

DOI: 10.5846/stxb201812312854

杨婉妮,甄霖.不同生态恢复措施对草地样带食物消费的影响研究——以锡林郭勒盟为例.生态学报,2019,39(16): - .

Yang W N, Zhen L. Impacts of different ecological restoration measures on food consumption in grassland transects: a case study in Xilin Gol. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(16): - .

不同生态恢复措施对草地样带食物消费的影响研究 ——以锡林郭勒盟为例

杨婉妮^{1,2}, 甄霖^{1,2,*}

1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

2 中国科学院大学, 北京 100049

摘要:生态工程的实施对区域居民生产生活产生了重要影响。本研究以锡林郭勒草地样带为例,利用 2017 年 8 月—2018 年 7 月农牧户食物跟踪调查数据、农牧户问卷调查数据、生态恢复措施数据,结合土地利用数据和社会经济数据等,重点分析了不同生态恢复措施对锡林郭勒草地样带农牧户食物消费的影响。研究结果显示:(1)锡林郭勒草地样带生态恢复措施沿样带自北向南实施力度逐渐变弱,草地恢复措施由以草畜平衡、休牧和禁牧为主向休牧和围栏封育为主转变,草地恢复措施中对人类活动的限制也随之由弱变强;(2)沿草地样带自北向南居民食物消费形成了三种模式,在食物消费数量和消费结构上呈显出由牧区特征向农区特征的转变,即人均食物消费量沿样带递减,食物消费由肉蛋奶和蔬菜水果为主向粮食和蔬菜水果为主转变;(3)食物消费模式受到草地供给、收入及其结构、文化习俗和职业分布等生态、经济和社会多方面因素的影响。本研究为实现区域生态、经济和社会的协调发展相关政策的制定提供参考。

关键词:生态恢复;草地样带;锡林郭勒;食物消费

Impacts of different ecological restoration measures on food consumption in grassland transects: a case study in Xilin Gol

YANG Wann^{1,2}, ZHEN Lin^{1,2,*}

1 Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: The implementation of ecological projects had important impacts on the production and life of residents within the projects' areas. This study takes the Xilin Gol grassland transects as an example to collect data from typical farmers and herd households by food tracking surveys from August 2017 to July 2018, questionnaire data of farmers and herdsman, data on ecological restoration measures, land use data, and socio-economic data. The impacts of different ecological restoration measures on food consumption of farmers and herdsman in Xilin Gol grassland transects were analyzed. The results showed that: (1) The ecological restoration measures of the Xilin Gol grassland transects mainly included forage-livestock balance, rest grazing, banding grazing, rotational grazing, fence enclosure, and warm shed. The ecological restoration measures along the grassland transects showed three regional characteristics. The implementation of ecological restoration measures of the Xilin Gol grassland transects gradually weakened from north to south. The grassland restoration measures mainly changed from forage-livestock balance, rest grazing, and banding grazing measures to rest grazing and fencing enclosure. The restrictions on human activities also increased from north to south; (2) With the characteristics of different grassland

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFC0503700),国家自然科学基金面上项目(41671517)

收稿日期:2018-12-31; **网络出版日期:**2019-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhenl@igsnrr.ac.cn

restoration measures and grassland supplies, the food consumption characteristics of the farmers and herdsmen in Xilin Gol grassland transects showed the transition from the pastoral to the agricultural areas from north to south, which was the main food of daily life changing from package of meat, eggs, milk, vegetable, and fruits to package of rice, vegetable, and fruits. In addition, food consumption season was affected by the production and living behaviors in the agricultural and pastoral areas; (3) The patterns of food consumption in the Xilin Gol transects were influenced by the ecological, economic, and social factors such as grassland supply, income and its structure, culture practices, and occupation of the residents. The differences of grassland supply in the grassland transects led to the differences of the food supplement of local people and the factors including income, culture, and vocation caused the differences of food consumption in family choices. This study provides a reference for policy development to achieve coordinated development of the regional ecology, economy and society.

Key Words: ecology restoration; grassland transect; Xilin Gol; food consumption

生态系统服务的供给和消费是人类活动与生态系统耦合关系最基本的体现^[1],食物消费研究是目前生态系统服务消费研究的重要组成部分^[2]。食物消费体现了人类生产和生活对生态系统服务的消费、利用和占用^[3-6],人们对生态系统服务供给的实际消费,随着生态系统服务供给的变化而发生改变^[7],食物消费行为和方式与居民生产活动相互影响^[8]。草地生态系统作为我国陆地面积最大的生态系统类型,不仅为社会经济发展提供了畜产品和植物资源,还在维持自然生态系统格局、功能和过程方面有着特殊的生态意义^[9]。

当前食物消费结构特征^[10-12]、食物消费行为特征^[13-16]、食物消费营养健康^[17-18]和食物消费行为的生态环境影响^[19-21]等成为国内外食物消费研究的主要热点,AIDS 模型、Logistic 模型、生态足迹、水足迹等方法被广泛运用于食物消费领域研究^[22-26]。目前国内针对草地生态系统食物消费的研究,主要集中在食物消费特征、食物消费影响因素和食物消费营养健康等方面。针对内蒙古农牧民食物消费的研究发现,改革开放以来内蒙古农牧民在食物消费选择上趋于多元化,但是农户和牧户之间的食物消费结构和消费支出水平存在较大差距^[27],而收入水平、相对价格水平和受教育程度是影响内蒙古居民食物消费的重要因素^[28];对西藏农牧民食物消费结构和膳食营养特征的研究发现,西藏农牧民食物消费仍以本地消费为主,肉类和奶类消费高于全国平均水平,膳食结构有所改善但消费结构仍需完善^[29-30]。

内蒙古是我国重要的草地生态系统分布区,锡林郭勒草原位于内蒙古中部,是我国四大草原之一,也是京津风沙源治理工程的重点实施区,国家和地方政府每年财政投入超过 2 亿元以保障该区域系列生态工程的实施,自 2000 年实施以来锡林郭勒盟草地生态恢复效果显著^[31-34]。锡林郭勒草原由北向南呈现出典型草地牧区、浑善达克沙地牧区和农牧交错区的样带分布,草地样带上居民生产生活呈现出以牧为主到农牧交错的梯度变化,其区域生态恢复措施也沿样带呈现差异性。生态工程的实施对锡林郭勒草地样带农牧民生产生活产生了重大影响^[35],食物消费作为农牧民生产生活的重要内容也受到了不可忽视的影响。然而长期以来生态技术研究工作缺乏实施效果评价^[36],生态工程的实施对居民生产生活的影响方面的研究相对较少;同时当前对草原地区食物消费的研究主要基于统计数据,基于实地调查获取的一手数据为基础对居民家庭食物消费进行研究相对较少。本研究以内蒙古锡林郭勒草地样带上三个典型区为例,利用 2017 年在锡林郭勒盟开展的农牧户问卷调查数据、2017 年 8 月—2018 年 7 月 12 个月间典型农牧户食物消费跟踪调查数据、锡林郭勒盟生态恢复措施实施数据,结合土地利用数据、社会经济数据等,分析(1)锡林郭勒草地样带不同典型区草地恢复措施实施特征,(2)锡林郭勒草地样带不同典型区食物消费特征及其季节变化规律,(3)从生态、社会和经济三个角度探究生态恢复措施对食物消费的影响,本研究为区域生态、经济和社会的协调发展提供参考。

1 研究方法

1.1 研究区概况

锡林郭勒草原面积辽阔,面积达 $2.03 \times 10^5 \text{ km}^2$,其位于蒙古高原,地势呈现出东南高西北低的特点。东南

部多低山丘陵,盆地错落,西北部地形平坦,低山丘陵和熔岩台地零星分布其间。锡林郭勒草原土地覆被类型从北向南分为典型草原、荒漠草原、耕地和零星草地三大类,草地载畜能力依次降低呈现梯度变化,构成了锡林郭勒草地样带。锡林郭勒盟实施的生态工程政策主要以京津风沙源治理工程为主,此外还包括乌珠穆沁沙地治理工程、国家重点公益林保护工程等。当前京津风沙源治理工程第一期(2000—2012)已结束,草地治理效果显著,工程第二期(2013—2022)正在实施。

本研究选取了锡林郭勒草地样带上的典型区进行调研,分别选取了位于典型草地牧区的西乌珠穆沁旗(下称西乌旗)、位于浑善达克沙地牧区的正蓝旗和位于农牧交错区的太仆寺旗。西乌旗位于锡林郭勒盟东部,土地总面积 $2.24 \times 10^4 \text{ km}^2$, 年均降水量为 350mm, 年均蒸发量为 1800mm, 年平均气温为 1.2°C , 草原植被类型为典型草原。全旗总人口 8.70×10^4 人, 其中蒙古族 5.35×10^4 人, 占全旗人口的 68.10%, 牧区人口占全旗总人口的 55.00%。2016 年 GDP 为 118.50×10^8 元, 城镇居民可支配收入 33537 元, 农村居民人均可支配收入 21889 元。

正蓝旗位于锡林郭勒盟东南部,土地总面积 $1.02 \times 10^4 \text{ km}^2$, 年均降水量 365mm, 年均蒸发量 1926mm, 年平均气温 1.2°C , 草原植被以荒漠草原为主。全旗总人口 8.30×10^4 人, 其中蒙古族 2.91×10^4 人, 占全旗人口 35.06%, 牧区人口占全旗总人口的 31.88%。2016 年 GDP 为 6.75×10^9 元, 城镇居民可支配收入 32358 元, 农村居民人均可支配收入 14730 元。

太仆寺旗位于锡林郭勒盟南部,土地总面积 3415 km^2 , 年均降水量近 400mm, 年均蒸发量 1900mm, 年平均气温 2.4°C , 以耕地和零星草地为主。全旗总人口 2.10×10^5 人, 其中少数民族人口 1.49×10^4 人, 占全旗人口的 7.10%, 农牧业人口占全旗总人口的 71.34%。2016 年 GDP 为 5.40×10^9 元, 城镇居民可支配收入 30418 元, 农村居民人均可支配收入 9771 元。

1.2 数据收集方法

1.2.1 农牧户食物消费跟踪调查

食物消费跟踪记录是利用食物消费日记的方法,收集研究区农牧户日常家庭食物消费数据。本研究于 2017 年 8 月 5—21 日在锡林郭勒盟典型区开展了实地调研,在西乌旗、正蓝旗和太仆寺旗布设定点跟踪调查农牧户,通过记录家庭食物消费日记,对农牧户食物消费进行逐日逐月刻画,揭示其季节变化规律和特点,分析食物消费与农牧业生产生活行为间的联系。跟踪调查的典型农户和牧户通过典型区基层工作人员推荐确定,综合考虑家庭结构、收入水平、民族构成等因素,在备选的农牧户中最终确定了 10 户典型农牧户作为本研究定点跟踪农牧户,其分别位于典型草地牧区的呼日勒图嘎查和舒图嘎查、浑善达克沙地牧区的葫芦斯台嘎查、太仆寺旗的繁茂村和红喜村(图 1),其中农户 4 户,牧户 6 户;汉族家庭 8 户,蒙古族家庭 2 户。跟踪调查记录了 2017 年 8 月—2018 年 7 月共计 12 个月典型农牧户家庭食物消费情况,记录内容包括两部分:第一部分为家庭食物消费情况,从 2017 年 8 月开始,每月选取当月 1 日—10 日为记录时间,连续记录 10 天,逐日逐月记录家庭当日食物消费种类和数量、食物获取来源、每餐就餐人数等信息;第二部分为家庭种养殖活动情况,从 2017 年 8 月起,农牧户每月记录过去一个月家庭种养殖活动情况及其为家庭食物消费供给情况。

为保障农牧户填写家庭食物消费信息的有效性和准确性,研究人员对定点跟踪的农牧户进行了关于调查记录填写的培训工作。在确定定点跟踪调查农牧户时,研究人员事先准备好全年食物消费定点记录本,并将记录内容逐项讲解,并向农牧户说明记录方法和要求、以过去三天家庭食物消费情况为例,为农牧户食物消费记录做填写示范;此外为了及时获取定点跟踪农牧户食物消费记录情况、检查及协助其解决跟踪记录填写过程中遇到的相关问题,研究人员每月通过电话、微信等方式,与农牧户及时沟通联系,了解农牧户食物消费记录填写情况,保障跟踪调查的有效进行。

1.2.2 农牧户问卷调查

本研究于 2017 年 8 月 5—21 日开展了农牧户问卷调查数据收集工作,数据用以分析食物消费结构、食物来源、居民家庭经济社会情况等。调研点的选择原则为:(1)按照全盟由北向南呈现出由牧业为主向农牧交

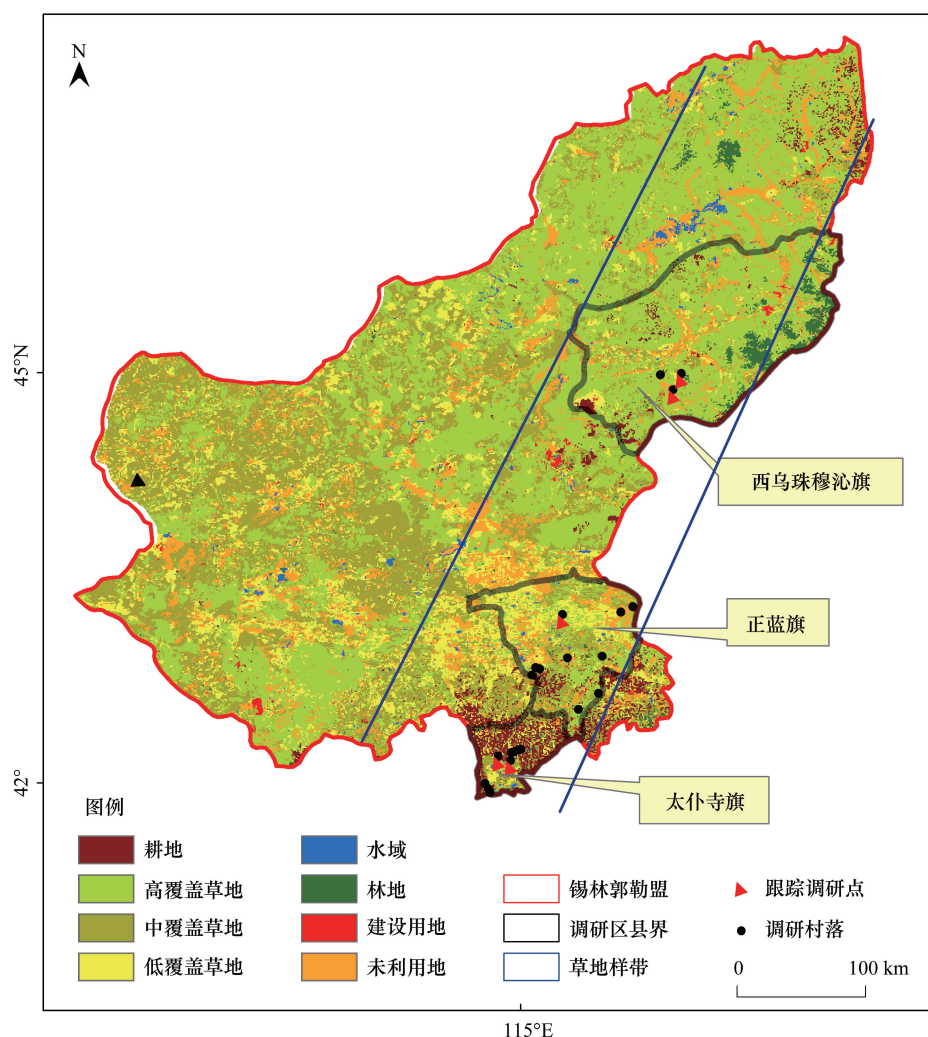


图1 问卷调查和跟踪调查村落

Fig.1 Sites of questionnaire surveys and tracking surveys

数据来源:中国科学院资源环境科学数据中心,农牧户调研 GPS 定位

错的梯度变化,即自北向南分为典型草地牧区、浑善达克沙地牧区、农牧交错区三个亚区,选取具有代表性的典型区,最终确定了以典型草原为主的西乌旗、以荒漠草原为主的正蓝旗和以耕地及零星草地为主的太仆寺旗为典型区;(2)典型区内分别选取以畜牧业、农牧交错和农业为主要生产方式的乡(镇/苏木^①)开展调研。

基于以上原则,采用目的抽样和分层随机抽样方法选取样本,即通过目的抽样确定调研点范围,根据草地样带上三种典型类型区,结合人口、经济和交通状况,确定了乡(镇、苏木)选择范围;通过分层随机抽样,确定调研点,即从符合条件的乡(镇/苏木)随机选择调研乡镇和村落。最终选取了典型草地牧区1个苏木(巴彦胡舒苏木),浑善达克沙地牧区5个苏木(镇)(桑根达来镇、上都镇、赛音呼都嘎苏木、宝绍岱苏木、那日图苏木),农牧交错区3个乡(镇)(红旗乡、宝昌镇、幸福乡)为调研点。

由于研究区地广人稀,人口密度为0.2人/km²,农牧户间居住距离较远,因此在选择调查的农牧户时,结合调研工作开展当天实际情况,采用随机偶遇抽样法选择农牧户开展问卷调查,即在典型区内随机选择一条行进路线,对路线沿路偶遇的农牧户入户开展问卷调查,问卷内容包括家庭食物消费类型及数量、家庭食物支出、家庭种养殖情况、家庭收入情况、职业和民族等。每个典型区针对60户左右农牧户进行问卷调查,研究共

① 苏木是中国内蒙古自治区的乡镇建制。

计对 9 个乡(镇/苏木)、24 个村落(嘎查^①)的 184 户农牧户开展问卷调查(图 1),回收问卷 184 份,有效问卷 175 份,其中西乌旗 49 份,正蓝旗 67 份,太仆寺旗 59 份,问卷有效率为 95.1%。

1.2.3 空间数据和二手统计数据收集

空间数据包括中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>)获取的 2015 年全国土地利用数据(1km×1km)、调研点空间数据和植被净初级生产力(Net Primary Productivity, NPP)数据(0.25km×0.25km)和问卷调查、跟踪调查的典型农牧户 GPS 仪器定位数据。

二手统计数据中锡林郭勒盟及典型区城乡居民收入水平、人口、民族分布、GDP、土地面积等来源于锡林郭勒盟政府官网(<http://www.xlgl.gov.cn>)公布的政府年度工作报告和经济社会统计年鉴数据;西乌旗、正蓝旗和太仆寺旗生态工程实施数据,包括草畜平衡、轮牧、休牧、禁牧、围栏封育和暖棚等生态恢复措施实施面积或数量,通过西乌旗政府官网(<http://www.xwq.gov.cn>)、正蓝旗政府官网(<http://www.zlq.gov.cn>)和太仆寺旗政府官网(<http://www.tpsq.gov.cn>)获取的西乌旗、正蓝旗和太仆寺旗 2017 年政府工作报告、2016 年度统计公报、2016 年国民社会经济发展报告、十三五规划等文件中梳理获得。

1.3 数据分析方法

1.3.1 农牧户调查数据处理

根据国家统计局食物消费量统计划分标准,结合农牧户问卷调查和跟踪调查结果中典型区农牧户食物消费类型特点,本研究将涉及的食物消费类型分为以下四大类:粮食、肉蛋奶、蔬菜水果和油料副食。

食物跟踪记录数据考虑不同家庭每日每餐就餐人数不同,在处理时将家庭食物消费总量进行标准化处理,得出平均每户每人每日三餐消费各类食物的总消费量。即:

$$Q_{ij} = q_{ij} \times 3 / t_i \quad (1)$$

其中 i 代表不同农牧户, $i = 1, 2, 3, \dots, n$; j 代表食物种类, $j = 1, 2, 3, \dots, n$; Q 为人均每日食物消费量, q 为家庭每日食物消费量, t 为家庭每日就餐总人次。

每人每月各类食物消费量记为 30 天消费总量,由于每月食物消费记录天数为 10 天,故将每月记录的 10 天食物消费数量取 3 倍作为全月食物消费量。对每月食物消费分类进行汇总,逐月记录各类食物消费逐月变化情况。

1.3.2 草地供给数据处理

本研究从土地利用数据和 NPP 数据对研究区草地供给情况进行分析。NPP 是衡量植物群落在自然环境条件下生产能力的指标,是指单位时间、单位面积上植被所积累有机物质的总量,是光合作用所生成有机物质和呼吸作用消耗有机物质之间的差值。

本研究基于 MODIS-NDVI 数据集,利用 Carnegie-Ames-Stanford Approach(CASA)模型对草地 NPP 进行计算。CASA 模型作为基于光能利用率原理的一个过程模型,已被广泛用于区域及全球陆地植被 NPP 的估算^[37-39]。张峰等人在 2008 年应用 CASA 模型计算了内蒙古草原的 NPP,并证实了模拟结果的有效性^[40]。杨勇等在 2015 年也验证了 CASA 模型计算的锡林郭勒草原 NPP 的有效性^[41],因此 CASA 模型适用于本研究的植被 NPP 计算。

植被 NPP 基于吸收的光合有效辐射(APAR)和光能转换函数(ε)计算方法为:

$$NPP(x, t) = APAR(x, t) \times \varepsilon(x, t) \quad (2)$$

其中, $NPP(x, t)$ 是 NPP, x 和 t 分别代表解释性的空间和时间变量; $APAR(x, t)$ 是吸收的光合作用活性辐射; $\varepsilon(x, t)$ 是光能转换效率。

本研究计算了从 5 月上旬到 9 月下旬的生长季节的植被 NPP,以 NDVI 数据为基础,利用 CASA 模型计算 NPP,数据包括 2000—2015 年 5 月到 9 月的 MODIS-NDVI 数据集,其空间分辨率为 0.25 km×0.25 km。

① 嘎查是中国内蒙古自治区的行政村建制。

2 研究结果

2.1 草地恢复措施实施特征

对三个典型区草地恢复措施进行政策梳理,发现当前主要实施了草畜平衡、轮牧、休牧、禁牧、围栏封育和暖棚六项草地生态恢复措施(表1)。草畜平衡、休牧和禁牧三项草地恢复措施呈现出沿草地样带由北至南面积递减特征。草畜平衡实施面积为各项措施中最大,其中西乌旗实施草畜平衡面积达 $1.70 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 、占总草场面积的 83.75%,正蓝旗实施面积达 $6.81 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 、占总草场面积达 73.10%,太仆寺旗实施面积最少,仅为 $3.60 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 、占总草场面积 18.00%;休牧措施实施面积占比在三个典型区都较高,其中太仆寺旗 100.00% ($2.00 \times 10^5 \text{ hm}^2$) 的草场都实施了休牧措施,西乌旗实施休牧面积占草场面积比达 74.19% ($1.51 \times 10^6 \text{ hm}^2$),正蓝旗实施面积占草场面积比达 64.07% ($5.29 \times 10^5 \text{ hm}^2$);禁牧措施中,正蓝旗实施禁牧面积占比最大,达 28.15% ($2.55 \times 10^5 \text{ hm}^2$),西乌旗次之(19.25%, $3.91 \times 10^5 \text{ hm}^2$),太仆寺旗最少(17.33%, $3.47 \times 10^4 \text{ hm}^2$)。

轮牧和围栏封育实施面积及其占比都较小,其中轮牧以正蓝旗实施面积最大,达 $7.04 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (7.78%),围栏封育以太仆寺旗实施面积最大($3.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$) 占比最高(18.33%)。说明太仆寺旗将围栏封育作为重要的草地恢复措施,一方面注重草地自然恢复,另一方面在草地自然恢复过程中也注重采取措施减少人类活动对草地自然恢复的干扰;暖棚措施实施中,正蓝旗户均暖棚面积最大,平均每户拥有暖棚面积达 35.50 m^2 ,西乌旗次之(5.11 m^2),太仆寺旗最少(2.10 m^2),说明正蓝旗在实施草地恢复措施中,注重农牧户参与度。通过建设暖棚,一方面鼓励了舍饲的养殖方式有利于草场保护,另一方面也增大了农牧户养殖中抗击自然灾害风险的能力。

沿草地样带由北向南三个典型区草地恢复措施各有侧重:西乌旗为以政策手段指导下的综合性自然恢复方式,以草畜平衡、休牧和禁牧措施为主;正蓝旗既注重自然恢复又注重农牧户参与,以草畜平衡、休牧、禁牧和暖棚为主;太仆寺旗偏向于自然恢复、以休牧和围栏封育为主要手段,草地恢复措施实施力度相对较弱。说明在进行草地恢复时三个典型区因地制宜,草地恢复措施各有侧重。

表 1 典型区草地生态恢复措施实施情况(2016)

Table 1 Implementation of grassland ecological restoration measures in the study areas (2016)

典型区 Study area	实施生态工程草场 面积/ 10^4 hm^2 及其占草场面积比/% Implementation of ecological engineering grassland area and its ratio of grassland area	生态恢复措施面积/ 10^4 hm^2 及其草场面积占比/% Ecological restoration measures area and its ratio of grassland area					户均暖棚 面积/ m^2 Household average warm shed area
		草畜平衡 Forage and animal balance	休牧 Rest grazing	禁牧 Banning grazing	轮牧 Rotational grazing	围栏封育 Fencing closure	
西乌旗	202.90 (100.00)	169.93 (83.75)	150.53 (74.19)	39.07 (19.25)	0.83 (0.41)	0.97 (0.48)	5.11
正蓝旗	90.40 (100.00)	66.08 (73.10)	57.92 (64.07)	25.45 (28.15)	7.04 (7.78)	0.67 (0.74)	35.50
太仆寺旗	20.00 (100.00)	3.60 (18.00)	20.00 (100.00)	3.47 (17.33)	0.00 (0.00)	3.67 (18.33)	2.10

数据来源:西乌旗、正蓝旗和太仆寺旗 2017 年政府工作报告、2016 年度统计公报、2016 年国民经济社会发展报告、十三五规划

2.2 草地供给特征

草地供给特征主要从三个典型区土地利用和土地生产力水平两个方面进行分析,其中土地利用主要从草地覆盖情况进行分析,土地生产力水平利用 NPP 为指标进行分析。

从土地利用来看,三个典型区土地利用都以草地为主,其中西乌旗草地面积占比(79.93%)最高,正蓝旗(75.37%)次之,太仆寺(47.92%)最小。然而其草地覆盖类型有明显差异,其中西乌旗以高覆盖草地为主(64.58%);正蓝旗以高覆盖草地(32.77%)为主,兼具中覆盖草地(20.75%)和低覆盖草地(21.85%);太仆寺旗以中覆盖草地(25.80%)和低覆盖草地(13.48%)(表2)。说明草地面积及其占比在锡林郭勒草地样带上

由北向南递减,且草地覆盖质量从北向南降低。

表 2 草地类型、NPP 和养殖结构 (2015)
Table 2 Grassland type, NPP and culture structure (2015)

典型区 Study area	草地占总面积比/% The ratio of grassland to total area			NPP/(gCm ⁻² a ⁻¹)			户均养殖结构/头或只 Household culture structure		户均草场 面积/hm ² Household average grassland area
	高覆盖草地 High coverage grassland	中覆盖草地 Moderate coverage grassland	低覆盖草地 Low coverage grassland	均值 Mean	范围 Range	标准差 Variance	牛 Cattle	羊 Sheep	
西乌旗	64.58	10.09	5.25	229.45	27.20—528.70	34.38	37.92	267.96	207.25
正蓝旗	32.77	20.75	21.85	205.12	3.00—385.20	33.36	29.69	63.82	94.38
太仆寺旗	8.65	25.80	13.48	222.68	55.90—344.80	31.98	1.12	0.49	4.67

数据来源:中国科学院资源环境科学数据中心,2017 年 8 月农牧户入户问卷调查

以 NPP 为土地生产力评估指标进行分析,发现西乌旗土地生产力最高,太仆寺旗次之,正蓝旗最低,且三地差异显著。首先,对三地 2000—2015 年连续 16 年的 NPP 进行单因素方差检验,结果显示其 NPP 有显著差异 ($F=5.355, p=0.008<0.01$) (表 2);其次,从 2015 年平均 NPP 来看,西乌旗 NPP 最高 ($229.45\text{ gCm}^{-2}\text{ a}^{-1}$),其次为太仆寺旗 ($222.18\text{ gCm}^{-2}\text{ a}^{-1}$),正蓝旗 NPP 最低 ($205.12\text{ gCm}^{-2}\text{ a}^{-1}$);最后,以 2012 年经济风沙源工程一期结束时间为节点对三个典型区 NPP 变化水平进行单因素方差检验,结果显示只有西乌旗 NPP 变化显著 ($F=6.52, p=0.01<0.05$) (表 2)。

以上两方面分析显示,在不同草地恢复模式下三个典型区的草地供给也呈现不同特征(表 2):西乌旗户均草场面积较大 (207.25 hm^2),草地以高覆盖草地为主,NPP 水平为三个典型区最高,其农牧户以养殖羊为主 (户均 267.96 只羊,37.92 头牛);正蓝旗虽然 NPP 最低,但户均草场面积达 93.36 hm^2 、草地以高覆盖草地为主,户均饲养羊 63.82 只,牛 29.69 只;太仆寺旗虽然 NPP 仅次于西乌旗,但主要是由于较高的耕地占比造成。同时区域草地面积相对小且以中低覆盖草地为主,使得户均仅饲养牛 1.12 头、羊 0.49 只。说明不同草地供给特征使三个典型区生产供给呈现不同特,西乌旗草场面积广阔且质量高使得牧户选择羊为主要养殖类型,正蓝旗牧户选择了对牧草质量要求低、出售价格高的牛作为主要饲养牲畜类型,而太仆寺旗居民根据草地供给特征选择少养或者不养牛羊。

2.3 食物消费模式特征

在不同草地恢复模式及其草地供给特征下,三个典型区食物消费结构呈现出不同特点:首先,三个典型区食物消费模式呈现出显著差异性。利用单因素方差检验法对三地 2017 年 8 月—2018 年 7 月连续 12 个月的食物消费类型进行检验(表 3),结果显示农牧户的粮食、蔬菜水果、肉蛋奶和油料副食四类食物消费在三个典型区中 p 值都小于 0.05,说明三地农牧户食物消费存在显著性差异。

表 3 单因素方差检验结果
Table 3 One-way variance test results

因素 Factor	F	p -value	西乌旗/kg		正蓝旗/kg		太仆寺旗/kg	
			均值 Mean	方差 Variance	均值 Mean	方差 Variance	均值 Mean	方差 Variance
粮食	3.39	0.046 *	15.21	4.29	13.38	4.92	13.19	4.00
蔬菜水果	82.73	0.000 **	27.81	11.60	15.71	9.76	13.37	4.76
肉蛋奶	161.12	0.000 **	31.97	21.59	22.08	7.29	7.97	3.64
油料副食	44.91	0.000 **	11.40	3.50	9.10	6.93	4.14	0.64
NPP	5.36	0.008 **	195.23	668.90	189.11	441.11	215.38	583.48

* 表示 $p<0.05$, ** 表示 $p<0.01$;NPP 单位为 $\text{gCm}^{-2}\text{ a}^{-1}$; 数据来源:2017 年 8 月—2018 年 7 月跟踪调查农牧户消费日志,中国科学院资源环境科学数据中心

其次,从消费结构来看三个典型区食物消费在消费量和消费类型上沿草地样带从北向南表现出分布差异。一方面,从各个季节食物消费量特征和全年每月平均食物消费量特征可见三个典型区农牧民人均食物消费量沿样带从北向南减少(图2和表3)。西乌旗粮食、肉蛋奶、蔬菜水果和油料副食四类食物人均消费量都显著高于其他两个典型区,正蓝旗次之,太仆寺旗四类食物消费量最少;另一方面,沿草地样带三个典型区从北向南呈现出由以肉蛋奶和蔬菜水果为主要消费类型向粮食和蔬菜水果为主要食物消费类型的转变。西乌旗食物消费以肉蛋奶(31.97kg)和蔬菜水果(27.81kg)为主,正蓝旗食物消费以肉蛋奶为主(22.08kg)、蔬菜水果(15.71kg)和粮食(13.38kg)为辅,太仆寺旗食物消费以蔬菜水果(13.37kg)和粮食为主(13.19kg)。说明沿草地样带居民食物消费特征呈现出由典型牧区食物消费特征向农区食物消费特征的转变。

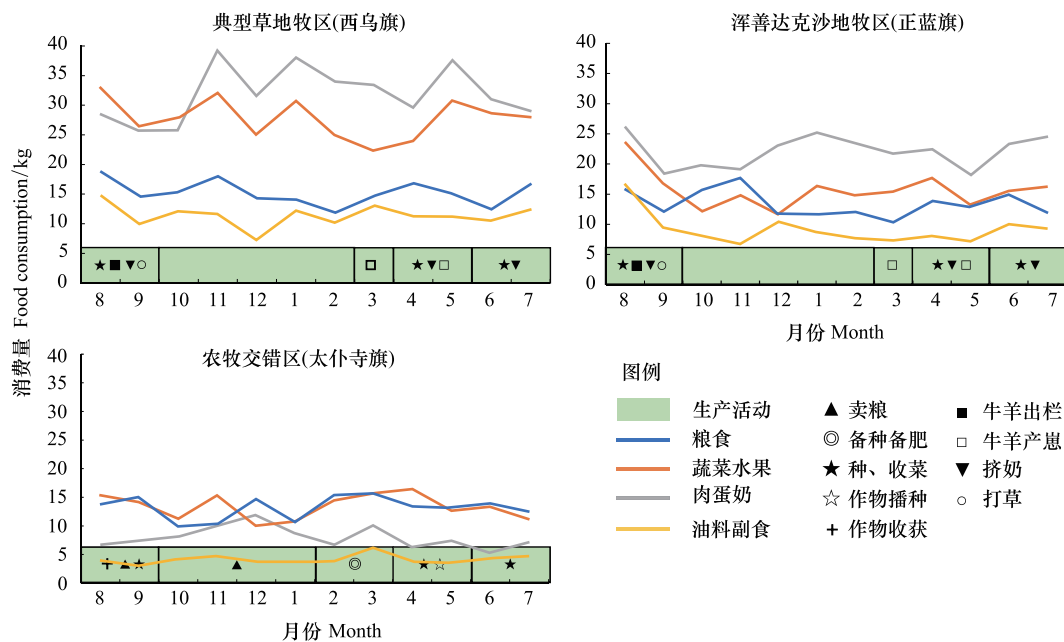


图2 不同季节草地样带食物消费特征及其变化

Fig 2 Food consumption characteristics in grassland transect in different seasons

数据来源: 2017年8月—2018年7月跟踪调查农牧户消费日志, 2017年8月关键人物访谈

从食物消费季节变化来看,三个典型区食物消费都呈现出秋季和冬季食物消费持续增加的特点。西乌旗和正蓝旗秋季和冬季肉蛋奶食物消费量增多,而太仆寺旗肉蛋奶在冬季消费较多。主要是由于9月开始牛羊开始陆续出栏,牛羊肉供给充足,而10月之后牧区农业生产活动减少、闲暇时间增加,且冬季气温较低人体对高脂肪高蛋白类食物需求增加^[42],因而位于牧区的西乌旗和正蓝旗农牧户肉蛋奶在秋冬季增加(图2);而太仆寺旗位于农牧交错区,其肉蛋奶消费主要以猪肉和鸡蛋消费为主,猪肉、鸡蛋等消费在元旦、春节等节日期间增多,使得冬季肉蛋奶消费相对较多。此外太仆寺旗春季(3月)开始,蔬菜水果和粮食消费增多、肉蛋奶消费变少,说明随着在农牧交错区蔬菜水果、粮食与肉蛋奶消费之间呈现互补特征;特别地,对三个典型区四类食物消费季节性变化进行单因素方差检验,只有正蓝旗的肉蛋奶季节变化具有显著性($F=9.19$, $p=0.01<0.05$),说明正蓝旗肉蛋奶消费有显著的季节性。而西乌旗肉蛋奶季节差异性不显著($F=9.19$, $p=0.01<0.05$),因为其每个月肉蛋奶消费都很高(均值为31.97kg)。太仆寺旗肉蛋奶季节变化也不显著($F=9.19$, $p=0.01<0.05$),其每个月肉蛋奶消费都很低(均值为7.97kg)(表3)。说明沿草地样带由北向南三个典型区的农牧户肉蛋奶消费呈现出明显的牧区的高肉蛋奶消费向农牧的低肉蛋奶消费的转变。

三个典型区食物消费呈现出沿草地样带由北向南、由牧区向农区食物消费特征的转变,形成了三种食物消费模式:(1)西乌旗食物消费类型以肉蛋奶和蔬菜水果为主,各类食物消费量都显著高于其他两个典型区;(2)正蓝旗食物消费类型以肉蛋奶为主,蔬菜水果和粮食为辅,肉蛋奶季节变化显著;(3)太仆寺旗食物消费

类型以蔬菜水果和粮食为主,各类食物消费量都显著低于其他两个典型区。

2.4 社会经济因素对食物消费的影响

从居民收入及其结构对研究区农牧户食物消费的影响分析发现:首先,西乌旗(119157.10 元)和正蓝旗(67759.00 元)农牧户家庭平均收入分别是太仆寺旗(11906.80 元)的 10.01 倍和 5.69 倍,说明西乌旗和正蓝旗的农牧户有更高的购买力,因而食物消费量更多,消费也偏好与价格更高的肉蛋奶等类型(表 4);其次,西乌旗(8811.80 元,86.27%)和正蓝旗(56776.12 元,83.79%)农牧户收入以养殖收入为主,太仆寺旗则以打工收入(6468.97 元,54.33%)为主,说明不同的草地供给特征差异使三个典型区农牧户不仅在食物供给上出现差异,在收入结构上也沿样带由北向南收入减少的特征,从而影响了家庭食物购买力水平;最后,工程补贴款通过影响农牧户购买力对农牧户食物消费模式也产生了影响,特别是在太仆寺旗农牧户补贴收入占家庭总收入比高达 13.56%(表 4)。

表 4 农牧户家庭社会经济基本情况
Table 4 Basic social and economic conditions of farmers and herdsmen

典型区 Study area	民族构成/% Nationality	职业分布/% Vocation	户均收入/元 Income	收入结构 Income structure/元				
				种植收入 Farming	养殖收入 Breeding	补贴收入 Subsidy	打工收入 Outside working	其他收入 Others
西乌旗	汉(19.60)	养殖业(95.89)	119157.10	2040.00	102795.92	8811.80	3180.04	2326.53
	蒙(80.40)	其他(0.41)		(1.71)	(86.27)	(7.40)	(2.67)	(1.95)
正蓝旗	汉(56.70)	养殖业(97.00)	67759.00	0.00	56776.12	7006.76	1929.37	2050.74
	蒙(37.30)	其他(3.00)		(0.00)	(83.79)	(10.34)	(2.85)	(3.03)
太仆寺旗	汉(94.90)	养殖业(6.80)	11906.80	1590.59	813.56	1614.29	6468.97	1528.98
	蒙(5.10)	种植业(74.60) 打工(18.60)		(13.36)	(6.83)	(13.56)	(54.33)	(12.84)
总体	汉(52.00)	养殖业(66.30)	63320.28	1107.69	50794.29	5694.14	3793.79	1952.06
	蒙(45.07)	种植业(25.10) 打工(6.90) 其他(1.70)		(1.75)	(80.22)	(5.99)	(5.99)	(3.08)

数据来源:2017 年 8 月农牧户入户问卷调查

从文化习俗来看,三个典型区不同农牧户民族构成也影响了食物消费模式。西乌旗农牧户以蒙古族为主,蒙古族人口占比达 80.40%(表 4),其食物消费受到蒙古族传统的饮食文化和风俗习惯影响显著,日常食物消费量多且食物消费以肉蛋奶消费为主^[43],每人每月消费肉蛋奶达 31.97kg(表 3),且肉类消费以牛肉和羊肉为主;正蓝旗农牧户兼有汉族(56.70%)和蒙古族(37.30%),其食物消费模式受到汉族和蒙古族饮食文化和风俗的影响,肉蛋奶消费数量(22.08kg)相对西乌旗较少,但是粮食消费量(13.38kg)和蔬菜水果消费量(15.71kg)差异较小,三类食物成为正蓝旗农牧民食物消费主导类型;太仆寺旗农户以汉族人口为主(94.90%),其食物消费受汉族饮食文化和风俗影响显著,粮食和蔬菜水果消费较多,为此太仆寺旗农户主导消费类型(表 3),肉蛋奶消费在日常食物消费中占比较少(7.97kg,20.60%),且肉类消费主要以猪肉为主,牛羊肉消费几乎为零。

三个典型区居民的职业分布构成通过对食物供给和收入两个方面对食物消费模式也产生影响。根据实地调研获知当农牧户养殖更多的牲畜,则其偏好于食用更多的畜产品。而问卷调查显示,养羊的农牧户中 91.58%的家庭羊肉消费来自于自家生产;养牛的农牧户中 45.13%的家庭牛肉消费通过自家生产获得。西乌旗和正蓝旗农牧户从事养殖业占比分别为 95.89%和 97.00%,农牧户通过养殖牛羊等牲畜既能获得较高的收入、有充足资金购买食物,也为自家提供丰富的牛肉、羊肉和奶类等畜产品,故而位于牧区的西乌旗和正蓝旗农牧户肉蛋奶消费成为区域食物消费主导类型;太仆寺旗位于农牧交错区,农户以从事种植业为主(74.60%),一方面为家庭提供充足的粮食和蔬菜水果,使得这两类食物成为区域主导食物消费类型;另一方面,从

事种植业带来的收入非常低,仅占家庭收入的 13.36%,家庭不得不通过外出打工获得收入,使得家庭购买力水平也相对较低。

3 结论与讨论

本研究基于锡林郭勒盟草地样带农牧户食物消费跟踪调查数据、农牧户问卷调查数据,结合生态工程实施数据、社会经济数据等二手数据对锡林郭勒草地样带三个典型区不同生态恢复措施下农牧户食物消费特征进行研究,主要结论如下:

(1)沿草地样带三个典型区草地恢复政策根据区域实际情况,草地恢复措施北自南实施力度逐渐变弱,草地恢复措施中对人类活动的限制由弱变强,恢复措施由以草畜平衡、休牧和禁牧为主向以休牧和围栏封育为主转变。

草地恢复措施应当结合区域实际情况,因地制宜地选择适合本地区生态、经济和社会情况的恢复措施^[44]。在本研究区中,草畜平衡和休牧措施在草地面积广阔、人口稀少的区域实施能够降低成本并有效实现草地恢复,因而成为西乌旗和正蓝旗草地恢复措施主要措施;太仆寺旗由于位于农牧交错区,人口分布相对稠密,人类活动对草地生态系统的干扰较大,因而相对于人口稀少的西乌旗和太仆寺旗,围栏封育成为其主要的生态恢复措施,以通过人为干预强制排除家畜践踏、采食及排便等干扰,从而实现草地自然恢复的重要生态恢复^[45]。2000—2013 年锡林郭勒草原生态恢复效果显著,草地长势得到了明显改善^[46],这与草地恢复技术的有效实施密不可分。

(2)沿草地样带自北向南居民食物消费模式形成三种模式,且呈现出牧区特征向农区特征变化规律。在食物消费量上由北向南各类食物人均消费量逐渐减少,食物消费结构呈现出以肉蛋奶和蔬菜水果为主向粮食和蔬菜水果为主的转变。

农区和牧区居民食物消费特征差异显著,农区居民食物消费以植物性蛋白为主^[25],而牧区居民食物消费以动物性蛋白摄入为主^[43],在锡林郭勒草地样带上由北至南呈现出由牧区到农区的地域变化差异,居民食物消费结构也随之呈现由牧区向农区特征变化的规律。此外研究利用半结构式入户问卷调查和跟踪调查相结合的方式获取数据,两种调研方式获得的数据结果之间相互印证和补充。针对典型农牧户逐日逐月开展食物消费记录,可以有效还原农牧户食物消费真实情况及其季节变化规律;问卷调查获取的数据能够对农牧户过去一年食物消费总体情况进行回忆,但是却无法解决由于各种不确定因素带来的回忆结果与实际情况的偏差,且无法准确有效揭示不同季节食物消费差异。国内外学者也曾利用食物消费日记等手段获得居民家庭食物消费数据^[7,47],但因食物消费日记记录时间较短,无法实现对全年食物消费变化规律的揭示。本研究对典型农牧区的全年 12 个月进行食物消费跟踪记录,不仅揭示了区域食物消费特征,还探究了随季节变化带来的食物消费的变化规律,为区域食物消费模式研究提供了新的案例研究和数据积累。

(3)食物消费模式受区域生态、经济和社会多方面因素的影响,草地供给、收入及其结构、文化习俗和职业分布是锡林郭勒草地样带不同食物消费模式形成的主要影响因素。

不同地区食物消费模式的形成受到了多方面因素的影响,不同食物消费模式具有一定的区域合理性^[25],探究食物消费模式及其形成因素,能够更深层理解食物消费所指向的资源合理有效配置问题^[4,22,28]。生态工程的实施对居民生产生活多个方面都产生了重要影响,而居民的生产生活方式也是生态工程成功实施的重要因素^[48]。本研究通过对锡林郭勒草地样带不同生态恢复措施下典型区农牧户食物消费模式进行研究,揭示了不同生态恢复措施实施模式,通过对区域草地供给产生影响,从而影响了区域居民食物消费模式,为生态工程实施过程中涉及的资源配置问题提供解决的切入点和思路。说明在生态工程实施过程中,应当综合考虑工程实施区域居民综合影响,实现区域生态、社会和经济协调发展。

参考文献 (References):

[1] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005.

- [2] 傅伯杰, 周国逸, 白永飞, 宋长春, 刘纪远, 张惠远, 吕一河, 郑华, 谢高地. 中国主要陆地生态系统服务功能与生态安全. 地球科学进展, 2009, 24(6): 571-576.
- [3] 严岩, 朱捷缘, 吴钢, 詹云军. 生态系统服务需求、供给和消费研究进展. 生态学报, 2017, 37(8): 2489-2496.
- [4] 甄霖, 闫慧敏, 胡云锋, 吴睿子, 曹晓昌, 杜秉贞, 龙鑫, 李芬, 刘雪林. 生态系统服务消耗及其影响. 资源科学, 2012, 34(6): 989-997.
- [5] 甄霖, 刘雪林, 魏云洁. 生态系统服务消费模式、计量及其管理框架构建. 资源科学, 2008, 30(1): 100-106.
- [6] Zhen L, Cao S Y, Wei Y J, Dilly O, Liu X L, Li F, Koenig H, Tscherning K, Helming K. Comparison of sustainability issues in two sensitive areas of China. *Environmental Science & Policy*, 2009, 12(8): 1153-1167.
- [7] Rasmussen L V, Mertz O, Christensen A E, Danielsen F, Dawson N, Xaydongvanh P. A combination of methods needed to assess the actual use of provisioning ecosystem services. *Ecosystem Services*, 2016, 17: 75-86.
- [8] Tsourgiannis L, Kazana V, Iakovoglou V. Exploring the potential behavior of consumers towards transgenic forest products: the Greek experience. *iForest*, 2015, 8(5): 707-713.
- [9] 赵同谦, 欧阳志云, 贾良清, 郑华. 中国草地生态系统服务功能间接价值评价. 生态学报, 2004, 24(6): 1101-1110.
- [10] 李哲敏. 近 50 年中国居民食物消费与营养发展的变化特点. 资源科学, 2007, 29(1): 27-35.
- [11] 黎东升, 查金祥. 农村居民食物消费的基本特征分析. 农村经济, 2003, (10): 50-52.
- [12] 李哲敏. 中国城乡居民食物消费及营养发展研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2007.
- [13] 马冠生, 崔朝辉, 胡小琪, 李艳平, 何宇纳, 翟凤英, 杨晓光. 中国居民食物消费和就餐行为分析. 中国食物与营养, 2006, (12): 4-8.
- [14] Chaves W A, Wilkie D S, Monroe M C, Sieving K E. Market access and wild meat consumption in the central Amazon, Brazil. *Biological Conservation*, 2017, 212: 240-248.
- [15] Grebitus C, Printezis I, Printezis A. Relationship between consumer behavior and success of urban agriculture. *Ecological Economics*, 2017, 136: 189-200.
- [16] Hadjikakou M. Trimming the excess: environmental impacts of discretionary food consumption in Australia. *Ecological Economics*, 2017, 131: 119-128.
- [17] Zhang X Y, Dagevos H, He Y N, van der Lans I, Zhai F Y. Consumption and corpulence in China: a consumer segmentation study based on the food perspective. *Food Policy*, 2008, 33(1): 37-47.
- [18] 封志明, 史登峰. 近 20 年来中国食物消费变化与膳食营养状况评价. 资源科学, 2006, 28(1): 2-8.
- [19] de Ruiter H, Kastner T, Nonhebel S. European dietary patterns and their associated land use: variation between and within countries. *Food Policy*, 2014, 44: 158-166.
- [20] Reynolds C J, Piantadosi J, Buckley J D, Weinstein P, Boland J. Evaluation of the environmental impact of weekly food consumption in different socio-economic households in Australia using environmentally extended input-output analysis. *Ecological Economics*, 2015, 111: 58-64.
- [21] 刘春霞, 王芳. 基于居民食物消费模式的中国耕地需求动态变化分析. 中国生态农业学报, 2018, 26(8): 1227-1235.
- [22] 周津春. 农村居民食物消费的 AIDS 模型研究. 中国农村观察, 2006, (6): 17-22.
- [23] 刘素. 中国居民 2002—2012 年含糖食物消费状况、变化及其与超重肥胖的关系[D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2016.
- [24] 刘红利. 我国居民食物消费变动对农业发展的影响研究[D]. 淄博: 山东理工大学, 2016.
- [25] Zhen L, Du B Z. Ecological footprint analysis based on changing food consumption in a poorly developed area of China. *Sustainability*, 2017, 9(8): 1323.
- [26] 许菲, 张彩萍, 白军飞. 收入增长与老龄化对城镇居民食物消费水足迹的影响. 资源科学, 2018, 40(1): 104-116.
- [27] 潘建伟, 姚春玲. 改革开放以来内蒙牧户与农户食品消费变化的比较研究. 消费经济, 2009, 25(1): 20-23.
- [28] 马晓玫. 内蒙古城乡居民食品消费变化及影响因素分析[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2015.
- [29] 高利伟, 徐增让, 成升魁, 许世卫, 张宪洲, 余成群, 孙维, 武俊喜, 曲云鹤, 马杰. 西藏农村居民食物消费结构及膳食营养特征分析. 资源科学, 2017, 39(1): 168-174.
- [30] 高利伟, 徐增让, 成升魁, 许世卫, 张宪洲, 余成群, 孙维, 武俊喜, 曲云鹤, 马杰. 西藏粮食安全状况及主要粮食供需关系研究. 自然资源学报, 2017, 32(6): 951-960.
- [31] Bryan B A, Gao L, Ye Y Q, Sun X F, Connor J D, Crossman N D, Stafford-Smith M, Wu J G, He C Y, Yu D Y, Liu Z F, Li A, Huang Q X, Ren H, Deng X Z, Zheng H, Niu J M, Han G D, Hou X Y. China's response to a national land-system sustainability emergency. *Nature*, 2018, 559(7713): 193-204.
- [32] 卓莉, 曹鑫, 陈晋, 陈仲新, 史培军. 锡林郭勒草原生态恢复工程效果的评价. 地理学报, 2007, 62(5): 471-480.
- [33] 尹剑慧, 卢欣石. 中国草原生态功能评价指标体系. 生态学报, 2009, 29(5): 2622-2630.
- [34] 黄麟, 郑瑜晗, 肖桐. 中国县域尺度生态保护的域分异及其适宜性. 地理学报, 2017, 72(7): 1305-1315.
- [35] 吴睿子, 甄霖, 杜秉贞, 胡云峰, 闫慧敏, 曹晓昌, 龙鑫. 内蒙古生态保护工程对农牧民生产生活方式的影响. 资源科学, 2012, 34(6):

1049-1061.

- [36] 甄霖, 王继军, 姜志德, 刘孝盈, 张长印, 马建霞, 肖玉, 谢永生, 谢高地. 生态技术评价方法及全球生态治理技术研究. 生态学报, 2016, 36(22): 7152-7157.
- [37] 朴世龙, 方精云, 郭庆华. 利用 CASA 模型估算我国植被净第一性生产力. 植物生态学报, 2001, 25(5): 603-608.
- [38] Piao S L, Fang J Y, He J S. Variations in vegetation net primary production in the Qinghai-Xizang Plateau, China, from 1982 to 1999. Climatic Change, 2006, 74(1/3): 253-267.
- [39] Gao Q Z, Li Y, Wan Y F, Qin X B, Jiangcun W Z, Liu Y H. Dynamics of alpine grassland NPP and its response to climate change in Northern Tibet. Climatic Change, 2009, 97(3/4): 515-528.
- [40] 张峰, 周广胜, 王玉辉. 基于 CASA 模型的内蒙古典型草原植被净初级生产力动态模拟. 植物生态学报, 2008, 32(4): 786-797.
- [41] 杨勇, 李兰花, 王保林, 宋向阳, 刘爱军, 王明玖. 基于改进的 CASA 模型模拟锡林郭勒草原植被净初级生产力. 生态学杂志, 2015, 34(8): 2344-2352.
- [42] 李炳泽. 多味的餐桌: 中国少数民族饮食文化. 北京: 北京出版社, 2000: 30-30.
- [43] 胡洁. 民族文化对生态系统服务的影响研究——以北方农牧交错带回族文化和蒙古族文化为例[D]. 北京: 中国科学院大学, 2016.
- [44] Zhen L, Du B Z, Wei Y J, Xiao Y, Sheng W P. Assessing the effects of ecological restoration approaches in the alpine rangelands of the Qinghai-Tibetan Plateau. Environmental Research Letters, 2018, 13(9): 095005.
- [45] 闫玉春, 唐海萍, 辛晓平, 王旭. 围封对草地的影响研究进展. 生态学报, 2009, 29(9): 5039-5046.
- [46] 苏日古格. 锡林郭勒盟土地利用/土地覆被与 NPP 变化研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2016.
- [47] Troubat N, Grünberger K. Impact of survey design in the estimation of habitual food consumption: a study based on urban households of Mongolia. Food Policy, 2017, 72: 132-145.
- [48] Sheng W P, Zhen L, Xiao Y, Hu Y F. Ecological and socioeconomic effects of ecological restoration in China's Three Rivers Source Region. Science of the Total Environment, 2019, 650: 2307-2313.