

# 影响淮河生态经济带草地农业发展的环境因素分析

江舟<sup>1,2</sup>, 罗贝妮<sup>1</sup>, 李丽群<sup>1</sup>, 郭威<sup>1</sup>, 魏臻武<sup>2\*</sup>

(1. 上海科学技术职业学院, 上海 嘉定 201800; 2. 扬州大学草业科学研究所, 江苏 扬州 225009)

**摘要:**【目的】本研究通过影响淮河生态经济带草地农业发展的重要因素研究, 从而探索淮河流域草地农业发展模式, 为促进淮河生态经济带草地生态农业发展与规划提供理论依据。【方法】利用SWOT-AHP层次分析法, 对淮河生态经济带发展草地农业的内外部环境条件进行分析。【结果】“淮河生态经济带农业转型为草地农业发展提供种植生产机遇”“大众对生态环保意识加强为草地农业发展提供社会认知机遇”和“传统耕作制度和农业结构制约”, 是影响淮河生态经济带草地农业发展的重要因素, 分别占权重的0.214 1、0.127 9和0.125 7。【结论】根据分析结果, 建议将淮河生态经济草地农业发展与当地生态农业体系结合, 利用冬闲田推广人工草地种植。利用大数据技术扩展草地农业发展领域, 将牧草、草地资源与城市景观, 生态旅游和环保相结合, 将草地农业作为促进淮河生态经济带农业可持续发展的重要举措。

**关键词:**淮河流域; 草地农业; 可持续发展; 牧草资源; SWOT-AHP层次分析法

**中图分类号:**S812 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2023)06-0145-10

**DOI:**10.13817/j.cnki.cycp.2023.06.019



淮河流域位于我国东部(E 111°55′~121°25′, N 30°55′~36°36′), 毗邻长江与黄河两大流域, 面积 $2.70 \times 10^5 \text{ km}^2$ , 主要流经河南、安徽和江苏三省<sup>[1]</sup>。流域内以仅占全国10%的耕地面积生产出全国近20%的粮食, 是我国重要的商品粮生产基地<sup>[2]</sup>。然而, 传统农业对于环境改善的能力有限, 也面临生态环保等诸多问题的挑战<sup>[3]</sup>。因此, “淮河生态经济带”概念基于可持续发展理论, 利用淮河流域紧邻长三角地区的区位优势, 在生态建设中推动区域内经济与农业发展, 促进农业转型升级, 从而实现经济与农业的可持续

发展<sup>[4]</sup>。

将草地农业发展作为淮河流域促进农业可持续发展的手段, 是将牧草生产引入传统耕地农业, 依靠淮河生态经济带内丰富的光、热、水等自然条件, 利用冬闲田进行草田轮作; 在保证粮食生产的基础上, 大幅度提高农业生产效率, 为畜牧业生产提供优质、充足和廉价的牧草资源, 凭借牧草体系中先进的养殖业, 提高饲料报酬率, 进而促进淮河生态经济带内草食型畜禽等节粮产品的比重, 以保证动物性食品的充分发展, 提高农业发展质量<sup>[5]</sup>; 同时利用牧草种植中的生态功能, 如生物固氮、吸收二氧化硫和水源涵养等, 提升农业可持续发展能力, 促进传统农业生产体系转型<sup>[6]</sup>。畜牧业发展对高产、牧草优质的需求也为淮河生态经济带草地农业创造了有利条件。2021年牛肉产量47.33万t, 大牲畜年底达到505.43万头, 牧业总产值已从2007年的2 667.01亿元增加到2021年的5 158.42亿元, 占农林渔牧业总产值的24.32%<sup>[7]</sup>。淮河生态经济带草地农业发展将为大河流域生态文明建设, 发展种养结合的循环农业提供新思路。

**收稿日期:**2022-10-16; **修回日期:**2022-12-29

**基金项目:**上海市科技兴农项目(沪农科推字(2020)第1-2号); 中央财政农技推广项目(GT(16)008); 江苏现农业(肉羊)产业体系技术如东推广示范基地(SXGC[2017]078)

**作者简介:**江舟(1988-), 男, 江苏扬州人, 博士研究生。

E-mail: sidney-jiang@hotmail.com

\*通信作者。E-mail: zwwei@yzu.edu.cn

淮河流域天然草地面积有限,仅6.51万 $\text{km}^2$ ,人工种草面积0.19万 $\text{km}^2$ <sup>[8]</sup>,主要种植白三叶(*Trifolium repens*)、菊苣(*Cichorium intybus*)、黑麦草(*Lolium multiflorum*)和紫云英(*Astragalus sinicus*)等<sup>[9]</sup>。草田轮作是淮河流域草地资源的主要利用形式。黑麦草—水稻轮作模式在淮河流域应用较多,然而黑麦草—水稻轮作模式的产量与土壤生态效益并不稳定,在施氮 $0.75\text{ kg}/\text{km}^2$ 条件下,黑麦草—水稻的经济效益与稻—麦轮作模式相比降低了 $10.12\%\sim 23.91\%$ ,在施氮 $1.50\text{ kg}/\text{km}^2$ 和 $2.25\text{ kg}/\text{km}^2$ 情况下,黑麦草—水稻轮作模式仅提高了土壤中的有机质含量<sup>[8]</sup>。紫云英—水稻轮作在淮河流域可以有效提高土壤养分。杨滨娟等<sup>[10]</sup>研究表明,土壤有机质、有效磷和速效钾含量分别提高 $2.99\%\sim 4.98\%$ 、 $19.26\%\sim 31.05\%$ 和 $16.97\%\sim 22.15\%$ 。但紫云英种植的经济效益并不明显,推广面积有限。对优质和高产牧草的引种与适应性评价为草地农业在淮河流域生态经济带的发展提供了科学与实践基础。武自念等<sup>[11]</sup>对苜蓿(*Medicago Sativa*)在江淮地区的生长特性以及生产性能进行了研究,表明苜蓿两年平均产量最高为 $891.93\text{ kg}/\text{km}^2$ 。余杞强等<sup>[12]</sup>研究发现在淮河中下游地区第二茬苜蓿的鲜草产量达到 $241.91\text{ kg}/\text{km}^2$ 。郑曦等<sup>[13]</sup>在扬州地区对燕麦(*Avena sativa*)展开了适应性研究工作,对23个不同燕麦品种(系)的适应性进行评价,在5月中下旬收获燕麦干草最高产量达到 $148.79\text{ kg}/\text{km}^2$ 。同时,利用淮河流域乡土栽培草种金花菜(*Medicago polymorpha*)与燕麦间作可以收获总干草量 $217.42\text{ kg}/\text{km}^2$ ,与燕麦单播相比增加了 $28\%$ ,土地当量比最高为 $1.80$ <sup>[14]</sup>。这些研究表明,苜蓿、燕麦等人工牧草种质在淮河流域生态经济带能够获得较高产量,在秋季播种条件下,并不影响传统作物种植。

随着草地农业的发展,草地农业的内涵已经由传统的草地畜牧业发展到包含畜牧业生产、饲料生产、种质鉴定、生态服务、城市绿化和休闲运动等各个方面<sup>[15]</sup>。与草地农业相关的生产人员、科研人员以及政府公务人员日益增多,成为草地农业的利益相关者(stakeholders),他们直接参与和管理草地农业发展,是影响草地农业发展的关键因素<sup>[16]</sup>。Lamarque等<sup>[17]</sup>对英国草地农业利益相关者的草地生态服务价值认

知进行了研究,发现不同类别的利益相关者,对于草地生态服务价值的认知不同。“可见价值”是利益相关者关注的重点。Lewan等<sup>[18]</sup>学者针对瑞典南部利益相关者对生态服务的认知进行了调查,发现在生态服务价值的概念没有被广泛普及的情况下,制定一个可以被利益相关者广泛认可的生态服务系统政策不具有可操作性。这些研究表明,利益相关者对于草地农业的认知程度影响着草地农业政策制定、规划与发展。符合利益相关者认知的政策与发展模式可以提高农业产业的发展<sup>[19]</sup>。通过利益相关者的研究可以了解淮河经济带草地农业发展的现状以及影响草地农业发展的内外部环境因素,发现利益相关者对草地农业政策制定与发展的需求,从而更好地探讨适合在淮河生态经济带以及我国南方粮食产区的草地农业发展模式与相关技术,并为其提供理论依据。

SWOT分析法在战略性态势分析中,主要研究对象的发展现状,通过优势(Strength, S)、劣势(Weakness, W)、机遇(Opportunity, O)与挑战(Threat, T)4个角度分析有利与不利因素,从而发现问题,为政策制定者提供可行的参考意见<sup>[20]</sup>。然而,SWOT分析法仅仅是对研究对象的发展环境进行定性分析,建立环境分析架构,并未对各环境因素的重要性进行定量的分析,从而导致分析结果过于主观。Satty<sup>[21]</sup>提出层次分析法(analytical hierarchy process, AHP),将复杂的定性问题,在严格的数学运算基础上进行量化,并对人们所做判断的一致性程度,进行科学检验的定量分析。通过SWOT分析法和AHP层次分析法的结合,建立一个完整的定量与定性分析相结合的环境分析框架,从而为决策者提供更为客观的分析。本文将SWOT分析法与AHP层次分析法相结合,分析影响淮河生态经济带草地农业发展的环境因素,通过利益相关者对淮河生态经济带草地农业发展的认知,为淮河生态经济带以及我国南方传统产粮区草地农业发展规划以及政策制定提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 SWOT-AHP分析法

本研究首先采用SWOT分析法,对淮河流域草地农业发展的环境进行定性分析,并构建层次模型,利用AHP层次分析法,对各层次模型进行定量分析,来

判断各因素的重要性。为了达到分析目标,特将SWOT-AHP分成以下5个步骤(图1)。

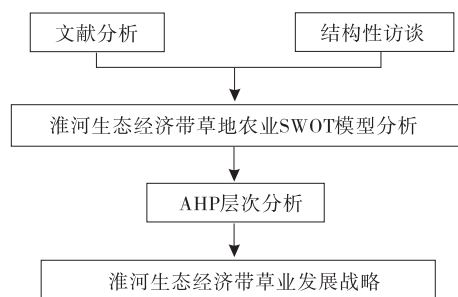


图1 淮河生态经济带草地农业SWOT-AHP分析步骤

Fig. 1 The process of prairie agriculture SWOT framework of Huai River Eco-economic belt

通过与利益相关者的结构性访谈内容以及相关文献总结影响草地农业发展的因素,依据Shrestha等<sup>[22]</sup>在AHP层次分析法中对系统层中指标的归纳方法,归纳出12个影响草地农业发展的因素,各个因素按照优势、劣势、机遇和挑战分为4组构建SWOT模型。

将草地农业发展作为总目标,将优势(S)、劣势(W)、机遇(O)和挑战(T)作为系统层,每个S、W、O和T组群中的各个因素作为指标层,建立淮河生态经济带草地农业发展层次模型。

表1 淮河生态经济带草地农业发展SWOT分析矩阵

Table 1 Prataculture of SWOT framework of Huai River Eco-economic belt

优势	机遇	劣势	威胁
S1:产品运输区位优势	O1:种植生产机遇	W1:天然草地资源分散	T1:自然风险
S2:经济基础与资金支持优势	O2:市场机遇	W2:生态环境负面影响	T2:技术复杂
S3:农业基础优势	O3:社会认知机遇	W3:传统农业结构与思维制约	T3:资金风险

表2 淮河生态经济带草地农业SWOT-AHP分析利益相关者调查人员表

Table 2 Segment of stakeholders on prataculture in Huai River Eco-economic belt

	高校专家与科研	政府公务人员	企业管理人员	农民
问卷数量/份	25	30	32	17

研究引用数据除部分来源于参考文献外,其他数据来自与利益相关者的结构性访谈、2010—2021年《江苏省统计年鉴》、《安徽省统计年鉴》、《中国草业统计2017》及国家统计局统计局数据中心。采用DPS软件对调查数据进行分析,采用Excel 2010制图。

因素评价,依据高雅<sup>[16]</sup>、Agbenyega等<sup>[23]</sup>关于利益相关者的划分,选择包括科研及高校专家、政府公务员、企业管理人员以及从事牧草种植的农民作为淮河生态经济带草地农业利益相关者,通过问卷调查的形式对模型中各层次的因素进行两两比较并打分。

层次分析,将利益相关者的打分结果,利用AHP层次分析法构建判断矩阵,通过层次排序和一致性检验,来确定模型中各层次、各因素对模型目标层的权重,从而判断各因素的重要性。

根据SWOT-AHP分析法结果,针对各个因素的重要性,提出相对应的建议,作为淮河流域发展草地农业的依据。

## 1.2 数据与分析

AHP层次分析法,将高校专家与科研人员、政府公务人员、相关企业管理人员以及农民作为利益相关者(表2),所在地区包括:江苏省扬州市、盐城市、安徽省蚌埠市、合肥市和河南省南阳市。发放问卷104份,部分农民由于没有电子邮箱,故采用结构性访谈进行指标评价,共回收有效问卷93份,回收率为89.42%。依据1~9及其倒数的标度方法,对各指标进行两两比较,判断指标之间的相对重要性。

## 2 结果与分析

### 2.1 草地农业发展优势因素分析

2.1.1 草业产品运输区位优势 淮河生态经济带与渤海经济带、长三角经济带相邻,为淮河生态经济带

草产品运输提供区位优势。境内高速公路、铁路贯通上海、南京等区域内大中型城市,交通便利缩短了地域之间的距离,也加强了与发达沿海城市之间的联系<sup>[24]</sup>。利益相关者认为优越的地理位置和便捷的交通,为草业产品的输出和输入提供了有利条件。

**2.1.2 草业发展经济基础与资金支持优势** 作为我国粮食主要生产区域,农业发展在淮河生态经济带内具有较强的资金支持优势,江苏省已完成对农业财政投资37.66亿元,并着力加强农田基础设施建设,推进规模化开发、产业化经营、特色化发展<sup>[25]</sup>。安徽省对皖北地区进行农业资金与技术支持,使绿色农业成为安徽省优势产业<sup>[26]</sup>。我国北方地区苜蓿等牧草种植成本高于玉米等作物<sup>[27]</sup>。利益相关者也认为,与传统小麦、水稻种植相比淮河生态经济带内牧草种植成本较高。草地农业作为淮河流域可持续性发展的绿色农业,利益相关者认为可以通过政府对绿色农业提供的资金支持,降低种植的资金风险与成本。

**2.1.3 草业发展农业基础优势** 淮河流域作为我国主要粮食产区,粮食产量约占全国总产量的1/6,提供的商品粮约占全国的1/4<sup>[28]</sup>。淮河流域已经成为我国小麦、玉米和稻谷的优势产区,是我国粮食增产规划核心区域<sup>[29]</sup>。随着淮河生态经济带内农业产业转型,以猪、禽养殖为主的畜牧业发展迅速。江苏省建成规模性万头以上的猪场123个,50万只以上肉禽场137个,千头以上奶牛场33个,企业加工产值超过500亿元。草饲畜禽饲养量的增加带动了省内饲料量的生产,全省饲料生产总量687万t,实现产值275亿元<sup>[30]</sup>。畜牧业由传统养殖向优势产业转变,从而带动了二元“粮—经”种植体系向“粮—经—饲”三元种植体系转型。区域内畜牧业发展为淮河生态经济带内草地农业发展提供了良好的条件。

## 2.2 草地农业发展劣势因素分析

**2.2.1 草地资源有限且分散** 淮河生态经济带内天然草地资源有限,且分布不均。至2021年,淮河生态经济带内共有28.04万km<sup>2</sup>耕地,草地资源总面积为6.51万km<sup>2</sup>,仅占耕地面积的23.21%,可利用草地面积为5.85万km<sup>2</sup>。其中,河南省拥有草地面积最大,达到4.43万km<sup>2</sup>,占淮河经济带区域内草地面积的68%;安徽境内草地面积为1.55万km<sup>2</sup>,占区域内草地面积的26%;江苏省草地面积最小,仅为0.41万km<sup>2</sup>,

草地资源散布在滩涂及农林隙闲地区,其中滩涂草地面积最大,占0.09万km<sup>2</sup><sup>[5]</sup>。天然草地资源分散且有限,使得淮河生态经济带内利用天然草地资源发展草地农业的模式受到限制,区域内人工草地资源主要以绿肥形式在传统农业生产体系中发挥作用,直接产生经济效益的能力较弱,限制了草田轮作模式在淮河生态经济带内的推广<sup>[31]</sup>。

**2.2.2 传统农业生产模式对生态环境的负面影响** 淮河生态经济带内人均水资源仅488m<sup>3</sup>,不到全国人均水量的20%。淮河流域内50%以上的水功能区水质超标<sup>[32]</sup>,农药、化肥、地膜、秸秆以及水土流失成为主要的水污染源<sup>[33]</sup>。农业生产基本采用利用率低的漫灌,有一半以上的水资源未被很好的利用。农业用水模式,也造成了水资源的浪费与污染<sup>[34]</sup>。低效率的环境修复能力,使得传统农业种植只能采用化肥补施、周年轮作等方式保持土地肥力,土地被过度开垦,也降低了植被覆盖率,水土流失问题严重,淮河流域尚有水土流失待治理面积5.00×10<sup>4</sup>km<sup>2</sup><sup>[35]</sup>。“稻—麦”轮作的传统农业体系可持续发展能力不强,使得区域内农业生产对于生态环保的要求提高,草地农业在淮河生态经济带内的发展需要发挥“土壤保持”“水源涵养”等生态功能,因此,草地农业在淮河流域内的发展具有提升经济效益与生态效益的双重目标,为草地农业在淮河生态经济带内的发展提出了更高的要求。

**2.2.3 利益相关者仍然受到传统农业结构与思维制约** 淮河流域的农业生产结构以传统的“粮—经”农业产业结构为主,虽然近年来牧草被广泛种植,但仍然是被当作“副业”来进行生产,没有形成完整的产业结构。草地农业发展与粮食发展并不矛盾的观念,并没有在农区得到普及,未被农区广泛接受。人们仍然认为,在农区种草会影响粮食产量<sup>[36]</sup>。农民又受到“可见价值”的利益驱使<sup>[17]</sup>,使得农民普遍认为草地资源经济价值并没有种植传统农作物的经济价值高,导致人工草地无法实现大规模推广。

## 2.3 草地农业发展机遇因素分析

**2.3.1 农业转型为草地农业发展提供种植生产机遇** 淮河生态经济带畜牧业发展迅速。2003年,江苏省畜牧业总产值458.87亿元,奶牛年末存栏量14.19万头,奶类总产量超过50万t,肉羊出栏量突破1500万只。至2020年,畜牧业总产值达到1315.84亿元,奶

牛年末存栏量30.59万头,奶类总产量超过60万t<sup>[37]</sup>。畜牧业发展带动淮河生态经济带对优质牧草的需求增加,牧草需求量达到5500万t,而流域内草地资源有限,种植牧草平均产量165.37 kg/km<sup>2</sup>,牧草种植企业38家<sup>[8]</sup>。优质牧草的饲喂量仅有5%,与发达国家优质牧草饲喂量60%相比差距显著<sup>[38]</sup>。因此,淮河生态经济带草地农业发展,不仅可以弥补该地区饲料粮缺口,也可以增加草食家畜的比重,建立合理的现代农业体系。

2.3.2 农业食品安全的要求,导致饲料粮需求增加,为草地农业发展提供市场机遇 利益相关者认为淮河流域对于动物源食物的消费水平日益增长,尤其是对于牛肉、羊肉和牛奶的消费增长为草地农业发展提供了市场机遇。2020年江苏省平均每人购买牛羊肉2.7 kg,购买奶类产品达到15.5 kg<sup>[37]</sup>。草食动物源食物消费增长以及畜牧业发展,导致粮食在食物中的比重不断下滑,由1980年的68%下降到2010年的43%<sup>[39]</sup>。至2020年,我国粮食的需求总量降到7亿t,饲料粮的消耗将增加到5亿t<sup>[40]</sup>。淮河流域饲料粮与北方相比相对缺乏,如果持续现有的“粮—经”农业产业结构,无法承担巨大的饲料粮需求,我国粮食安全问题将受到严重的挑战<sup>[41]</sup>。淮河生态经济带草地农业发展,不仅可以利用草地资源的生态功能促进农业可持续发展,也可以缓解饲料粮日益增大的需求,提升动物源食物质量,进而促进农业供给侧改革。

2.3.3 大众对生态环保意识的加强,为草地农业发展提供社会认知机遇 相关利益者认为人们对于生态价值的认识和环保意识的加强,给淮河经济带草地农业发展带来机遇。利益相关者普遍认识到,目前的农业生产体系,经济效益有限,可持续性发展能力不足。探讨绿色、高效的农业种植模式,成为淮河生态经济带利益相关者普遍关注的话题。草地农业不仅具有提供牧草、畜牧产品等的直接价值,也具有调节生态环境以及支持生命维持的间接价值<sup>[42-43]</sup>。草地植被根系有较强的固结土壤的功能,可以形成规模性覆盖,使土壤避免受到水分侵蚀,涵养水源作用显著,防止水土流失<sup>[44]</sup>,对增强淮河流域农业的可持续发展具有重要作用。

## 2.4 草地农业发展威胁因素分析

2.4.1 草地农业发展的自然风险 利益相关者一般

认为草地农业的发展受到地理条件和环境变化的影响较大,且生产周期长。气候条件和环境的变化,直接影响草业生产效益。淮河经济带相较于与北方气候潮湿、多雨,雨季与高温几乎同时,牧草的越夏、防涝措施受到利益相关者广泛关注。所以,针对淮河生态经济带的气候特点,筛选出耐涝、耐热的牧草种植品种,是淮河生态经济带草地农业的关键。

2.4.2 草地农业发展的资金风险 利益相关者认识到淮河流域苜蓿等人工牧草种植,依赖于农机设备和精密仪器,资金成本消耗量大,增加了淮河生态经济带草地农业发展的投资风险。区域内针对牧草种质及机械等大宗物流配备也不完善,增加了相关企业的运输与生产成本。所以,无论是个人还是企业,对于在淮河流域种植牧草都需要承担巨大的资金风险。

2.4.3 草地农业技术复杂 利益相关者认为在淮河生态经济带大规模发展草地牧草种植中,牧草种植技术复杂,特别是在夏季高温条件下,对牧草的干燥与保存等复杂技术相对缺乏,理论研究仍然有限,缺少为企业和农民生产实践提供相应的科学理论依据。涉及的一些高精机械设备和优质种质,均需要从海外进口。

## 2.5 草地农业发展AHP分析

2.5.1 草地农业发展优势因素AHP分析 利益相关者认为淮河生态经济带发展草地农业的自身优势相对有限,权重小于“机遇”、“劣势”的影响,仅有0.1645(表3)。在各“优势”因素中,“农业基础优势”(S3)的影响力最大(0.4417)(表4)。然而在总层次排序中,S3的权重仅有0.0727(表5);AHP分析结果表明,利益相关者认为淮河生态经济带草地农业发展“优势”因素权重较低,对草地农业发展影响有限。

2.5.2 草地农业发展劣势因素AHP分析 在系统层因素判断矩阵中,“劣势”因素的权重仅次于“机遇”权重,为0.2459(表3)。在“劣势”因素判断矩阵中,“利益相关者仍然受到传统农业结构与思维制约”(W3)所占权重最大,为0.5113(表6)。在总层次排序中,W3的权重达到了0.1257,权重仅次于O3和O1,排名第三。所以,利益相关者认为“传统农业结构与思维制约”对于草地农业在淮河生态经济带发展具有重要影响。“生态环境负面影响”与“草地资源相对分散”因素,在总层次排序中的权重分别仅有0.0746、

表3 淮河生态经济带草地农业发展系统层因素判断矩阵

Table 3 Judgment matrix of Indicator arrangement forprataculture in Huai River Eco-economic Belt

指标层	优势	劣势	机遇s	挑战	权重
优势	1	1.296 2	0.201 3	3.243 4	0.164 5
劣势	2.645 0	1	0.603 3	4.166 8	0.245 9
机遇	5.136 8	3.636 8	1	4.427 8	0.449 7
挑战	1.734 4	0.923 5	0.491 8	1	0.139 9

表4 淮河生态经济带草地农业发展优势因素判断矩阵

Table 4 Judgment matrix of strength forprataculture in Huai River Eco-economic Belt

优势因素	S1	S2	S3	权重
S1	1	3.072 5	2.508 9	0.357 1
S2	1.132 3	1	1.286 6	0.201 2
S3	3.490 1	4.418 5	1	0.441 7

表5 淮河生态经济带草地农业发展SWOT-AHP总层次排序

Table 5 Judgment matrix of Hierarchical total arrangement and ranking for prataculture in Huai River Eco-economic Belt

AHP模型中所有因素	权重	排名
O1	0.214 1	1
O3	0.127 9	2
W3	0.125 7	3
O2	0.107 8	4
W2	0.074 6	5
S3	0.072 7	6
T2	0.062 3	7
S1	0.058 8	8
W1	0.045 6	9
T3	0.045 0	10
S2	0.033 1	11
T1	0.032 6	12

0.045 6,与“优势”因素相比也有较大差距。

2.5.3 草地农业发展机遇因素AHP分析 AHP层次分析法表明,“机遇”因素在系统层因素判断矩阵的权重最大,为0.449 7(表3),与权重第二的劣势(W)

表6 淮河生态经济带草地农业发展劣势因素判断矩阵

Table 6 Judgment matrix of weakness for prataculture in Huai River Eco-economic Belt

劣势因素	W1	W2	W3	权重
W1	1	1.479 0	0.405 1	0.185 3
W2	1.936 6	1	1.399 0	0.303 4
W3	3.772 3	3.661 0	1	0.511 3

相比,相差0.203 8。结果表明,机遇因素对于促进淮河流域草地发展有重要影响。

在“机遇”因素当中,“种植生产机遇”(O1)在所有“机遇”因素中的权重最大(表7),是影响淮河流域草地农业发展的最重要机遇因素。经过总层次排序,O1也是在所有促进淮河流域草地农业发展最重要的因素,权重达到0.214 1(表5)。“社会认知机遇”(O3),对促进草地农业的发展具有较大影响,在总层次排序中权重达到0.127 9,排名仅次于O1。虽然“市场机遇”(O2)是机遇因素中权重最小的为0.239 7。但是,在总层次排序中,占有0.107 8的权重,排名第四,在所有影响淮河经济带草地农业发展的因素中,仍有较大比重。

表7 淮河生态经济带草地农业发展机遇因素判断矩阵

Table 7 Judgment matrix of opportunity forprataculture in Huai River Eco-economic Belt

机遇因素	O1	O2	O3	权重
O1	1	2.617 5	3.215 7	0.476 0
O2	0.569 0	1	1.778 3	0.239 7
O3	0.781 9	2.289 1	1	0.284 3

2.5.3 草地农业发展挑战因素AHP分析 AHP层次分析法结果表明,利益相关者认为“挑战”因素对于淮河流域草地农业发展的影响最小,仅为0.139 9。在“挑战”因素中,“技术复杂”(T2)所占权重最大(0.445 7)(表8)。在总层次排序中,T2权重为0.062 3,影响相较于其他“挑战”因素,具有较高的权重。“自然风险”(T1)在所有SWOT模型因素中权重最小,仅有0.032 6。结果表明,利益相关者并不认为,“资金风险”(T3)对淮河流域草地农业发展的产生重要影响,所以“挑战”的负面作用对淮河流域草地农业发展影响较小。

表 8 淮河生态经济带草地农业发展威胁因素判断矩阵  
Table 8 Judgment matrix of threats for prataculture in Huai River Eco-economic Belt

挑战因素	T1	T2	T3	权重
T1	1	1.066 4	1.841 7	0.232 8
T2	3.872 9	1	3.550 9	0.445 7
T3	2.331 2	2.087 1	1	0.321 4

### 3 讨论

#### 3.1 不同因素对于草地农业发展模式的影响

虽然淮河生态经济带内草地农业面临“草地资源有限且分散”、“受到传统农业结构与思维制约”等因素制约,但利益相关者认为“种植生产机遇”是影响淮河生态经济带草地农业发展的最重要因素。在天然草地资源有限的国家与地区,通过草田轮作、豆科牧草与禾本科牧草间作等措施,发挥人工牧草地的生态效益优势,建立可持续发展的草地农业模式,是各地区农业产业体系转型的主要措施。在英国,草地植物与谷物轮作建立的人工草地(temporary grassland)与传统农业种植模式相比,具有较高的农艺生产性能,可以实现农业高效发展<sup>[45]</sup>。相关机构也将生态系统服务纳入草地生产性能的评价指标。人工草地已经成为英国促进农业高效利用的主要模式。在欧洲大陆,欧盟农业部门通过流转土地的方式,种植牧草 2.90 万 km<sup>2</sup>,从而减少了 430 万 t 的 CO<sub>2</sub> 排放,建立了具有可持续发展性能的农业体系<sup>[19]</sup>。西班牙和美国<sup>[46-47]</sup>等国通过禾本科牧草、谷物与豆科牧草间作,减少化肥使用,增加谷物产量,提高土地利用率,完成了可持续发展农业生产体系的转换。各地区草地农业的发展,不仅满足了畜牧业发展所需的优质牧草,提高了农业的生产效率,也发挥了草地农业的生态功能,提升农业可持续发展能力,符合“大众对于生态环保意识加强为草地农业发展提供社会认知机遇”,也是草地农业发展重要因素的研究结果。同时,欧盟农业机构也发挥“资金支持”等优势因素,通过一系列减税和资金补助等政策,鼓励农民种植牧草,并培训农民种草技术,从而降低“挑战”因素对于草地农业发展的负面影响<sup>[17]</sup>。将旅游和文化等相关产业引入到草地农业,扩展草地资源开发领域,增加利益相关者的

额外收入,并宣传草地农业的生态价值<sup>[48]</sup>,转变利益相关者单纯追求经济效益的认知。各国草地农业发展经验表明,“天然草地资源相对有限”和“资金风险”等不利因素,并没有限制相关国家与地区草地农业的发展。天然草地资源不足的特点,更促进了人工牧草种植的发展,成为生态农业系统的重要内容和饲草生产的主要来源。

#### 3.2 草地资源开发的扩展

草地农业作为农业产业结构转型的重要环节,结合淮河生态经济带区位优势与良好农业基础的优势,通过物联网、互联网、大数据、云计算和人工智能等新兴技术和产业互联网的迅猛发展,对淮河流域草地农业信息不断进行数字化并形成农业大数据,将数字化技术渗入到草地农业发展的每个环节,从信息维出发不断探寻淮河生态经济带草地农业发展的可行性路径并不断优化我国农业结构,从而满足淮河流域地区日益增长的优质牧草需求,丰富淮河流域农业生产模式,助力我国乡村振兴战略<sup>[49]</sup>。

同时,利用“大众对于生态环保意识加强”的机遇将城市、乡村绿色景观的形成与草地资源发展紧密联系,使草地农业的发展更加多样化,带动旅游、绿化等行业的发展<sup>[50]</sup>。草地资源的开发使得城镇居民直接受益,进而对草地农业的发展有更直接的认识,实现淮河生态经济带草地农业的“草地+N”模式。

#### 3.3 草地农业的发展模式

淮河流域地处我国亚热带向热带过渡地段,气候温和,降雨丰富,拥有冬闲田面积 56.40 万 hm<sup>2</sup><sup>[8]</sup>。淮河生态经济带草地农业发展,可以利用冬闲田将牧草生产引入传统耕地农业,通过草田轮作、豆科牧草与谷物间作等模式,有效减轻各类农作物连作造成的不良影响,大幅度提高传统农业的生产效率,提升农业可持续发展能力,缓解区域内优质牧草依赖进口的状况,提高草食型畜禽等节粮产品的比重,进而降低“耗粮型”家畜生产,以保证动物源食品生产的充分发展,达到种养结合,发展循环生态农业的目的<sup>[51]</sup>。

在生产管理层面,建立针对淮河流域内自然环境与生产特点的饲草生产体系。引入优质豆科牧草与禾本科牧草,通过推广苜蓿、燕麦种植,培育出适应淮河生态经济带自然条件的优质牧草品种。利用草田轮作模式的生态价值,减少化肥使用,充分发挥牧草、

土壤和环境本身的养分供应能力,达到农业可持续发展目的。将牧草种植与当地已有的养殖模式结合,利用优质牧草,发展“苕—稻—鸭”、“种草养鹅”和“种草养鱼”等生态循环种养模式。同时,对南方人工草地施肥管理、刈割制度、机械使用等进行研究,完善淮河生态经济带草地农业的田间管理制度。

在经营管理层面,利用大数据分析理论与技术,通过物联网、互联网、大数据、云计算和人工智能等新兴技术,结合草地农业系统生产层理论(前植物生产层、植物生产层、动物生产层和后生物生产层)探索淮河生态经济带草地农业大数据平台构建路径。利用平台建设帮助一线牧草生产企业不断提升生产效率和运营管理水平,从而加强淮河流域草地农业可持续盈利能力和竞争力,最终融合形成“产销一体”的草地农业大数据平台,助力我国农业结构转型和乡村振兴。

在政策管理层面,制定淮河生态经济带草业发展的奖励政策,调动企业与农民的经营与种植积极性。草地农业具有经济效益与生态效益的双重特性,淮河生态经济带草地农业发展的政策制定,不仅需要关注草地农业的生产效益,更需要重视草地农业的生态效益。规划淮河生态经济带国家级公共开放园林(国家公园),利用国家公园,构建符合淮河生态经济带特点的草地生态评价考核体系,探索淮河生态经济带实施草地生态系统服务价值核算制度。

## 4 结论

“种植生产机遇”“社会认知机遇”和“市场机遇”是淮河生态经济带草地农业发展的重要因素。经过AHP层次分析,权重分别达到0.214 1、0.127 9和0.107 8。同时,淮河生态经济带发展的“机遇”大于“挑战”,权重达到0.449 7。“挑战”的权重在系统层中最低,仅为0.139 9。根据以上结果,淮河生态经济带草地农业发展模式可以归纳如下:

(1)培育适应淮河生态经济带自然条件的优质牧草品种。利用冬闲田推广草田轮作,实行牧草与谷物、禾本科牧草与豆科牧草混播、间作等不同的人工草地生产模式,发挥牧草种植经济效益,缓解淮河流域内日益增长的饲料粮需求。同时,发挥牧草种植的水土保持、生物固氮等生态价值功能,通过生态效益

优势,配合当地生态养殖产业,发展“苕—稻—鸭”、“种草养鹅”和“种草养鱼”等综合性型农业生产体系,建立种养结合的循环农业。

(2)利用淮河生态经济带草地农业与其他相关领域耦合关系,将草地农业中的草地资源与城市景观、生态旅游与生态环保相结合,利用大数据分析理论与技术,通过物联网、互联网、大数据、云计算和人工智能等新兴技术,发展“草地+N”的大农业模式,使草地资源成为促进农业产业结构调整的关键和新的农业经济增长点。

### 参考文献:

- [1] 赵长森,夏军,王纲胜,等. 淮河流域水生态环境现状评价与分析[J]. 环境工程学报,2008,2(12):1698—1704.
- [2] 张爱民,王效瑞,马晓群. 淮河流域气候变化对其农业的影响[J]. 安徽农业科学,2002,30(6):843—846.
- [3] 郭鹏,邹春辉,王旭. 淮河流域水资源与水环境问题及对策研究[J]. 气象与环境科学,2011,34(S1):96—99.
- [4] 蔡安宁. 淮河生态经济带建设构想[J]. 江苏师范大学学报(自然科学版),2015,33(3):8—13.
- [5] 任继周,林慧龙. 农区种草是改进农业系统、保证粮食安全的重大步骤[J]. 草业学报,2009,18(5):1—9.
- [6] 任继周,马志愤,梁天刚,等. 构建草地农业智库系统,助力中国农业结构转型[J]. 草业学报,2017,26(3):191—198.
- [7] 国家统计局. 国家数据[EB/OL][2022-03-10]. <https://data.stats.gov.cn/search.htm>.
- [8] 李新一,王加亭. 中国草业统计(2017)(第一版)[M]. 北京:中国农业出版社,2018:17—25.
- [9] 田舜,王志刚,卜义霞,等. 黑麦草—水稻种植模式生态经济评价[J]. 农业现代化研究,2006,27(5):380—382.
- [10] 杨滨娟,黄国勤,王超,等. 稻田冬种绿肥对水稻产量和土壤肥力的影响[J]. 中国生态农业学报,2013,21(10):1209—1216.
- [11] 武自念,魏臻武,雷艳芳. 12份苜蓿农艺性状的主成分及聚类分析[J]. 草原与草坪,2011,31(1):50—53.
- [12] 潘玲,魏臻武,武自念,等. 施肥和播种量对扬州地区苜蓿生长特性和产草量的影响[J]. 草地学报,2012,20(6):1099—1104.
- [13] 余杞强,贺敏,何庆元,等. 25份苜蓿材料在淮河中下游地区产量相关性状比较[J]. 草原与草坪,2019,39(6):100—104.
- [14] 江舟,陈丰,王东军,等. 金花菜与燕麦间作对牧草产量



- 与品质的影响[J]. 中国草地学报, 2020, 42(5): 127—135.
- [15] 任继周, 胥刚, 李向林, 等. 中国草业科学的发展轨迹与展望[J]. 科学通报, 2016, 61(2): 178—192.
- [16] 高雅, 林慧龙. 草地生态系统服务价值估算前瞻[J]. 草业学报, 2014, 23(3): 290—290.
- [17] Lamarque P, Tappeiner U, Turner C, *et al.* Stakeholder perceptions of grassland ecosystem services in relation to knowledge on soil fertility and biodiversity[J]. *Regional Environmental Change*, 2011, 11(4): 791—804.
- [18] Lewan L, Söderqvist T. Knowledge and recognition of ecosystem services among the general public in a drainage basin in Scania, Southern Sweden[J]. *Ecological Economics*, 2002, 42(3): 459—467.
- [19] Gocht A, Espinosa M, Leip A, *et al.* A grassland strategy for farming systems in Europe to mitigate GHG emissions—An integrated spatially differentiated modelling approach[J]. *Land Use Policy*, 2016, 58: 318—334.
- [20] Kajanus M, Leskinen P, Kurttila M, *et al.* Making use of MCDS methods in SWOT analysis—Lessons learnt in strategic natural resources management[J]. *Forest Policy and Economics*, 2012, 20: 1—9.
- [21] Saaty T L. A scaling method for priorities in hierarchical structure[J]. *Journal of Mathematical Psychology*, 2000, 15(3): 234—281.
- [22] Shrestha R K, Alavalapati J R R, Kalmbacher R S. Exploring the potential for silvopasture adoption in south—central Florida: an application of SWOT—AHP method[J]. *Agricultural Systems*, 2004, 81(3): 185—199.
- [23] Agbenyega O, Burgess P J, Cook M, *et al.* Application of an ecosystem function framework to perceptions of community woodlands[J]. *Land Use Policy*, 2009, 26(3): 551—557.
- [24] 顾为东, 张萍. 淮河生态经济带发展规划研究[J]. 江苏大学学报(社会科学版), 2016, 18(1): 19—23.
- [25] 江苏省农业资源开发局. 2021年度省级部门决算公开情况说明[EB/OL]. <http://www.jsacd.gov.cn/xxgk/czyjs/1048879.shtml>, 2022—04—01.
- [26] 朱剑峰, 朱媛媛. 安徽省农业现代化水平区域差异与发展模式研究[J]. 国农业资源与区划, 2013, 34(4): 120—124.
- [27] 石自忠, 王明利, 胡向东, 等. 我国牧草种植成本收益变化与比较[J]. 草业科学, 2017, 11(4): 902—911.
- [28] 周亮, 徐建刚, 张明斗, 等. 粮食增产背景下淮河流域农业生产效率时空变化分析[J]. 地理科学, 2013, 33(12): 1476—1483.
- [29] 王情, 刘雪华, 岳天祥. 淮河流域粮食生产潜力空间格局研究[J]. 生态经济, 2014, 30(7): 24—27.
- [30] 程金华, 戴红君, 马剑风. 加快发展江苏现代畜牧业的思考[J]. 农学学报, 2013, 2(3): 54—58.
- [31] 胡化柏, 李建农, 沈益新. 华东农区紫花苜蓿短期栽培利用的可行性研究[J]. 中国草地学报, 2010, 32(1): 64—68.
- [32] 叶正伟. 基于生态脆弱性的淮河流域水土保持策略研究[J]. 水土保持通报, 2007, 27(3): 141—156.
- [33] 项思可. 安徽土地资源概况及土地利用结构与状况分析[J]. 广东农业科学, 2010, 37(8): 349—353.
- [34] 郭鹏, 邹春辉, 王旭. 淮河流域水资源与水环境问题及对策研究[J]. 气象与环境科学, 2011, 34(S1): 96—99.
- [35] 周亮, 徐建刚, 孙东琪, 等. 淮河流域农业非点源污染空间特征解析及分类控制[J]. 环境科学, 2013, 34(2): 547—554.
- [36] 刘加文. 我国农区草业发展在思考[J]. 草业学报, 2009, 17(3): 221—273.
- [37] 江苏省统计局. 江苏省统计年鉴 2021 [EB/OL]. [2022—03—24] <http://tj.jiangsu.gov.cn/col/col80733/index.html>.
- [38] 杨智青, 丁海荣, 陈应江, 等. 江苏沿海滩涂发展牧草业的前景[J]. 家畜生态学报, 2008, 29(4): 102—105.
- [39] 任继周. 中国三次农业结构改革的教训与期望[J]. 草业学报, 2016, 25(12): 1—3.
- [40] 李向林, 万里强, 何峰. 南方草地农业潜力及其食品安全意义[J]. 科技导报, 2007, 25(9): 9—15.
- [41] 任继周, 林慧龙, 侯向阳. 发展草地农业, 确保中国粮食安全[J]. 中国农业科学, 2007, 40(3): 614—621.
- [42] 赵同谦, 欧阳志云. 草地生态系统服务功能分析及其评价指标体系[J]. 生态学杂志, 2004, 23(6): 155—160.
- [43] 于格, 鲁春霞, 谢高地. 草地生态服务系统功能的研究进展[J]. 资源科学, 2005, 27(6): 172—179.
- [44] 韩永伟, 韩建国, 张蕴薇, 等. 农牧交错带草地植被的水土保持作用研究[J]. 水土保持学报, 2004, (4): 24—28.
- [45] Aiming Q, Philip J M, Goetz M R. Modelling productivity and resource use efficiency for grassland ecosystems in the UK[J]. *European Journal of Agronomy*, 2017, 89: 148—158.
- [46] Lirhourgidis A S, Vasilakoglou L B, Dhima K V. Forage

- yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios[J]. *Field Crops Research*, 2006, 99(2/3):106–113.
- [47] Sadeghpour A, Jahanzad E, Esmaili A. Forage yield, quality and economic benefit of intercropped barley and annual medic in semi-arid conditions: Additive series [J]. *Field Crops Research*, 2013, 148:43–48.
- [48] Hammes V, Eggers M, Isselstein J, *et al.* The attitude of grassland farmers towards nature conservation and agri-environment measures: A survey-based analysis [J]. *Land use policy*, 2016, 59:528–535.
- [49] 任继周, 张英俊. 中国南方草地资源及其发展战略[J]. *中国计量学院学报*, 2002, 13(3):174–180.
- [50] Gibon A. Managing grassland for production, the environment and the landscape: Challenges at the farm and the landscape level[J]. *Livestock Prod Science*, 2015, 96(1):11–31.
- [51] 曹德明, 魏臻武, 虞珍萍, 等. 扬中金花菜产业发展新模式—南方草业的新亮点[J]. *草原与草坪*, 2012, 32(5):79–82.

## The analysis of environment factors impacting the development of prataculture in Huai River eco-economic belt

JIANG Zhou<sup>1,2</sup>, LUO Bei-ni<sup>1</sup>, LI Li-qun<sup>1</sup>, GUO Wei<sup>1</sup>, WEI Zhen-wu<sup>2\*</sup>

(1. *Shanghai Vocational College of Science and Technology, Jiading 201800, China*; 2. *College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 224100, China*)

**Abstract:** [Objective] This study aimed to explore the prataculture development model in the Huai River Basin by identifying key factors influencing its development. The findings will provide a theoretical basis for promoting the development and planning of grassland ecological agriculture in the Huai River Basin. [Method] SWOT - AHP method was employed to analyze the internal—external environment of prataculture development in Huai River Eco-economic belt to identify key factors influencing prataculture development. [Result] The results revealed that ‘agricultural transformation’, ‘increasing public environmental awareness’ and ‘the limitation of traditional cropping system and agricultural structure’ were significant factors impacting the development of pastoral agricultural science system in Huai River Eco-economic belt, accounting for 0.214 1, 0.127 9 and 0.125 7, respectively. [Conclusion] Based on analysis results, it is suggested to integrate the development of prataculture with the local eco-agriculture system in Huai River Eco-economic belt, promoting the cultivation of forage through winter fallow field. Expanding the prataculture development field using big data technology is recommended, combining forage, grassland resources with urban landscape, ecological tourism and environmental protection. Prataculture is considered as a crucial measure to promote the sustainable development of agriculture in Huai River Eco-economic belt.

**Key words:** Huai River basin; prataculture; sustainable development; forage resource; SWOT-AHP analysis