

广西主要农作物生产格局演变特征与机制研究

屠爽爽^{1,2}, 简代飞¹, 龙花楼^{2,3}, 李婷婷⁴, 张英男⁵

(1. 南宁师范大学北部湾环境演变与资源利用教育部重点实验室, 南宁 530001; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101; 3. 广西大学公共管理学院, 南宁 530004; 4. 中国社会科学院农村发展研究所, 北京 100732; 5. 浙江大学公共管理学院, 杭州 310058)

摘要: 农作物生产结构与布局是农业地理学探讨的传统研究主题, 开展农作物生产格局演变特征与机制研究, 可为区域农业生产要素的优化配置提供参考依据。论文运用区位基尼系数、重心移动模型、比较优势指数等方法, 揭示 1995—2019 年广西粮食、糖料、水果和蔬菜 4 类主要农作物生产格局的演变特征, 剖析其形成机制, 据此提出相关优化建议。结果表明: 粮食作物“退”、糖果菜“进”构成主要农作物竞争的基本态势; 粮食、蔬菜生产空间分布相对分散, 糖料生产地理集聚趋势明显, 水果生产由相对集中走向分散; 主要农作物综合比较优势受规模比较优势主导, 粮食生产劣势明显, 糖料生产具有绝对规模比较优势和综合比较优势, 水果、蔬菜生产规模比较优势突出但效率比较优势有待提升。资源禀赋的约束、市场供需和比较效益的主导、乡村社会发展要素变化的诱发、制度环境的引导/修正、集聚经济的循环累积等多种力量综合作用推动农作物生产格局的演变。特殊的区情决定了广西农作物生产应统筹经济功能、社会功能和生态功能, 通过结构调整、产业集聚、空间优化, 推进农作物生产从规模扩张向综合效益提升转型。

关键词: 农作物; 生产格局; 演变机制; 农业生产转型; 农业地理学; 广西

DOI: 10.11821/dlxb202209013

伴随农民家庭收入结构和增收机制的变化, 加之受国内大宗粮食作物生产成本趋高、利润率走低影响, 中国小麦、稻谷等粮食作物生产动力不足^[1-3]; 同时, 受国际大宗农产品价格偏低、国内食物消费结构变化等影响, 市场对农产品品种及质量安全的要求发生重大变化^[4-5]。供需环境的变化以及“新常态”下中国经济发展动力的转变使农作物生产面临转型升级的任务, 2021 年中央一号文件强调要优化农业生产结构和区域布局, 提升农业质量效益和竞争力。广西壮族自治区(下称“广西”)具有良好的水热资源优势, 糖料、水果、蔬菜等农作物生产在全国具有举足轻重的地位, 2019 年农业增加值在全区国民经济的占比排全国第二^[6]。作为欠发达地区, 广西城镇化水平低, 城乡间、区域间发展差异较大, 农业发展肩负着巩固拓展脱贫攻坚成果、改善城乡二元结构的重任,

收稿日期: 2022-03-14; 修订日期: 2022-08-26

基金项目: 国家自然科学基金项目(41901207); 广西自然科学基金项目(2018GXNSFDA281032), 中国博士后科学基金项目(2018M630197); 广西壮族自治区八桂学者工程专项经费 [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41901207; Natural Science Foundation of Guangxi Zhuang Autonomous Region, No.2018GXNSFDA281032; The Postdoctoral Science Foundation of China, No.2018M630197; The BaGui Scholars Program of Guangxi Zhuang Autonomous Region]

作者简介: 屠爽爽(1982-), 女, 河南周口人, 博士, 副研究员, 硕士生导师, 中国地理学会会员(S110006336A), 研究方向为乡村发展与土地利用。E-mail: tuss@nnu.edu.cn

通讯作者: 龙花楼(1971-), 男, 湖南醴陵人, 博士, 研究员, 博士生导师, 中国地理学会会员(S110001545M), 研究方向为城乡发展与土地利用转型、“三农”问题与乡村振兴。E-mail: longhl@igsnr.ac.cn

对促进全区社会经济发展乃至保障全国重要农产品供给具有重要意义。然而由于受地貌类型复杂多样、经济基础薄弱、生产要素配置不够合理等因素制约,当前农作物生产效率仍有待提升,亟需基于对主要农作物生产格局演变特征与机制的系统认知优化生产结构和区域布局,推动农作物生产从规模扩张向综合效益提升转型。

农作物生产结构与布局研究是农业地理学的传统研究内容,20世纪50年代以来,邓静中、周立三、吴传钧等老一辈地理学家基于大规模农业资源调查开展了全国和典型地区农业生产布局及农业区划研究^[7-11],宏观上为各级政府农业生产活动的组织提供了重要决策建议。近年来国内大量学者基于地理学、经济学、生态学等视角开展了全国和典型地区种植业地理集聚^[12-14]以及农作物生产结构时空演变特征^[15-18]、影响机制^[19-21]、安全评价^[22-23]等研究,重点关注粮食^[24-28]、糖料^[29]、玉米^[30]、马铃薯^[31]、甜瓜^[32]等单一农作物的生产格局及其区域优势布局,部分学者开展了种植业生产潜力时空演变^[33]、种植结构调整的水土资源利用效应^[34]研究,并对农作物播种面积^[35]、空间竞争^[36]进行了模拟。当前已有以广西为案例区从粮食^[37]、甘蔗^[38]等单一作物视角开展的格局演变及影响因素研究,未能形成对不同类型农作物竞争态势及其结构变化趋势的整体认知,而以省级或地级市为基本单元开展的涉及广西种植结构和生产比较优势的研究^[15, 19-20, 39],难以细致揭示区域内部农作物生产的空间异质性及其演变机制。为此,本文以县域为基本研究单元,选取粮食、糖料、水果和蔬菜4类农作物,运用区位基尼系数、重心移动模型、比较优势指数等方法揭示1995—2019年广西主要农作物生产格局的演变特征及其形成机制,提出相关优化建议,以期对区域农作物生产要素配置提供决策参考。

1 区域概况与研究方法

1.1 研究区概况

广西位于20°54'N~26°24'N、104°26'E~112°04'E(图1),地处云贵高原向东南沿海丘陵的过渡地带,地势由西北向东南倾斜,地貌以丘陵山地为主,喀斯特地貌广布^[40];广西属亚热带季风气候,多年平均气温17~23℃,无霜期长达284~365d^[41];全区年均日照时数1363~2136h,总体呈由北向南递增变化;全区年均降水量1038~2520mm,呈由桂东南向桂西北递减态势。良好的水热资源条件适宜多种农作物栽培和生长,2019年种植业在农林牧渔业总产值中的比重占56.42%,高于全国3.13个百分点^[6]。食糖产量连续27年居全国第一位^[6],2015年蔗糖业发展上升为国家战略^[42];蔬菜产量居全国第八位^[6],是全国重要的南菜北运基地以及秋冬菜基地;水果产量居全国第三位^[6],柑橘、芒果、柿子、火龙果、百香果等规模均居全国第一位^[43];截止到2020年,全区拥有的中国特色农产品优势区数量位居全国前列^[44]。

1.2 数据来源

结合广西农作物类型特点,本文选取粮食、糖料、蔬菜和水果4类主要作物为研究对象,以2019年行政区划为基准,对研究期间行政区划发生变更的县域单元及其统计数据加以修正,并将同一地级市下的市辖区合并作为一个研究单元,得到84个基本研究单元。文中涉及的社会经济数据来源于相应年份的《中国统计年鉴》《广西统计年鉴》《广西农村统计资料》以及各地级市的统计年鉴、统计公报,部分缺失数据由中国县域农业农村经济数据库提供或由相近年份、相邻研究单元数据替代。高程和降水量数据来源于中国科学院资源环境科学与数据中心(<https://www.resdc.cn/>),气温和日照时数数据来源于中国气象数据网(<http://data.cma.cn/>)。

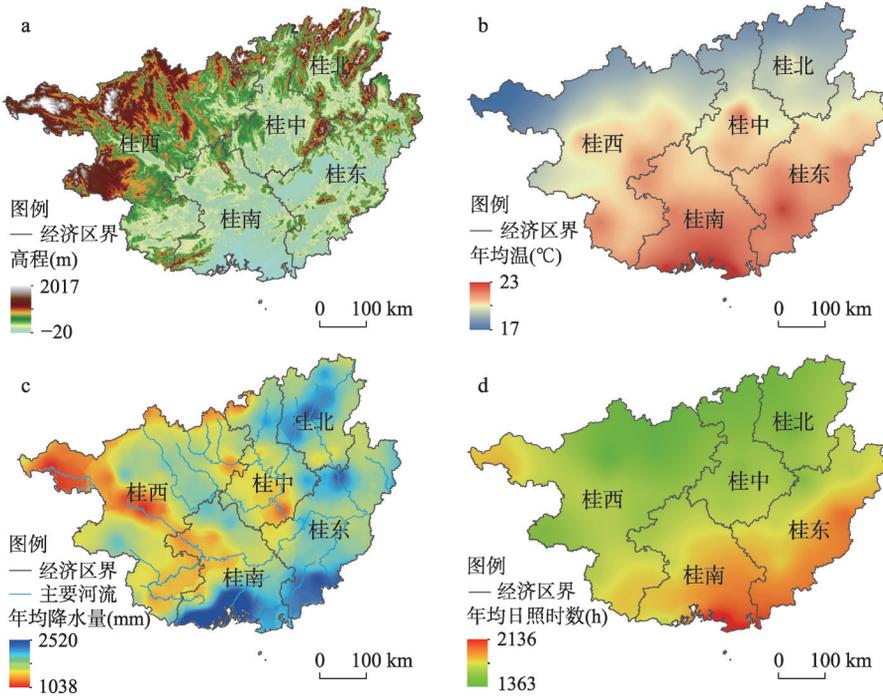


图1 广西自然地理要素空间特征

Fig. 1 Spatial characteristics of physical geographical elements in Guangxi

1.3 研究方法

1.3.1 区位基尼系数 借助区位基尼系数测度主要农作物生产的集聚程度^[45], 公式如下:

$$G_j = 1 - \frac{1}{n} \left(2 \sum_{i=1}^{n-1} W_{ij} + 1 \right) \quad (1)$$

式中: G_j 为农作物 j 的区位基尼系数; n 是将各县域农作物产量由低到高排序, 按县域数量均等分为 n 组, 本文将 84 个县域分为 12 组, 即 $n = 12$; W_{ij} 是第 i 组农作物 j 的产量占全部县域农作物 j 总产量的比重。 G_j 的取值范围为 $[0, 1]$, 其数值越大, 表明农作物生产的集聚程度越高。

1.3.2 重心移动模型 采用重心移动模型测算不同年份广西主要农作物生产重心坐标及其移动距离, 计算公式为^[46]:

$$X_j = \frac{\sum_{i=1}^n (M_{ij} \times X_i)}{\sum_{i=1}^n M_{ij}}, \quad Y_j = \frac{\sum_{i=1}^n (M_{ij} \times Y_i)}{\sum_{i=1}^n M_{ij}} \quad (2)$$

$$D = C \times \sqrt{(X_{j2} - X_{j1})^2 + (Y_{j2} - Y_{j1})^2} \quad (3)$$

式中: M_{ij} 表示 i 县域第 j 年某类作物的产量; (X_i, Y_i) 表示 i 县域的几何中心坐标; X_j 和 Y_j 分别表示第 j 年区域某作物产量重心的经、纬度坐标; D 为 j_1 年至 j_2 年的重心移动距离; C 为常数, 取值 111.111 km; (X_{j1}, Y_{j1}) 和 (X_{j2}, Y_{j2}) 分别指 j_1 年和 j_2 年某作物产量的重心坐标。

1.3.3 比较优势指数 采用规模比较优势指数、效率比较优势指数和综合比较优势指数^[47-48] 分析主要农作物生产相较于区域平均水平的比较优势。

(1) 规模比较优势指数 (Scale Advantage Index, SAI), 用于反映一个地区某种农作物生产规模的比较优势, 计算公式为:

$$SAI_{ij} = (S_{ij}/S_i) / (S_j/S) \quad (4)$$

式中： SAI_{ij} 为*i*地区*j*种农作物的规模比较优势指数； S_{ij} 为*i*地区*j*种农作物的种植面积； S_i 为*i*地区农作物总种植面积； S_j 为高一区域*j*种农作物的种植面积； S 为高一区域农作物总种植面积。若 $SAI_{ij} > 1$ ，表明*i*地区生产*j*种农作物具有规模比较优势，其值越大，优势越强；若 $SAI_{ij} < 1$ ，则具有规模比较劣势；若 $SAI_{ij} = 1$ ，则与区域平均规模水平持平。

(2) 效率比较优势指数 (Efficiency Advantage Index, EAI)，用于衡量一个地区某种农作物生产效率的比较优势，计算公式为：

$$EAI_{ij} = AP_{ij}/AP_j \quad (5)$$

式中： EAI_{ij} 为*i*地区*j*种农作物的效率比较优势指数； AP_{ij} 为*i*地区*j*种农作物的单位面积产量； AP_j 为高一区域*j*种农作物的单位面积产量。若 $EAI_{ij} > 1$ ，表明*i*地区生产*j*种农作物具有效率比较优势，其值越大，优势越强；若 $EAI_{ij} < 1$ ，则具有效率比较劣势；若 $EAI_{ij} = 1$ ，则与区域平均效率水平持平。

(3) 综合比较优势指数 (Aggregated Advantage Index, AAI)，用于测度一个地区某种农作物生产的综合比较优势，计算公式为：

$$AAI_{ij} = \sqrt{SAI_{ij} \times EAI_{ij}} \quad (6)$$

式中： AAI_{ij} 为*i*地区*j*种农作物的综合比较优势指数； SAI_{ij} 和 EAI_{ij} 分别为*i*地区*j*种农作物的规模比较优势指数和效率比较优势指数。若 $AAI_{ij} > 1$ ，表明*i*地区生产*j*种农作物具有综合比较优势，其值越大，优势越强；若 $AAI_{ij} < 1$ ，则具有综合比较劣势；若 $AAI_{ij} = 1$ ，则与区域平均综合水平持平。

1.3.4 农作物生产分区 依据各县域规模比较优势指数、效率比较优势指数和综合比较优势指数将主要农作物生产划分为如下6种区域类型（表1）。

表1 主要农作物生产分区标准
Tab. 1 Zoning standards for major crops production

级别	类型	类型名称	判断指标	基本特征
优势区	I类	均衡优势区	$SAI > 1, EAI > 1, AAI > 1$	同时具有规模比较优势、效率比较优势和综合比较优势
	II类	规模主导优势区	$SAI > 1, EAI < 1, AAI > 1$	受规模比较优势主导而具有综合比较优势，无效率比较优势
	III类	效率主导优势区	$SAI < 1, EAI > 1, AAI > 1$	受效率比较优势主导而具有综合比较优势，无规模比较优势
劣势区	IV类	低效率劣势区	$SAI > 1, EAI < 1, AAI < 1$	具有规模比较优势，无效率比较优势和综合比较优势
	V类	低规模劣势区	$SAI < 1, EAI > 1, AAI < 1$	具有效率比较优势，无规模比较优势和综合比较优势
	VI类	绝对劣势区	$SAI < 1, EAI < 1, AAI < 1$	同时不具有规模比较优势、效率比较优势和综合比较优势

2 农作物生产格局演变特征及分区

2.1 农作物生产格局变化特征

(1) 粮食作物“退”、糖果菜作物“进”构成全区主要农作物竞争的基本态势

如图2所示，1995—2019年全区粮食产量年均减少0.49%，粮食种植面积占农作物总种植面积的比重由58.63%降至36.92%；糖料生产经历1995—2008年的波动中快速增长以及2009—2019年的波动中有所回落两个阶段，产量年均增长8.05%，种植面积占比由7.27%上升至11.97%；水果生产呈持续快速增长态势，产量年均增长率高达34.47%，种植面积占比由8.03%上升至19.49%；蔬菜生产规模快速增长，产量年均增长7.47%，种

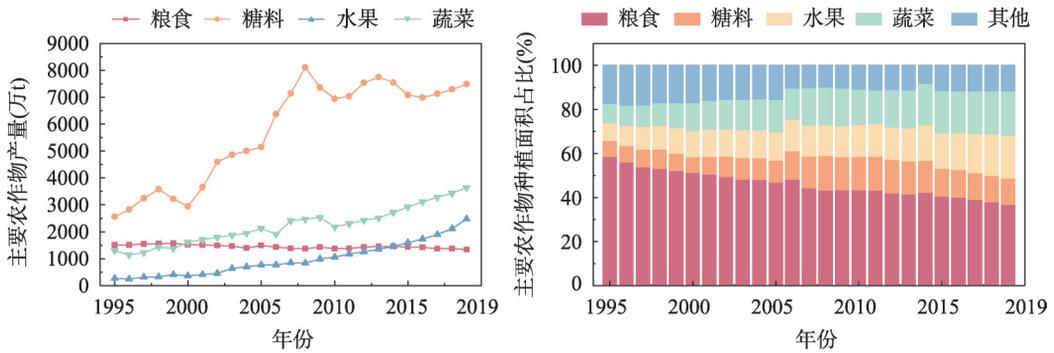


图2 1995—2019年广西主要农作物产量及种植面积占比变化

Fig. 2 Proportion changes of the yield and planting area of major crops in Guangxi from 1995 to 2019

种植面积占比由8.90%上升至19.96%。粮食、糖料、水果、蔬菜产量的变异系数分别为0.05、0.33、0.58、0.31，水果产量变化程度最大；4类农作物种植面积占比的变异系数分别为0.12、0.26、0.20、0.22，糖料种植面积波动幅度最大。

(2) 糖粮果菜生产重心发生不同程度迁移，其中水果移动幅度最大

依托ArcGIS 10.8平台测算主要时间节点的农作物产量重心及各时段移动距离(图3、表2)。结果表明，历年粮果菜生产重心均位于桂中偏东南方向，糖料生产重心位于全区偏西南方向。其中，粮食生产重心始终位于来宾市辖区内，总体向西北方向推移但迁移幅度相对较小，2010年以来移动速度略有加快，表明桂西北地区粮食生产贡献率有所提升；糖料生产呈“西进南移”态势，生产重心由宾阳县迁移至南宁市辖区，表明糖料生产高密度空间持续向桂西南地区集中；水果生产重心持续大幅度向北部迁移，移动轨迹呈倾斜的“Z”字型，尤以2000—2005年间迁移速度为快；蔬菜生产重心总体呈现向西南迁移趋势，其中2000—2010年间快速移动，2010年后趋于稳定。

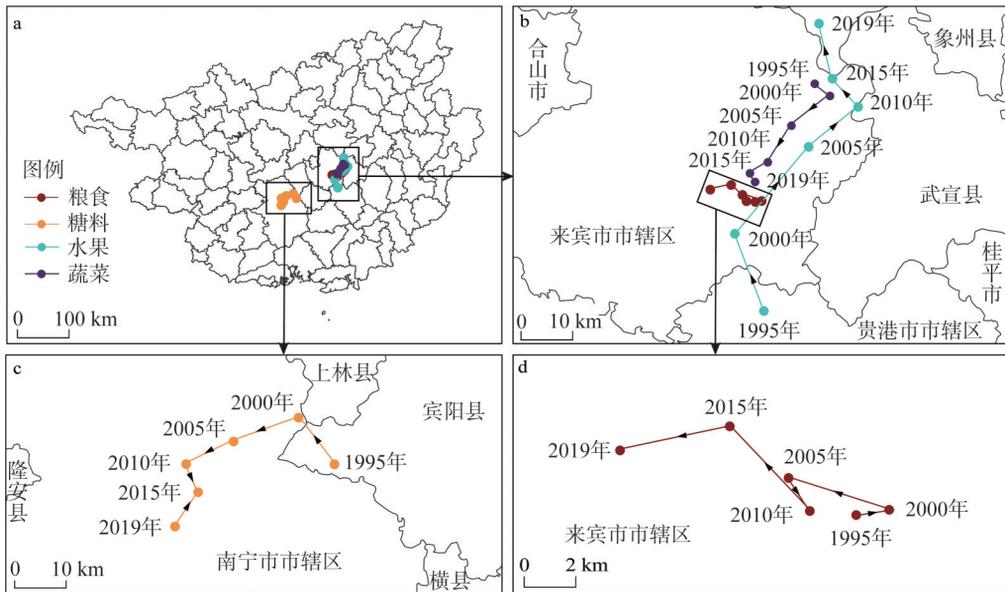


图3 1995—2019年广西主要农作物产量重心移动轨迹

Fig. 3 Trajectory of gravity center of major crops yield in Guangxi from 1995 to 2019

表2 1995—2019年广西主要农作物产量重心移动距离

Tab. 2 Moving distance of gravity center of major crops yield in Guangxi from 1995 to 2019

时段	粮食生产重心 移动距离(km)	糖料生产重心 移动距离(km)	水果生产重心 移动距离(km)	蔬菜生产重心 移动距离(km)
1995—2000年	1.36	11.37	17.45	4.13
2000—2005年	4.28	15.40	24.14	10.32
2005—2010年	1.59	10.51	13.49	9.22
2010—2015年	4.72	7.70	8.09	4.45
2015—2019年	4.56	8.65	11.97	2.13
1995—2019年	9.94	33.97	61.81	24.24

(3) 粮食蔬菜生产空间分布相对分散, 糖料生产趋向区域集聚, 水果生产由相对集中走向分散

计算主要时间节点全区4类农作物产量的区位基尼系数(图4), 并以1995—2019年县域主要农作物产量均值的0.5、1.0、1.5倍为临界值划分低产区、较低产区、中产区和高产区, 分析其空间演变特征(图5)。结果表明: ① 粮食生产空间分布相对稳定, 地理集聚程度略有提高。高产区除在桂北部分县域零散分布外, 集中分布于桂南和桂东南地区, 南宁市辖区、桂平市、贵港市辖区、博白县、钦州市辖区、平南县、灵山县、全州县为稳定的产粮大县; 低产区主要分布于桂西北、桂西南地区。② 糖料生产地理集聚趋势明显。1995—2019年区位基尼系数总体上升, 产量位居前十县域的生产量占全区糖料总产量的比例由49.84%上升至62.76%。高产区在桂中、桂南和桂西南地区连片分布, 南

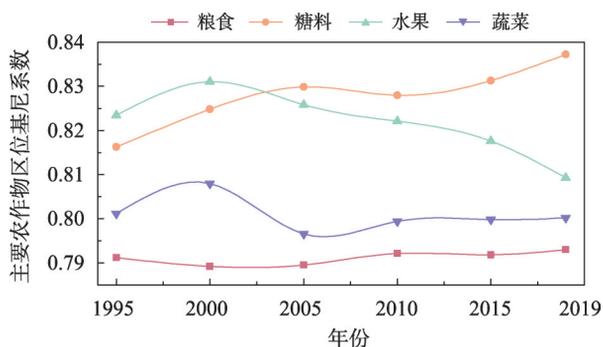


图4 1995—2019年广西主要农作物产量区位基尼系数
Fig. 4 Changes of Gini coefficients of major crops yield in Guangxi from 1995 to 2019

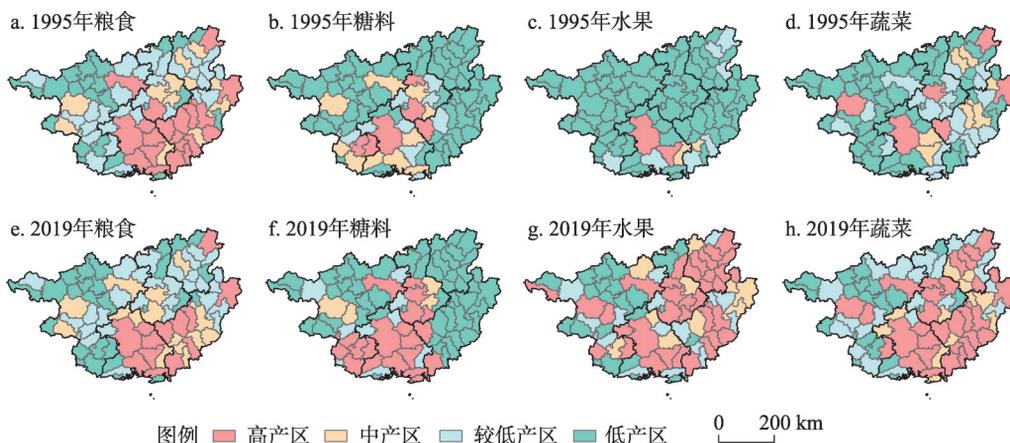


图5 1995年和2019年广西主要农作物产量分布格局
Fig. 5 Spatial pattern of major crops yield of Guangxi in 1995 and 2019

宁、崇左、贵港、来宾等市辖区及扶绥县、柳城县为稳定的糖料集中产区，随着高值区向外围县域扩散，逐步形成“两头大、中间小”的极化分布格局，即高产区、低产区广泛连片分布，中产区、较低产区相对较少。③ 水果生产空间扩散明显，地理集中性由强转弱。2005年后区位基尼系数持续下降，位居前十县域的生产量占全区水果总产量的比例由52.54%下降至44.32%。高产区由桂南地区集聚分布扩展至桂南、桂东、桂中、桂北地区连片分布，形成“大分散、小集聚”的空间格局；低产区集中分布于桂西部分地区。④ 蔬菜生产空间扩散明显且分散性趋势渐强。高产区由在各市辖区及周边县域零散分布逐渐向四周广泛拓展，其中桂南和桂东地区分布范围最广；低产区集中于桂西北、桂西南部分地区。

(4) 粮食生产劣势地位明显，糖料具有绝对规模比较优势且效率优势呈波动变化，水果、蔬菜规模比较优势突出但效率有待提升

计算1995—2019年全区4类农作物生产在全国范围内的比较优势指数，结果表明(图6)：粮食SAI、EAI始终低于1且持续走低；糖料生产具有绝对规模比较优势，2006年后SAI稳定在13~14之间，EAI位于1.05~1.29且呈下降趋势；水果生产规模比较优势显著，SAI由1.39逐年上升至2.44，2000年以来生产效率逐步提升，2019年EAI接近1；蔬菜生产规模比较优势明显且相对稳定，SAI在1.28~1.76之间，但EAI低于1。就综合比较优势而言，粮食生产处于劣势地位，AAI始终低于1；糖料生产在全国具有较强竞争力，AAI在2.86~4.01之间；水果成为极具优势潜力的农作物，AAI在1.09~1.54区间变动；蔬菜比较优势有待提升，AAI在0.88~1.14之间。25年间主要农作物的AAI与SAI变化趋势保持高度一致，表明全区主要农作物生产综合比较优势受规模比较优势主导。

2.2 农作物生产分区

计算2019年县域单元主要农作物生产在全区范围内的比较优势指数，依据表1分区标准划定主要农作物生产分区(图7)。

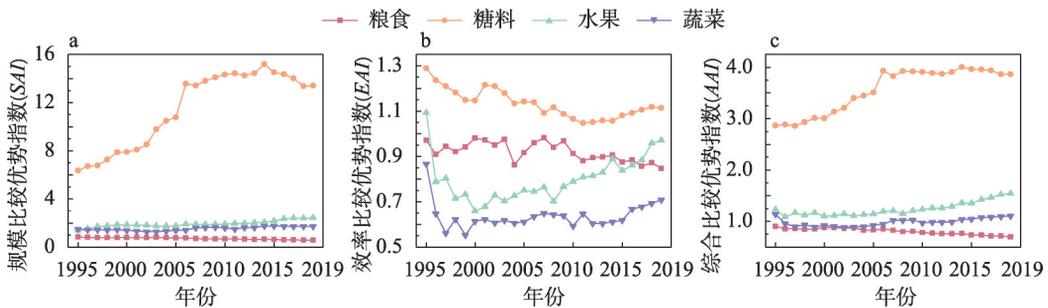


图6 1995—2019年广西主要农作物生产比较优势变化

Fig. 6 Changes of comparative advantages of major crops production in Guangxi from 1995 to 2019

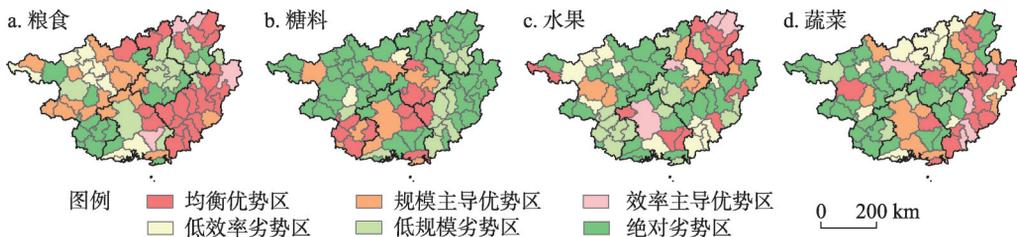


图7 2019年广西主要农作物生产类型划分

Fig. 7 Regional types of major crops production in Guangxi in 2019

(1) 粮食。粮食生产优势区涉及44个县域, 集中分布于桂东南、桂东北和桂西部分地区。其中, 均衡优势区包括陆川县等24个县域, 综合优势指数排名前十位的县域中有8个集中分布在桂东南地区; 规模主导优势区包括16个县域, 主要分布于桂西地区; 效率主导优势区包括灵山县等4个县域。粮食生产劣势区在桂西南和桂中地区分布范围最广, 其中低效率劣势区主要分布于河池市等地的10个县域, 低规模劣势区包括14个县域, 绝对劣势区涉及16个县域。

(2) 糖料。糖料生产优势区共涉及21个县域, 连片分布于桂中、桂南和桂西南地区。其中, 均衡优势区包括12个县域, 主要分布于崇左市以及来宾市、南宁市和贵港市的交界地带, 综合优势指数排名前四位的宁明县、龙州县、大新县、扶绥县均位于崇左市; 规模主导优势区涉及9个县域, 与均衡优势区连片分布。全区75%的县域为糖料生产劣势区, 低效率劣势区包括2个县域, 低规模劣势区包括13个县域, 绝对劣势区涉及48个县域。

(3) 水果。水果生产优势区涉及26个县域, 主要分布于桂北地区以及桂东、桂南、桂西部分地区。其中, 水果生产均衡优势区包括恭城瑶族自治县等16个县域, 综合优势指数排名前三位的恭城瑶族自治县、平乐县和阳朔县均位于桂林市; 规模主导优势区包括金秀瑶族自治县等6个县域; 效率主导优势区包括南宁市辖区等4个县域。全区69.05%的县域为水果生产劣势区, 其中低效率劣势区涉及13个县域, 低规模劣势区集中分布于桂西南和桂中的15个县域, 绝对劣势区涉及30个县域。

(4) 蔬菜。蔬菜生产优势区涉及33个县域, 呈现在桂南、桂东、桂北地区集中分布以及在桂西地区零散分布的格局。其中, 均衡优势区共计14个县域, 在桂北和桂东地区形成了一条南北向的蔬菜生产优势带; 规模主导优势区涉及东兴市等14个县域; 平南县等5个县域为效率主导优势区。全区60.71%的县域为蔬菜生产劣势区, 其中低效率劣势区涉及12个县域, 集聚分布于桂西北、桂中北部地区, 低规模劣势区零散分布于6个县域, 绝对劣势区涉及33个县域。

3 农作物生产格局演变机制

农作物生产是在一定自然资源禀赋支撑下通过投入生产要素促进生物有机体发育以获取植物性产品的过程, 是由水、土、气、资本、市场、劳动力、科技、政策等多种要素相互作用形成的具有一定功能的自然—社会—经济—生态复合系统。自然再生产和经济再生产^[49]的有机交织, 使农作物生产呈现出提供国民经济建设基础产品、增加生产主体收入的经济功能, 承载就业和社会保障、满足基本生活资料需求、维护社会稳定、传承农耕文化的社会功能, 以及水源涵养、水土保持、气候调节、有害物质降解的生态功能。在经济、社会、生态功能引领下, 系统内部各要素相互作用及其不断与外界进行物质和能量交换, 推动区域农作物生产规模、结构和空间分布的动态变化(图8)。

(1) 资源禀赋的约束作用。地形地貌、光热条件、河流水源、土地资源的丰度与肥力等资源禀赋决定了不同类型农作物生产的适宜性和初始分布的可能性, 并基于边际生产效率差异^[50]形成相对稳定的农作物生产地域分工, 通过种植惯例的代际传递^[19]对生产格局演变产生基础性约束作用。如广西糖料作物生产集中于光热条件充足的桂西南地区, 粮食作物优势区相对稳定地分布于地形条件较为平坦的桂东南地区, 以上反映了资源禀赋对农作物生产的强约束。

(2) 市场供需和比较效益的主导作用。1995—2019年中国食物消费结构发生重大变

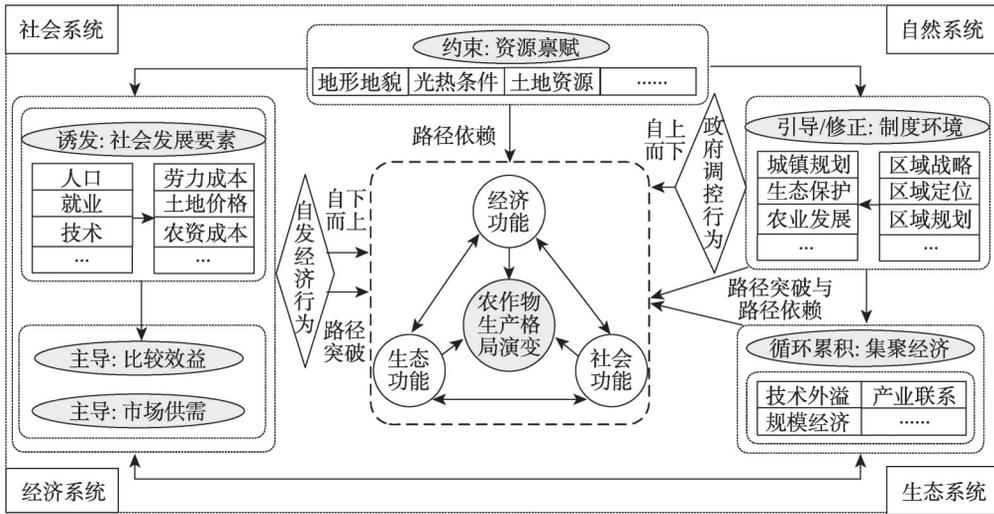


图8 农作物生产格局演变机制
 Fig. 8 Evolution mechanism of crops production pattern

化，人均年粮食需求量在粮果菜总需求量中的比重由 57.18% 下降到 36.31%，人均年水果、蔬菜需求量分别由 31.57 kg、148.43 kg 上升到 102.02 kg、380.92 kg^[51]；同期平均每亩（1亩 ≈ 666.7 m²）稻谷的物质与服务费用、人工成本分别由 215.47 元、138.70 元上涨至 526.48 元、474.20 元，而利润率则由 79.48% 下降至 1.65%^[52]。市场需求和比较效益主导下生产经营主体基于经济理性调配生产要素向边际生产效率较高的部门流动^[50]，引起不同类型农作物生产规模的消涨及空间的收缩与扩张，研究期间全区 72.62% 的县域粮食产量出现减少，水果和蔬菜产量增加的县域分别占 97.62% 和 95.24%。同时，区域农作物生产受国内外市场供给影响，近年来国际糖价低迷、食糖进口量激增背景下，广西糖料作物生产规模产生波动变化。

(3) 乡村社会发展要素变化的诱发作用。劳动力、土地、技术是影响农作物生产的重要要素，城镇化进程中传统乡村社会发展要素的变化以及新因素的注入诱发农作物生产要素的相对价格发生变化，引起农作物生产结构的调整和生产区位的迁移。如上所述，比较效益主导下广西粮经生产结构发生趋势性变化，而其背后蕴含着乡村劳动力流失、就业结构变化、技术进步及其引起的劳动力成本、农资成本上涨等综合影响。同时，农业机械化推广带来的劳动替代效应、土地权属关系转换下生产规模的变化以及不同区位劳动力价格和土地利用价值的异质性，导致农作物生产成本—收益的区域差异，进而引起农作物生产区位的空间变化，以上要素投入与产出的复杂传导关系使得全区糖料生产呈“西进南移”态势，生产高密度空间持续向地形条件、土地和劳动力价格具有优势的桂西南地区集中。

(4) 制度环境的引导/修正作用。政府基于维护社会经济稳健运行和资源持续利用的公共职能制定的区域发展战略、发展定位以及在此指导下实施的城镇规划、生态保护政策等对农作物生产格局演变产生引导作用。同时，农产品具有公共产品的特殊属性，各级政府基于社会发展需求和市场供需变化等综合实施的农业发展政策，对资源禀赋约束和经济理性主导下的农作物生产格局产生引导/修正作用。如广西果菜作物的规模扩张与近年来鼓励发展反季节蔬菜、绿色无公害蔬菜、亚热带水果的种植结构调整政策密切相

关, 在保障国家粮食安全战略指导下实施的系列约束性政策和激励性政策一定程度上确保了区域粮食生产格局的稳定性, 而产业结构调整背景下国家蔗糖产业的优化布局 and 扶持政策对广西糖料作物的快速发展发挥了重要引导作用。

(5) 集聚经济的循环累积作用。资源禀赋及种植惯例的代际传递形成不同类型农作物在一定地域的集聚分布。集聚经济具有的技术外溢、规模经济、产业前后向联系、网络组织联系、共享中间环节、降低交易成本等属性^[53], 通过区域内部的经济互动以及模仿和示范效应, 产生种植范围的空间邻近扩散, 并在距离衰减规律作用下向远距离区域蔓延, 农作物生产进入循环累积、自增强状态^[19]。

综上, 区域农作物生产格局演变是资源禀赋约束下自发经济行为、政府调控行为以及集聚经济发展综合作用的结果, 其中市场供需和比较效益主导下重新配置生产要素的自发经济行为构成农作物生产格局变化的根本动力, 其背后折射着人口、就业、技术等乡村社会发展要素变化及其引起的劳动比较效益、土地利用效益和生产要素投入—产出变化的复杂传导关系。农作物生产格局演变既遵循和依赖于资源禀赋约束下区域原有的种植惯例, 又在新因素、新力量的注入中不断打破原有发展路径, 发生结构变化和空间区位迁移。全球化背景下全球、国家、地方不同尺度多种因素的加入, 自上而下与自下而上多种力量的干预, 更加剧了区域农作物生产格局演变机制的复杂性。

4 农作物生产格局优化建议

当前广西主要农作物综合比较优势受规模优势主导, 总体上效率比较优势不突出, 亟需通过优化生产要素配置推进农作物生产转型升级。作为地形条件复杂、生态环境脆弱、社会经济相对落后的特殊类型地区, 广西农作物生产格局优化应统筹经济功能、社会功能和生态功能, 既要兼顾水土光热资源禀赋的适宜性, 又要协调不同区域、不同群体、不同层面的利益需求。基于对广西农作物生产格局演变特征及其形成机制的认知, 提出如下建议:

(1) 合理安排粮经结构比例, 优化粮食作物生产布局。从全国层面看, 广西粮食生产处于劣势地位, 果菜生产规模比较优势突出, 粮“退”、糖果菜“进”构成全区主要农作物竞争的基本态势。作为国家划定的11个粮食产销平衡区之一, 广西农作物生产需协调履行粮食安全政治责任、满足地方经济发展诉求及提高农民收入的关系, 基于对全区粮食供需的科学测算, 构建适应于国情、区情和农情的粮经结构比例, 在确保口粮绝对安全的前提下, 大力发展特色种植业。同时, 针对当前乡村社会经济系统变化诱发粮食作物比较效益下降以及生产动力不足的现实, 亟需发挥技术替代效应和规模效益优势优化粮食作物生产布局。一方面基于资源禀赋和发展基础通过高标准农田营建、中低产田改良、农田水利配套、农业机械化推广、土地流转等进一步提升桂东南、桂北等粮食优势主产区的生产效能, 重点开展优质品种攻关等关键技术集成应用和优质稻生产基地建设, 推动粮食生产从高产向优质转变; 另一方面, 基于资源环境承载力适当调减桂西等部分生态脆弱区的粮食生产规模, 以新的食品安全观为指导鼓励当地利用气候、地形等资源禀赋发展特色种植业。

(2) 加强产业集聚, 促进糖料作物提质增效。广西是国家糖料蔗生产主产区, 糖料作物生产在全国具有绝对规模比较优势, 研究期间生产重心向西南方面移动, 生产地域集中性不断增强。然而, 受糖料蔗品种研发滞后、全程机械化推进慢、基础设施薄弱等因素制约^[42], 糖料蔗种植成本较高, 单产与巴西、澳大利亚等国家相比存在较大差距^[54],

对稳定种植规模和提升产量造成不利影响。服务于保障食糖供给安全的国家战略, 糖料作物的持续发展一方面需加强土地工程、生物工程、遥感与信息等关键技术支撑, 通过实施蔗地整治、土壤改良、良种繁育、病虫害生物防治、水肥一体化等工程技术, 提升“双高”基地的规模化水平、良种覆盖率和综合机械化率, 以降本增效、稳定糖料蔗生产能力; 另一方面需发挥集聚经济的上下游联系、知识溢出和衍生效应, 推进蔗糖新产品研发、生产和精深加工、产业链延伸、高附加值产品转化以及物流、信息化配套等在优势主产区集聚发展, 以培育糖料作物生产的新动能^[55]。

(3) 以调整品种和品质结构为重点, 提升果菜作物生产效益。广西拥有四季均可生产时令果菜的气候优势, 近年来全区果菜作物生产空间扩张明显, 然而水果生产面临部分传统品种结构性过剩与季节性过剩问题, 蔬菜生产空间布局分散、效率优势有待提升。应对逐渐加剧的竞争态势, 水果生产需基于对周边国家和地区生产特点的分析, 在稳定传统优势品种基础上, 适当调减香蕉、柑桔等大宗水果生产规模, 并利用各地生态小气候开发时令优稀水果, 形成区域互补的品种结构和早中晚搭配的熟期结构。针对蔬菜生产效率比较优势不足的问题, 亟需依据资源禀赋和种植传统明确不同区域生产定位, 形成由城市郊区蔬菜、名优蔬菜、秋冬蔬菜、夏季桂西北高山蔬菜等构成的合理的区际分工和周年相对均衡的应市格局。同时, 应对消费市场对品质不断提升的需求, 应基于生产过程监管、生态种植技术推广、生产标准体系和质量追溯体系建设等推动果菜作物生产向绿色、安全、优质转变。此外, 果菜市场需求不稳定、价格波动大以及不耐储藏的特点决定了大规模扩张可能带来产业发展的风险, 应突出重视农产品初加工和精深加工及保鲜、储藏等后向性产业配套建设。

5 结论与讨论

5.1 结论

(1) 粮“退”、糖果菜“进”构成广西主要农作物竞争的基本态势; 主要农作物生产重心发生不同程度迁移; 粮食蔬菜生产空间分布较为分散, 糖料生产区域性强且集聚趋势明显, 水果生产由相对集中走向分散; 全区主要农作物综合比较优势受规模比较优势主导, 粮食生产劣势地位逐渐强化, 糖料具有绝对规模比较优势和综合比较优势, 水果、蔬菜规模比较优势突出但效率有待提升; 粮食生产优势区集中分布于桂东南、桂东北和桂西部分地区, 糖料生产优势区连片分布于桂中、桂南和桂西南地区, 水果生产优势区主要分布于桂北地区以及桂东、桂南、桂西部分地区, 蔬菜生产优势区呈现在桂南、桂东、桂北地区集中分布以及桂西地区零散分布的格局。

(2) 农作物生产系统是由多种要素相互作用形成的具有经济功能、社会功能和生态功能的复合系统。资源禀赋的约束、市场供需和比较效益的主导、乡村社会发展要素变化的诱发、制度环境的引导/修正、集聚经济的循环累积等多种力量综合作用, 推动区域农作物生产的规模、结构和空间分布发生动态变化。

(3) 特殊的区情决定了广西农作物生产应统筹经济、社会和生态功能, 通过合理安排粮经结构比例、优化粮食作物生产布局、加强糖料作物集聚发展、调整果菜作物品种结构和品质结构等, 推进农作物生产从规模扩张向综合效益提升转型。

5.2 讨论

基于不同空间尺度探究地理事物的过程格局是地理学的研究特色, 本文选取农业地理学的传统研究主题, 以县域为基本单元开展广西主要农作物生产格局演变及形成机制

的实证研究。本文的价值在于丰富了广西案例区研究, 弥补了已有从单一作物视角开展相关研究未能揭示不同类型农作物竞争态势的缺陷, 以及以省域或地级市为基本单元未能细致刻画案例区农作物生产空间异质性的不足。基于对农作物生产系统内涵及其演变机制的理论思考而提出的相关建议, 可为广西农作物生产要素的宏观优化配置提供决策参考。已有以广西为研究区得出的结论, 如农作物种植粮经比下降^[39]、糖料生产具有绝对规模优势和综合优势^[56]、水果生产相对集中于桂林、南宁和钦州市^[57]等, 与本研究结论基本一致。由于计算指标的差异, 本研究对蔬菜生产综合比较优势指数的判断低于于丽艳等^[58]的研究结果。由于数据获取所限, 本文以粮食、糖料、水果、蔬菜4类农作物大类为研究对象, 然而现实中不同小类作物(如柑橘、龙眼等)的产量、种植面积均具有一定特殊性, 以上可能导致本研究在类型精度方面略有欠缺。农作物生产结构调整和布局优化是一个宏大的命题, 切实可行的优化路径提出需以对生产要素配置状况、配置模式等的深入研究为依据, 未来将选取典型农作物类型, 聚焦优势区域, 围绕生产布局与区域资源环境的匹配性、不同经营模式对农民增收的效应、特色种植业的扩散过程机理与转型模式等主题开展实证研究, 从而为指导广西农作物生产优化布局提供更扎实的科学依据。

参考文献(References)

- [1] Wang Jieyong, Liu Yansui. The changes of grain output center of gravity and its driving forces in China since 1990. *Resources Science*, 2009, 31(7): 1188-1194. [王介勇, 刘彦随. 1990年至2005年中国粮食产量重心演进格局及其驱动机制. *资源科学*, 2009, 31(7): 1188-1194.]
- [2] Zhong Funing. Understanding issues regarding food security and rising labor costs. *Issues in Agricultural Economy*, 2016, 37(1): 4-9, 110. [钟甫宁. 正确认识粮食安全和农业劳动力成本问题. *农业经济问题*, 2016, 37(1): 4-9, 110.]
- [3] Chen Yangfen, Wang Jieyong. China's food security situation and strategy under the background of opening-up. *Journal of Natural Resources*, 2021, 36(6): 1616-1630. [陈秧分, 王介勇. 对外开放背景下中国粮食安全形势研判与战略选择. *自然资源学报*, 2021, 36(6): 1616-1630.]
- [4] Wang Enhu, Li Lutang. Evolution of food consumption structure and agricultural development strategy in China. *China Rural Survey*, 2007(2): 14-25. [王恩胡, 李录堂. 中国食品消费结构的演进与农业发展战略. *中国农村观察*, 2007(2): 14-25.]
- [5] Xin Liangjie. Dietary structure upgrade of China's residents, international trade and food security. *Journal of Natural Resources*, 2021, 36(6): 1469-1480. [辛良杰. 中国居民膳食结构升级、国际贸易与粮食安全. *自然资源学报*, 2021, 36(6): 1469-1480.]
- [6] National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. 2020 China Statistical Yearbook. Beijing: China Statistical Press, 2020. [国家统计局. 中国统计年鉴2020. 北京: 中国统计出版社, 2020.]
- [7] Deng Jingzhong, Sun Chenglie, Gao Yongyuan, et al. *Methodological of Agricultural Zoning in China*. Beijing: Science Press, 1960. [邓静中, 孙承烈, 高泳源, 等. 中国农业区划方法论研究. 北京: 科学出版社, 1960.]
- [8] Deng Jingzhong. Preliminary discussion on regionalization of national agricultural present situation. *Acta Geographica Sinica*, 1963, 29(4): 265-280. [邓静中. 全国农业现状区划的初步探讨. *地理学报*, 1963, 29(4): 265-280.]
- [9] China Comprehensive Agricultural Regionalization Compilation Group. *Comprehensive Agricultural Regionalization in China*. Beijing: China Agriculture Press, 1981. [中国综合农业区划编写组. 中国综合农业区划. 北京: 农业出版社, 1981.]
- [10] Zhou Lisan, She Zhixiang. Recent study on agricultural geography and land use in China. *Acta Geographica Sinica*, 1990, 45(2): 146-153. [周立三, 佘之祥. 中国农业地理和土地利用的近期研究. *地理学报*, 1990, 45(2): 146-153.]
- [11] Zhou Lisan. *The Theory and Practice of Agricultural Regionalization in China*. Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 1993. [周立三. 中国农业区划的理论与实践. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1993.]
- [12] Li Erling, Zhu Jiguang, Li Xiaojian. Geographical agglomeration and specialized pattern of planting in China based on the different classifications. *Progress in Geography*, 2012, 31(8): 1063-1070. [李二玲, 朱纪广, 李小建. 2008年中国种植业地理集聚与专业化格局. *地理科学进展*, 2012, 31(8): 1063-1070.]
- [13] Liu Shiwei, Zhang Pingyu. Agglomeration and geographic pattern of agricultural industry in northeast China. *Research*

- of Agricultural Modernization, 2013, 34(5): 591-596. [刘世薇, 张平宇. 东北地区农业产业地理集聚格局研究. 农业现代化研究, 2013, 34(5): 591-596.]
- [14] Tang Rongli, Yao Xiong, Wang Chunping, et al. Spatiotemporal evolution of rice production geographical agglomeration in Chongqing based on spatial statistics. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2018, 26(7): 958-970. [唐荣莉, 姚雄, 王春萍, 等. 基于空间统计的重庆市水稻生产地理集聚时空演变. 中国生态农业学报, 2018, 26(7): 958-970.]
- [15] Liu Zhenhuan, Yang Peng, Wu Wenbin, et al. Spatio-temporal changes in Chinese crop patterns over the past three decades. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(5): 840-851. [刘珍环, 杨鹏, 吴文斌, 等. 近30年中国农作物种植结构时空变化分析. 地理学报, 2016, 71(5): 840-851.]
- [16] Xiang Yun, Qi Chunjie, Lu Qian. The regional differences and transformation and upgrading of production structure of crop farming in Yangtze River Basin. *Economic Geography*, 2017, 37(2): 148-155. [向云, 祁春节, 陆倩. 长江流域种植业生产结构的区域差异及转型升级. 经济地理, 2017, 37(2): 148-155.]
- [17] Xin Guixin, Wei Chaofu, Yang Chaoxian, et al. Changes of crop farming and policy implications in Chongqing Municipality from 1978 to 2011. *Resources Science*, 2015, 37(9): 1834-1847. [信桂新, 魏朝富, 杨朝现, 等. 1978—2011年重庆市种植业变化及其政策启示. 资源科学, 2015, 37(9): 1834-1847.]
- [18] Gao Junbo, Han Yong, Yu Chao, et al. Spatial evolution and specialization division of county crops production in Henan province. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2019, 40(7): 152-163. [高军波, 韩勇, 喻超, 等. 河南省县域农作物生产空间格局演变及专业化分区研究. 中国农业资源与区划, 2019, 40(7): 152-163.]
- [19] Li Erling, Pang Anchao, Zhu Jiguang. Analysis of the evolution path and mechanism of China's agricultural agglomeration and geographic pattern. *Geographical Research*, 2012, 31(5): 885-898. [李二玲, 庞安超, 朱纪广. 中国农业地理集聚格局演化及其机制. 地理研究, 2012, 31(5): 885-898.]
- [20] Xiao Weidong. Geographical agglomeration of plantations in China: Spatial and temporal characteristics, changing trends and influencing factors. *Chinese Rural Economy*, 2012(5): 19-31. [肖卫东. 中国种植业地理集聚: 时空特征、变化趋势及影响因素. 中国农村经济, 2012(5): 19-31.]
- [21] Chen Taizheng, Li Erling, Li Wan. Geographical agglomeration of crops and its evolutionary mechanism in Henan province during 1989-2009. *Progress in Geography*, 2013, 32(8): 1237-1245. [陈太政, 李二玲, 李琬. 1989—2009年河南省农作物地理集聚及其演化机制. 地理科学进展, 2013, 32(8): 1237-1245.]
- [22] Cao Yongqiang, Li Weijia, Yuan Liting. Spatio-temporal pattern variation and safety evaluation of crops in Hebei province. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(8): 1319-1327. [曹永强, 李维佳, 袁立婷. 河北省主要农作物生产时空格局变化特征及安全评价. 地理科学, 2018, 38(8): 1319-1327.]
- [23] Lu Yaobang, Huang Changhui, Liang Zili, et al. Current situation of cultivated land utilization and food security in Guangxi Zhuang Autonomous Region. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2014, 35(5): 66-72. [陆耀邦, 黄嫦慧, 梁自力, 等. 广西壮族自治区耕地利用现状与粮食安全问题研究. 中国农业资源与区划, 2014, 35(5): 66-72.]
- [24] Liu Yansui, Zhai Rongxin. Spatial-temporal pattern changes and optimal strategy of grain production in China since 1990s. *Areal Research and Development*, 2009, 28(1): 1-5, 16. [刘彦随, 翟荣新. 中国粮食生产时空格局动态及其优化策略探析. 地域研究与开发, 2009, 28(1): 1-5, 16.]
- [25] Wang Feng, Liu Yanfang, Kong Xuesong, et al. Spatial and temporal variation of grain production and its influencing factors at the county level in China. *Economic Geography*, 2018, 38(5): 142-151. [王凤, 刘艳芳, 孔雪松, 等. 中国县域粮食产量时空演变及影响因素变化. 经济地理, 2018, 38(5): 142-151.]
- [26] Zhou Liqing, Cheng Yeqing. Spatio-temporal pattern and its driving factors of grain production in Heilongjiang province. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(3): 491-501. [周立青, 程叶青. 黑龙江省粮食生产的时空格局及动因分析. 自然资源学报, 2015, 30(3): 491-501.]
- [27] Cheng Yeqing, He Xiuli. An analysis of structure change and comparative advantage of grain production in northeast China. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2005, 23(3): 1-7. [程叶青, 何秀丽. 东北地区粮食生产的结构变动及比较优势分析. 干旱地区农业研究, 2005, 23(3): 1-7.]
- [28] Hu Wenhai. Comparative advantage of grain production in central China and the base construction. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(3): 293-298. [胡文海. 中部地区粮食生产比较优势分析与基地建设. 地理科学, 2015, 35(3): 293-298.]
- [29] Cui Qifeng, Jiang Heping, Zhou Ning. Regional comparative advantage of sugar crop production in China: Based on data of sugar crop production from 1995 to 2009. *Agricultural Economy*, 2012(1): 38-40. [崔奇峰, 蒋和平, 周宁. 中国

- 糖料作物生产的地区比较优势分析: 基于1995—2009年糖料作物生产数据. 农业经济, 2012(1): 38-40.]
- [30] Lyv Jie, Xi Xiaoling, Liu Hongbin, et al. Study on the change of corn distribution and its regional comparative advantage in Liaoning province. Journal of Shenyang Agricultural University, 2016, 47(3): 379-384. [吕杰, 席晓玲, 刘洪彬, 等. 辽宁省玉米布局变化及其区域比较优势研究. 沈阳农业大学学报, 2016, 47(3): 379-384.]
- [31] Guan Jiachen, Cai Hailong. Analysis on the changes and reasons of potato production pattern in China. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2019, 40(3): 92-100. [关佳晨, 蔡海龙. 我国马铃薯生产格局变化特征及原因分析. 中国农业资源与区划, 2019, 40(3): 92-100.]
- [32] Wang Zhidan, Zhao Jiang, Mao Shipping, et al. Study on the regional advantage layout of Chinese muskmelon industry. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2014, 35(1): 128-133. [王志丹, 赵姜, 毛世平, 等. 中国甜瓜产业区域优势布局研究. 中国农业资源与区划, 2014, 35(1): 128-133.]
- [33] Du Guoming, Zhang Luyang, Xu Xinliang, et al. Spatial-temporal characteristics of maize production potential change under the background of climate change in Northeast China over the past 50 years. Geographical Research, 2016, 35(5): 864-874. [杜国明, 张露洋, 徐新良, 等. 近50年气候驱动下东北地区玉米生产潜力时空演变分析. 地理研究, 2016, 35(5): 864-874.]
- [34] Jin Tao. The adjustment of China's grain cropping structure and its effect on the consumption of water and land resources. Journal of Natural Resources, 2019, 34(1): 14-25. [金涛. 中国粮食作物种植结构调整及其水土资源利用效应. 自然资源学报, 2019, 34(1): 14-25.]
- [35] Wu Wenbin, Yang Peng, Tan Guoxin, et al. Global-scale modeling of future changes in sown areas for major crops based on a logit model. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(6): 589-598. [吴文斌, 杨鹏, 谈国新, 等. 基于Logit模型的世界主要作物播种面积变化模拟. 地理学报, 2007, 62(6): 589-598.]
- [36] He Yingbin, Gao Mingjie, Zhou Zhenya, et al. Simulation on crops spatial competition based on FCS and EPIC models under future scenarios. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2015, 31(13): 171-177. [何英彬, 高明杰, 周振亚, 等. 基于FCS及EPIC模型的未来情境下作物空间竞争模拟. 农业工程学报, 2015, 31(13): 171-177.]
- [37] Lu Quanzhi, Lu Guijun, Fan Zhilian, et al. Spatial-temporal differences and convergence analysis of grain total factor productivity in Guangxi. Journal of Southern Agriculture, 2018, 49(9): 1887-1893. [陆泉志, 陆桂军, 范稚莲, 等. 广西粮食全要素生产率时空差异及收敛性分析. 南方农业学报, 2018, 49(9): 1887-1893.]
- [38] Chang Huijie, Fan Zhilian, Mo Liangyu, et al. Spatial pattern characteristics and influencing factors of comparative advantage of sugarcane production scale in Guangxi. Journal of Southern Agriculture, 2021, 52(5): 1405-1413. [常慧杰, 范稚莲, 莫良玉, 等. 广西甘蔗生产规模比较优势空间格局特征及影响因素分析. 南方农业学报, 2021, 52(5): 1405-1413.]
- [39] Huang Lipai, Zhang Jianbing, Lu Shuanglong, et al. Spatio-temporal patterns and driving factors of crop planting structure in Guangxi. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2021, 34(8): 1682-1689. [黄丽排, 张建兵, 陆双龙, 等. 广西农作物种植结构时空格局及其驱动因子分析. 西南农业学报, 2021, 34(8): 1682-1689.]
- [40] Hu Baoqing, Bi Yan. Guangxi Geography. Beijing: Beijing Normal University Press, 2011. [胡宝清, 毕燕. 广西地理. 北京: 北京师范大学出版社, 2011.]
- [41] Guangxi Zhuang Autonomous Region Local History Compilation Committee. Guangxi Agriculture Journal of General (1978-2008). Nanning: Guangxi People's Publishing House, 2011. [广西壮族自治区地方志编纂委员会. 广西通志·农业志(1978—2008). 南宁: 广西人民出版社, 2011.]
- [42] National Development and Reform Commission, Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. Production Development Plan for Sugar Cane Main Production Areas (2015-2020). 2015. [国家发展改革委、农业部. 糖料蔗主产区生产发展规划(2015—2020年). 2015.]
- [43] Qian Kaisheng. Guangxi: The total fruit production ranks first in China. China Fruit News, 2019, 36(10): 47. [钱开胜. 广西: 水果生产总量雄踞全国榜首. 中国果业信息, 2019, 36(10): 47.]
- [44] Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Notice on Identifying the Advantageous Areas of Chinese Special Agricultural Products. [中华人民共和国农业农村部. 关于认定中国特色农产品优势区的通知.] http://www.moa.gov.cn/govpublic/SCYJXXS/201712/t20171228_6131900.htm, 2017-12-28; http://www.moa.gov.cn/gk/tzgg_1/tz/201901/t20190124_6170626.htm, 2019-01-21; http://www.moa.gov.cn/govpublic/SCYJXXS/202002/t20200226_6337781.htm, 2020-02-26; http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/202012/t20201210_6357939.htm, 2020-12-07.
- [45] Zhang Jianhua. An convenient method to calculate Gini coefficient. Journal of Shanxi Agricultural University (Social Science Edition), 2007, 6(3): 275-278, 283. [张建华. 一种简便易用的基尼系数计算方法. 山西农业大学学报(社会科学版), 2007, 6(3): 275-278, 283.]

- 学版), 2007, 6(3): 275-278, 283.]
- [46] Gao Junbo, Xie Wenquan, Han Yong, et al. The evolutionary trend and the coupling relation of gravity center moving of county level population distribution, economical development and grain production during 1990-2013 in Henan province. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(6): 919-926. [高军波, 谢文全, 韩勇, 等. 1990—2013年河南省县域人口、经济和粮食生产重心的迁移轨迹与耦合特征: 兼议与社会剥夺的关系. *地理科学*, 2018, 38(6): 919-926.]
- [47] Zhao Yingwen, Lyu Huoming. Evaluation on comparative advantage of grain production in Sichuan province and its main influencing factors. *Agricultural Economics and Management*, 2019(5): 64-73. [赵颖文, 吕火明. 四川省粮食生产比较优势测评及主要影响因素分析. *农业经济与管理*, 2019(5): 64-73.]
- [48] Luo Shanjun, He Yingbin, Luo Qiyu, et al. The regional comparative advantages of potato production in China and its influencing factors. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2018, 39(5): 137-144. [罗善军, 何英彬, 罗其友, 等. 中国马铃薯生产区域比较优势及其影响因素分析. *中国农业资源与区划*, 2018, 39(5): 137-144.]
- [49] Zhong Funing. *Agricultural Economics*. Beijing: China Agriculture Press, 2010. [钟甫宁. *农业经济学*. 北京: 中国农业出版社, 2010.]
- [50] Li Xiaojian, Zhou Xiongfei, Zheng Chunhui, et al. Development of specialized villages in various environments of less developed China. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(6): 783-792. [李小建, 周雄飞, 郑纯辉, 等. 欠发达区地理环境对专业村发展的影响研究. *地理学报*, 2012, 67(6): 783-792.]
- [51] Food and Agricultural Organization of the United Nations. FAO Statistical Data. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>, 2022-02-26.
- [52] Price Cost Survey Center, Department of Prices, National Development and Reform Commission, People's Republic of China. *National Agricultural Cost and Benefit Information Summary 2021*. Beijing: China Statistics Press, 2021. [国家发展和改革委员会价格司价格成本调查中心. *全国农产品成本收益资料摘要 2021*. 北京: 中国统计出版社, 2021.]
- [53] He Canfei. *Advanced Economic Geography*. Beijing: Commercial Press, 2021 [贺灿飞. *高级经济地理学*. 北京: 商务印书馆, 2021.]
- [54] Cui Qifeng, Jiang Heping, Zhou Ning. Regional comparative advantage analysis of sugar crop production in China: Based on sugar crop production data from 1995 to 2009. *Agricultural Economy*, 2012(1): 38-40. [崔奇峰, 蒋和平, 周宁. 中国糖料作物生产的地区比较优势分析: 基于1995—2009年糖料作物生产数据. *农业经济*, 2012(1): 38-40.]
- [55] Guangxi Zhuang Autonomous Region People's Government Office. *The 14th Five-Year Plan of Guangxi Sugar Industry Development*. 2021. [广西壮族自治区人民政府办公厅. *广西糖业发展“十四五”规划*. 2021.]
- [56] Qin Zelin, Kong Lingzi, Li Xiaohong, et al. Analysis on the competitiveness of Guangxi sugarcane and cane-sugar industry. *Journal of Southern Agriculture*, 2015, 46(4): 722-728. [覃泽林, 孔令孜, 李小红, 等. 广西蔗糖产业发展竞争力分析. *南方农业学报*, 2015, 46(4): 722-728.]
- [57] Chen Jianguo, Mo Yalan, Mo Ganhui, et al. Study on the integrated development path of tropical fruit industry and ecotourism in Guangxi. *China Fruits*, 2021(9): 87-92. [陈建国, 莫雅兰, 莫干辉, 等. 广西热带水果产业与生态旅游产业融合发展路径研究. *中国果树*, 2021(9): 87-92.]
- [58] Yu Liyan, Mu Yueying. Analysis of the temporal and spatial changes and comparative advantages of vegetable production in China. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2019, 56(10): 1948-1958. [于丽艳, 穆月英. 中国蔬菜生产的时空变迁与比较优势分析. *新疆农业科学*, 2019, 56(10): 1948-1958.]

Evolution characteristics and mechanism of major crops production patterns in Guangxi

TU Shuangshuang^{1,2}, JIAN Daifei¹, LONG Hualou^{2,3}, LI Tingting⁴, ZHANG Yingnan⁵

(1. Key Laboratory of Environment Change and Resources Use in Beibu Gulf, Nanning Normal University, the Ministry of Education, Nanning 530001, China; 2. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. School of Public Administration, Guangxi University, Nanning 530004, China; 4. Rural Development Institute, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China; 5. School of Public Affairs, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract: Crop production structure and layout is a traditional research content of agricultural geography, and the research on the evolution characteristics and mechanism of crop production pattern can provide some reference for the optimal allocation of regional agricultural production elements. In this paper, we use the location Gini coefficient, gravity center movement model and comparative advantage index to reveal the evolution characteristics of the production pattern of four major crops, i.e., grain, sugar, fruits and vegetables, in Guangxi from 1995- 2019 and their formation mechanism, and accordingly put forward relevant optimization suggestions. The results showed that grain crops "retreating", and sugar, fruits and vegetables "advancing" constitute the basic situation of the major crops competition. In terms of spatial distribution, the grain and vegetables are relatively scattered, the sugar production has an obvious trend of geographical agglomeration, and the fruit production has moved from relative concentration to dispersion. The scale comparative advantage of major crops dominates the aggregated comparative advantage, and the weak position of grain production is gradually strengthened. Sugar production has the absolute scale and aggregated comparative advantages. Fruits and vegetables have a prominent scale comparative advantage, but the efficiency comparative advantage needs improvement. The combination of forces such as the constraints of resource endowments, the dominance of market supply and demand and comparative efficiency, the inducement of changes of rural social development factors, the guidance or correction of institutional environment, and the circular accumulation of agglomeration economy, all together drive the evolution of crop production patterns. The unique regional situation determines that Guangxi's crop production should coordinate economic, social and ecological functions, and promote the transformation of crop production from scale expansion to comprehensive benefit enhancement by adjusting production structure, optimizing the spatial layout and strengthening industrial agglomeration.

Keywords: crops; production pattern; evolution mechanism; agricultural production transformation; agricultural geography; Guangxi