车奇风,陈星月,关宝文.江西省县域尺度耕地"非粮化"的时空演变及驱动因素[J].山西农业大学学报(自然科学版),2025,45(5):112-124.
Che Q F, Chen X Y, Guan B W.Spatiotemporal evolution and driving factors of farmland non-grain production at the county scale in Jiangxi Province[J].Journal of Shanxi Agricultural University(Natural Science Edition), 2025,45(5):112-124.
doi: 10.13842/j.cnki.issn1671-8151.202506011

江西省县域尺度耕地"非粮化"的时空演变及驱动因素

车奇风[1,2],陈星月[2],关宝文[1,2*]

(1.东华理工大学 核资源与环境国家重点实验室,江西 南昌 330013;
2.东华理工大学 地球与行星科学学院,江西 南昌 330013)

摘　要:[目的]耕地"非粮化"现象对粮食生产构成潜在威胁,江西省作为我国重要的粮食主产区,地形地貌复杂、农业基础良好,同时也是城镇化快速发展的地区,耕地"非粮化"问题具有较强代表性。[方法]本研究以江西省县域为研究单元,结合2002—2022年社会统计、气象及地理空间数据,通过空间自相关分析、标准差椭圆法,系统探析江西省耕地"非粮化"过程的时空演变格局,并借助地理探测器分析其主导驱动机制。[结果](1)江西省耕地"非粮化"水平整体呈"U"型演变趋势,而其耕地"非粮化"年均水平为33.74%,高于全国均值,空间分布呈现"南北高—中部低"的集聚格局,赣北与赣南为"非粮化"重灾区,鄱阳湖平原流域则以轻度区为主。(2)耕地"非粮化"空间分布方向性增强,重心南移且趋于均衡,全局空间自相关显著(Moran's I>0),局部高值集聚区稳定分布于赣北。(3)城镇化率(q=0.733)、油料作物面积比例(q=0.660)及地均生产总值(q=0.608)是主要驱动因素,因子交互作用以非线性增强为主,人均耕地面积、粮食单产与油料作物比例的交互效应尤为显著。[结论]建议通过推动耕地用途分类管控与差异化管理、完善粮食收益保障机制和协调城镇化与农业发展,以遏制耕地"非粮化"趋势,保障粮食安全与农业可持续发展。

关键词:耕地非粮化; 时空演变; 驱动因素; 地理探测器; 江西省
中图分类号:F323.211; F301.21　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1671-8151(2025)05-0112-13

Spatiotemporal evolution and driving factors of farmland non-grain production at the county scale in Jiangxi Province

Che Qifeng[1,2], Chen Xingyue[2], Guan Baowen[1,2*]

(*1.State Key Laboratory of Nuclear Resources and Environment, East China University of Technology, Nanchang 330013, China; 2.School of Earth and Planetary Sciences, East China University of Technology, Nanchang 330013, China*)

Abstract: [Objective] Food security is a cornerstone of national security. The increasing trend of cropland "non-grain production" poses a potential threat to grain production. Jiangxi Province, a major grain-producing region in China characterized by complex topography, a robust agricultural foundation, and rapid urbanization, presents a highly representative case for studying this issue. [Methods] Using counties in Jiangxi Province as the research units, this study integrates socioeconomic, meteorological, and geospatial data from 2002 to 2022. Spatial autocorrelation analysis and the standard deviation ellipse method were applied to systematically examine the spatiotemporal evolution of cropland "non-grain production", while the Geographical Detector model was employed to identify its dominant driving mechanisms. [Results] (1) The level of cropland "non-grain production" in Jiangxi exhibited a "U-shaped" trend over the study period, with an average annual rate of 33.74%, exceeding the national average. Spatially, it displayed a clustered pattern of "high in the north and south, low in the central region". Northern

收稿日期:2025-06-09　　**修回日期**:2025-09-07
基金项目:国家自然科学基金(42562008);核资源与环境国家重点实验室开放基金(2020NRE14);江西省教育厅科学技术研究项目(GJJ2200710);江西省自然科学基金项目(20252BAC240267);江西省研究生创新基金(YC2025-S534)
作者简介:车奇风(ORCID:0009-0005-0024-267X),硕士研究生,研究方向:耕地利用与保护
*通信作者:关宝文(ORCID:0009-0008-5309-8263),讲师,硕士生导师,E-mail:guanbaowen007@163.com

and southern Jiangxi was severely affected areas, whereas the Poyang Lake Plain was predominantly characterized by light non-grain production. (2) The spatial distribution of cropland “non-grain production” showed increased directionality, with a southward shift and greater dispersion of its center of gravity. Significant global spatial autocorrelation (Moran's $I>0$) was observed, and local high-value clusters were consistently concentrated in northern Jiangxi. (3) The urbanization rate ($q=0.733$), proportion of oil crop cultivation area ($q=0.660$), and GDP per unit land area ($q=0.608$) were identified as the primary driving factors. Factor interactions were predominantly nonlinear enhancements, with particularly notable interaction effects among per capita cultivated land area, grain yield per unit area, and oil crop ratio. [Conclusion] To curb the trend of cropland “non-grain production” and ensure food security and sustainable agricultural development, this study recommended implementing land-use classification and differentiated management, improving grain income security mechanisms, and promoting coordinated development between urbanization and agriculture.

Keywords: Farmland non-grain production, Spatiotemporal evolution, Driving factors, Geodetector, Jiangxi Province

粮食安全作为国计民生的重点之一,也是国家发展的核心问题[1]。耕地是粮食生产的根本保障,其有效保护对维护国家粮食安全具有决定性作用[2]。然而,部分地区在推动农业结构调整的过程中,粮食作物种植面积的过度缩减暴露出农业经济效益与粮食安全保障之间的失衡,这一矛盾直接催生了耕地“非粮化”现象,对国家粮食安全体系构成潜在威胁。究其原因,粮食作物相对收益持续走低,叠加农业生产资料价格攀升,致使单纯依靠粮食种植难以实现收益优化,从而推动了农户转向非粮作物的种植倾向[3-5]。自2020年起,国家相继出台多项重要政策文件,强化耕地用途管制。其中,2025年中央一号文件、“十四五”规划纲要明确要求严格遏制耕地非农化趋势,防范“非粮化”风险。同时,《关于防止耕地“非粮化”稳定粮食生产的意见》等专项政策陆续颁布实施,为耕地用途管控提供制度保障。在此背景下,深入探究粮食主产区耕地利用现状,对于实现区域经济发展与粮食安全战略的协同推进具有重要的实践价值。

目前,学术界对耕地“非粮化”的概念界定仍存在分歧,尚未达成国际共识[4],现有研究主要聚焦于经济作物扩张对人类社会和生态环境的双重影响[6],并侧重于作物种植结构多元化[7]和农业可持续集约化[8]等领域。国内对耕地“非粮化”的研究主要集中在以下几个方面:(1)耕地“非粮化”的测度。多采用“非粮比”即非粮食作物的播种面积占农作物总播种面积[9-10]、种植农户占种植大户的比重[11]、粮食收入占总收入的比重[12]进行表征,并借助遥感技术进行测度,重点识别养殖、林木、旅游等“非粮化”现象[13]。(2)分析耕地“非粮化”的驱动机制。研究表明,耕地“非粮化”受多重因素影响:自然资源、经济水平、耕作条件等基础因素推动“非粮化”进程,而土地流转和劳动力结构则影响其发展方向。同时,粮食补贴政策和耕地管制措施能有效抑制“非粮化”趋势[14]。(3)耕地“非粮化”的效应分析和治理研究。研究表明,不同的“非粮化”行为对耕地质量的影响各不相同。例如,采用水旱轮作制度和用地养地相结合的模式可显著改善耕地质量指标。相比之下,茶园、果园及经济林等经济作物的连作模式往往会导致土壤理化性质恶化,进而影响耕地质量等级[15]。针对种粮收益较低的问题,学界提出了多种提升路径,包括规模化经营、生态化经营以及品牌化经营等[16-17],以此抑制“非粮化”现象的过度发展,但应用于县级尺度尤其是耕地“非粮化”问题的长时序研究拓展则较为匮乏。

江西省作为传统农业大省,是我国南方重要的粮食生产基地之一。近年来,随着种植经济作物的快速发展,综合粮食生产能力逐年下降。基于此,本研究以江西省为研究对象,选取2002、2006、2010、2014、2018、2022年共6期县域面板数据,分析江西省20年间耕地“非粮化”时空格局演变,并运用地理探测器探究耕地“非粮化”的驱动机制,为科学调控“非粮化”现象、平衡经济发展与粮食安全提供依据。

1　材料和方法

1.1　研究区概况

江西省位于长江中下游(24°29′～30°04′ N、113°34′～118°28′ E),总面积16.69×10^4 km^2。该省地貌类型多样,山地主要分布在省境东南西三面,中部以丘陵和河谷平原为主,北部为鄱阳湖冲积平原,赣中南地区则广泛发育丘陵地貌[18]。

江西省为亚热带湿润季风气候,四季分明,年平均气温18.30 ℃,年均降水量1 675.40 mm。全年气候温暖,日照时数多,雨量充沛,霜期持续时间较短,为水稻等农作物的生长提供了良好条件,具备发展双季稻种植的自然优势。作为农业大省,全省耕地面积约3 088.7×10^3 hm^2,其中水田约2 471.0×10^3 hm^2,超80%旱地集中在赣中、赣南丘陵区[19]。

1.2 数据来源

本研究采用的数据来源如下:研究区矢量边界数据来自地理空间数据云平台(www.gscloud.cn),需说明的是,由于研究时间跨度较大,部分县级行政区域存在合并拆分,为保证研究评价单元的一致性,依据2022年行政区划,最终得到100个研究单元;地形数据采用全国地理信息资源目录服务系统(https://www.webmap.cn/main.do?method=index)提供的1∶25万比例尺DEM数据;气象数据来源于中国气象科学数据共享服务网(http://cdc.cma.gov.cn)的逐日观测资料,并通过资源环境科学与数据中心的空间插值数据集(https://www.resdc.cn/Default.aspx)进行补充;社会经济数据主要取自《中国县域统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》、《江西省统计年鉴》(2003-2023)及各市统计资料,缺失数据采用线性回归方法进行插值补全以确保数据连续性。

1.3 数据计算

1.3.1 耕地"非粮化"界定及其测算方法

学术领域对"非粮化"的概念尚未达成共识。从内涵维度看,可将其划分为狭义与广义2种理解:狭义定义仅指粮食作物改种经济作物的土地利用变化[9];而广义理解则囊括建设用地占用、土地撂荒等各类耕地非粮用途转化行为[3],体现了耕地在粮食生产功能弱化过程中的多重表现形式。现有研究对于"非粮化"测定方法较为统一。学界普遍采用"非粮比"指标,即非粮食作物播种面积占农作物总播种面积的比例,该指标也成为监测耕地利用结构变化的重要手段。参照国务院办公厅2020年11月颁布的《关于防止耕地"非粮化"稳定粮食生产的意见》的相关规定,国家层面已明确提出防控耕地"非粮化"趋势,强调保障粮食安全的战略底线。同时参考《江西省统计年鉴》的农业统计口径[20],并结合区域种植结构特征及相关研究成果,本文所指"非粮化",指在耕地范围内,种植非粮食作物面积占农作物总播种面积的比例,将谷物类、豆类及薯类作物划定为粮食作物范畴,其余农作物则归类为经济作物。计算公式如下:

$$Y=\left[\frac{\left(S_{cropland}-S_{grain}\right)}{S_{cropland}}\right]\times 100\% \tag{1}$$

式中,Y为耕地"非粮化率",无量纲;S_{grain}为粮食作物播种面积(hm^2);$S_{cropland}$为农作物播种总面积(hm^2)。

1.3.2 空间趋势面分析

趋势面分析作为一种空间可视化技术,通过将离散的地理采样数据转化为连续的三维曲面,有效揭示空间要素的分布规律和变化趋势[21]:

$$A\left(x_i,y_i\right)=B\left(x_i,y_i\right)+\varepsilon_i \tag{2}$$

式中,$\left(x_i,y_i\right)$为地理空间坐标;ε_i为实测值和拟合值的偏差。

1.3.3 空间自相关

空间自相关是识别地理要素空间分布集聚特征的重要方法[22],该方法包括全局空间自相关与局部空间自相关。全局空间自相关常用的度量指标为全局莫兰指数(Global Moran's I):

$$I_{global}=\frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}W_{ij}\left(x_i-x\right)\left(x_j-x\right)}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}W_{ij}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i-\bar{x}\right)^2} \tag{3}$$

式中,n为省内县域总数量,W_{ij}表示定义邻接关系的空间权矩阵,x_i、x_j分别表示i县、j县的耕地"非粮化"水平,$\bar{x}$为区域"非粮化"水平的平均值。当$I_{global}=0$,表示随机空间分布;$I_{global}>0$表示空间正相关;$I_{global}<0$表示空间负相关。

局部莫兰指数(Local Moran's I)表示观测值与相邻区域观测值的相关性,其计算公式为:

$$I_{local}=\frac{\left(x_i-\bar{x}\right)\sum_{j=1}^{n}W_{ij}\left(x_j-\bar{x}\right)}{\frac{1}{n}\times\sum_{i=1}^{n}\left(x_i-\bar{x}\right)^2} \tag{4}$$

式中,n为江西省县域总数量,x_i、x_j分别表示i县、j县的耕地"非粮化"水平,$\bar{x}$为各区域"非粮化"水平的平均值。$I_{local}>0$时,表明某一空间单元与其相

邻区域“非粮化”水平具有较高的一致性,存在空间集聚现象;$I_{local}<0$时,表示某空间单元与其周围单元之间的差异较大,显示出空间离散的特征。

1.3.4　标准差椭圆

标准差椭圆能够有效揭示地理数据的空间分布特征,包括中心位置、离散程度、方向趋势、形态特征及集聚强度等关键指标[23],公式如下:

$$SDE_x=\frac{\sum_{i=1}^{n}w_i x_i}{\sum_{i=1}^{n}w_i},SDE_y=\frac{\sum_{i=1}^{n}w_i y_i}{\sum_{i=1}^{n}w_i} \quad (5)$$

式中,SDE_x、SDE_y表示椭圆的重心坐标,(x_i,y_i)表示城市i坐标,w_i表示城市i的耕地“非粮化”指数权重。

$$\tan\theta=\left[\left(\sum_{i=1}^{n}w_i\bar{x}_i^2-\sum_{i=1}^{n}w_i\bar{y}_i^2\right)+\sqrt{\sum_{i=1}^{n}w_i^2\bar{x}_i^2-\sum_{i=1}^{n}w_i^2\bar{y}_i^2+4\left(\sum_{i=1}^{n}w_i^2\bar{x}_i^2\bar{y}_i^2\right)}\right]/\left(2\sum_{i=1}^{n}w_i^2\bar{x}_i\bar{y}_i\right) \quad (6)$$

式中,θ表示方位角,$(\bar{x},\bar{y})$表示城市i的坐标(x_i,y_i)相对于椭圆中心的偏差。

$$\sigma_x=\sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^{n}w_i\bar{x}_i\cos\theta-\sum_{i=1}^{n}w_i\bar{x}_i\sin\theta\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}{w_i}^2}} \quad (7)$$

$$\sigma_y=\sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^{n}w_i\bar{y}_i\cos\theta-\sum_{i=1}^{n}w_i\bar{y}_i\sin\theta\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}{w_i}^2}} \quad (8)$$

式中,(σ_x,σ_y)表示沿长轴和短轴的标准差,即对应于椭圆长半轴和短半轴的值。

1.3.5　地理探测器

地理探测器是一种基于空间分异理论的统计模型,通过风险探测、因子探测、生态探测和交互作用探测4个核心模块[24],量化分析地理要素的空间异质性及其驱动机制。该方法已广泛应用于气候变化、生态治理和城市发展等领域[25]。

因子探测计算公式为:

$$q=1-\frac{1}{n}\times\frac{\sum_{i=1}^{n}N_i\times\sigma_i^2}{\sigma_i^2} \quad (9)$$

式中,$i=1,2,\ldots\ldots,n$,表示各影响因素的分类或分层;N表示全区单元数、N_i则为第i层单元数;σ^2、σ_i^2则为总体和第i层的方差。

交互作用探测是通过对比单因子和交互作用后因子组合所得的q值,以分析因子之间的关系模式。具体而言,3组q值的相对大小有助于判断是否存在交互作用及其影响强度。交互结果可分为5种类型,详见表1。

表1　解释变量之间的交互作用

Table 1　The interaction between variables

判断标准 Criteria for judgement	交互作用类型 Type of interaction
$q(x_1\cap x_2)<\mathrm{Min}(q(x_1),q(x_2))$	非线性减弱
$\mathrm{Min}(q(x_1),q(x_2))<q(x_1\cap x_2)<\mathrm{Max}(q(x_1),q(x_2))$	单因子非线性减弱
$q(x_1\cap x_2)>\mathrm{Max}(q(x_1),q(x_2))$	双因子增强关系
$q(x_1\cap x_2)=q(x_1)+q(x_2)$	两因子独立
$q(x_1\cap x_2)>q(x_1)+q(x_2)$	非线性增强

耕地“非粮化”是多重因素共同作用的结果,主要受农户决策行为、自然地理条件和社会经济环境等维度的综合影响[26]。因此,本研究构建了包含目标层、准则层和指标层的评价体系:以“非粮化”综合水平为目标层,包含用地适宜性、耕地利用强度、乡村劳动力情况、产业结构发展水平以及农业经济情况5个准则层,并选取年降水量、年均气温等20个初始指标。通过SPSS 27软件进行多重共线性诊断,剔除地势起伏度等冗余指标,最终建立“非粮化”驱动因素评价指标体系(表2)。

2　结果与分析

2.1　江西省耕地“非粮化”时空格局演变分析

2.1.1　耕地“非粮化”时序特征分析

从图1可见,2002-2022年江西全省耕地“非粮化”水平整体呈“U”型演变趋势,呈现“先降后升”的波动趋势:先从2002年的40.47%持续下降至2016年的32.04%,随后回升至2022年的34.10%。研究期内的年均“非粮化率”为33.74%,显著高于全国同期平均水平[27]。这一变化趋势反映了江西省耕地利用转型的阶段性特征,基于此可划分为4个阶段:(1)2002-2006年为显著下降阶段。4年间耕地“非粮化”水平由40.47%降至32.51%,这与2002年后大力实行惠

表2 江西省耕地“非粮化”驱动因素指标体系

Table 2 Indicator system of driving factors of "non－grain production" farmland in Jiangxi province

目标层 Target layers	准则层 Normative layers	指标层 Indicator layers	指标解释 Interpretation of the indicators	构建依据 Construction basis
耕地“非粮化”水平 Farmland non－grain production level	用地适宜性	年降水量X_1/mm	研究区域内年度降水总量	主要反映耕地自然禀赋对粮食生产的限制程度,这些要素影响耕地的自然生产潜力与农业风险水平,是传统土地适宜性评价的核心要素
		年均气温X_2/℃	研究区域内年度平均气温值	
		坡度X_3/°	研究区域内地形起伏	
		坡向X_4	研究区域坡向特征	
		高程X_5/m	研究区域海拔特征	
	耕地利用程度	人均耕地面积X_6/hm^2	单位面积耕地面积与农业从业人员的比值	反映耕地资源的实际利用效率和投入水平
		有效灌溉面积占比X_7/%	现有工程设施可实际控制的耕地灌溉面积	
		粮食单产X_8/(kg/hm^2)	单位面积耕地生产的粮食产量	
		油料作物面积比例X_9/%	油料作物种植面积在总播种面积中的占比	
		农业机械总动力X_{10}/kWh	研究区域内用于农、林、牧、渔业的各种动力机械总和	
	乡村劳动力情况	城镇化率X_{11}/%	研究区域内各城镇常住人口与总人口之比	反映农村劳动力供给的变化
		农村劳动力X_{12}/万人	参加农业劳动的劳动力的数量(外出务工会减少农业劳动力)	
	农业经济情况	人均GDP X_{13}/(元/人)	研究区域内各城镇人均生产总值	关注农业经济效益和收入水平的地区差异
		地均生产总值X_{14}/元	单位面积耕地创造的第一产业生产总值	
		城乡居民可支配收入差额X_{15}/元	城镇居民人均可支配收入与农村居民人均可支配收入之差	
	产业结构水平	第一产业比重X_{16}/%	第一产业增加值占地区生产总值的比重	使用第一产业比重反映区域产业转型程度

注:X_1、X_2数据来源为中国科学院资源环境科学与数据中心(https://www.resdc.cn/);X_3～X_5数据来源为地理空间数据云(https://www.gscloud.cn/);X_6数据来源为江西省第三次全国土地调查主要数据公报;X_7～X_{16}数据来源为江西省各市(区)统计年鉴。

Note: The data for X_1 and X_2 were obtained from the Data Center for Resources and Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences (https://www.resdc.cn/). The data for X_3～X_5 were obtained from the Geospatial Data Cloud (https://www.gscloud.cn/). The data for X_6 were obtained from the main statistical bulletin of the Third National Land Survey of Jiangxi Province. The data for X_7～X_{16} were obtained from the statistical yearbooks of cities (districts) in Jiangxi Province.

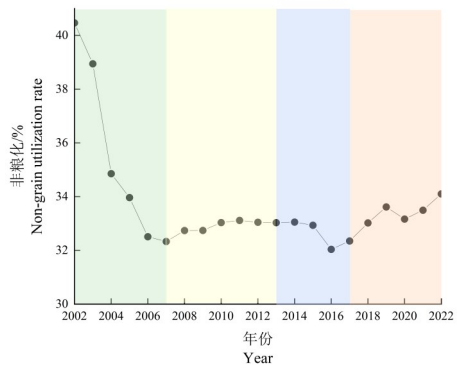


图1 江西省耕地“非粮化”时间演变图

Fig.1 Temporal evolution of farmland "non-grain production" in Jiangxi Province

农政策和粮食流通体制改革有关,实施对种粮农民实行直接补贴和农资综合直补,对产粮大县进行直接奖励[28],显著提高了农民种粮和地方抓粮的积极性,使粮食播种面积连续3年恢复性增长。(2)2007-2012年为平稳发展阶段。该阶段内耕地“非粮化”水平有升有降,通常在32%左右,受每年气候、自然灾害和病虫害等外部因素影响较大,例如2008年年初南方低温雨雪冰冻灾害,导致农作物受灾面积为3999×10^4 hm^2,其中绝收面积403.2×10^4 hm^2[29],正值早稻育秧播种时段,给农作物种植带来极大影响。(3)2013-2016年为波动发展阶段。其中2016年为近20年低峰值,为稳定农业生产,国家在强化原有补贴政策的同时,进一步加大对粮食等重要农产品、新型农业经营主体及主产区的支持力度。江西省作为全国粮食主产区之一,在政策激励下,农户种粮积极性显著提升。(4)2017-2022年为缓慢上升阶段。受城镇化

进程加速和农业经济效益差异驱动,江西省耕地“非粮化率”从32.35%上升至34.10%,呈现持续增长态势。

2.1.2　耕地“非粮化”空间变化特征

利用自然断点分级法(Natural Break)对江西省县域耕地“非粮化”水平进行空间分异分析,将其划分为5个等级:较轻区(0~22.45%)、轻度区(22.45%~33.34%)、中度区(33.34%~45.13%)、较重区(45.13%~63.86%)和重度区(63.86%~100%)。由图2可见,江西省耕地“非粮化”水平空间分布上存在显著差异,整体表现为“南北高-中部低”的分布格局。2002年江西省中东部、北部和南部耕地“非粮化”水平普遍偏高,处于重度区的县(区)达到了31个。“非粮化”相对低值区则主要分布于中部地区,其中抚河流域的乐安县和临川区“非粮化”水平低于25%。2006年全省各县(区)“非粮化”水平均显著下降,重区的县(区)数量减少一半。其中浔阳区、西湖区、青山湖区、红谷滩区、鄱阳县和万载县6县(区)降幅较为显著,“非粮化”水平均有20%降幅。2010年耕地“非粮化”较轻及以下等级县(区)占总量的51%,整体耕地“非粮化”水平保持平稳。2014年以来随着城市化的发展,城市建设对于耕地的占据,耕地“非粮化”逐步又开始缓慢上升,接近85%的县(区)“非粮化”水平呈不同程度正增长。其中南丰县和寻乌县涨幅较为明显,究其原因可能受当地特色农产品(南丰蜜桔和寻乌脐橙)推动有关。总体而言,耕地“非粮化”程度较高的区域主要集中在赣北和赣南。而“非粮化”程度较轻或轻度区域多集中在赣东北的鄱阳湖平原流域,但受周边地区影响,这些区域的耕地“非粮化”水平呈上升趋势。

趋势面结果显示,江西省耕地“非粮化”水平在空间上呈现自北向南先降后升、由西向东先升后降的总体演变趋势(图3)。在南北方向(Y轴)的拟合趋势线中,各年份的“非粮化”水平均表现为两端较高、中间较低的“U”型分布特征。其中2002年和2014年“非粮化”拟合趋势线较其它各年份趋于缓和,说明在该年份江西省耕地“非粮化”水平在南北方向上集聚性地弱化。在2002、2006和2010年,耕地“非粮化”水平在东西方向(X轴)的拟合趋势线呈现出中间高、两端低的倒“U”型分布特征,2014年之后“非粮化”拟合趋势线逐步趋于缓和,至2022年近似“直线”,说明江西省耕地“非粮化”水平在东西方向分布逐年差异缩小。

2.2　江西省耕地“非粮化”空间集聚特征分析

2.2.1　耕地“非粮化”全局空间自相关分析

2002-2022年间,江西省县域耕地“非粮化”的Moran's I值波动明显,由2002年的0.220上升至峰值即2010年的0.350,又降低至2022年的0.143,均为正值且$P<0.001$,表明江西省耕地“非粮化”的空间分布格局有较强的正相关性且其集聚特征随区域发展差异而动态演变(图4)。

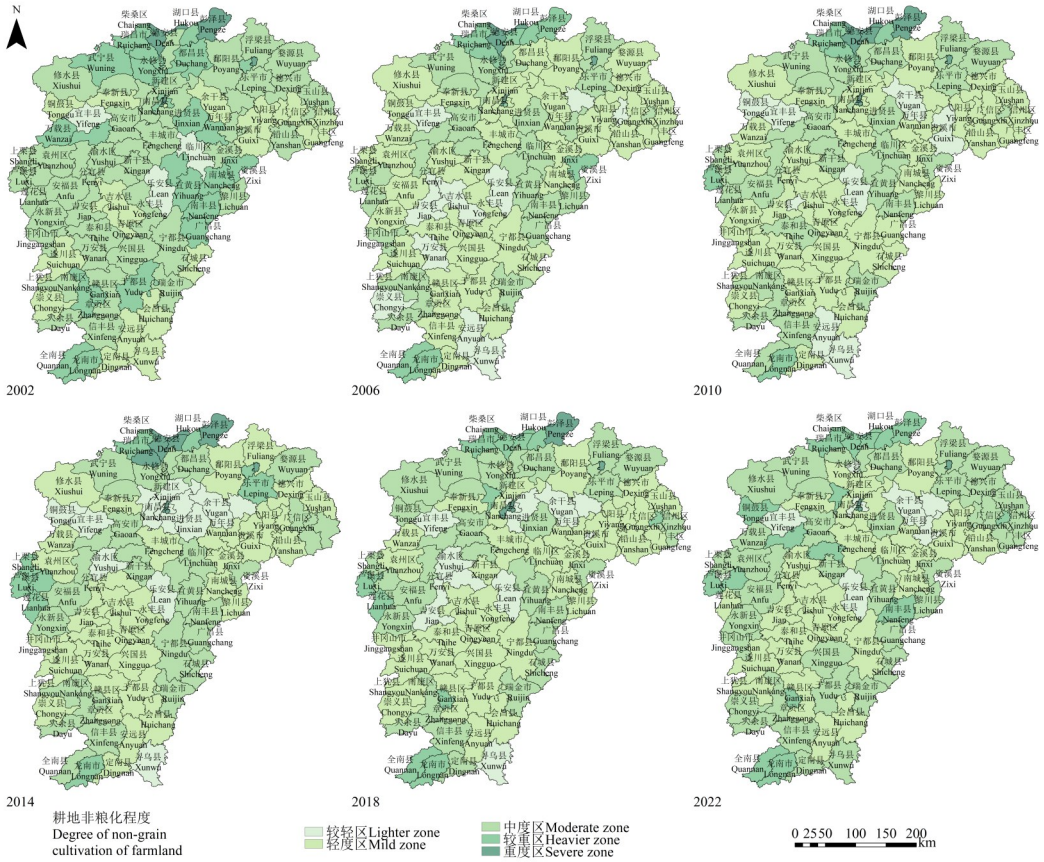
2.2.2　耕地“非粮化”局部空间自相关分析

局部空间自相关结果表明,2002-2022年高-高集聚区主要分布于江西省北部,常年处于高-高集聚区的县(区)包括柴桑区、湖口县和濂溪区,整体保持团聚状分布,同时浮梁县和进贤县也总处于高-高集聚区,以上县(区)耕地“非粮化”问题严重且高度稳定,是未来政府治理应重点关注的县(区);研究期内江西省低-低集聚区主要位于江西省中东部和中部吉泰盆地,中东部低度“非粮化”地区逐年扩大且呈向西迁移趋势,由开始的横峰县、铅山县和弋阳县西移至余江区、月湖区、万年县、余干县、东乡区、金溪县和资溪县,以上县(区)均为传统种粮大县。而中部吉泰盆地区域永丰县常年处于低-低集聚区;低-高类型主要位于新建区、安义县、南昌县和鄱阳县,以上县(区)均位于省会城市周边,未来需加强对该类城市“非粮化”水平的关注,以防当地粮食作物向非粮经济作物调整;研究期内高-低集聚区零散分布且逐年减少,主要包括泰和县、崇仁县和信州区。

2.2.3　耕地“非粮化”重心的时空迁移

从标准差椭圆的形状来看(图6),耕地“非粮化”的标准差椭圆呈现北(偏东)南(偏西)方向,短半轴长度由2002年的127.47 km逐年缩减至2010年的122.93 km,再增加至2022年的126.99 km,长半轴长度由2002年的222.46 km逐年增加至2022年的231.75 km,说明江西耕地“非粮化”在东西方向上先收敛再扩张,在南北方向呈扩张特征,且长短轴比值处于持续降低的态势,转角由29.08降至26.70,可见耕地“非粮化”在空间演变上呈现显著的“东北-西南”轴向分布特征,且空间离散程度持续增强,方向性趋势日益明显。

从重心分布来看,江西耕地“非粮化”重心在



本研究所用底图源自中国自然资源部下载的审图号为GS(2024)0650号的标准地图,底图信息保持原始状态未经修改。其余图片制作标准与此一致

The base map used in this study was derived from the standard map with review number GS(2024)0650 downloaded from the Ministry of Natural Resources of China, and the base map information was kept in its original state without modification. The rest of the charts and graphs were produced according to the same standard

图2 江西省耕地“非粮化”程度分级图

Fig.2 The degree classification map of farmland "non-grain production" in Jiangxi Province

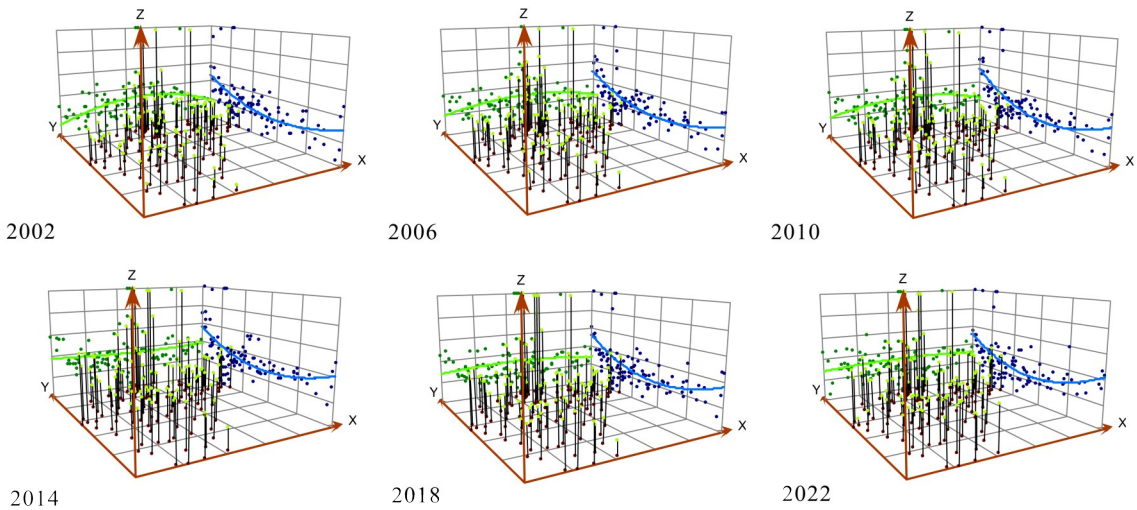


图3 江西省耕地“非粮化”趋势面图

Fig.3 Trend surface of "non-grain production" of farmland in Jiangxi Province

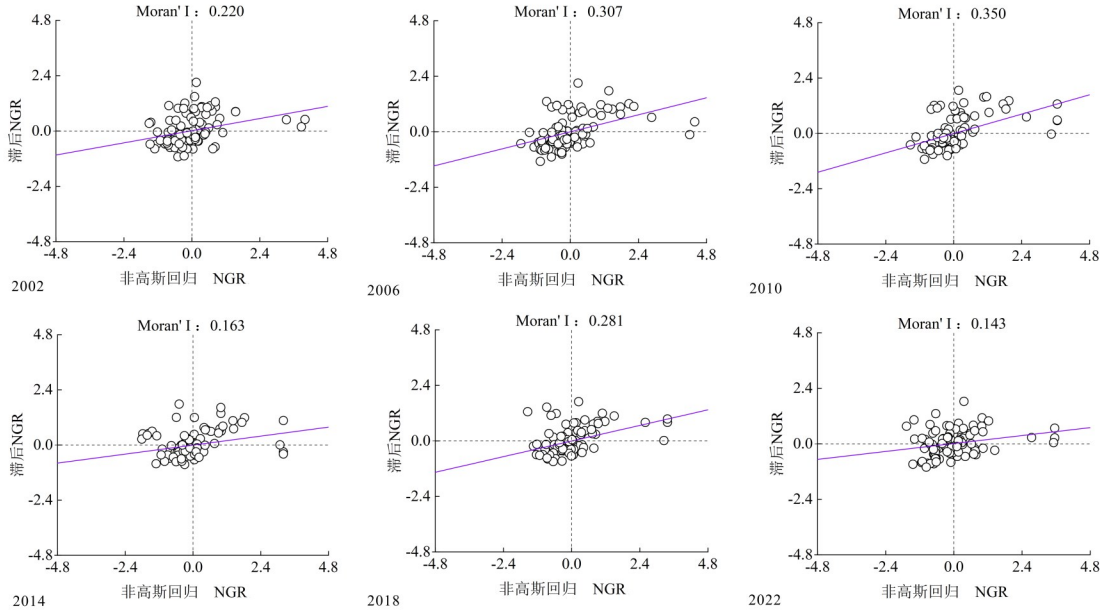


图4　江西省耕地“非粮化”Lisa散点图

Fig.4　Scatterplot of farmland "non-grain production" Lisa in Jiangxi Province

27°53′52″～28°0′34″N、115°44′54″～115°47′32″E内变动，相比全省几何中心(27°59′12″N、115°46′34″E)，耕地“非粮化”重心主要向南偏移，呈“几”字状，大致位于丰城市附近。在重心迁移距离上，呈先减少后增加趋势，2018-2022年达到最大(6.67 km)，2014-2018年最小，仅0.93 km，整体迁移路径为向北偏移后向南，累计共迁移了23.97 km(附表1)。表明随着时间推移，江西省各城市耕地“非粮化”在空间上分布逐渐趋于均衡。

2.3　江西省耕地“非粮化”驱动机制分析

2.3.1　单因子驱动因素探测

由表3可以看出，江西省耕地“非粮化”是多重因素共同作用的结果，各驱动因子的影响力排序为：城镇化率(X_{11})＞油料作物面积比例(X_9)＞地均生产总值(X_{14})＞人均耕地面积(X_6)＞第一产业比重(X_{16})＞粮食单产(X_8)＞农村劳动力(X_{12})＞有效灌溉面积占比(X_7)＞农业机械总动力(X_{10})＞高程(X_5)＞坡向(X_4)＞年均气温(X_2)＞年降水量(X_1)＞人均GDP(X_{13})＞坡度(X_3)＞城乡居民可支配收入差额(X_{15})。其中，城镇化是驱动江西省耕地“非粮化”的主要因素，其q值高达0.733，能够解释73.3%的耕地“非粮化”现象，明显高于其它因素的解释能力。近年来城镇化率的大幅提升引导农户将部分粮食作物改种为收益更高的经济作物，推动土地利用方式由粮食生产向经济效益导向转变，进一步限制粮食生产规模和效益。其次油料作物面积比例对“非粮化”现象的q值为0.660，相比于传统粮食作物，油料作物(如油菜、大豆等)往往具有更高的市场价值和更稳定的市场需求，农户为了追求更高的收入，倾向于扩大油料作物的种植面积，直接导致耕地从粮食生产向油料作物转化，加速了“非粮化”进程。地均生产总值对“非粮化”现象的驱动力q值为0.608，经济发展带动城镇化扩展，对粮食作物的种植需求减少，间接促进耕地“非粮化”。高程、坡向、气温、坡度、年降水量等自然因素对江西省耕地“非粮化”的影响程度最弱，与江西省整体的自然条件较为均衡且气候适宜大多数作物生长有关。由于农业生产具有较强的适应性，不同气候条件下的作物选择较为灵活，因此自然因素的差异对耕地“非粮化”的影响有限。

2.3.2　因子交互探测

基于地理探测器的交互作用分析结果见表4，人均耕地面积、粮食单产与油料作物种植比例3个因子之间的交互效应最为显著，q值能达到0.9及以上，这3个因子在耕地“非粮化”中具有直接且重要的作用，是主要的驱动力。人均耕地面积减少通常会推动土地利用效率提升，同时激发农民通过调整种植结构来优化土地收益；粮食单产提高减少对粮食作物种植面积的依赖；油料作物面积

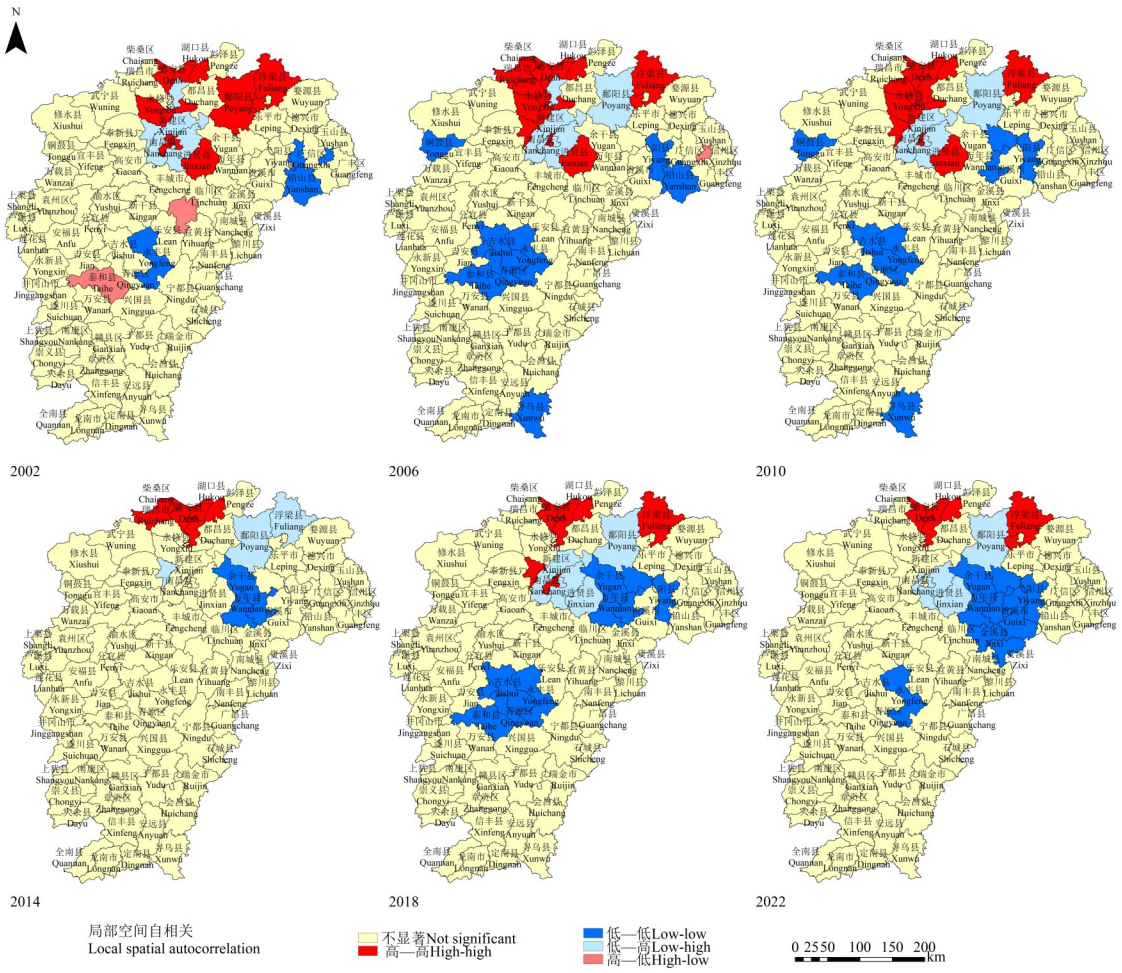


图5 江西省耕地“非粮化”局部空间集聚分布图

Fig.5 Distribution of localized spatial clustering of farmland "non-grain production" in Jiangxi Province

比例直接反映“非粮化”程度,是耕地用途转变的重要标志。三者的交互关系中表现出显著的协同驱动效应,人均耕地面积的减少加剧土地资源压力,促使农户在有限耕地上寻求更高收益,从而倾向于种植经济效益更高的油料作物。三者之间形成了“资源约束-效率提升-结构调整”的联动路径,在这一过程中彼此间相互作用被放大,最终共同推动耕地用途由传统粮食生产向高收益作物转变,显著增强了对“非粮化”过程的解释力,体现出非线性增强的交互特征。总之,这些因子本身在驱动耕地“非粮化”方面具有显著影响,与其它因子的结合可进一步增强对耕地“非粮化”的解释力。

3 讨论

本研究基于江西省各县(区、市)实际情况和耕地“非粮化”的研究,构建了耕地“非粮化”测算体系,并针对耕地“非粮化”的时空演变特征与驱动因素分别展开研究。结果表明,江西省整体耕地“非粮化”水平为轻度(33.74%),但高于华东地区耕地“非粮化率”(21%)。相较于东北地区等粮食主产区,江西受限于地形破碎、机械化水平相对较低,“非粮化”水平更高。而四川、河南等粮食调出省份,其农业结构调整更受城市带动影响而非产业主导。江西省具有独特的“受城市辐射-农户择利种植-结构渐变”的“非粮化”路径,在全国粮食主副产区中具有一定的典型意义。江西省各县域之间差异明显,呈“南北高-中部低”格局。其中赣北、赣南地区耕地“非粮化”常年处于重度,且周边邻近城市耕地“非粮化”也在逐年上升,归因于昌九(南昌市-九江市)一体化的发展以及赣州新区发展,城市发展水平较高而带动周边城市种粮

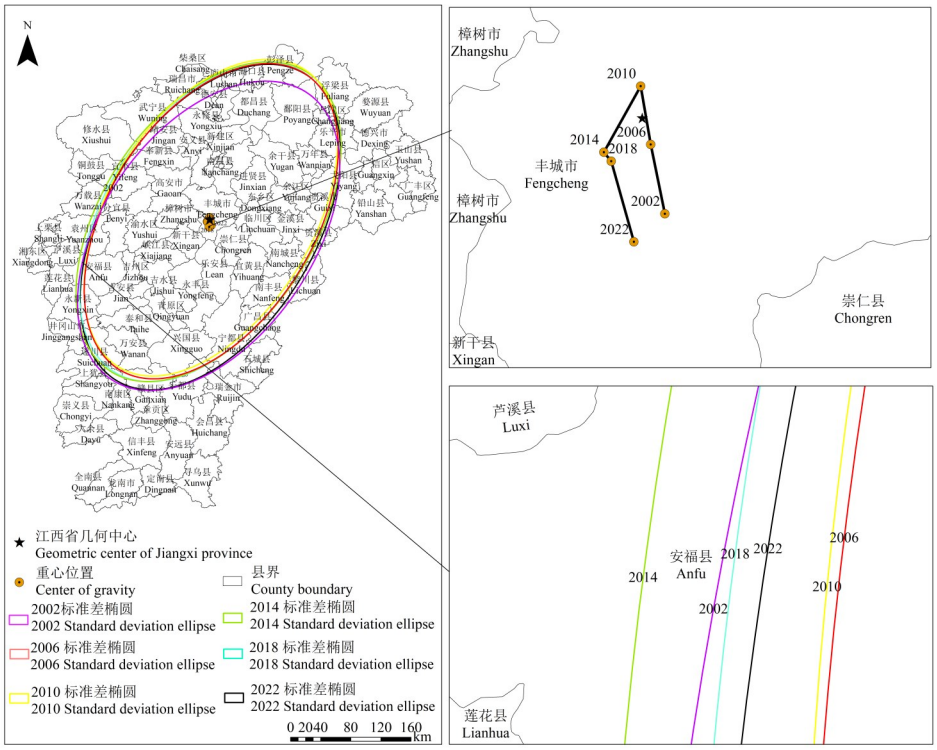


图6　江西省县域耕地“非粮化”椭圆变化及重心迁移轨迹(2002-2022年)

Fig.6　The elliptic change of farmland “non-grain production” and center of gravity migration trajectory of county farmland in Jiangxi Province (2002-2022)

表3　江西省耕地“非粮化”单因子驱动q值

Table 3　Farmland "non－grain production" single－factor driving q－value farmland in Jiangxi Province

指标因子 Indicator factors	q值 q value	P值 P value
X_1	0.101	<0.01
X_2	0.146	<0.01
X_3	0.040	<0.01
X_4	0.147	<0.01
X_5	0.222	<0.01
X_6	0.553	<0.01
X_7	0.243	<0.01
X_8	0.406	<0.01
X_9	0.660	<0.01
X_{10}	0.226	<0.01
X_{11}	0.733	<0.01
X_{12}	0.368	<0.01
X_{13}	0.043	<0.01
X_{14}	0.608	<0.01
X_{15}	0.019	<0.01
X_{16}	0.455	<0.01

注:X_1～X_{16}的含义见表2。

Note: The definitions of X_1～X_{16} were provided in Table 2.

成本偏高[30],农民偏向于种植更高收益作物,这与江苏省溧阳市研究结果一致[31]。但也可能是城市周边县域及种菜大县因蔬菜等经济作物种植比例高,导致“非粮化”指标偏高,而这一现象反映的是结构性“非粮化”趋势,应结合城镇化发展、市场需求和农户行为综合研判。

虽然有研究表明耕地“非粮化”是自然、经济、社会等诸多要素的综合影响[26],但在现有经济环境下,粮食种植的经济效应是其根源所在。因子选取参考了湖南省耕地“非粮化”的研究[32],两省地理水文气候相似,农作物种植制度也类似,均为传统产粮大省,但是缺少农村劳动力、气温、坡度和坡向对其影响的报道。农业从业人员的数量和质量会间接影响农户种植决策[33],气温、坡度和坡向的差异会影响宜种作物的选取及其复种指数[34],因此本研究在湖南省的研究基础上添加这4个因子。结果表明,城镇化率、油料作物面积和地均生产总值为江西省耕地“非粮化”的主导原因,同时乡村劳动力情况的影响也在进一步加深。理论上,农业生产结构的调整以及城镇化水平的提高有助于土地合理利用,助农创收,而实际上受市

表4 江西省耕地“非粮化”驱动因子交互组合q值

Table 4 Driving force value of the interactive combination of driving q factors of "non-grain production" farmland in Jiangxi Province

指标因子 Indicator factors	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}
X_1	0.10															
X_2	0.39	0.15														
X_3	0.32	0.28	0.04													
X_4	0.44	0.42	0.30	0.15												
X_5	0.50	0.50	0.35	0.57	0.22											
X_6	0.67	0.70	0.68	0.73	0.79	0.55										
X_7	0.56	0.47	0.34	0.41	0.50	0.91	0.24									
X_8	0.59	0.60	0.54	0.65	0.62	1.00	0.59	0.41								
X_9	0.73	0.73	0.72	0.77	0.80	0.90	0.93	1.00	0.66							
X_{10}	0.62	0.58	0.38	0.45	0.58	0.79	0.66	1.00	0.91	0.23						
X_{11}	0.84	0.84	0.77	0.82	0.83	0.89	1.00	0.86	0.89	0.86	0.73					
X_{12}	0.52	0.60	0.46	0.55	0.65	0.79	0.66	0.94	0.91	0.45	0.79	0.37				
X_{13}	0.25	0.31	0.16	0.27	0.40	0.66	0.38	0.54	0.77	0.42	0.76	0.53	0.04			
X_{14}	0.67	0.69	0.66	0.71	0.76	0.75	1.00	1.00	0.79	0.81	0.78	0.81	0.68	0.61		
X_{15}	0.26	0.42	0.34	0.45	0.57	0.94	0.94	0.68	1.00	0.74	1.00	0.58	0.21	0.97	0.02	
X_{16}	0.61	0.64	0.51	0.60	0.60	0.79	0.92	0.86	0.90	0.52	0.85	0.72	0.52	0.81	0.72	0.45

注:X_1~X_{16}的含义见表2。

Note: The definitions of X_1~X_{16} were provided in Table 2.

场需求导向,往往存在占用耕地改种经济作物的行为[5]。例如双季稻产区农户更偏向于仅种单季稻,空留耕地种植蔬头、百合等附加收入高的作物。致使农业结构失去合理性,造成耕地“非粮化”。

根据本研究结果,针对江西省耕地“非粮化”提出建议:

(1)推动耕地用途分类管控与差异化管理。江西省耕地“非粮化”呈明显空间分异,应依据区域自然禀赋与发展基础,构建“三区三类”差异化管控机制。赣北城市辐射区强化基本农田保护红线,落实“非粮不得用于非农”的硬约束;而赣南丘陵地区,积极探索耕地轮作、复种与联合经营新机制;在鄱阳湖平原粮食主产区,则应稳步推进绿色高产示范区建设,保障双季稻种植稳定性。

(2)完善粮食收益保障机制。进一步完善粮食生产补贴、耕地轮作补助等经济激励政策,推动主粮与经济作物收益平衡。在保障粮食供给的基础上,引导推广“稻+藕”、“稻+豆”和“稻+药”等多元化复种模式,提升单位耕地综合效益,增强农户种粮积极性。

(3)促进城镇化与农业的协调发展。在推动城镇化进程的同时,应确保农业用地的合理保护和农业生产的空间需求,避免过度占用优质耕地。通过乡村振兴战略提高农村经济和农业的可持续性,吸引更多农业企业和资本投资,推动农业现代化,降低耕地“非粮化”的风险。

另外考虑到蔬菜种植往往不占用耕地的全年耕种时段,常以轮作、间作等方式存在于复种体系中,若不加甄别地统计为“非粮用途”,则可能对耕地利用结构及其转型方向的判断产生偏差,也是本研究尚需完善之处。在此背景下,建议未来的研究在“非粮化”分类上引入多维口径区分,例如按“非主粮化”或“非口粮化”划分标准,提升统计科学性。

4 结论

2002-2022年,江西省耕地“非粮化”水平由2002年的40.47%逐年降至低峰值即2014年的31.08%,再缓慢上升到2022年的33.76%,年均耕地“非粮化”水平为33.50%,高于全国同期平均水平。耕地“非粮化”较重区和重度区多位于赣北和赣南,呈区域性聚集,较轻区及轻度区则主要分布于赣东北地区鄱阳湖平原流域。耕地“非粮化”现

象在空间上具有明显的分异特征,表现出北部高、中东部及中部低的空间格局,同时在空间上具有明显的集聚特征。耕地“非粮化”在东西方向上先收敛再扩张,而南北方向呈扩张特征,随着时间的推移,各城市的耕地“非粮化”在空间上的分布逐渐趋于均衡。

驱动机制分析表明,城镇化水平、油料作物种植面积比例及地均生产总值是推动江西省耕地“非粮化”空间集聚的主要驱动力,同时人均耕地面积、粮食单产和油料作物面积比例这3个因子与其它因子的交互作用最为显著。

附加材料:附表1(2002-2022年江西省耕地“非粮化”的重心迁移空间变化及标准化椭圆参数)见中国知网增强出版内容。

参 考 文 献

[1]中华人民共和国国务院新闻办公室.中国的粮食安全[EB/OL].(2019-10-14)[2025-02-28]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-10/14/content_5439410.htm.
Information Office of the State Council of the People's Republic of China. China's Food Security [EB/OL]. (2019-10-14)[2025-02-28]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-10/14/content_5439410.htm.

[2]胡世文,杨小斐.习近平关于粮食安全重要论述的理论内涵及其意义[J].社会主义研究,2025,(2):27-34.
Hu S W, Yang X F. The theoretical connotation and significance of Xi Jinping's important expositions on food security [J]. Socialism Studies, 2025(2): 27-34.

[3]卞靖,郭丽岩.大国粮食安全:系统思维、能力提升与机制建设[M].北京:中国计划出版社,2022:226.
Bian J, Guo L Y. Food security in major countries: systematic thinking, ability enhancement and mechanism construction[M]. Beijing: China Planning Press, 2022: 226.

[4]周奎.我国粮食补贴政策效果评价研究[D].武汉:中南财经政法大学,2023.
Zhou K. Research on the effect evaluation of China's grain subsidy policy[D]. Wuhan: Zhongnan University of Economics and Law, 2023.

[5]孔祥斌.耕地“非粮化”问题、成因及对策[J].中国土地,2020(11):17-19.
Kong X B. Problems, causes and countermeasures of farmland "non-grain"[J]. China Land, 2020(11): 17-19.

[6]Meyfroidt P, Carlson K M, Fagan M E, et al. Multiple pathways of commodity crop expansion in tropical forest landscapes[J]. Environmental Research Letters, 2014, 9(7): 074012.

[7]Barnes A P, Hansson H, Manevska-Tasevska G, et al. The influence of diversification on long-term viability of the agricultural sector[J]. Land Use Policy, 2015, 49: 404-412.

[8]Cassman K G, Grassini P. A global perspective on sustainable intensification research [J]. Nature Sustainability, 2020, 3: 262-268.

[9]李俊甫,房阿曼,吴克宁,等.河南省耕地“非粮化”空间分异特征及其驱动因素分析[J].中国农业资源与区划,2024,45(11):23-34.
Li J F, Fang A M, Wu K N, et al. Analysis of spatial differentiation characteristics and driving factors of "non-grain" cultivated land in Henan province[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2024, 45(11): 23-34.

[10]Liu Z H, Yang P, Wu W B, et al. Spatiotemporal changes of cropping structure in China during 1980 - 2011[J]. Journal of Geographical Sciences, 2018, 28(11): 1659-1671.

[11]常伟,马诗雨.农地规模流转中的“非粮化”问题研究[J].农业经济,2020(9):3-5.
Chang W, Ma S Y. Study on the "non-grain" problem in farmland scale circulation [J]. Agricultural Economy, 2020(9): 3-5.

[12]王勇,陈印军,易小燕,等.耕地流转中的“非粮化”问题与对策建议[J].中国农业资源与区划,2011,32(4):13-16.
Wang Y, Chen Y J, Yi X Y, et al. The non-grain problem in the process of land transfer and the countermeasures [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2011, 32(4): 13-16.

[13]Su Y, Li C L, Wang K, et al. Quantifying the spatiotemporal dynamics and multi-aspect performance of non-grain production during 2000 - 2015 at a fine scale[J]. Ecological Indicators, 2019, 101: 410-419.

[14]徐畅,郭杰,易家林,等.江苏省耕地非粮化时空格局演变及驱动因素分析[J].长江流域资源与环境,2024,33(2):436-447.
Xu C, Guo J, Yi J L, et al. Analysis on the evolution of spatiotemporal pattern and driving factors of non-grain cultivated land in Jiangsu Province from 1996 to 2020 [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2024, 33(2): 436-447.

[15]李超,程锋.“非粮化”对耕作层破坏的认定问题思考[J].中国土地,2021(7):12-14.
Li C, Cheng F. Reflections on the identification of "non-grain" damage to cultivated layer[J]. China Land, 2021(7): 12-14.

[16]杨彪,梁若愚.河北省粮食生产布局变迁及耕地“非粮化”研究[J/OL].中国农业资源与区划,2025:1-16.(2025-02-17)[2025-03-13]. https://link.cnki.net/urlid/11.3513.S.20250217.1343.010.
Yang B, Liang R Y. Research on the changes in grain production layout and the non grain transformation of farmland in Hebei province [J/OL]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2025: 1-16 (2025-02-17)[2025-03-13]. https://link.cnki.net/urlid/11.3513.S.20250217.1343.010.

[17]祝洪章,秦勇.我国粮食主产区农地流转“非粮化”问题及对策研究[M].北京:经济科学出版社,2020.
Zhu H Z, Qin Y. Study on the problem and countermeasures of "non-grain production" of agricultural land transfer in China's main grain producing areas [M]. Beijing: Economic Science Press, 2020.

[18]蒋梅鑫.江西地理[M].北京:北京师范大学出版社:2020:396.
Jiang M X. Geography of Jiangxi [M]. Beijing: Beijing Normal University Press,2020: 396.

[19]吴富有.近10年长江中下游典型稻作区种粮大户耕地承包规模和复种的变化研究——以江西省北部为例[D].南昌:江西师范大学,2023.
Wu F Y. Study on the change of farmland contract scale and multiple cropping of large grain growing households in the middle and lower reaches of the Yangtze River in the past 10 years: a case study of northern Jiangxi Province [D]. Nanchang:Jiangxi Normal University,2023.

[20]江西省统计局,国家统计局江西调查总队.江西统计年鉴[EB/OL].(2025-03-04)[2025-04-28]. https://tjj.jiangxi.gov.cn/resource/nj/2024CD/zk/indexch.htm.
Jiangxi Provincial Bureau of Statistics, National Bureau of Statistics Jiangxi Investigation Team. Jiangxi Statistical Yearbook [EB/OL]. (2025-03-04) [2025-04-28]. https://tjj.jiangxi.gov.cn/resource/nj/2024CD/zk/indexch.htm.

[21]张启锐.地质趋势面分析[M].北京:科学出版社,1990:12.
Zhang Q R. Geological trend surface analysis [M]. Beijing: Science Press,1990:12.

[22]陈彦光.基于Moran统计量的空间自相关理论发展和方法改进[J].地理研究,2009,28(6):1449-1463.
Chen Y G. Reconstructing the mathematical process of spatial autocorrelation based on Moran's statistics[J]. Geographical Research, 2009, 28(6): 1449-1463.

[23]赵璐,赵作权.基于特征椭圆的中国经济空间分异研究[J].地理科学,2014,34(8):979-986.
Zhao L, Zhao Z Q. Projecting the spatial variation of economic based on the specific ellipses in China[J]. Scientia Geographica Sinica,2014,34(8): 979-986.

[24]Wang J F, Li X H, Christakos G, et al. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun Region, China [J]. International Journal of Geographical Information Science, 2010,24(1): 107-127.

[25]王劲峰,徐成东.地理探测器:原理与展望[J].地理学报,2017,72(1):116-134.
Wang J F, Xu C D. Geodetector: principle and prospective[J]. Acta Geographica Sinica,2017,72(1): 116-134.

[26]王鹏程,张利国,卢玉兰,等.广西耕地"非粮化"时空演变及影响因素研究[J].中国农业资源与区划,2023,44(5):187-197.
Wang P C, Zhang L G, Lu Y L, et al. Study on the spatial-temporal evolution and influencing factors of non-grain cultivated land in Guangxi[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning,2023,44(5):187-197.

[27]Zhao S X, Xiao D Y, Yin M M. Spatiotemporal patterns and driving factors of non-grain cultivated land in China's three main functional grain areas[J]. Sustainability, 2023,15(18): 13720.

[28]中华人民共和国农业农村部.财政部农业部关于调整完善农业三项补贴政策的指导意见[EB/OL].(2015-05-22)[2025-02-28]. https://www.moa.gov.cn/gk/tzgg_1/tz/201505/t20150522_4611006.htm.
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Guiding Opinions of the Ministry of Finance and the Ministry of Adjusting and Improving the Three Agricultural Subsidy Policies[EB/OL]. (2016-04-18) [2025-02-28]. https://www.moa.gov.cn/gk/tzgg_1/tz/201505/t20150522_4611006.htm.

[29]张平.国务院关于抗击低温雨雪冰冻灾害及灾后重建工作情况的报告[EB/OL]. (2008-04-22) [2025-02-28]. http://www.npc.gov.cn/zgrdw/npc/xinwen/jdgz/2008-04/22/content_1425188.htm.
Zhang P. Report of The State Council on the situation of fighting against the disaster of low temperature rain and snow and freezing and post-disaster reconstruction [EB/OL]. (2008-04-22) [2025-02-28]. http://www.npc.gov.cn/zgrdw/npc/xinwen/jdgz/2008-04/22/content_1425188.htm.

[30]朱冬亮,高杨.农户种粮意愿弱化与粮食种植业退化状况分析——基于闽赣鄂浙32村486户的调查[J].集美大学学报(哲学社会科学版),2013,16(4):41-48.
Zhu D L, Gao Y. An analysis of farmers'declining will to produce grains and recession of grain producing——a survey of 346 households in 32 villages from Fujian, Jiangxi, Hubei and Zhejiang Province[J]. Journal of Jimei University (Philosophy and Social Sciences),2013,16(4):41-48.

[31]Li Y F, Zhao B C, Huang A, et al. Characteristics and driving forces of non-grain production of cultivated land from the perspective of food security[J]. Sustainability, 2021, 13(24): 14047.

[32]朱毓莹,周浩.基于县域尺度的耕地"非粮化"时空分异及驱动机制研究——以湖南省为例[J].农业现代化研究,2024,45(3):399-408.
Zhu Y Y, Zhou H. The spatiotemporal differentiation and driving mechanism of farmland "non-grain use" at county scale: a case study of Hunan Province[J]. Research of Agricultural Modernization, 2024, 45(3): 399-408.

[33]邓远远,朱俊峰.粮食种植户保护性耕作技术采纳决策——影响因素及其异质性特征[J].中国农业大学学报,2023,28(12):248-261.
Deng Y Y, Zhu J F. Grain farmers' conservation tillage technology adoption behavior: influencing factors and its heterogeneity characteristics[J]. Journal of China Agricultural University,2023,28(12):248-261.

[34]唐鹏钦,姚艳敏,吴文斌,等.基于遥感技术的耕地复种指数研究进展[J].中国农业资源与区划,2010,31(2):21-27.
Tang P Q, Yao Y M, Wu W B, et al. Progress in multiple crop index based on remote-sensing technologies[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning,2010, 31(2):21-27.

(编辑:郭玥微)