

DOI: 10.5846/stxb202203170652

刘迪, 陈海, 马羽赫, 史琴琴, 白晓娟. 乡村振兴视角下农户生态系统服务依赖度及多层次影响因素. 生态学报, 2023, 43(8): 3079-3089.

Liu D, Chen H, Ma Y H, Shi Q Q, Bai X J. Farmers' dependence on ecosystem services and its multi-level influencing factors from the perspective of rural revitalization. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(8): 3079-3089.

乡村振兴视角下农户生态系统服务依赖度及多层次影响因素

刘 迪¹, 陈 海^{2,3,*}, 马羽赫^{2,3}, 史琴琴⁴, 白晓娟^{2,3}

1 河南师范大学旅游学院, 新乡 453007

2 西北大学城市与环境学院, 西安 710127

3 陕西省地表系统与环境承载力重点实验室, 西安 710127

4 山西财经大学资源型经济转型发展研究院, 太原 030006

摘要:厘清乡村振兴视角下农户生态系统服务依赖度及其多层次影响因素对落实乡村振兴措施、改善农户福祉具有一定实践意义。以生态脆弱区陕西省米脂县为例, 基于价值法评估农户生态系统服务依赖度, 同时分析乡村振兴视角下服务依赖度的村庄差异和农户差异, 最后利用多层次模型揭示服务依赖度的影响因素。结果如下: (1) 农户的服务依赖度均值为 0.673; 农户主要依赖供给服务, 对调节和文化服务依赖较低; 供给服务中主要依赖作物收益, 对水果和牲畜依赖度较低。(2) 示范村农户的服务依赖度高于非示范村, 且各类服务依赖度存在较强村庄异质性。“作物+牲畜+调节服务”“作物+水果+调节服务”与“作物+调节服务”类型农户占比约 80%, 依赖度分别为 0.690、0.835、0.410; 服务类型多样化指数为 2.882, 且示范村多样化指数高于非示范村。(3) 环境变量中, 土壤保持能力较高的村庄, 农户对作物与牲畜的依赖度越高; 政府资金投入较多的村庄, 农户对水果和文化服务的依赖度越高; 海拔与水果依赖度呈现显著正相关, 人口密度与调节服务呈显著负相关。

关键词:生态系统服务; 依赖度; 乡村振兴; 多层次模型; 米脂县

Farmers' dependence on ecosystem services and its multi-level influencing factors from the perspective of rural revitalization

LIU Di¹, CHEN Hai^{2,3,*}, MA Yuhe^{2,3}, SHI Qinqin⁴, BAI Xiaojuan^{2,3}

1 College of Tourism, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China

2 College of Urban and Environmental Science, Northwest University, Xi'an 710127, China

3 Shaanxi Key Laboratory of Earth Surface System and Environmental Carrying Capacity, Xi'an 710127, China

4 Research Institute of Resource-based Economics, Shanxi University of Finance & Economics, Taiyuan 030006, China

Abstract: It is of practical significance to clarify farmers' ecosystem service dependence and its multi-level influencing factors from the perspective of rural revitalization for local rural revitalization practices and farmers' well-being improvement. Taking Mizhi County of Shaanxi Province in the ecologically fragile area as study region, the farmers' ecosystem service dependence was evaluated based on the value method. At the same time, the differences between villages and between the farmers in the index of dependence on ecosystem services were analyzed from the perspective of rural revitalization, and finally the multi-level model was used to reveal the influencing factors of the farmers' index of dependence on ecosystem services. The results were as follows: (1) the average value of the farmers' index of dependence on ecosystem services was

基金项目: 国家自然科学基金项目 (42171256, 41971271)

收稿日期: 2022-03-17; 网络出版日期: 2022-12-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: chw@nwnu.edu.cn

0.673. The local farmers mainly relied on the benefits of provisioning services, and were less dependent on regulating services and cultural services. The local farmers mainly depended on the benefits of crops in provisioning services, and their dependence on fruits and livestock was relatively low. (2) The farmers in rural revitalization demonstration villages were more dependent on ecosystem services than those in non-demonstration villages, and there was strong village heterogeneity in the various ecosystem services dependence. The proportion of farmers in the ecosystem service combination types of “crops plus livestock plus regulating services”, “crops plus fruits plus regulating services”, and “crops plus regulating services” accounting for about 80% of total farmers, and the indexes of dependence on ecosystem services were 0.690, 0.835, 0.410, respectively. The diversity index of farmers was 2.882, and the diversity indexes of farmers in demonstration villages were higher than that in non-demonstration villages. The more diverse the ecosystem service types of the farmers, the higher the farmers' index of dependence on ecosystem services. (3) Individual variables such as age, proportion of patients, per capita annual income, and per capita arable land affected the index of dependence on ecosystem services. Among the environmental variables, villages with higher soil conservation ability had higher dependence on crops and livestock; villages with more government funds had higher dependence on fruits and cultural services. At the same time, altitude was significantly positively correlated with fruit dependence, and population density was significantly negatively correlated with regulation services.

Key Words: ecosystem services; dependence; rural revitalization; multi-level model; Mizhi County

乡村衰落是一个全球性焦点问题,乡村振兴是缓解中国乡村衰落的重要战略^[1]。在生态脆弱且经济贫困的区域,当地农户对单一生态系统服务(ES)的长期依赖提高了家庭生计风险,引起了人口外流、乡村衰退等诸多问题,因此,厘清农户生计对生态系统的依赖程度是乡村振兴亟需回答的关键问题之一。生态系统服务依赖度(IDES)为定量研究农户生计对生态系统的依赖提供了有效方法^[2-3]。乡村振兴视角下农户 IDES 研究能够反映乡村振兴对农村产业、农户生计的复杂影响,对构建乡村振兴后续决策系统具有积极意义。

生态系统服务对农户福祉的贡献十分复杂^[4],尤其在资源依赖地区,农户福祉取决于 ES 的获取程度^[5],从而产生对 ES 的依赖。IDES 研究逐渐成为地理学、生态学等学科关注的热点问题^[6-7],其中,探讨宏观政策视角下农户 IDES 的变化已成为学者们关注的焦点。相关研究大多关注易地搬迁^[3]、农地整治^[8]等政策影响下农户 IDES 的变化,通过政策的影响实现农户生计策略的有效转变^[9-10]。已有学者注意到乡村振兴对农户 IDES 具有潜在影响^[11]。乡村振兴通过产业振兴、文化振兴等多种方式促进农户从优势的 ES 中持续受益,影响农户 IDES 的同时优化 ES 组合,进而改善农户福祉;同时,农户对 ES 的依赖及其组合依赖的变化反映了农户生计对政策的响应,体现了乡村振兴的实施效果。目前,乡村振兴的影响研究主要侧重对产业转型、旅游发展等宏观经济方面的影响^[12-13],对微观农户 IDES 的影响研究尚不多见。此外,IDES 研究在 ES 子类型解析、影响因素探究等方面还需进一步完善。一方面,现有 IDES 研究大多仅关注农户对 ES 总收益的依赖^[14-15],这忽视了农户对不同 ES 的偏好和需求,阻碍了决策者对农户生计结构的完整认识,因此需要对 ES 子类型依赖度进行解构与分析,以理解乡村振兴对不同 ES 类型依赖度影响的差异性。另一方面,IDES 的影响因素研究是理解农户 IDES 差异的关键^[14],先前的研究大多关注个体特征对 IDES 的影响^[16-19],地理因素、社会因素等环境特征对 IDES 影响的研究较少,少有的研究仅为定性探讨^[20-21],从定量角度厘清环境因素对 IDES 的影响能够从个体和环境多层次方面为乡村振兴提供对策建议。

生态脆弱区是乡村振兴的重点实施区,也是农户生计对 ES 依赖程度较高的区域^[22]。鉴于此,本文以地处生态脆弱区的陕西省米脂县为例,基于价值法评估了农户 IDES,探究了乡村振兴视角下 IDES 的村庄和农户差异;同时,基于多层次模型揭示了 IDES 的多层次影响因素,以期当地乡村振兴实施和农户福祉改善提供对策建议。

1 乡村振兴与 IDES 的逻辑关系

以乡村振兴“五大振兴”方式、农户 IDES 为切入点,本文解析了乡村振兴与 IDES 之间的逻辑关系(图 1)。乡村振兴中的“五大振兴”方式互为促进,互为提升。产业振兴、生态振兴和文化振兴分别促进供给服务、调节/支持服务和文化服务的持续供给,人才振兴、组织振兴在驱动和保障方面支持产业、生态和文化振兴的具体实践^[11]。

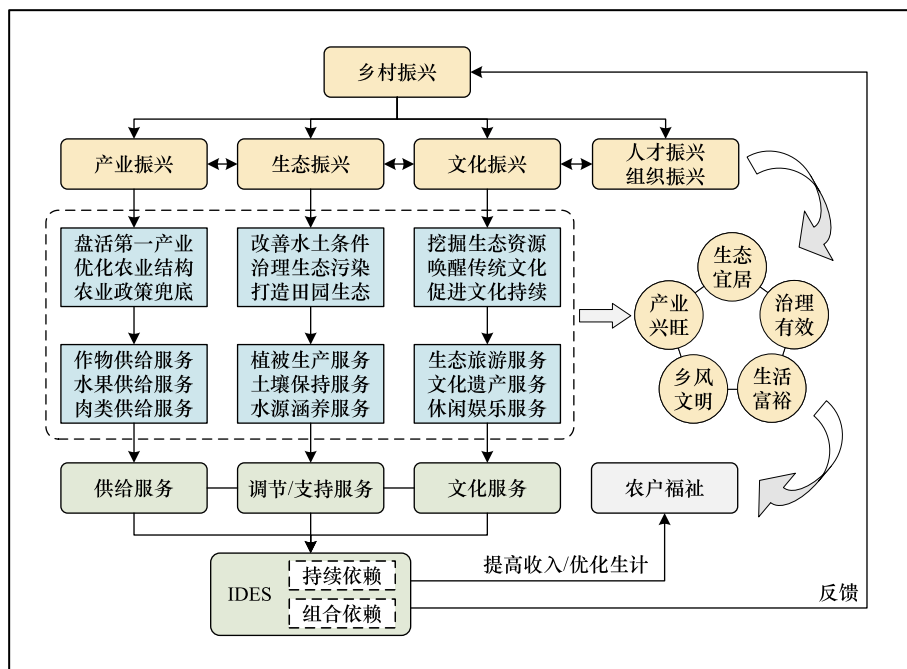


图 1 乡村振兴与生态系统服务依赖度的逻辑关系

Fig.1 The logical relationship between rural revitalization and index of dependence on ecosystem services

IDES: 生态系统服务依赖度 Index of dependence on ecosystem services

产业振兴是解决“三农”问题的基础,通过识别乡村有发展潜力的农业产业,以政府、合作社、企业等多主体协作构建完善的农业产业链条,以政府的技术与财政支持为保障,共同促进作物等农产品产销一体化^[23],从而影响农户的供给服务依赖度。生态振兴是乡村发展的生态支撑,通过改善乡村地区“水土气生”等地理要素打造乡村田园生态系统,该系统具有良好的植被生产等生态过程,可提高农户的生态补偿收益和薪柴收益,从而影响农户的调节服务依赖度。文化振兴是乡村振兴的灵魂,通过弘扬乡村传统文化,带动乡村生态旅游等来勾勒乡村独特的文化印记和精神风貌,这与文化服务的非物质性、无形性相契合;文化振兴能够深入挖掘生态旅游资源并促进文旅融合,从而影响农户的文化服务依赖度。IDES 研究能够找到乡村振兴背景下农户从 ES 中持续受益、从多类 ES 组合中受益的方式,这将提高农户收入、优化农户生计结构,共同助益于实现乡村振兴总要求、改善农户福祉。

2 研究区概况与数据来源

2.1 研究区概况

米脂县(109°49′—110°29′E, 37°39′—38°5′N)位于陕北黄土丘陵沟壑区(图 2),面积 1178 km²。生态环境的脆弱特征造成了当地经济落后,并形成农户对 ES 的长期依赖。气候上属中温带半干旱气候,年降雨量小。为降低生计风险,农户采用多样化种植策略,有玉米、马铃薯、小米、山地苹果等,加之该县是退耕还林示范县,多样的林草地景观为农户获取薪柴提供方便,薪柴是当地农户主要的做饭能源。精准扶贫以来,农户农

业结构发生变化,种养殖结合成为趋势。2018 年,米脂县开始推进乡村振兴示范村建设,以“一村一特色,一村一规划”为基本思想,以产业布局、生态优先、农民主体为原则打造特色示范村。截至 2020 年,米脂县共有市级与县级乡村振兴示范村 40 个,以特色种植业、山地果业、旅游业为重要引擎。乡村振兴引导农户与生态系统之间的密切互动^[24],农户从生态系统中获取 ES 以改善自身福祉,这为开展本文研究提供了较好的平台。

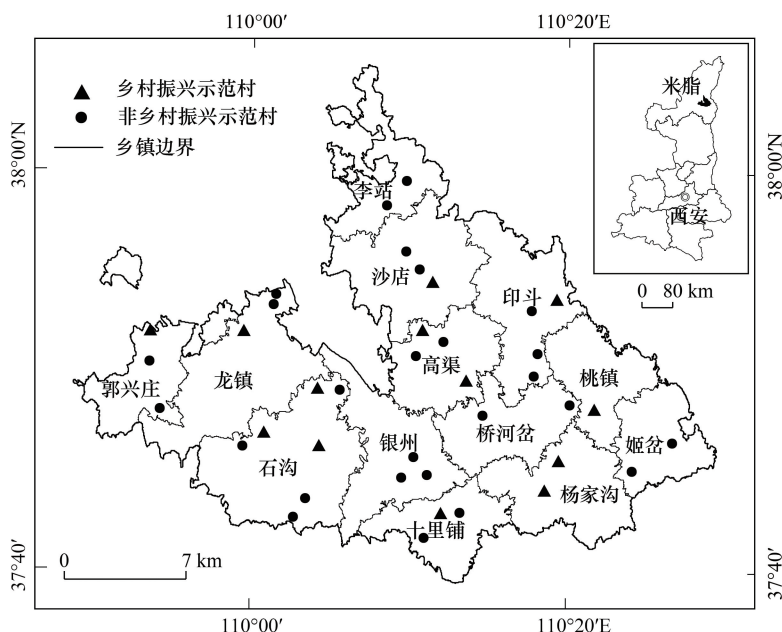


图 2 研究区概况与村庄选择

Fig.2 Location of the study area and selection of sample villages

2.2 数据来源与处理

已有研究^[25]对米脂县村庄进行了划分,包括农业型(187 个,传统农业种植为主)、经济型(64 个,作物种植为主)、生态型(61 个,生态保育与果业为主)以及城镇型(84 个,城镇生活区)四类。基于此,本文通过分层随机抽样,结合村庄自然与社会经济差异选取 4 类村庄:农业型(示范村 6 个/非示范村 12 个),经济型(示范村 2 个/非示范村 4 个),生态型(示范村 2 个/非示范村 4 个)以及城镇型(示范村 3 个/非示范村 6 个),共计示范村 13 个,非示范村 26 个(图 2)。按照四类村庄分层的目的是涵盖广泛的农户生计类型,确保 IDES 能代表米脂县农户的整体情况。调研于 2020 年 10 月 12 日—10 月 30 日开展,通过随机抽样选取农户进行问卷,获取示范村问卷 247 份(村均 19 份),非示范村问卷 442 份(村均 17 份),共计 689 份。利用 SPSS 22.0 进行数据信度检验,数据信度检验 Cronbach's α 系数为 0.766,信度良好。问卷数据分 3 部分:① 农户 ES 收益,包括供给服务(作物、水果与牲畜)投入与产出,ES 支付收益(退耕还林补贴、公益林补贴与农业补贴),以及文化服务(生态旅游有关收益);② 农户社会经济信息,包括家庭成员就业,家庭现金收益(工资收益、财产收益以及转让收益等);③ 农户人口学属性,包括性别、年龄、教育程度等。

环境变量所需数据如下:① 数字高程模型(DEM)源于中科院地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>),分辨率 30 m,利用 ArcGIS10.2 分区统计生成村庄平均高程;② 土地利用数据源于 2019 年 Google Earth 影像(18 级/精度 0.47 m),结合第二次全国土地利用调查数据进行目视解译,精度达 88.6%。参照土地利用现状分类标准(GB/T21010—2017),分为耕地、林地、草地、果园、建设用地、水域以及未利用地 7 类一级地类。米脂县周围区域 300 km 内气象站点逐日降水量、平均降水等来源于中国气象数据网(<http://data.cma.cn/>),经克里金插值得到 2019 年米脂县月均降水量空间分布。土壤类型、质地、有机碳含量等来源于寒区旱区科学数据中心(<http://westdc.westgis.ac.cn/>),以上数据用于计算土壤保持量。③ 村庄到县城所需时间、村庄总人口、政府资金投入等通过询问各村负责人(多为会计)直接获取。

3 研究方法

3.1 生态系统服务依赖度

本文引入量化农户对 ES 依赖程度的方法构建 IDES 指数,该指数由总依赖度指数和三个分依赖度指数组成^[3,9],总指数为农户从 ES 中获得的净收益与总体净收益的比值;三个分指数分别为供给服务、调节服务与文化服务。由于供给服务是当地农户依赖的主要类型,因此本文将供给服务分解为作物、水果和牲畜 3 个分指数,即本文的 IDES 包括 5 个分指数:作物、水果、牲畜、调节服务、文化服务。IDES 指数公式如下:

$$IDES_i = \frac{ENB_i}{\left| \sum_{i=1}^5 ENB_i + SNB \right|} \quad (1)$$

式中, $IDES_i$ 是第 i 类 ES 的依赖度; ENB_i 是第 i 类 ES 的净收益, SNB 为农户在社会经济活动中所得净收益; i 为 ES 类型,包括作物、水果、牲畜、调节服务、文化服务;供给服务依赖度由作物、水果和牲畜依赖度加和求得,总体依赖度由供给服务、调节服务和文化服务依赖度加和求得。

借鉴相关研究^[3,8-9,19]中农户家庭收益的分类,结合米脂县调研数据构建本文的 IDES 指数体系(表 1),包括 ES 收益和非 ES 收益。ES 收益包括:① 供给服务:通过产出收益与投入成本差值核算作物、水果和牲畜净收益。投入包括种子、化肥等资本投入以及果树种植和牲畜养殖中的雇工投入,产出包括作物、水果、牲畜的产量和单价。② 调节服务:包括 ES 支付收益与薪柴收益。ES 支付收益是政府对农户的生态补偿,退耕还林、公益林建设改善了水源涵养能力;农业补贴多指地力保护补贴,是对农户参与土壤保墒的资金补贴。三项补贴有利于改善调节服务,是农户由于政府生态保护需求而从调节服务中获取的稳定补偿收益^[3,8]。薪柴是农户从调节服务中获取的间接收益^[6],薪柴收益利用当地煤炭价格与炭柴热值比进行替代核算。③ 文化服务:当地农户通过向生态旅游者提供各类服务,间接从文化服务中受益^[9]。例如,高西沟国家水土保持示范园吸引周边县市游客观光,农户开办农家乐提供餐食、住宿等服务获取收入,此类收益计为文化服务收益。

表 1 生态系统服务依赖度指数体系
Table 1 Index system of ecosystem services dependence

分类 Categories	二级分类 Sub-categories	条目 Entries	ES 类型 Ecosystem services types	分类 Categories	二级分类 Sub-categories	条目 Entries	ES 类型 Ecosystem services types
供给服务 Provisioning services	作物	玉米	P0	文化服务 Cultural services	避免成本	公益林补贴	R0
		马铃薯	P0			农业补贴	R0
		谷子	P0			薪柴采集	R1
		豆子	P0		非 ES 收益 Benefits of non- ecosystem services	餐饮住宿	C1 或 NA *
		糜子	P0			交通运输	C1 或 NA *
		红葱	P0			土地/房屋租金	C1 或 NA *
		其他作物	P0			其他生意	C1 或 NA *
	水果	苹果	P0	工资收益 财产收益 转让收益	工资收益	工资和奖金	NA
		其他水果	P0			劳动力收入	NA
	牲畜	羊	P0		财产收益	利息收入	NA
		鸡	P0			其他出租	NA
		猪	P0			最低收入补贴	NA
		牛	P0		其他收入	养老金	NA
		其他牲畜	P0			高龄费	NA
调节服务 Regulating services	其他农业经营	其他农业经营	P0			其他补贴	NA
		ES 支付收益	退耕还林补贴			子女赡养/礼金	NA

ES: 生态系统服务 Ecosystem services; P、R、C 和 NA 分别表示供给服务、调节服务、文化服务和与非 ES 收益; 0 和 1 分别表示 ES 的直接收益和间接收益; * 表示若该项服务与生态旅游有关,则记为文化服务收益,否则记为社会经济收益

3.2 多层次模型

3.2.1 模型设定

利用多层次模型揭示 IDES 的影响因素,该模型考虑了数据的嵌套性,可阐释不同地理层级要素对 IDES 的影响^[24]。模型分 2 层,第一层为个体特征,第二层为个体所处村庄的环境特征,个体样本嵌套于村庄之中。采用随机截距模型,公式如下:

$$IDES_{ij} = \alpha + \beta X_{ij} + \theta Y_j + \mu_j + \varepsilon_{ij} \tag{2}$$

式中, $IDES_{ij}$ 为村庄 j 内农户 i 的生态系统服务依赖度,农户 i (1—689) 嵌套于村庄 j (1—39) 中; X_{ij} 为个体变量, Y_j 为环境变量;斜率项 β, θ 分别为个体变量、环境变量对农户 IDES 的影响; μ_j 为环境残差, ε_{ij} 为个体残差; α 为误差项。

3.2.2 变量选择

(1) 个体变量

参考已有研究常用指标(表 2),确定了 7 个个体变量。其中,教育程度、劳动力比重越高,表明家庭劳动力质量和数量越好,可能会降低农户的 IDES^[7,10];年龄、病人数比重对农户选择非农生计构成限制,从而提高农户的 IDES^[15,17];一般而言,贫穷农户更依赖于 ES,但也有富裕农户凭借资本投入从生态系统中获取更多收益,从而更依赖于 ES^[26];耕地面积较多的农户具备从生态系统中获取更多供给服务的条件,因此 IDES 可能越高^[3,16];住房面积反映了农户的地方认同感^[24],住房面积越大,预期农户依赖于 ES 的主观意愿越强^[18]。

表 2 生态系统服务依赖度的多层次影响因素

Table 2 Multi-level influencing factors of ecosystem services dependence

层次 Levels	指标 Indicators	赋值说明 Assignment descriptions
个体变量 Individual variables	户主年龄	连续变量(岁)
	户主教育程度	文盲=1 小学=2 初中=3 高中及以上=4
	病人数比重	家庭常年有疾病的人数/家庭总人数
	劳动力比重	家庭劳动力数量/家庭总人口,男 60 岁与女 55 岁以上仍劳动的按 0.5 个劳动力折算
	人均年收入	家庭年总收入/家庭总人数/元
	人均耕地面积	家庭耕地面积/家庭总人数/hm ²
	人均住房面积	家庭住房面积/家庭总人数/m ²
环境变量 Environmental variables	海拔	村庄平均高度(m),ArcGIS10.2 分区统计取均值
	土壤保持水平	基于 InVEST 模型计算土壤保持量(t),模型参数参考研究区已有研究 ^[30] 。
	交通通达度	村庄到县城所需的时间/min
	人口密度	村庄常住人口/村庄行政面积
	政府资金投入	政府针对村庄产业发展的资金投入/万元

(2) 环境变量

目前,环境变量对农户 IDES 的影响多以定性分析为主,哪些环境变量会影响 IDES 以及影响的大小尚须实证检验。本文确定了 5 个环境变量,其中,海拔可能对农户 IDES 具有正向影响^[15—16];土壤保持反映村庄水土保持能力,有利于改善供给服务^[27],因此土壤保持与 IDES 之间可能存在正相关关系;村庄交通是否通达反映了农户接近市场的程度,是农户拓宽非资源收入的重要因素,其与 IDES 一般存在负相关^[3],由于丘陵沟壑区地形复杂,本文交通通达度基于时间可达性表征;人口密度反映了村庄内农户对有限资源的可能性竞争,即人口密度越大的村庄,农户的 IDES 越低^[28];政府资金投入反映了乡村振兴政策对示范村和非示范村产业资金投入的差异^[29],预计政府资金投入越高,农户的 IDES 越高。

4 结果分析

4.1 ES 收益的村庄差异

表 3 为农户 ES 收益及其受益农户户数占比,并区分示范村与非示范村农户收益的差异。需要说明的是,收益均值指受益于该项 ES 的样本农户均值,例如文化服务在受益户中收益均值为 14 059 元,但其收益在所有农户中均值仅为 796 元。由于调节服务与文化服务总收益整体较低,因此对其收益分别进行了合并。由表 3 发现:① 全体农户供给服务中,水果收益>牲畜收益>作物收益,但水果和牲畜受益户数低于作物受益户数(占比 97.10%),说明水果和牲畜收益虽高,但准入条件也高。示范村农户供给服务子类型收益均高于非示范村,在水果收益上更加明显。② 有 94.34%的农户从调节服务中受益,但收益远低于供给和文化服务;其中,84.91%的农户从薪柴中受益,利用薪柴做饭是农户常见的生计活动,同时 ES 支付收入是农户稳定的调节服务收益。③ 文化服务收益主要来源于生态旅游及其衍生生计活动。受益农户文化服务收益均值仅次于水果,但受益户数仅占农户的 5.66%,且主要以农家乐等提供生态旅游服务为主;示范村农户文化服务收益略高于非示范村农户。

表 3 农户的生态系统服务收益

Table 3 Ecosystem services benefits of farmers

收益类型 Benefits types	乡村振兴示范村 Rural revitalization demonstration villages			非乡村振兴示范村 Non-rural revitalization demonstration villages			全体农户 All farmers		
	均值/元	标准差	受益户 占比/%	均值/元	标准差	受益户 占比/%	均值/元	标准差	受益户 占比/%
作物 Crop	8 001	4 207	96.76	7 840	4 112	97.29	7 897	4 144	97.10
水果 Fruit	29 510	25 545	34.01	21 995	21 350	23.76	25 335	23 543	27.43
牲畜 Livestock	10 184	11 452	65.18	6 894	8 388	62.90	8 100	9 743	63.72
供给服务 Provisioning services	25 024	18 989	97.57	17 545	14 314	97.96	20 219	16 522	97.82
调节服务 Regulating services	996	351	94.74	993	426	94.12	994	400	94.34
文化服务 Cultural services	14 530	6 393	8.91	13 695	5 150	3.85	14 059	5 825	5.66
生态系统服务 Ecosystem services	26 579	18 455	100	18 681	14 216	100	21 512	16 300	100
社会经济收入 Socioeconomic incomes	9 473	11 280	100	11 480	11 973	100	10 760	11 760	100
家庭总收入 Total households' incomes	36 052	18 921	100	30 161	15 503	100	32 273	17 031	100

4.2 IDES 的村庄与农户差异

4.2.1 IDES 的村庄差异

全体农户、不同村庄类型农户的 IDES 差异示于表 4。对全体农户而言,供给服务中农户对作物收益依赖度最高,为 0.283;对水果和牲畜依赖度相当;农户对供给服务的依赖度高达 0.610,即供给服务收益是农户生计的主要来源。农户对调节与文化服务依赖度分别为 0.035、0.028;调节服务依赖度最大值为 0.156,即不存在以调节服务收益为家庭主要生计的农户。农户 IDES 均值为 0.673,且主要依赖于供给服务,对调节和文化服务依赖较低。

进一步地,本文探讨了农户 IDES 的村庄差异,基于独立样本 *t* 检验揭示了不同村庄类型农户 IDES 差异的显著性。由表 4 可知:① 供给服务中,示范村农户的水果和牲畜依赖度高于非示范村,而作物依赖度低于非示范村;果树种植和牲畜养殖是米脂县通过产业振兴拉动农村发展的主要方式之一,政府通过果树、牲畜的推广、培训以及资金补助等手段提高了农户对水果和牲畜服务的依赖度,而非示范村农户生计依然依赖于传统作物种植。② 示范村农户调节服务依赖度低于非示范村,这与示范村农户家庭年收入普遍高于非示范村有关。在示范村和非示范村农户调节服务收益相近的情况下(表 3),示范村农户年收入更高,因此导致其调节服务依赖度低于非示范村。同时,示范村农户文化服务依赖度远高于非示范村,部分示范村明确生态宜居

定位,大力发展生态旅游,催生了生态旅游相关服务业,带动农户从文化服务中受益。③ 独立样本 *t* 检验结果表明,IDES、供给服务子类型依赖度、ES 子类型依赖度均在村庄间差异显著,说明乡村振兴通过产业振兴、文化振兴等方式明显调节了农户对多类 ES 收益的偏好和选择。

表 4 不同类型村庄生态系统服务依赖度的差异

Table 4 Differences in the indexes of dependence on ecosystem services of different village types

收益依赖度 Benefits dependences	乡村振兴示范村 Rural revitalization demonstration villages		非乡村振兴示范村 Non-rural revitalization demonstration villages		全体农户 All farmers		<i>t</i> 统计量 <i>t</i> -statistics	Sig. (双侧) Sig. (two-sides)
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差		
作物 Crop	0.255	0.159	0.298	0.183	0.283	0.176	-3.071 ***	0.002
水果 Fruit	0.216	0.334	0.138	0.274	0.166	0.299	3.298 ***	0.001
牲畜 Livestock	0.190	0.243	0.146	0.212	0.162	0.244	2.490 **	0.013
供给服务 Provisioning services	0.661	0.264	0.581	0.275	0.610	0.273	3.690 ***	0.000
调节服务 Regulating services	0.032	0.020	0.037	0.023	0.035	0.022	-2.927 ***	0.004
文化服务 Cultural services	0.043	0.156	0.020	0.108	0.028	0.127	2.264 **	0.024
生态系统服务 Ecosystem services	0.735	0.228	0.638	0.267	0.673	0.258	4.820 ***	0.000

*** :*P*<0.01, ** :*P*<0.05

4.2.2 IDES 的农户差异

本文统计了农户生计中不同 ES 类型组合,以揭示农户生计及其依赖度的差异(表 5)。对全体农户而言(表 5),“作物+牲畜+调节服务”是农户依赖的主要 ES 组合(占比 50.22%)。种养殖结合已成为农户重要的生计组合,作物所产秸秆作为牲畜饲料、牲畜所产粪便作为作物有机肥料,降低了作物与牲畜的投入成本。“作物+水果+调节服务”与“作物+调节服务”组合占比相当。“作物+牲畜+调节服务”、“作物+水果+调节服务”以及“作物+调节服务”组合占比约 80%,依赖度分别为 0.690、0.835、0.410,说明牲畜和果业收益较高,这类农户较少通过其他经济活动提高家庭收入;“作物+调节服务”类型农户的 IDES 较低,说明作物收益较低,农户需要通过扩充生计来源以维持家庭生计。

表 5 不同服务组合类型农户的生态系统服务依赖度的差异

Table 5 Differences in farmers' indexes of dependence on ecosystem services with different ecosystem service combinations

ES 类型组合 Composition types of ecosystem services	乡村振兴示范村 Rural revitalization demonstration villages			非乡村振兴示范村 Non-rural revitalization demonstration villages			全体农户 All farmers		
	户数	受益户 占比/%	均值	户数	受益户 占比/%	均值	户数	受益户 占比/%	均值
C+L+RES	109	44.13	0.695	237	53.62	0.688	346	50.22	0.690
C+F+RES	62	25.10	0.849	46	10.41	0.817	108	15.67	0.835
C+RES	34	13.77	0.438	57	12.90	0.393	91	13.21	0.410
C+F+L+RES	20	8.10	0.794	42	9.50	0.793	62	9.00	0.793
C+L	4	1.62	0.454	12	2.71	0.603	16	2.32	0.566
多样化指数 Diversity indexes			2.919			2.862			2.882

C-作物、F-水果、L-牲畜、RES-调节服务;多样化指数用于表达农户依赖的 ES 种类数,即农户仅从作物中受益则赋值为 1,从作物和牲畜中共同受益则赋值为 2,最后对不同村庄农户以及全体农户的多样化指数取平均值^[31]。另,表中仅列出了农户中排序前五名的 ES 组合,文化服务由于受益样本较少而不在任一组合中

对于不同类型村庄的农户而言(表 5):①“作物+牲畜+调节服务”组合类型在非示范村中占比更高,但其收益远不如示范村(表 3);这说明乡村振兴更加关注牲畜养殖的效益提升,而不是养殖户的简单增加,即针对示范村种养殖户的养殖培训和资金投入提高了其种养殖的协同效益。②“作物+水果+调节服务”在示范村中的占比远高于非示范村,且 IDES 高于非示范村;这说明乡村振兴对示范村的果树推广增加了从事果业的农

户数量,同时这种外部支持提高了果农的收益及其 IDEs。③ 示范村的 ES 多样化指数明显高于非示范村,说明示范村农户从更多样的 ES 类型中受益;农户的 ES 组合越多样,其 IDEs 越高,同时,多样化的 ES 组合可以分解农户的生计风险,提高农户生计适应性。

4.3 IDEs 的多层次影响因素

为分析不同层次变量对农户 IDEs 的影响,本文建立多层次模型进行方差拟合。多重共线性检验的方差膨胀系数值均小于 5,保证参数估计准确性。在此基础上,建立了作物(模型 I)、水果(模型 II)、牲畜(模型 III)、调节服务(模型 IV)以及文化服务(模型 V)五个多层次模型。基于多层次模型的方差拟合结果通过 Stata 12.0 软件进行计算,结果示于表 6。空模型结果显示,所有模型的组内相关系数均大于 5.9%,表明本文基于多层次模型揭示农户 IDEs 的影响因素是必要的。

表 6 多层次模型估计结果

Table 6 Estimation results of multi-level model

层次 Levels	指标 Indicators	模型 I Model I	模型 II Model II	模型 III Model III	模型 IV Model IV	模型 V Model V
个体变量 Individual variables	户主年龄	0.031 ***	-0.036 ***	-0.015	0.032 **	-0.003
	户主教育	-0.017	0.083	-0.135	0.003	0.059
	病人数比重	0.269 ***	-0.106 ***	-0.147 ***	0.236 ***	-0.251 *
	劳动力比重	0.357 **	0.118	-0.487	-0.004	-0.056
	人均年收入	-0.162 ***	0.111 *	0.084 ***	-0.082 ***	0.028 ***
	人均耕地面积	0.481 ***	0.473 ***	0.279 ***	-0.026 ***	-0.031
	人均住房面积	-0.003	0.016 *	-0.002	0.000	-0.003
环境变量 Environmental variables	海拔	-0.001	0.011 *	-0.001	0.000	0.002
	土壤保持水平	0.017 ***	0.019	0.010 *	-0.001	-0.026
	交通通达度	-0.009	-0.016	-0.011	0.001	-0.011
	人口密度	0.000	-0.002	0.000	-0.022 ***	0.002
	政府资金投入	0.100	0.324 ***	0.043	-0.006	0.074 ***
常数 Constants		3.417 ***	5.472 ***	2.361	0.035	0.168
组内方差 Within-group variances		0.033	0.053	0.052	0.007	0.039
组间方差 Between-group variances		0.007	0.011	0.005	0.001	0.006
组内相关系数/%		17.50	17.19	8.77	12.50	13.33
对数似然值 Log likelihood		689.662	836.5941	928.373	1391.723	652.2043

***: $P < 0.01$, **: $P < 0.05$, *: $P < 0.1$; 组内相关系数 = 组间方差 / (组间方差 + 组内方差); 户主教育的参照组为文盲

在个体变量中(表 6),年龄、病人数比重、人均年收入和人均耕地面积是影响农户 IDEs 的主要个体变量。年龄与作物、调节服务依赖度呈显著正相关,而与水果依赖度呈显著负相关;年长者受身体老弱或打工年龄限制而多从事作物种植,且可通过薪柴采集满足能源需求,而果树种植对劳动能力要求较高,年长者较少从事。病人数比重与作物、调节服务呈显著正相关,与水果、牲畜以及文化服务呈显著负相关;病人自身丧失劳动能力且需消耗健康劳动力来照顾,因此病人数比重较大的家庭往往采取灵活的农业活动,导致其更加依赖作物和薪柴采集,而对需要密集劳动力投入的水果种植、牲畜养殖以及生态旅游等服务业的依赖较低。人均年收入与作物、调节服务依赖度呈现显著负相关,而与水果、牲畜和文化服务依赖度呈显著正相关;收入较高的家庭可将收入转化为多种资本,通过增加投入来提高水果、牲畜、生态旅游服务业等 ES 收益并依赖于此,同时这些 ES 类型的单位收益较高,能有效提高农户收入,从而形成良性循环。人均耕地面积与各供给服务依赖度呈显著正相关,与调节服务依赖度呈显著负相关;耕地面积代表了农户对农业生产的固有依赖,而较大耕地面积对劳动力的占用导致农户缺乏精力采集薪柴,从而降低调节服务依赖度。

在环境变量中(表 6),海拔、土壤保持水平、人口密度、政府资金投入与特定的 IDEs 关系显著。其中,海拔与水果依赖度呈显著正相关,这与苹果等果树种植的自然条件有关。土壤保持能力较高村庄的农户对作

物、牲畜依赖度更高,说明村庄水土保持能力可提高作物(或饲料)的可得性,使农户更依赖作物与牲畜收益。人口密度高的村庄农户对调节服务依赖度越低,可能是由于人口密集的村庄农户之间在薪柴采集中存在竞争关系,导致对调节服务依赖度降低。政府资金投入越高的村庄,所在村庄农户对水果和文化服务的依赖度也越高,政府对苹果等新兴产业的支持鼓舞了农户种植水果的积极性,相应地提高了其对水果的依赖度;同时,部分乡村振兴村庄的景区建设扩展了农户的生计渠道,生态旅游服务业的兴起提高了农户的文化服务依赖度。因此,对乡村振兴决策者而言,在资源禀赋较差村庄进行三田(梯田、坝地和水浇地)改造来提高农户作物与牲畜收益、对农户薪柴采集行为进行规范管理以提高农户调节服务收益、提高政府资金投入以提高水果和文化服务收益,是在村庄层面提高农户 IDES 的有效手段。

5 结论与讨论

5.1 结论

(1) 农户 IDES 均值为 0.673;农户主要依赖供给服务,对调节和文化服务依赖较低;供给服务中主要依赖作物收益,对水果和牲畜的依赖度较低。

(2) 乡村振兴示范村农户 IDES 高于非示范村,且各类服务依赖度存在较强村庄异质性。“作物+牲畜+调节服务”、“作物+水果+调节服务”以及“作物+调节服务”类型农户总占比约 80%,依赖度分别为 0.690、0.835、0.410;农户多样化指数为 2.882,且示范村农户的多样化指数高于非示范村农户;农户的 ES 组合越多,IDEs 越高。

(3) 个体变量中,年龄、病人数比重、人均年收入和人均耕地面积等个体变量影响了较多 ES 子类型的依赖度。环境变量中,土壤保持能力较高的村庄,农户对作物与牲畜的依赖度越高;政府资金投入较多的村庄,农户对水果和文化服务的依赖度越高;而海拔与水果依赖度呈现显著正相关,人口密度与调节服务呈显著负相关。

5.2 讨论

厘清乡村振兴视角下农户 IDES 及其多层次影响因素对落实乡村振兴措施、改善农户福祉具有一定实践意义。米脂县乡村振兴对农户 IDES 的大小和结构均存在一定影响。一方面,乡村振兴影响了农户 IDES 的大小。由于水果和牲畜的高收益,政府通过产业引导、资金补助、风险兜底等产业振兴方式提高了农户的水果和牲畜依赖度;不同的是,牲畜养殖是传统农业,振兴方式侧重已有养殖户的资金补助和市场风险兜底,不太关注养殖户的简单增加;果业为当地新兴产业,振兴方式更侧重果树优势推广、产销网络构建等方面,既着力于提高果业户的从业数量,也关注水果收益提升。同时,政府在生态资源优势村庄大力发展生态旅游,通过旅游品牌打造、风景设施建设等文化振兴方式带动示范村农户从事旅游相关服务业,提高文化服务依赖度。另一方面,乡村振兴优化了农户 IDES 的结构。米脂县乡村振兴政策引导农户从多类 ES 中受益,从单一 ES 依赖向多类 ES 组合依赖的转化能够提高农户的 IDES,同时能够降低单一生计引致的生计风险,提高农户的生计适应性。总体来看,米脂县乡村振兴政策的作用在于通过一系列振兴方式提高农户对当地 ES 的持续依赖以及对多类 ES 组合的依赖,通过提高收入和优化生计结构两个方面助益于乡村振兴总要求的实现与农户福祉的改善。

本文还存在一些不足。一方面,乡村振兴是一个复杂的系统工程,其对农户生计及其 IDES 影响的程度、维度等均有明显差异,本文主要考虑了乡村振兴视角下 IDES 的村庄和农户差异,未来研究中应构建具体的乡村振兴指标体系,采用多种模型阐明乡村振兴的具体措施对农户 IDES 的定量影响。另一方面,本文仅通过静态视角探究了 IDES 的村庄和农户差异,未来将通过收集农户生计的时序动态数据,揭示同一村庄政策实施前后 IDES 的变化,并以此揭示乡村振兴政策对农户 IDES 及其多维福祉的动态影响。

参考文献(References):

- [1] 刘彦随. 新时代乡村振兴地理学研究. 地理研究, 2019, 38(3): 461-466.

- [2] Wieland R, Ravensbergen S, Gregr E J, Satterfield T, Chan K M A. Debunking trickle-down ecosystem services: the fallacy of omnipotent, homogeneous beneficiaries. *Ecological Economics*, 2016, 121: 175-180.
- [3] 李聪, 康博伟, 李萍, 高梦. 易地移民搬迁对农户生态系统服务依赖度的影响——来自陕南的证据. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(11): 115-123.
- [4] 黄甘霖, 姜亚琼, 刘志锋, 聂梅, 刘阳, 李经纬, 鲍宇阳, 王玉海, 郭建国. 人类福祉研究进展——基于可持续科学视角. *生态学报*, 2016, 36(23): 7519-7527.
- [5] 徐建英, 王清, 魏建瑛. 卧龙自然保护区生态系统服务福祉贡献评估: 当地居民的视角. *生态学报*, 2018, 38(20): 7348-7358.
- [6] 张超正, 陈丹玲, 张旭鹏, 吴诗嫚, 杨钢桥. 土地整治对农户“福祉—生态”耦合关系的影响——基于整治模式与地貌类型的异质分析. *中国土地科学*, 2021, 35(3): 88-96.
- [7] 王凤春, 郑华, 张薇, 王慧, 彭文佳. 农户生计与生态系统服务关系的区域差异及驱动机制——以密云水库上游流域为例. *应用生态学报*, 2021, 32(11): 3872-3882.
- [8] 张超正, 杨钢桥, 文高辉. 不同农地整治模式对农户生态系统服务依赖度的影响. *农业工程学报*, 2019, 35(6): 261-270.
- [9] Yang W, Dietz T, Liu W, Luo J Y, Liu J G. Going beyond the Millennium Ecosystem Assessment: an index system of human dependence on ecosystem services. *PLoS One*, 2013, 8(5): e64581.
- [10] 王会, 赵亚文, 温亚利. 基于要素报酬的农户自然资源依赖度评价研究——以云南省六个自然保护区为例. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(12): 146-156.
- [11] 张灿强, 付饶. 基于生态系统服务的乡村生态振兴目标设定与实现路径. *农村经济*, 2020, (12): 42-48.
- [12] 徐梦瑶, 张正峰. 乡村产业振兴背景下京津冀地区乡村工业用地转型. *经济地理*, 2020, 40(5): 174-182.
- [13] 董文静, 王昌森, 张震. 山东省乡村振兴与乡村旅游时空耦合研究. *地理科学*, 2020, 40(4): 628-636.
- [14] Robinson B E, Zheng H, Peng W J. Disaggregating livelihood dependence on ecosystem services to inform land management. *Ecosystem Services*, 2019, 36: 100902.
- [15] 王蓉, 赵雪雁, 刘江华, 王晓琪, 兰海霞, 薛冰. 重点生态功能区农户生计对环境资源的依赖性——以甘南高原为例. *应用生态学报*, 2020, 31(2): 554-562.
- [16] 宋莎, 刘庆博, 温亚利. 秦岭大熊猫保护区周边社区自然资源依赖度影响因素分析. *浙江农林大学学报*, 2016, 33(1): 130-136.
- [17] Ali A, Rahut D B. Forest-based livelihoods, income, and poverty: empirical evidence from the Himalayan region of rural Pakistan. *Journal of Rural Studies*, 2018, 57: 44-54.
- [18] 秦青, 赵正, 刘梦婕, 冯骥, 温亚利. 栖息地周边社区自然资源依赖度及影响因素分析——以四川省大熊猫栖息地为例. *资源开发与市场*, 2017, 33(3): 301-306.
- [19] 张超正, 陈丹玲, 杨钢桥, 方相. 生计资本对农户生态系统服务依赖度的影响. *西南大学学报: 自然科学版*, 2021, 43(1): 142-152.
- [20] Jones S K, Boundaogo M, Declerck F A, Estrada-Carmona N, Mirumachi N, Mulligan M. Insights into the importance of ecosystem services to human well-being in reservoir landscapes. *Ecosystem Services*, 2019, 39: 100987.
- [21] Berbés-Blázquez M, Bunch M J, Mulvihill P R, Peterson G D, Van Wendel de Joode B. Understanding how access shapes the transformation of ecosystem services to human well-being with an example from Costa Rica. *Ecosystem Services*, 2017, 28: 320-327.
- [22] 刘迪, 陈海, 张行, 史琴琴, 耿甜伟. 黄土丘陵沟壑区生态系统服务对人类福祉的影响及其群体差异. *地理研究*, 2022, 41(5): 1298-1310.
- [23] Song B J, Robinson G M, Zhou Z X. Agricultural transformation and ecosystem services: A case study from Shaanxi province, China. *Habitat International*, 2017, 69: 114-125.
- [24] Shi Q Q, Chen H, Liang X Y, Zhang H, Liu D. Cultural ecosystem services valuation and its multilevel drivers: a case study of Gaoqu Township in Shaanxi province, China. *Ecosystem Services*, 2020, 41: 101052.
- [25] 宋世雄, 梁小英, 陈海, 毛南赵. 基于多智能体和土地转换模型的耕地撂荒模拟研究——以陕西省米脂县为例. *自然资源学报*, 2018, 33(3): 515-525.
- [26] Narain U, Gupta S, Van't veld K. Poverty and the environment: exploring the relationship between household incomes, private assets, and natural assets. *Land Economics*, 2008, 84(1): 148-167.
- [27] Wei H J, Liu H M, Xu Z H, Ren J H, Lu N C, Fan W G, Zhang P, Dong X B. Linking ecosystem services supply, social demand and human well-being in a typical mountain-oasis-desert area, Xinjiang, China. *Ecosystem Services*, 2018, 31: 44-57.
- [28] Chaudhary S, McGregor A, Houston D, Chettri N. Reprint of: environmental justice and ecosystem services: a disaggregated analysis of community access to forest benefits in Nepal. *Ecosystem Services*, 2018, 29: 316-332.
- [29] 张杰, 陈海, 刘迪, 耿甜伟, 董嘉薇. 农户农业碳排放效率差异及多层次影响因素——以陕西省米脂县为例. *中国农业资源与区划*, 2022, 43: 1-11. (2022-04-17). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20220415.1207.010.html>.
- [30] 刘迪, 陈海, 荔童, 张行, 耿雨. 黄土丘陵沟壑区区域生态系统服务簇的时空分异及其地形梯度分析. *地理科学进展*, 2022, 41(4): 670-681.
- [31] 高志玉, 赵雪雁, 兰海霞, 石育中. 多重压力对重点生态功能区农户生计资产可得性的影响——以甘南黄河水源补给区为例. *地理研究*, 2020, 39(5): 1152-1165.