gross livestock output	+	0.104 1
	畜牧业占地区总产值比重 Animal husbandry accounts for a proportion of the region's total output	+	0.071 1
	畜牧业占农业总产值比重 Animal husbandry accounts for the proportion of total agricultural output	+	0.062 1
	年末羊存栏数 Number of sheep in stock at the end of the year	+	0.114 6
	年末牛存栏数 Number of cow in stock at the end of the year	+	0.072 0
	羊出栏数 Number of sheep slaughtered	+	0.118 9
	牛出栏数 Number of cow slaughtered	+	0.067 9
	技术人员占比 Percentage of technical staff	+	0.054 3
	人均牛肉消费量 Beef consumption per capita	+	0.094 3
	人均羊肉消费量 Sheep consumption per capita	+	0.085 1
	人均奶类消费量 Milk consumption per capita	+	0.155 5

表 3 综合评价指数和耦合协调度
Table 3 Comprehensive evaluation index and coupling coordination degree

年份 Year	$f(G)$	$f(H)$	C	T	D	耦合协调等级 Coupling coordination level
2015	0.468 7	0.424 9	0.998 8	0.446 8	0.668 0	初级协调 Primary Coordination
2016	0.513 3	0.476 4	0.999 3	0.494 8	0.703 2	中级协调 Intermediate Coordination
2017	0.491 1	0.490 2	0.999 8	0.490 6	0.700 4	中级协调 Intermediate Coordination
2018	0.407 6	0.463 6	0.997 9	0.435 6	0.659 3	初级协调 Primary Coordination
2019	0.396 8	0.445 5	0.998 3	0.421 2	0.648 4	初级协调 Primary Coordination
2020	0.447 7	0.511 0	0.997 8	0.479 4	0.691 6	初级协调 Primary Coordination

草扶持的牧草良种补贴和生产资料综合补贴；2019 年国家机构改革和草业职能调整后，国家将政策资金中原先用于草畜牧业发展的绩效考核奖励资金由农业农村部门划转到林草部门，主要用于草原生态修复。由于种草扶持资金较往年大幅减少，导致各地种草积极性下降。2015—2020 年西南地区草食畜牧业综合评价指数总体呈波动上升趋势，从 2015 年的 0.424 9 增加到 2020 年的 0.511 0，增长了 20.25%，表明草食畜牧业的发展水平得到了显著提升。整体来看，西南地区饲草产业发展水平有所下降，但草食畜牧业发展呈增长势头，一是由于饲草的外购和运输较为便利，二是西南地区出台多项政策支持草食畜牧业的发展。从耦合度变化情况来看，2015—2020 年，西南地区饲草产业与草食畜牧业耦合度均接近 1，说明两者的相互关联程度较大。

从耦合协调度整体变化情况来看，2015—2020 年，西南地区饲草产业与草食畜牧业的耦合协调度基本处于初级协调到中级协调的状态，协调程度较低(表 3)。为了获得更全面和详细的评价，很多学者将耦合协调度类别进一步划分^[9]，分为 3 种类型，当 $f(G) > f(H)$ ，为草食畜牧业发展滞后型； $f(G) = f(H)$ ，为饲草产业与草食畜牧业发展同步型； $f(G) < f(H)$ ，为饲草产业发展滞后型。

2015—2017 年，两大系统耦合协调度呈现上升趋势，耦合协调度平均值由 2015 年的 0.668 0 增长到 2017 年的 0.700 4(表 3)，年均增长 2.40%，表

明这一时期两大系统间协调关系不断增强，西南地区饲草产业与草食畜牧业在这一时期均得到了良好的发展。从饲草产业与草食畜牧业的综合评价指数来看，这一阶段 $f(G)$ 均大于 $f(H)$ ，表明这一时期，西南地区草食畜牧业发展滞后于饲草产业。这主要是由于西南地区基本属于亚热带和热带季风气候，具有夏无酷暑、冬无严寒和降水充沛等特点，气候条件适宜饲草生长。并且 2015 年“中央一号文件”首次提出要加快发展草畜牧业，促进粮食、经济作物、饲草料三元种植结构协调发展，有力地促进了饲草产业的发展。与此同时，“粮改饲”试点项目也相继开展，贵州、云南等地均包含在试点范围内，对西南地区饲草产业的发展也有了很大的促进作用。

2017—2020 年，两大系统耦合协调度出现下降，耦合协调度平均值由 2017 年的 0.700 4 下降到 2020 年的 0.691 6(表 3)，年均下降 0.63%，意味着这一时期两大系统间协调关系不断减弱，西南地区饲草产业和草食畜牧业发展速度不匹配。从饲草产业与草食畜牧业的综合评价指数来看，这一阶段 $f(G)$ 均小于 $f(H)$ ，表现为饲草产业发展滞后型。这主要是由于近年来，随着脱贫攻坚和乡村振兴工作的开展，西南地区将牛羊养殖作为助力产业振兴和农民脱贫的重要抓手，出台了一系列鼓励牛羊养殖的政策，如云南省政府出台了《支持肉牛产业加快发展若干措施》，力争将肉牛产业打造为“千亿产业”。但与西南地区快速发展的草食畜牧

业相比, 饲草产业受西南地区土地细碎且山地较多等因素制约, 发展逐渐滞后于草食畜牧业, 无法为草食畜牧业提供足够的饲草料支撑, 与草食畜牧业的耦合协调度由中级协调降为初级协调。

通过灰色关联分析法对西南地区 2015—2020 年饲草产业和草食畜牧业耦合协调度的影响因素进行分析, 各指标间关联度计算结果如表 4 所列。从关联度排序结果可知, 各指标中与西南地区饲草产业和草食畜牧业耦合协调度关联最高的指标是饲草产量, 其次是栽培草地保留面积, 均是反映饲草产业的指标。由此可见, 影响西南地区饲草产业和草食畜牧业耦合协调度的主要因素是西南地区饲草产业发展水平。在当前西南地区草食畜牧业快速发展的背景下, 草食畜牧业用草困难, 影响了饲草产业和草食畜牧业的协调发展。

4 讨论

近些年来, 已有学者对草畜协调关系开展了大量研究。例如, 熊学振等^[10]采用地理加权回归 (geographically weighted regression, GWR) 模型, 测算表明中国畜牧业与资源环境承载力的耦合协调度整体维持在中度协调状态, 多数省区超载状态有一定改善。周杰和高芬^[11]通过建立耦合协调度模型, 得出近几年草原生态环境与畜牧业经济的耦合协调度发展为中级协调或良好协调。此外, 也有开展多系统间耦合协调关系的研究, 智荣等^[12]利用耦合协调度模型分析草原生态环境、经济社会与草牧业产业耦合协调关系, 认为当前中国五大牧区三大子系统之间表现出不同程度的滞后现象。程长林等^[13]研究表明, 2013—2016 年青藏高原社区畜牧业生态、社会、经济的耦合协调度在不断提高。李治国等^[14]从能量平衡的角度对浑善达克沙地家庭牧场草畜平衡问题进行了研究, 为草畜平衡关系研究提供了新的思路。

总体来看, 现有研究主要围绕畜牧业与资源承载力或生态环境的耦合协调关系等展开, 为本研究奠定了良好基础。西南地区作为中国重要的草食畜牧业生产地区之一, 饲草产业与草食畜牧业的协调发展, 关系到中国重要畜产品保供任务的实现, 但目前针对西南地区饲草产业与草食畜牧业间耦合协调程度的研究较少, 未能从客观上准确地把握西

表 4 各项指标关联度排序结果
Table 4 Sorting results of relevance degree of various indicators

评价指标 Parameter	关联度 Degree of relevance	排名 Rank
饲草产量 Forage yield	0.921	1
栽培草地保留面积 Artificial grassland reserved area	0.909	2
羊出栏数 Number of sheep slaughtered	0.881	3
牛出栏数 Number of cow slaughtered	0.859	4
年末羊存栏数 Number of sheep in stock at the end of the year	0.858	5
人均奶类消费量 Milk consumption per capita	0.858	6
技术人员占比 Percentage of technical staff	0.852	7
人均牛肉消费量 Beef consumption per capita	0.849	8
年平均相对湿度 Annual average relative humidity	0.820	9
畜牧业总产值 Gross livestock output	0.817	10
天然草地可利用面积 Usable area of natural grassland	0.748	11
年日照时数 Annual sunshine hours	0.744	12
年平均气温 Annual average temperature	0.740	13
年末牛存栏数 Number of cow in stock at the end of the year	0.693	14
畜牧业占农业总产值比重 Animal husbandry accounts for the proportion of total agricultural output	0.659	15
年降水量 Annual precipitation	0.612	16
人均羊肉消费量 Sheep consumption per capita	0.520	17
畜牧业占地区总产值比重 Animal husbandry accounts for a proportion of the region's total output	0.513	18

南地区饲草产业与草食畜牧业发展协调程度。根据本研究结果显示, 当前中国西南地区饲草产业发展明显滞后于草食畜牧业。结合调研情况, 当前西南地区饲草产业发展存在着如下制约:

1) 土地资源紧张, 饲草产业发展空间受限。

中国西南地区地形复杂, 连片土地较少, 地块小且分散, 随着城市的发展和人口的增长, 土地资

源日趋紧张。与此同时,由于中国粮食产需还处于紧平衡态势,为保障国家粮食安全,必须要确保粮食种植面积稳定甚至有所增加^[15]。在这样的要求下,可用于种植饲草的土地资源更加紧张。西南地区生态环境脆弱,区域内保护区众多,也限制了饲草产业的发展空间。

2) 饲草生产加工能力弱,机械化和规模化水平低。

西南地区降雨充沛,饲草收获加工的时间窗口较窄,要在短时间内完成收储加工,需要借助大量机械作业才能完成。而且养殖户对草产品质量的要求较高,饲草生产只有在一定的规模化和机械化生产条件下,才能取得较好的生产收益^[16]。但是西南地区地形复杂,多山地丘陵,云南省山地面积占全省总面积的84%,贵州省山地和丘陵面积约占全省总面积的92.5%,四川省山地、高原和丘陵面积约占全省土地面积的94.7%^[17-19]。受地形条件限制,西南地区饲草产业发展主要通过冬闲田、夏秋闲田和荒地等闲置土地种草,主要集中在不太平整的土地,地块小、道路差,饲草生产加工和道路运输相对不便,机械化和规模化水平较低,生产成本低,生产方式粗放,饲草生产的数量、质量和产品供应的稳定性都难以保证。

3) 饲草产业发展的政策支持力度不够。

2015年“中央一号文件”明确提出要加快发展草牧业,支持青贮玉米和苜蓿等饲草料种植,此后的多个“中央一号文件”都提到了要鼓励支持优质饲草地种植,2021年“中央一号文件”再次明确提出要鼓励发展青贮玉米等优质饲草饲料,2022年“中央一号文件”明确指出耕地主要用于粮食和棉、油、糖、蔬菜等农产品及饲草饲料生产。一系列政策的出台使得各级政府和从业者都提高了对饲草产业重要性的认识,但在具体政策支持上,目前主要集中在草原保护建设、粪污资源化利用等方面,直接支持饲草产业发展的政策较少。调研了解到,当前西南地区饲草收储加工环节发展缓慢,现有政策对收储加工环节的补贴和支持力度较低,如农机购置补贴虽然对部分生产加工机械进行补贴,但是大部分适宜西南地区生产条件的饲草生产加工机械并未纳入补贴名录,无法实现对饲草产业发展的有效助力。

在示范性项目建设上,目前主要开展了“粮改

饲”试点项目、振兴奶业苜蓿发展行动项目、南方现代草地项目等,这些项目的实施有效地推动了西南地区饲草产业的发展。如云南省公布的《关于印发2020年度中央农业生产发展等项目实施的通知》计划实施粮改饲种植面积4.40万 hm^2 支持牛羊产业发展;贵州省公布的《农业部关于印发〈粮改饲工作实施方案〉的通知》2020年全省粮改饲目标任务面积2.41万 hm^2 以上,收贮优质饲草料108.3万t以上;四川省虽然没有纳入国家粮改饲示范项目,但是四川省财政安排专项资金在多个县开展了粮改饲项目,也取得了一定的成效。由于示范项目的普惠性和覆盖范围有限,有些项目实施条件限制严格,与西南地区实际情况有差距,无法实现较好的支持效果。如南方现代草地项目,对种植规模要求高,覆盖范围较窄,大部分适度规模户(家庭牧场)不能受益,且该项目已停止实施,无法对西南地区饲草产业发展提供支持。亟须对政策和示范项目进行优化调整,更好地发挥示范引领作用,推动饲草产业发展。

4) 饲草种业问题突出,科技支撑能力弱。

饲草种源不足、适生优良饲草品种缺乏,已成为饲草产业发展的突出问题。西南地区现有饲草品种多为早期引进或选育,无法满足不同区域、不同种植规模的要求,产量提升潜力不足。2020年中央经济工作会议和中央农村工作会议提出要打好种业翻身仗,开展种源“卡脖子”技术攻关。此次会议提高了对畜禽种质资源重要性的认识,但是目前对饲草种业的重视程度仍然较低,研发投入力度还有待加强。西南地区饲草生产加工贮存的技术集成和推广力度也较为薄弱,草牧业发展所需的饲草种、收、加工和绿色防控一体化专业服务机构较少,基层饲草饲料技术推广部门专业人才不足,企业研发部门科研实力不足,导致西南地区饲草生产加工技术落后,机械创新研发缓慢,科技支撑能力弱^[20]。

5 结论与对策建议

5.1 研究结论

本研究基于饲草产业与草食畜牧业综合评价指标体系以及耦合协调度评价模型,测算出2015—2020年西南地区饲草产业与草食畜牧业综合评价

指数和耦合协调度,并对其发展水平和所呈现出的耦合状态加以评价。研究结论如下:第一,从综合评价与耦合度来看,西南地区饲草产业发展水平略有下降,草食畜牧业的发展水平得到了显著提升,两个产业间耦合度接近1,处于高度耦合水平。第二,从耦合协调度来看,2015—2020年,西南地区饲草产业与草食畜牧业协调度呈先提高后下降的态势,基本处于初级协调到中级协调的状态,协调程度较低。具体来看,2015—2017年两大系统耦合协调度呈现上升趋势,表现为草食畜牧业发展滞后型;2017—2020年两大系统耦合协调度出现下降,表现为饲草产业发展滞后型。目前,西南地区饲草产业发展水平已明显滞后于草食畜牧业的发展水平。

5.2 对策建议

当前西南地区饲草产业和草食畜牧业发展不协调不匹配的问题日益突出,经本研究的实证分析可以发现,主要是由于饲草产业发展滞后,导致二者发展不平衡。为了实现西南地区饲草产业与草食畜牧业的协调发展,着力发展饲草产业是关键。在“大食物观”视角下,饲草产业是保障粮食安全的重要产业,是草食畜牧业发展的重要物质基础^[21]。充分挖掘西南地区饲草产业发展潜力对于增加农民收入和改善生态环境具有重要意义,并且可以为全国饲草产业发展提供经验借鉴。基于此,提出如下建议:

1) 加强产业规划和用地保障支持,合理发展种草养畜模式。

粮食安全是关系国运民生的压舱石,是维护国家安全的重要基础^[22],确保口粮绝对安全必须要确保耕地面积稳定,在此前提下,应当对西南地区农闲田、荒山、荒坡等土地资源进行合理开发利用,允许生产者充分利用闲置土地发展饲草产业,提高土地资源利用率,缓解“草粮争地”的矛盾。此外,环保措施要精准发力,在保护生态环境的同时,要保障畜牧业和饲草产业的发展空间,科学规划产业布局,对禁养区、限养区和保护区的划定应当以草食畜禽生产区划和饲草品种种植区划为基础,统筹考虑水资源、土地资源、光热资源和生物物种资源等情况,在兼顾人口文化、传统习惯和养殖历史等因素的前提下进行划分。饲草产业和草食畜牧业发展同步规划,合理发展种草养畜模式,走“种养结合、

高效循环”的草畜一体化道路。

2) 提高饲草产业机械化、标准化水平,增强饲草供给能力。

机械化水平低是制约西南地区饲草产业发展的重要因素。提高机械化水平首先要改善西南地区种草土地不平整、地块小的问题,可以通过多渠道筹集资金进行地力改良和土地平整,改善种植和灌排条件;规范土地流转程序,加大宣传力度,推动土地流转,促进种草大户和新型合作社的形成。其次要加大农机科研的投入力度,推进新型农机具和适宜西南山地作业的小型农机具的研发推广,开展多渠道送技术下乡的活动,对农机技术培训加大财政支持,提高科学运用农业机械的能力。重点培育一批会种草、懂技术、会经营的新型职业农民,促进农民更好地接纳新技术、新设备,传播新理念,推动饲草产业专业化、标准化发展,增强饲草供给能力,为草食畜牧业发展提供物质基础。

3) 遵循“立草为业”发展思路,加大政策支持力度。

饲草产业属于弱质性产业,需要政策的保护和支持,结合西南地区雨水多、收储窗口期窄,加工企业实力薄弱的实际情况,建议探索实施优质饲草收储加工补贴政策。科学制定补贴标准和范围,对饲草收储加工关键环节进行补贴,如青贮窖池、加工机械等补贴,引导饲草产业优质高效发展。此外,建议继续实施南方现代草地项目、“粮改饲”项目,并结合西南地区连片草地少、规模较小的实际情况,对项目标准进行优化,扩大受益范围,增强示范效应。同时建议出台金融保险相关配套政策,设立风险基金,制定风险管理制度,对诚信企业和个人给予担保,提高企业和农户的借贷能力;完善道路运输支持政策,将饲草运输纳入鲜活农产品绿色通道范围等^[23],多方位解决饲草产业发展难题,优先发展饲草产业,解决草食畜牧业“无草可食”的困境。

4) 提高科技支撑力度,缓解饲草供需矛盾。

西南地区饲草产业和草食畜牧业发展不协调的问题,还需要通过科技支撑来改善。一方面可以通过加大饲草良种选育支持力度,开展饲草种源“卡脖子”技术攻关,培育出适宜当地草食畜牧业发展需要的草种资源,提升饲草生产能力。另一方面可以通过改善牲畜饲喂技术、创新饲草料配方等方

式,提高饲草利用效率。加强科研机构和龙头企业的建设,充分发挥科技服务部门和龙头企业的技术优势,加强基层专业人才培养和技术培训推广,增强西南地区饲草产业和草食畜牧业的科技支撑能力,构建从饲草种植端到草食畜牧业消费端,科技支撑紧密衔接、利益共享的产学研一体化链条。

参考文献 References:

- [1] 王明利. “十四五”时期畜产品有效供给的现实约束及未来选择. *经济纵横*, 2020(5): 100-108.
WANG M L. Realistic constraints and future options for ensuring the effective supply of livestock products during the “14th Five-Year Plan” period. *Economic Review Journal*, 2020(5): 100-108.
- [2] 石自忠, 王明利. 中国牧草产业政策: 演变历程与未来展望. *中国草地学报*, 2021, 43(2): 107-114.
SHI Z Z, WANG M L. Evolution and prospect of China's forage industry policy. *Chinese Journal of Grassland*, 2021, 43(2): 107-114.
- [3] 皇甫江云, 毛凤显, 卢欣石. 中国西南地区草地区的草地资源分析. *草业学报*, 2012, 21(1): 75-82.
HUANGFU J Y, MAO F X, LU X S. Analysis of grassland resources in southwest China. *Acta Prataculturae Sinica*, 2012, 21(1): 75-82.
- [4] 王国刚, 王明利, 王济民, 杨春, 汪武静. 中国南方牧草产业发展基础、前景与建议. *草业科学*, 2015, 32(12): 2114-2121.
WANG G G, WANG M L, WANG J M, YANG C, WANG W J. Foundation, prospects and suggestions for the development of the forage industry in southern China. *Pratacultural Science*, 2015, 32(12): 2114-2121.
- [5] 李玉琼. 云南省人口、经济、土地城镇化耦合协调发展研究. 昆明: 云南师范大学硕士学位论文, 2020.
LI Y Q. Study on the coordinated development of population, economy and land urbanization in Yunnan Province. Master Thesis. Kunming: Yunnan Normal University, 2020.
- [6] 余茂艳, 王元地. 科技创新与乡村振兴系统耦合协调发展及影响因素分析. *统计与决策*, 2021, 37(13): 84-88.
SHE M Y, WANG Y D. Analysis on the coupling and coordinated development of scientific and technological innovation and rural revitalization system and its influencing factors. *Statistics and Decision*, 2021, 37(13): 84-88.
- [7] LI X, MA X, WANG M, ZHANG H. International evaluation of China's beef cattle industry development level and lagging points. *Agriculture*, 2022, 12(10): 1597.
- [8] 南翠. 长江经济带人口、经济与环境耦合协调度研究. 北京: 中央民族大学硕士学位论文, 2020.
NAN C. Study on the coupling and coordination degree of population, economy and environment in the Yangtze river economic belt. Master Thesis. Beijing: Central University for Nationalities, 2020.
- [9] 易平, 方世明. 地质公园社会经济与生态环境效益耦合协调度研究: 以嵩山世界地质公园为例. *资源科学*, 2014, 36(1): 206-216.
YI P, FANG S M. Coupling coordination between the socio-economic benefits and eco-environmental benefits of the Songshan. Global Geopark. *Resources Science*, 2014, 36(1): 206-216.
- [10] 熊学振, 孙雨萌, 杨春. 中国畜牧业与资源环境承载力的时空耦合协调关系. *经济地理*, 2022, 42(2): 153-162.
XIONG X Z, SUN Y M, YANG C. Spatio-temporal coupling coordination relationship between animal husbandry and resource environmental carrying capacity in China. *Economic Geography*, 2022, 42(2): 153-162.
- [11] 周杰, 高芬. 草原生态环境与畜牧业经济耦合协调关系分析: 以内蒙古自治区为例. *生态经济*, 2019, 35(5): 170-176.
ZHOU J, GAO F. Analysis on the coupling and coordination relationship between grassland eco-environment and livestock husbandry economy: Taking Inner Mongolia as an example. *Ecological Economy*, 2019, 35(5): 170-176.
- [12] 智荣, 闫敏, 李平. 草原生态环境、经济社会与草畜牧业产业耦合协调关系研究: 基于全国五大牧区的实证分析. *林业经济*, 2022, 44(5): 59-76.
ZHI R, YAN M, LI P. Research on the coupling coordinating relationship between ecological environment economic society and livestock industry of grassland an empirical analysis based on the five major pastoral areas in China. *Forestry Economics*, 2022, 44(5): 59-76.
- [13] 程长林, 任爱胜, 王永春, 王国刚, 修文彦. 基于协调度模型的青藏高原社区畜牧业生态、社会及经济耦合发展. *草业科学*,

- 2018, 35(3): 677-685.
- CHENG C L, REN A S, WANG Y C, WANG G G, XIU W Y. An approach to C degree model on ecological, social and economic coupling development in Qinghai-Tibet Plateau research community. *Pratacultural Science*, 2018, 35(3): 677-685.
- [14] 李治国, 屈志强, 王静, 那亚, 赵萌莉, 韩国栋, 马乐, 哈洁. 基于OMMLP模型的浑善达克沙地家庭牧场草畜平衡模拟研究: 以桑根达来镇为例. *内蒙古农业大学学报(自然科学版)*, 2021, 42(6): 38-43.
- LI Z G, QU Z Q, WANG J, NA Y, ZHAO M L, HAN G D, MA L, HA J. Forage-Animal balance simulation of household ranch by OMMLP Model in Hunshandake sandy land: The case of Sanggentalai Town. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University (Natural Science Edition)*, 2021, 42(6): 38-43.
- [15] 王立祥, 廖允成. 中国粮食问题. 银川: 阳光出版社, 2012.
- WANG L X, LIAO Y C. *China's Food Problem*. Yinchuan: Sunshine Press, 2012.
- [16] 李新一, 尹晓飞, 周晓丽, 李平. 我国饲草产业高质量发展的对策和建议. *草地学报*, 2020, 28(4): 889-894.
- LI X Y, YIN X F, ZHOU X L, LI P. Countermeasures and suggestions for high quality development of forage industry in China. *Acta Agrestia Sinica*, 2020, 28(4): 889-894.
- [17] 云南省统计局. 云南统计年鉴. (2022-11-08) [2022-12-18]. <http://stats.yn.gov.cn/tjsj/tjnj/>.
- Yunnan Provincial Bureau of Statistics. *Yunnan Statistical Yearbook*. (2022-11-08) [2022-12-18]. <http://stats.yn.gov.cn/tjsj/tjnj/>.
- [18] 贵州省人民政府. 贵州地理概. (2021-09-14) [2022-12-18]. <https://www.guizhou.gov.cn/dcgz/gzgg/dl/>.
- Guizhou Provincial People's Government. *Guizhou Geography Overview*. (2021-09-14) [2022-12-18]. <https://www.guizhou.gov.cn/dcgz/gzgg/dl/>.
- [19] 四川省人民政府. 四川土地资源. (2022-03-08) [2022-12-18]. <https://www.sc.gov.cn/10462/index.shtml>.
- Sichuan Provincial People's Government. *Sichuan Land Resources*. (2022-03-08) [2022-12-18]. <https://www.sc.gov.cn/10462/index.shtml>.
- [20] 崔妮, 王明利, 胡向东. 我国草牧业推进现状、问题及政策建议: 基于山西、青海草牧业试点典型区域的调研. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2018(3): 73-80, 156.
- CUI C, WANG M L, HU X D. Grass and animal husbandry in China: Status quo, issues and policy suggestions: Based on investigation in pilot areas of grass and animal husbandry in Shanxi and Qinghai Province. *Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2018(3): 73-80, 156.
- [21] 王明利. 牧草产业发展及贸易影响. *饲料与畜牧*, 2019, 375(6): 36-39.
- WANG M L. Forage industry development and trade impact. *Feed and Husbandry*, 2019, 375(6): 36-39.
- [22] 李雪, 吕新业. 现阶段中国粮食安全形势的判断: 数量和质量并重. *农业经济问题*, 2021, 503(11): 31-44.
- LI X, LYU X Y. Judgment of China's food security situation at the present stage: pay equal attention to quantity and quality. *Agricultural Economic Problems*, 2021, 503(11): 31-44.
- [23] 王玉庭, 杜欣慰, 马莹. 加征进口美国苜蓿关税对我国奶牛养殖业影响的评估: 基于对5个省36个养殖场的调查. *饲料研究*, 2019, 42(4): 99-101.
- WANG Y T, DU X W, MA Y. Assessment of the impact of tariff increase on imported U. S. alfalfa on China's dairy farming industry: Based on a survey of 36 farms in 5 provinces. *Feed Research*, 2019, 42(4): 99-101.

(责任编辑 王芳)