



农户认知、景观异质性与地表节肢动物的关系

边振兴, 初琢明, 张宇飞, 佟昊轩, 于淼

The relationship between farmers' cognitions, landscape heterogeneity and surface arthropods: based on the mediation effect model

BIAN Zhenxing, CHU Zhuoming, ZHANG Yufei, TONG Haoxuan, and YU Miao

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12357/cjea.20210410>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

政策激励、生态认知与农户有机肥施用行为——基于有调节的中介效应模型

Relationship between policy incentives, ecological cognition, and organic fertilizer application by farmers: Based on a moderated mediation model

中国生态农业学报(中英文). 2021, 29(7): 1274–1284

农田防护林对田间地表节肢动物分布的影响——以昌图县为例

The effects of farmland shelterbelts on surface arthropod distribution: A case study in Changtu County, China

中国生态农业学报(中英文). 2020, 28(12): 1835–1846

东北平原典型玉米种植区农业景观植物多样性研究——以昌图县为例

The plant diversity of agro-landscapes in typical maize planting areas in the Northeast Plain, China—A case study of Changtu County

中国生态农业学报(中英文). 2018, 26(4): 480–492

小农户衔接生态农业产业链的偏好与异质性研究

Linkage preference and heterogeneity of small farmers and the eco-agricultural industry chain: Based on the choice experiment method

中国生态农业学报(中英文). 2021, 29(12): 2126–2138

农户采纳稻虾共作模式意愿的影响因素及其异质性

Influencing factors of farmers' willingness to adopt rice-crayfish co-culture and their heterogeneity

中国生态农业学报(中英文). 2021, 29(10): 1752–1761

城镇化对种植业面源污染影响的中介效应分析

Analysis of the mediation effect of urbanization on non-point source pollution from the planting industry

中国生态农业学报(中英文). 2021, 29(9): 1625–1635



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

DOI: 10.12357/cjea.20210410

边振兴, 初琢明, 张宇飞, 佟昊轩, 于淼. 农户认知、景观异质性与地表节肢动物的关系——基于中介效应模型[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2022, 30(2): 184-193

BIAN Z X, CHU Z M, ZHANG Y F, TONG H X, YU M. The relationship between farmers' cognitions, landscape heterogeneity and surface arthropods: based on the mediation effect model[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2022, 30(2): 184-193

农户认知、景观异质性与地表节肢动物的关系^{*}

——基于中介效应模型

边振兴¹, 初琢明¹, 张宇飞¹, 佟昊轩¹, 于淼^{2**}

(1. 沈阳农业大学土地与环境学院 沈阳 110866; 2. 沈阳农业大学理学院 沈阳 110866)

摘要: 目前人类活动逐渐增强, 农户活动也成为耕地和耕地景观保护过程中研究的热点问题。本研究以辽宁省建平县 540 份农户调查数据为实证, 探究农户认知对耕地景观中地表节肢动物生物多样性的影响, 以及景观异质性在其中发挥的中介效应。通过构建中介效应模型, 研究农户认知、农业景观异质性与地表节肢动物多样性三者间的逻辑关系, 为耕地景观保护提供理论依据。研究结果表明: 1) 农户的不同认知对耕地景观中地表节肢动物多样性产生不同的影响, 其中农户对农药化肥施用认知、农业机械认知、耕地景观生态特征认知对地表节肢动物多样性具有正向影响, 表现为认知程度越好则耕地景观中地表节肢动物的多样性越高; 规模经营方式认知、农户耕地保护相关政策认知对其具有负向影响, 表现为认知程度越好则地表节肢动物的多样性越低, 此结论与预期有所不同, 进一步证实了农户“效果预期”对行为的重要影响。2) 农业景观异质性在农户认知影响地表节肢动物多样性过程中的中介效应显著, 即农户认知通过影响农业景观异质性会间接影响地表节肢动物的多样性。基于此, 政府应加强农村教育投入, 进行农业生态保护知识科普, 提升农户对于耕地保护认知的水平; 重视耕地景观格局的优化, 适当增加非耕作生境, 最终保护地表节肢动物多样性, 增强耕地系统生态效益。

关键词: 农户认知; 耕地景观保护; 地表节肢动物多样性; 景观异质性; 中介效应模型

中图分类号: F323.22

开放科学码(资源服务)标识码(OSID):



The relationship between farmers' cognitions, landscape heterogeneity and surface arthropods: based on the mediation effect model^{*}

BIAN Zhenxing¹, CHU Zhuoming¹, ZHANG Yufei¹, TONG Haoxuan¹, YU Miao^{2**}

(1. College of Land and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China; 2. College of Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Abstract: At present, human activities are gradually increasing, and farmers' activities have become a hot issue in research of protecting cultivated land and cultivated landscapes. The study encompassed survey data from 540 farmers in Jianping County, Liaoning Province to explore the impact of farmers' cognition on the biodiversity of surface arthropods in farmland landscapes. Furthermore, it also examined the mediating effects of landscape heterogeneity. By constructing a mediation effect model, the logical relationship between farmers' cognition, agricultural landscape heterogeneity, and surface arthropod diversity was studied aiming to provide a theoretical basis for landscape protection of farmland. The results showed that: 1) Differing cognition of farmers had varied effects on

* 辽宁省自然科学基金项目(01064219009)资助

** 通信作者: 于淼, 研究方向为数理统计与景观生态学。E-mail: yumiao77@163.com

边振兴, 研究方向为农地利用与保护、农业景观生态学。E-mail: zhx-bian@syau.edu.cn

收稿日期: 2021-06-29 接受日期: 2021-09-24

* This study was supported by the Natural Science Foundation of Liaoning Province (01064219009).

** Corresponding author, E-mail: yumiao77@163.com

Received Jun. 29, 2021; accepted Sep. 24, 2021

the diversity of surface arthropods in cultivated landscapes. Farmers' cognition of pesticide and chemical fertilizer application, agricultural machinery, and ecological characteristics of cultivated landscapes had positive impacts on surface arthropod diversity. The better their cognition, the higher the diversity of surface arthropods in the farmland landscape is. Cognition of scale management and farmland protection policies had a negative impact. This manifested as better cognition leading to lower arthropod diversity. This conclusion differed from that which was expected. This further confirmed the important influence of farmers' "effect expectations" on behavior. 2) Agricultural landscape heterogeneity had a significant mediating effect on farmers' cognition affecting surface arthropod diversity. Farmers' cognition could indirectly affect the diversity of surface arthropods by influencing the heterogeneity of agricultural landscapes. Based on this, the government should increase investment in rural education, build knowledge about agro-ecological protection, and improve awareness among farmers about cultivated land protection. It is also important to pay attention to optimization of cultivated land landscape patterns, appropriately increase non-farming habitats, to ultimately protect surface arthropod diversity, and enhance the ecological benefits of cultivated land.

Keywords: Farmers' cognitions; Farmland landscape protection; Surface arthropod diversity; Landscape heterogeneity; Mediation effect model

耕地景观是在自然景观的基础上经人们长期农业生产活动改造而成的重要景观类型^[1]。我国目前对耕地生态管护愈加重视,使耕地景观保护逐渐成为研究热点。耕地景观保护可以看作是相关利益主体对耕地景观保护重要性的认知度、意愿和保护行为综合作用的结果^[2]。农户在耕地景观保护中扮演着重要角色,其保护性耕种行为在耕地保护中起到重要作用^[3]。而农户认知作为农户意愿与行为的基础影响因素,决定农户行为的方向。较多学者研究了农户在耕地景观保护方面的认知与农户生态耕种等意愿和行为的关系。张化楠等^[4]提出农户的生态保护认知会影响农户生态耕种行为;农户使用化肥农药情况作为耕地生态环境和耕地景观的重要影响因素^[5], Bagheri 等^[6]指出提高农民对安全使用农药的认知和态度,会改善农民安全使用农药的意愿和行为。基于此,进一步探索农户认知对耕地景观保护的研究具有重要意义。

耕地景观具有多功能性,主要体现在农业景观、生物多样性、农村生存与就业、食品质量卫生、粮食安全保障、农业文化遗产以及动物福利等诸多方面^[7-9]。其中农业景观是农田、草地、耕地、林地、树篱和道路等结合的镶嵌体^[10-11],耕地景观生物多样性是生物(动物、植物、微生物)与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,是实现农业可持续发展的必要基础^[12]。其中节肢动物是耕地景观中最多的类群,是农田生态系统的重要组成部分,在维持生态系统结构与功能方面扮演着十分重要的角色^[13]。因此研究耕地景观中地表节肢动物的多样性具有重要意义^[14]。景观异质性作为景观生态学的重要属性,是农业景观的研究重点,是指景观中不同类型斑块在空间上镶嵌的复杂性^[15]。农业

景观异质性与节肢动物之间关系的研究一直是耕地景观关注的热点,高异质性、高比例的非耕作生境以及合理的农业景观格局会维持较高的生物量^[16],甚至可以提高天敌多样性,进而提升害虫-捕食性天敌稳定性食物网结构的稳定性^[17]。近年来,随着全球人口激增、粮食需求日益增加,土地集约利用以及人类活动进一步加强,土地开发利用、土地田块规模化等现象出现,造成非耕作生境破碎化程度加剧,导致地球上农田生态环境遭到破坏^[18]。虽然集约化的农业生产方式对粮食产量的增加发挥了巨大作用,但是却成为农田生物多样性下滑和生态系统服务功能丧失的主要原因之一^[19],可见人类活动对农业景观异质性和生物多样性具有重大影响^[20],因此通过提高农户认知与改善农户行为进而保护和恢复农业景观异质性及节肢动物多样性具有重要的现实意义。

本文从农户耕地景观保护认知的角度对农户展开研究。相关研究表明了农户认知会造成化肥农药施用情况产生差异进而影响农业景观生物多样性。侯笑云等^[21]证明了农业景观异质性与生物多样性的密切关联,指出高异质性的农业景观中,昆虫的丰富度和多度会更高。另外农户对耕地景观保护的认知不仅仅会对耕地景观中地表节肢动物产生影响,也会影响耕作结构进而影响农业景观异质性。那么农户的认知是否会导致农业景观异质性产生差异,进而影响地表节肢动物多样性?因此在研究农户认知对耕地景观地表节肢动物多样性的影响因素时,验证农业景观异质性在此过程中的中介效应显得至关重要。

基于此,本研究建立了农户认知、农业景观异质性与地表节肢动物多样性之间的关系框架;以辽宁省建平县为研究区,对农户展开调查,比较农户耕地景观保护认知之间的差异性;探明农户耕地景观

保护认知对耕地景观地表节肢动物多样性的影响;将景观异质性作为中介变量,构建中介效应模型,验证在人类活动影响地表节肢动物多样性的过程中景观异质性发挥的关键作用。进而开展农户有关耕地景观保护认知的教育引导,构建以农户为主体的耕地保护制度,鼓励农户进行农业景观异质性的保护,以提升农业景观生物多样性,对构建生物多样性保护技术体系,实现耕地系统生态区域可持续发展具有重要的理论和现实意义。

1 理论分析与研究假说

1.1 农户认知对耕地景观地表节肢动物多样性的影响

1.1.1 农户生产经营方式认知对耕地景观地表节肢动物多样性的影响

农户的生产经营方式认知从化肥农药认知、农业机械认知和规模化经营方式认知进行研究。桑贤策等^[22]研究提出农户的化肥农药等生态认知水平越高,农户越倾向于选择进行相应生态耕种行为,并减少农机的使用次数,反之则会较大概率出现化肥农药和农机过量使用,进而导致农田中地表节肢动物多样性降低^[12],因此认为农户的认知会通过影响行为间接影响耕地景观地表节肢动物多样性。孙玉芳等^[12]指出农户过度开发利用耕地资源,道路沟渠过度硬化以及家庭农场等规模化生产经营行为导致耕地景观生物量减少,这里认为农户行为的发生是由认知导致,当人们认为规模化经营方式越好时,越会进行规模化生产,进而对地表节肢动物的栖息环境造成破坏。根据以上分析,进行假设:

H1: 农户化肥农药认知、农业机械认知正向影响耕地景观地表节肢动物多样性,规模化经营方式认知负向影响耕地景观地表节肢动物多样性。

1.1.2 农户耕地保护相关政策认知对耕地景观地表节肢动物多样性的影响

政策认知对于生物多样性的直接影响鲜有研究,有相关研究指出了耕地保护政策认知与农户行为的关系,可以间接证明对生物多样性的影响。段伟^[23]提出耕地保护政策发挥有效的激励作用时,农户的耕地保护相关政策了解程度越好,则会对农户的生态耕种产生积极影响,而低强度农业的生态种植方式在维持物种多样性方面发挥着重要作用^[24],从而间接地论述了耕地保护政策认知对地表节肢动物多样性的正向作用。根据以上分析,进行假设:

H2: 农户耕地保护相关政策认知正向影响耕地景观地表节肢动物多样性。

1.1.3 农户耕地景观生态特征认知对耕地景观地表节肢动物多样性的影响

据调查公众对于生物多样性的认知较低^[25],认知渠道单一。俞欢慧等^[26]研究稻田生物多样性情况表明,农户对稻田生物多样性相关知识掌握较少,会出现不合理耕种行为导致稻田的生态系统遭到破坏。通过增强农户耕地景观生态特征的认知,耕地景观的生态得到改善,进而将提升耕地景观中生物多样性、优化耕地景观生态系统。根据以上分析,本文提出如下假说:

H3: 农户耕地景观生态特征认知正向影响耕地景观地表节肢动物多样性。

1.2 农业景观异质性在农户认知影响地表节肢动物多样性过程的中介效应

研究人类活动下的景观格局特征对区域生物多样性的影响是生物多样性保护的迫切要求^[27]。陈利顶等^[28]选取景观多样性、优势度、景观破碎度和景观分离度作为评价指标,分析了研究区人类活动和景观结构之间的关系。农户认知差异也会影响耕地的景观结构,对景观格局产生影响。如俞欢慧等^[26]在研究中指出大部分认知较差的农民表示愿意将田埂上的所有植物清除。而稻田中的田埂有利于有益昆虫的种群建立和种群数量维持^[29]。可见农户生态认知不足会破坏耕地景观结构,影响景观异质性,间接破坏地表节肢动物多样性。根据以上分析,本文提出如下假说:

H4: 农户认知能提升景观异质性,进而影响耕地景观地表节肢动物多样性。

2 数据分析

2.1 数据获取

本研究选取辽宁省建平县太平庄镇、白山乡、小塘乡 3 个乡镇 6 个行政村作为农户认知问卷调查研究区,在 6 个村中选取 9 个采样区作为农业景观异质性和地表节肢动物多样性研究区(图 1)。相关研究和以往的问卷经验表明,在县域范围内收集问卷数据具有相似性,即通过此研究区问卷数据来表征建平县的农户认知特征。

获取数据时间为 2019 年 7—8 月,其中问卷调查对象为随机选取种植作物且参与农业经营决策的农户,采用访谈和问卷相结合的方式,共发放问卷 573 份,剔除无效问卷后获得有效问卷 540 份,问卷有效率为 94.2%。

地表节肢动物获取方法:在 6 个村 9 个采样区

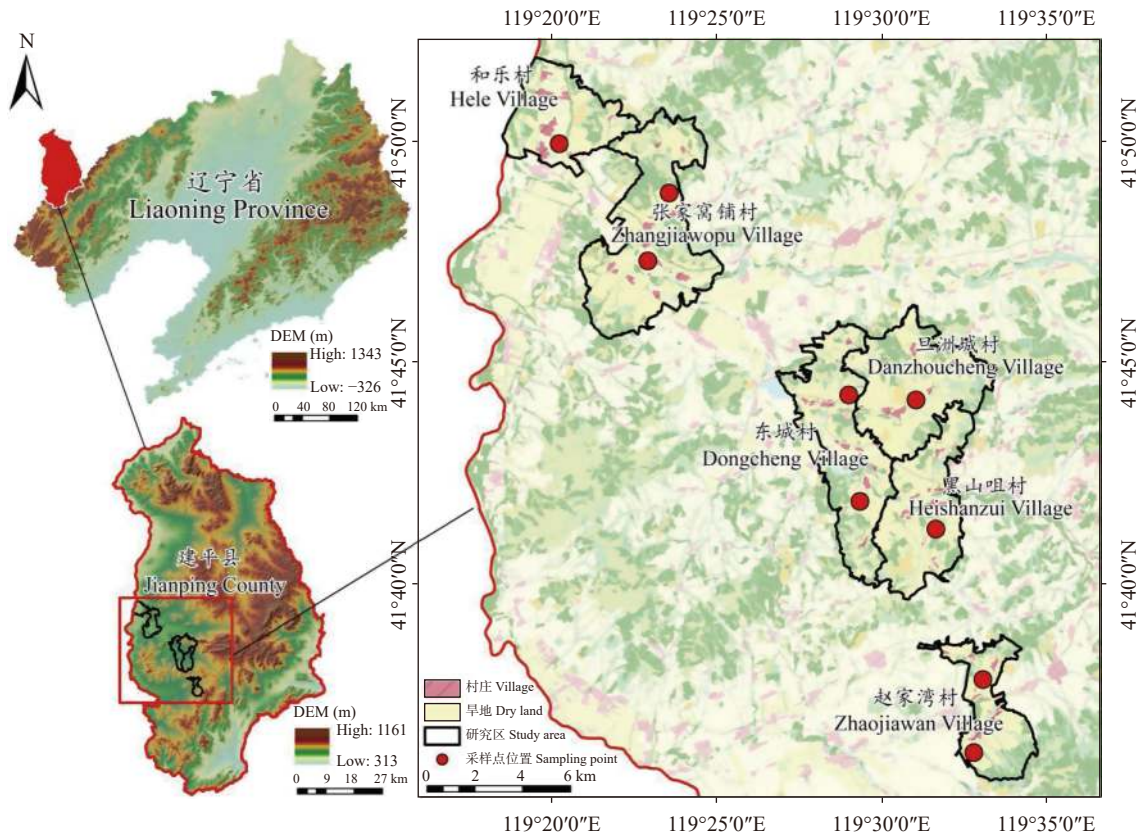


图 1 研究区范围及采样点位置图

Fig. 1 Maps of the scope of study area and the sampling points

中, 每个样区布设 3 个采样点, 每个采样点布设 3 个陷阱瓶, 利用陷阱法^[30]进行收集。景观异质性数据获取方法: 为了保证采样点的地表节肢动物多样性和景观异质性之间对应的精准度, 以地表节肢动物的采样点为圆心, 100 m 为半径建立缓冲区, 以缓冲区的区域作为研究景观特征的采样单元, 采用建平县 2012 年土地利用数据, 以土地覆盖栅格数据为基础, 运用 ArcGIS 10.2 获取样区空间栅格数据^[30]。

2.2 变量设置

1) 因变量。本文将地表节肢动物的多样性作为因变量, 通过 Past 3.0 软件计算得到物种个体数 (Individuals), 用来表征地表节肢动物的多样性。

2) 自变量。农户有关耕地景观保护认知的变量分为农户生产经营方式认知、耕地保护政策认知、耕地景观生态特征认知, 其含义及其描述性统计分析见表 1。农户认知各变量的赋值数量级不同, 指标计算不能为简单加总的问题。因此, 需要进行标准化处理, 以奥斯古德等建立的语义差别量表 (Method of Semantic Differential)^[31]为基础, 采用单向评等量表模型方法对变量量化计算。通过不同变量、不同赋值以及对应的人数进一步处理, 得到农户认知各变量量化后的数值。其中公式为:

$$F_i = \frac{\sum a_j n_{ij}}{a_H \cdot N} \quad (1)$$

式中: F_i 为第 i 个变量量化后的数值, a_H 为最高等级分值, a_j 为各个等级分值, n_{ij} 为对于第 i 个变量达 j 等级的人数, N 为总响应人数。

3) 中介变量。将农业景观异质性作为中介变量, 用景观异质性指数中的斑块密度 (PD) 表征, 通过 Fragstats 4.2 软件计算。

4) 控制变量。为了提高研究结果的科学性和可信度, 更准确地解剖自变量、因变量、中介变量关系, 将农户特征变量 (年龄、受教育程度、户主、非农收入水平、家庭劳动力比例) 作为控制量纳入讨论, 并进行衡量。

2.3 模型设置

根据计划行为理论, 在分析农户耕地景观保护认知对农业景观生物多样性的影响时, 同时考虑农业景观异质性的中介作用。因此, 本文构建农业景观生物多样性的中介效应模型。

$$Y = cX + e_1 \quad (2)$$

$$M = aX + e_2 \quad (3)$$

$$Y = c'X + bM + e_3 \quad (4)$$

表 1 耕地景观保护相关变量分类及含义描述
Table 1 Classification and description of variables related to cultivated land landscape protection

变量类型 Variable type	变量名称 Variable name	具体变量名称 Specific variable name	变量含义及赋值 Explanation of variable and assignment
因变量 Dependent variable	地表节肢动物生物多样性 Surface arthropod diversity	物种个体数 Number of species	物种个体的数目, PAST软件计算得到 Number of species calculated by PAST
		农户生产经营方式认知 Cognition of farmers' production and management methods	农药化肥施用认知 Pesticide and fertilizer application awareness
自变量 Independent variable	耕地保护相关政策认知 Relevant policy awareness of cultivated land protection	农业机械认知 Agricultural machinery awareness	被调查者关于农机对耕地生态的影响认知程度: 不好=1, 不太好=2, 比较好=3, 很好=4 Awareness of the impact of agricultural machinery on cultivated land ecology: poor=1, normal=2, better=3, best=4
		规模经营方式认知 Scale operation awareness	被调查者对规模经营方式认知: 不好=1, 不太好=2, 比较好=3, 很好=4 Perception of scale operation: poor=1, normal=2, better=3, best=4
		惠农政策补贴认知 Benefit farming policy subsidy awareness	被调查者对惠农政策补贴的满意情况: 非常不满意=1, 不太满意=2, 比较满意=3, 非常满意=4 Satisfaction with the benefits of agricultural policy subsidies: dissatisfied=1, less dissatisfied=2, satisfied=3, very satisfied=4
		耕地保护政策认知 Cultivated land protection policy awareness	被调查者对土地用途管制制度、耕地总量动态平衡政策、耕地保护目标责任制、基本农田保护政策的了解程度: 非常不了解=1, 比较不了解=2, 比较了解=3, 非常了解=4 Understanding of the land use control system, the dynamic balance policy of the total amount of arable land, the responsibility system of the arable land protection target, and the basic farmland protection policy: unclear=1, a little clear=2, clear=3, very clear=4
中介变量 Mediating variable	农业景观异质性 Agricultural landscape heterogeneity	景观异质性认知 Landscape heterogeneity awareness	被调查者对农田非耕作生境了解程度: 非常不了解=1, 比较不了解=2, 比较了解=3, 非常了解=4 Understanding of farmland non-cultivation habitat: unclear=1, a little clear=2, clear=3, very clear=4
		地表节肢动物认知 Arthropod biodiversity awareness	被调查者对农田中地表动物的了解程度: 非常不了解=1, 比较不了解=2, 比较了解=3, 非常了解=4 Knowledge of arthropod in farmland: unclear=1, a little clear=2, clear=3, very clear=4
控制变量 Control variable	农户特征 Farmer characteristics	斑块密度指数 Patch density index	单位面积上的斑块数, Fragstats计算得到 Number of patches per unit area calculated with Fragstats
		年龄 Age	被调查者的年龄 Age of the respondent: ≤40=1, 41-50=2, 51-60=3, ≥60=4
		受教育程度 Education level	被调查者的受教育水平: 小学及以下=1, 初中=2, 高中及以上=3 Education level: primary school and below=1, middle school=2, high school and above=3
		户主 Head of household	被调查者是否为户主: 是=1, 否=2 Whether the respondent is the head of the household: yes=1, no=2
		非农收入占比 Proportion of non-agricultural income	被调查者的家庭非农收入占比 The proportion of non-agricultural income of the surveyed households: 0-25%=1, 25%-50%=2, 50%-75%=3, 75%-100%=4
		家庭劳动力比例 Family labor ratio	被调查者的家庭劳动力占比情况 The proportion of the respondent's household labor force: 0-25%=1, 25%-50%=2, 50%-75%=3, 75%-100%=4

模型中, Y 代表耕地景观地表节肢动物多样性, X 代表农户认知, M 代表中介变量农业景观异质性, e_1 、 e_2 、 e_3 为随机误差。首先检验农户认知的直接效应, 对应公式(2)中的 c , 当 c 显著时进行第二步检验, 否则检验停止。第二步检验农业景观异质性的中介效应, 对应公式(3)和(4)中的 a 和 b , 当二者都显著时, 进行第三步检验; 如果 a 和 b 中至少一个不显著时, 需要进行 sobel 检验。第三步检验 c' , 如果不显著, 则农业景观异质性 M 为完全中介, 如果显著, $c' < c$, 则农业景观异质性 M 为部分中介。

综上所述, 本文将农户认知、农业景观异质性、地表节肢动物多样性纳入同一分析框架中(图 2), 检验农户认知影响地表节肢动物多样性过程中, 景观异质性的中介效应。

3 结果与分析

3.1 农户特征分析

受访农户基本特征分析结果表明(表 2), 受访农户中 60 岁以上的人数最多, 占 63.33%; 受教育程度普遍较低, 小学及以下人数达 413 人, 高中及以上人数占比仅为 7.41%; 是否为户主的情况基本持平; 受访农户非农收入水平占总收入 25%~50% 的人数较多; 家庭劳动力比例在 75% 以上的农户较多, 占比超过 40%。由此可见被调查样本中农业人口老龄化, 受教育程度普遍较低, 但家庭中劳动力较多, 农业收入大体处于中等水平, 说明农业生产水平并不落后, 被调查农户虽然年龄稍大, 但是大多仍可以从事农业生产, 样本具有研究意义。

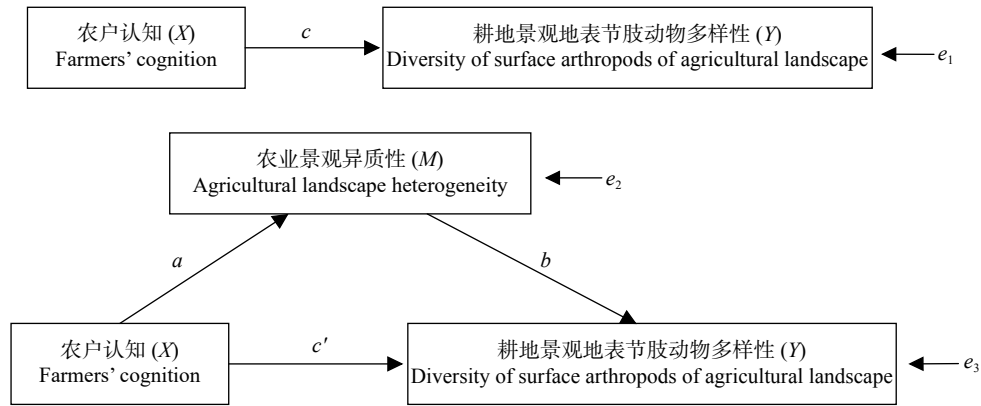


图 2 农户认知、农业景观异质性地表节肢动物多样性的理论框架

Fig. 2 Theoretical framework of the impact of farmers' cognition and agricultural landscape heterogeneity on surface arthropods diversity

表 2 受访农户基本特征描述
Table 2 Description of basic characteristics of interviewed farmers

基本特征 Basic feature	类别 Category	频数 Number	频率 Frequency (%)	基本特征 Basic feature	类别 Category	频数 Number	频率 Frequency (%)
年龄 Age	<40	80	14.81	非农收入占比 Non-agricultural income level (%)	0~25	86	15.93
	41~50	45	8.33		25~50	198	36.67
	51~60	73	13.52		50~75	150	27.78
	>60	342	63.33		75~100	106	19.63
受教育程度 Education level	小学及以下 Primary school and below	413	76.48	家庭劳动力比例 Family labor ratio (%)	0~25	63	11.67
	初中 Middle school	87	16.11		25~50	128	23.70
	高中及以上 High school and above	40	7.41		50~75	120	22.22
					75~100	229	42.41
户主 Head of household	是 Yes	263	48.70				
	否 No	277	51.30				

3.2 农业景观异质性的中介效应检验

利用 SPSS 25.0 软件检验了农业景观异质性在农户认知影响地表节肢动物多样性的中介效应, 从估计结果看, 模型的拟合结果较好, 具体回归结果如表 3、表 4 和表 5 所示。

对模型 (2) 进行解释, 并检验系数 c 的显著性: 回归 1、4、7 为农户生产经营方式认知 (农药化肥施用、农业机械、规模经营方式) 对地表节肢动物个体数 (Individuals) 影响的回归结果 (表 3), 回归 10、13 为耕地保护相关政策认知 (惠农政策补贴政策、耕地保护政策) 对 Individuals 影响的回归结果 (表 4), 回归 16、19 为耕地景观生态特征认知 (农业景观异质性构成、地表节肢动物) 对 Individuals 影响的回归结果 (表 5)。结果表明: 农药化肥施用认知、农业机械认知对 Individuals 有显著正向影响 ($c_1=0.550, c_4=0.541, P<1%$), 规模经营方式认知对 Individuals 有显著负向影响 ($c_7=-0.570, P<1%$), 耕地保护相关政策认知对

Individuals 有显著负向影响 ($c_{10}=-0.456, c_{13}=-0.470, P<5%$), 耕地景观生态特征认知对 Individuals 均有显著正向影响 ($c_{16}=0.537, c_{19}=0.536, P<1%$)。

对模型 (3) 进行解释, 并检验系数 a 的显著性: 回归 2、5、8 为农户生产经营方式认知对农田景观斑块密度 (PD) 影响的估计结果 (表 3), 回归 11、14 为耕地保护相关政策认知对 PD 影响的估计结果 (表 4), 回归 17、20 为耕地景观生态特征认知对 PD 影响的估计结果 (表 5)。结果表明: 农药化肥施用认知、农业机械认知与 PD 呈显著正向关系 ($a_2=0.389, a_5=0.441, P<5%$), 规模经营方式认知与 PD 呈显著负向关系 ($a_8=-0.361, P<10%$), 耕地保护相关政策认知与 PD 呈显著负向关系 ($a_{11}=-0.434, a_{14}=-0.518, P_{11}<5%、P_{14}<1%$), 耕地景观生态特征认知与 PD 呈显著正向关系 ($a_{17}=0.372, a_{20}=0.364, P<10%$)。检验系数 b 的显著性: 回归 3、6、9, 回归 12、15, 回归 18、21 是引入 PD 后, 农户生产经营方式认知、耕地保护

表 3 农业景观斑块密度 (PD)、农户生产经营方式认知对地表节肢动物特种个体数 (Individuals) 影响的回归结果
Table 3 Regression results of the impact of patch density of agricultural landscape and farmers' perceptions of production and management methods on individuals number of surface arthropods (Individuals)

变量 Variable	回归1 Regression 1	回归2 Regression 2	回归3 Regression 3	回归4 Regression 4	回归5 Regression 5	回归6 Regression 6	回归7 Regression 7	回归8 Regression 8	回归9 Regression 9
农药化肥施用 Pesticide and fertilizer application	0.550***	0.389**	0.680***	—	—	—	—	—	—
农业机械 Agricultural machinery	—	—	—	0.541***	0.441**	0.686***	—	—	—
规模经营方式 Scale operation	—	—	—	—	—	—	-0.570***	-0.361*	-0.684***
斑块密度 Patch density	—	—	-0.352*	—	—	-0.335*	—	—	-0.317*
卡方值 LR chi ²	472.500	—	594.000	573.750	—	486.000	546.750	—	573.750
R ²	—	0.169	—	—	0.151	—	—	0.130	—

回归1、4、7为农户生产经营方式认知对Individuals的影响;回归2、5、8为农户生产经营方式认知对农业景观斑块密度影响的估计结果;回归3、6、9为农户生产经营方式认知、农业景观斑块密度对Individuals影响的估计结果。*、**和***分别表示在 $P<10\%$ 、 $P<5\%$ 和 $P<1\%$ 水平显著。Regressions 1, 4, and 7 are the impact of farmers' perceptions of production and management methods on Individuals; Regressions 2, 5, and 8 are the estimated results of the impact of farmers' perceptions of production and management methods on patch density of agricultural landscape (PD); Regressions 3, 6, and 9 are the estimated results of the impact of farmers' production and management methods and PD on Individuals. *, **, *** mean significant at $P<10\%$, $P<5\%$ and $P<1\%$ levels, respectively.

表 4 农业景观斑块密度、耕地保护相关政策认知对地表节肢动物个体数 (Individuals) 影响的回归结果

Table 4 Regression results of the impact of patch density of agricultural landscape and farmland protection related policy cognition on individuals number of surface arthropods (Individuals)

变量 Variable	回归10 Regression 10	回归11 Regression 11	回归12 Regression 12	回归13 Regression 13	回归14 Regression 14	回归15 Regression 15
惠农政策补贴政策 Favorable farming policy subsidy policy	-0.456**	-0.434**	-0.600***	—	—	—
耕地保护政策 Cultivated land protection policy	—	—	—	-0.470**	-0.518***	-0.693***
斑块密度 Patch density	—	—	-0.331*	—	—	-0.430**
卡方值 LR chi ²	438.750	—	465.750	420.750	—	432.000
R ²	—	0.188	—	—	0.269	—

回归10、13为耕地保护相关政策认知对Individuals的影响;回归11、14为耕地保护相关政策认知对农业景观斑块密度(PD)影响的估计结果;回归12、15为耕地保护相关政策认知、PD对Individuals影响的估计结果。*、**和***分别表示在 $P<10\%$ 、 $P<5\%$ 和 $P<1\%$ 水平显著。Regressions 10 and 13 are the impact of farmland protection related policy perceptions on Individuals; Regressions 11 and 14 are the estimated results of the impact of farmland protection related policy perceptions on patch density of agricultural landscape (PD); Regressions 12 and 15 are the estimated results of the impact of the cognition of farmland protection related policies and PD on Individuals. *, **, *** mean significant at $P<10\%$, $P<5\%$ and $P<1\%$ levels, respectively.

表 5 农业景观斑块密度 (PD)、耕地景观生态特征认知对地表节肢动物个体数 (Individuals) 影响的回归结果

Table 5 Regression results of the impact of patch density of agricultural landscape and cognition of ecological characteristics of cultivated land system on individuals number of surface arthropods (Individuals)

变量 Variable	回归16 Regression 16	回归17 Regression 17	回归18 Regression 18	回归19 Regression 19	回归20 Regression 20	回归21 Regression 21
景观异质性构成 Composition of landscape heterogeneity	0.537***	0.372*	0.653***	—	—	—
地表节肢动物认知 Arthropod biodiversity awareness	—	—	—	0.536***	0.364*	0.647***
斑块密度 Patch density (PD)	—	—	-0.313*	—	—	-0.306*
卡方值 LR chi ²	648.000	—	675.000	648.000	—	675.000
R ²	—	0.138	—	—	0.132	—

回归16、19为耕地景观生态特征认知对Individuals的影响;回归17、20为耕地保护认知对农业景观斑块密度(PD)影响的估计结果;回归18、21为耕地景观生态特征认知、PD对Individuals影响的估计结果。*、**和***分别表示在 $P<10\%$ 、 $P<5\%$ 和 $P<1\%$ 水平显著。Regressions 16 and 19 are the impact of farmland landscape ecological characteristics cognition on Individuals; Regressions 17 and 20 are the estimated results of the impact of farmland protection cognition on patch density of agricultural landscape (PD); Regressions 18 and 21 are the estimated results of the impact of farmland landscape ecological characteristics cognition, and PD on Individuals. *, **, *** mean significant at $P<10\%$, $P<5\%$ and $P<1\%$ levels, respectively.

相关政策认知、耕地景观生态特征认知变量和 PD 同时对 Individuals 产生影响的估计结果(表 3、4、5)。结果表明: PD 与 Individuals 均呈显著相关 ($b_3=-0.352$, $b_6=-0.335$, $b_9=-0.317$, $b_{12}=-0.331$, $b_{18}=-0.313$, $b_{21}=-0.306$, $P<10\%$, $b_{15}=-0.430$, $P<5\%$)。

对模型 (4) 进行解释, 并检验系数 c' 的显著性: 回归 3、6、9, 回归 12、15, 回归 18、21 表明, 农户认知 3 组变量与 Individuals 呈显著相关 ($P<1\%$)。综上所述, 模型中系数 c 、 a 、 b 、 c' 依次显著, 说明 PD 在农户认知对 Individuals 影响过程中的中介效应显著。

得出如下结论: 农户生产经营方式认知中农药化肥施用和农业机械认知与地表节肢动物多样性呈正相关, 规模经营方式认知与其呈负相关, 假设 1 成立; 耕地保护相关政策认知与地表节肢动物多样性呈负相关, 假设 2 不成立; 耕地景观生态特征认知与地表节肢动物多样性呈正相关, 假设 3 成立; 农业景观异质性的农户认知影响地表节肢动物多样性过程中发挥中介效应, 假说 4 成立。

4 讨论与结论

4.1 讨论

在人口激增、土地集约利用、粮食安全等问题日益突出的背景下, 耕地生态安全问题成为目前关注热点, 从农户角度加强农户教育以提升对耕地景观保护的认知, 实现农户生态耕种, 同时优化耕地景观结构、保护地表节肢动物多样性, 进而保护耕地景观是保障耕地生态健康的关键。

农户农药化肥施用认知、农业机械认知、耕地景观生态特征认知与耕地景观生物多样性呈正相关。对此现象相关研究表明, 农户对化肥农药认知有所欠缺时, 化肥农药施用较多, 造成农田的节肢动物多样性降低^[32], 与 Chiron 等^[33] 研究相符。当农业机械认知情况较差时, 农户会认为农机进行机械化作业耕种较好, 则会对耕地及周边景观造成一定破坏, 在一定程度上对农田土壤动物多样性造成了负面影响^[34]。另外显而易见, 当农户的耕地景观生态特征认知提高时, 会减少对农业景观以及其中生物的伤害, 生物多样性自然会随之增加。

农户耕地保护政策认知、规模经营方式认知与耕地景观地表节肢动物多样性呈负相关, 与以往研究结论有所不同。可以解释为, 尽管农户对耕地保护政策认知较高, 但农户考虑到粮食产量等问题, 仍无法改变农户化肥农药施用和农机使用的行为。赵紫华等^[35] 指出农户的生态保护行为并不是农户有意

识的自觉行为, 而是为了保证基本农业生产, 采取相应对策时所进行的决定。在国家推行现代化农业生产的政策法规以及大力宣传的背景下, 农户大多认为规模化经营方式有利于农业生产, 并对其认知大多较好, 更倾向于进行适度规模化经营。但 Mander 等^[24] 研究表示低强度的生态种植方式对农田生物多样性有益, 有关研究指出过度规模化、土地集约化会导致农田系统天敌昆虫多样性大量丧失和自然害虫控制功能降低, 因此规模经营方式认知与地表节肢动物多样性呈现负相关关系^[19,36]。

农业景观异质性在农户认知影响地表节肢动物多样性过程中发挥中介效应, 此结论与预期相符。何悦等^[37] 指出对化肥农药的过量使用和不正确的认知会污染耕地, 甚至在一定程度上影响耕地周边的生境, 造成非耕作生境的异质性下降^[38], 进而影响农业景观生物多样性, 导致农户认知不仅对地表节肢动物产生直接影响, 还会通过影响农业景观异质性间接对地表节肢动物多样性产生作用。

对比已有研究, 本研究主要在以下方面作了深化。第一, 本研究从农户认知的角度, 构建中介效应模型探讨农户认知、农业景观异质性和地表节肢动物多样性三者之间逻辑关系, 研究成果对耕地保护, 构建以农户为主体的耕地保护制度, 保护农业景观以及构建生物多样性保护技术体系具有重要理论和实践意义。另外以往耕地景观保护研究较少将农户活动与耕地景观直接建立联系, 本研究是对现有研究的有效补充。第二, 本文考虑了对农户活动影响较大的“效果预期”(即生产活动产生的利益) 会对耕地保护政策认知产生影响, 农户对行为的效果预期与舒尔茨等学者研究的一致^[39]。本研究结果为耕地保护政策的制定提供了新的思路指导, 也证实了将农户耕地保护政策认知纳入讨论, 对耕地保护和农业景观的管理更具有现实意义。

4.2 结论

本文对辽宁省建平县开展农户认知调查, 通过构建中介效应模型不仅揭示了农户认知对耕地景观地表节肢动物多样性的影响, 也证明了在景观异质性中介效应的作用下, 农户认知对地表节肢动物多样性的间接影响。得到结论如下: 1) 大多农户年龄高于 60 岁, 受教育程度在小学以下, 家庭劳动力占比较高, 非农业收入较少。2) 农户的农药化肥施用认知、农业机械认知、耕地景观生态特征认知与农业景观地表节肢动物多样性呈正相关; 规模经营方式、农户的耕地保护相关政策认知与其呈负相关。3) 农

业景观异质性在农户耕地景观保护认知影响农业景观生物多样性过程中的中介效应显著。经过上述的实证结果做出以下建议:第一,加大农村教育和技术培训的投入,提高农户的耕地景观保护认知水平和文化素质。第二,普及耕地保护法律法规,加大政府耕地保护补贴力度,提升农户生态保护积极性。第三,注重优化耕地景观格局,增加非耕作生境面积,进而保护农业景观生物多样性,提升耕地景观生态效益。

参考文献 References

- [1] 彭建, 刘志聪, 刘焱序, 等. 京津冀地区县域耕地景观多功能性评价[J]. 生态学报, 2016, 36(8): 2274–2285
PENG J, LIU Z C, LIU Y X, et al. Assessment of farmland landscape multifunctionality at county level in Beijing-Tianjin-Hebei area[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, 36(8): 2274–2285
- [2] 毕继业, 朱道林, 王秀芬. 耕地保护中农户行为国内研究综述[J]. 中国土地科学, 2010, 24(11): 77–81
BI J Y, ZHU D L, WANG X F. Literature review on farmer behaviors during the farmland preservation process based on domestic studies in China[J]. *China Land Science*, 2010, 24(11): 77–81
- [3] 王利敏, 欧名豪. 粮食主产区农户耕地保护现状及认知水平分析——基于全国10个粮食主产区1198户农户的问卷调查[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(3): 14–19
WANG L M, OU M H. Analysis on present condition and level of cognition of the farmers to the cultivated land protection in the prime production area of grain[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2013, 27(3): 14–19
- [4] 张化楠, 葛颜祥, 接玉梅, 等. 生态认知对流域居民生态补偿参与意愿的影响研究——基于大汶河的调查数据[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(9): 109–116
ZHANG H N, GE Y X, JIE Y M, et al. The impact of ecological cognition on the willingness to participate in ecological compensation of river basin residents — Based on the survey data of Dawen River[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2019, 29(9): 109–116
- [5] 仇相玮. 减施农药: 农户行为及其效应研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2020
QIU X W. Pesticide reduction: a study on farmers' behavior and its effects[D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2020
- [6] BAGHERI A, EMAMI N, DAMALAS C A. Farmers' behavior towards safe pesticide handling: an analysis with the theory of planned behavior[J]. *Science of the Total Environment*, 2021, 751: 141709
- [7] DOBBS T L, PRETTY J. Case study of agri-environmental payments: The United Kingdom[J]. *Ecological Economics*, 2007, 65(4): 765–775
- [8] MOYER W, JOSLING T. Agricultural Policy Reform: Politics and Process in the EU and US in the 1990s[M]. Abingdon: Taylor and Francis, 2017
- [9] JONGENEEL R A, SLANGEN L H G. Multifunctionality in agriculture and the contestable public domain; theory and evidence about on-farm and off-farm activities in the Netherlands[M]/BORUWER F M. *Sustaining Agriculture and Rural Environment; Governance, Policy and Multifunctionality*. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2004
- [10] 边振兴, 杨祎博, 果晓玉, 张宇飞, 于森. 农田防护林对田间地表节肢动物分布的影响——以昌图县为例[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(12): 1835–1846
BIAN Z X, YANG Y B, GUO X Y, ZHANG Y F, YU M. The influence of farmland shelterbelts on the distribution of arthropods on the field surface: Taking Changtu County as an example[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2020, 28(12): 1835–1846
- [11] TURNER M G. Spatial and temporal analysis of landscape patterns[J]. *Landscape Ecology*, 1990, 4(1): 21–30
- [12] 孙玉芳, 李想, 张宏斌, 等. 农业景观生物多样性功能和保护对策[J]. 中国生态农业学报, 2017, 25(7): 993–1001
SUN Y F, LI X, ZHANG H B, et al. Functions and countermeasures of biodiversity conservation in agricultural landscapes: A review[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2017, 25(7): 993–1001
- [13] 边振兴, 张宇飞, 杨祎博, 等. 农业景观格局对玉米害虫-捕食性天敌定性食物网结构的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(10): 1475–1487
BIAN Z X, ZHANG Y F, YANG Y B, et al. The effect of agricultural landscape pattern on the qualitative food web structure of corn pests and predatory natural enemies[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2020, 28(10): 1475–1487
- [14] FU S L, XOU X M, COLEMAN D. Highlights and perspectives of soil biology and ecology research in China[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2009, 41(5): 868–876
- [15] 卢训令, 刘俊玲, 丁圣彦. 农业景观异质性对生物多样性与生态系统服务的影响研究进展[J]. 生态学报, 2019, 39(13): 4602–4614
LU X L, LIU J L, DING S Y. Impact of agricultural landscape heterogeneity on biodiversity and ecosystem services[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(13): 4602–4614
- [16] FIEDLER A K, LANDIS D A, WRATTEN S D. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: The role of habitat management[J]. *Biological Control*, 2008, 45(2): 254–271
- [17] KNAPP M, ŘEZÁČ M. Even the smallest non-crop habitat islands could be beneficial: distribution of carabid beetles and spiders in agricultural landscape[J]. *PLoS One*, 2015, 10(4): e0123052
- [18] 刘沛, 段建南, 刘洵, 等. 耕地系统功能评价实证研究[J]. 安徽农学通报, 2015, 21(14): 1–3, 36
LIU P, DUAN J N, LIU X, et al. Empirical research on evaluation of cultivated-land's function[J]. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2015, 21(14): 1–3, 36
- [19] 段美春, 覃如霞, 张宏斌, 等. 农田节肢动物不同取样方法的综合比较[J]. 生物多样性, 2021, 29(4): 477–487
DUAN M C, QIN R X, ZHANG H B, et al. Comprehensive comparison of different sampling methods for farmland arthropods[J]. *Biodiversity Science*, 2021, 29(4): 477–487
- [20] MATSON P A, PATON W J, POWER A G, et al. Agricultural intensification and ecosystem properties[J]. *Science*, 1997, 277(5325): 504–509

- [21] 侯笑云, 宋博, 赵爽, 等. 黄河下游封丘县不同尺度农业景观异质性与鞘翅目昆虫多样性的影响[J]. *生态与农村环境学报*, 2015, 31(1): 77-81
HOU X Y, SONG B, ZHAO S, et al. Effect of agro-landscape heterogeneity as affected by scale on diversity of Coleoptera in Fengqiu County in the lower reaches of the Yellow River[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2015, 31(1): 77-81
- [22] 桑贤策, 罗小锋, 黄炎忠, 等. 政策激励、生态认知与农户有机肥施用行为——基于有调节的中介效应模型[J]. *中国生态农业学报(中英文)*, 2021, 29(7): 1274-1284
SONG X C, LUO X F, HUANG Y Z, et al. Policy incentives, ecological cognition and farmers' organic fertilizer application behavior: Based on a regulated mediation effect model[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2021, 29(7): 1274-1284
- [23] 段伟. 保护区生物多样性保护与农户生计协调发展研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2016
DUAN W. Research on the coordinated development of biodiversity protection and farmers' livelihoods in nature reserves[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2016
- [24] MANDER Ü, MIKK M, KÜLVIK M. Ecological and low intensity agriculture as contributors to landscape and biological diversity[J]. *Landscape and Urban Planning*, 1999, 46(1/2/3): 169-177
- [25] 赵丽芳. 公众对生物多样性认知情况调查[J]. *WTO经济导刊*, 2013(8): 33-34
ZHAO L F. Survey of public awareness of biodiversity [J]. *China WTO Tribune*, 2013(8): 33-34
- [26] 俞欢慧, 张慧, 王亮, 等. 海南农民稻田生物多样性保护认知评价及农药使用情况分析[J]. *广东农业科学*, 2014, 41(11): 95-99
YU H H, ZHANG H, WANG L, et al. Farmers' knowledge and perception about biodiversity conservation and analysis of pesticide use in Hainan paddy field[J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2014, 41(11): 95-99
- [27] 林世滔, 谢弟炳, 刘郁林, 等. 景观格局特征与区域生物多样性的关系研究[J]. *生态环境学报*, 2017, 26(10): 1681-1688
LIN S T, XIE D B, LIU Y L, et al. Study on the relationship between landscape pattern and regional biodiversity[J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 2017, 26(10): 1681-1688
- [28] 陈利顶, 傅伯杰. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析——以山东省东营市为例[J]. *生态学报*, 1996, 16(4): 337-344
CHEN L D, FU B J. Analysis of impact of human activity on landscape structure in Yellow River Delta — a case study of Dongying region[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1996, 16(4): 337-344
- [29] 周子杨, 黄先才, 孟玲, 等. 有机稻田埂植物上节肢动物多样性[J]. *生态学杂志*, 2011, 30(7): 1347-1353
ZHOU Z Y, HUANG X C, MENG L, et al. Arthropod diversity on plants at field margins of organic farming paddy rice[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2011, 30(7): 1347-1353
- [30] 林琳. 辽西半干旱小流域坡地景观格局对表土土壤动物的影响[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2020
LIN L. Effects of landscape patterns of sloping land in the small watersheds on topsoil soil animals of the semi-arid region in the west of Liaoning Province[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2020
- [31] 王秀丽, 李淑丽, 张新颖. 大学生休闲观研究——基于语义差别量表的调查[J]. *河北大学成人教育学院学报*, 2015, 17(1): 108-112
WANG X L, LI S L, ZHANG X Y. The analysis of college students' concept of leisure — based on the research of semantic difference scale[J]. *Journal of Adult Education College of Hebei University*, 2015, 17(1): 108-112
- [32] 陈欣, 唐建军, 王兆骞. 农业活动对生物多样性的影响[J]. *生物多样性*, 1999, 7(3): 234-239
CHEN X, TANG J J, WANG Z Q. The impacts of agricultural activities on biodiversity[J]. *Chinese Biodiversity*, 1999, 7(3): 234-239
- [33] CHIRON F, CHARGÉ R, JULLIARD R, et al. Pesticide doses, landscape structure and their relative effects on farmland birds[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2014, 185: 153-160
- [34] TUCK S L, WINQVIST C, MOTA F, et al. Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis[J]. *The Journal of Applied Ecology*, 2014, 51(3): 746-755
- [35] 赵紫华, 贺达汉, 杭佳, 等. 设施农业景观下破碎化麦田麦蚜及寄生蜂种群的最小适生面积[J]. *应用生态学报*, 2011, 22(1): 206-214
ZHAO Z H, HE D H, HANG J, et al. Minimum amounts of suitable habitat for wheat aphid, parasitoid, and hyperparasitoid in facility-based agricultural landscapes[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2011, 22(1): 206-214
- [36] 连纲, 郭旭东, 傅伯杰, 等. 基于参与性调查的农户对退耕政策及生态环境的认知与响应[J]. *生态学报*, 2005, 25(7): 1741-1747
LIAN G, GUO X D, FU B J, et al. Farmer's perception and response towards grain-for-green program and eco-environment based on participatory rural appraisal[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(7): 1741-1747
- [37] 何悦, 漆雁斌. 农户过量施肥风险认知及环境友好型技术采纳行为的影响因素分析——基于四川省380个柑橘种植户的调查[J]. *中国农业资源与区划*, 2020, 41(5): 8-15
HE Y, QI Y B. Analysis on the risk cognition of excess fertilizer application and the adoption behavior of environment-friendly technology and its reason — base on the survey of 380 citrus grower in Sichuan Province[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2020, 41(5): 8-15
- [38] 吕晓, 臧涛, 张全景. 农户规模经营意愿与行为的影响机制及差异——基于山东省3县379份农户调查问卷的实证[J]. *自然资源学报*, 2020, 35(5): 1147-1159
LYU X, ZANG T, ZHANG Q J. Influencing mechanism of the willingness and behavior of farmland scale management: Evidence from Shandong Province, China[J]. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(5): 1147-1159
- [39] BECKER G S. Investment in human capital: A theoretical analysis[J]. *Journal of Political Economy*, 1962, 70(5): 9-49