

中国农产品贸易结构演化及对粮食安全的影响

王 念¹, 程昌秀^{2,3}, 林 耿^{1,4}

(1. 中山大学地理科学与规划学院, 广州 510275; 2. 北京师范大学地表过程与资源生态
国家重点实验室, 北京 100875; 3. 北京师范大学地理科学学部, 北京 100875;
4. 南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海), 珠海 519082)

摘要: 利用可比净出口指数、贸易集中度指数、Hilbert曲线、时空多元模式可视化、岭回归等方法, 对1992—2020年中国农产品贸易结构演化进行分析, 并解释其与粮食安全的关系。结论认为: ① 1992—2020年中国农产品贸易总体格局发生了转变, 表现为对国际进口的依赖显著增强, 猪肉、牛肉、玉米、高粱、油菜籽等众多农产品由出口转变为进口状态。快速增长的进口直接增加了国内食物的供应, 提升了粮食安全水平。② 农产品进口呈现产品结构和空间结构双集中的叠加效应, 这种效应使得重点农产品进口极易受美国、澳大利亚等少数国家贸易政策变化的不利影响; 在出口方面, 农产品集中度较小, 随着与“一带一路”等地区国家贸易的发展, 地理集中度也显著降低。较低的集中度有利于稳定出口的经济效益, 保障出口部门农业生产的稳定性。③ 中国农业生产出现部分进口产品生产规模压缩的趋势, 加上高度集中的进口结构, 将使得国内农业生产与粮食安全保障在面对外部冲击时更加脆弱。建议在坚持贸易开放的同时, 优化农产品的生产和贸易结构, 引导形成合理的农业种植格局。

关键词: 农产品; 贸易结构; 进口; 出口; 粮食安全; 中国

DOI: 10.11821/dlxb202210012

1 引言

在全球语境中, 联合国粮食与农业组织 (FAO) 定义的“粮食安全”^[1]实际指食物安全, 食物的内涵包括谷物、油料、蔬菜等所有可供人类食用的产品^[2], 安全包括了食物的供给能力、获取能力、利用能力和稳定性4个方面^[3]。当前中国已实现“谷物供应基本自给”, 食物消费结构发生重要转变, 人均直接消费口粮逐渐减少, 水产品、畜产品、蔬菜、瓜果等消费快速增长, 食物消费呈现多样化特征^[4-5]。因此, 采用广义的食物概念符合中国粮食安全的现实和发展趋势。

农产品是人类食物消费的重要来源^[6], 与之相关的农业生产^[7-11]、农业政策^[12-13]、农产品贸易^[14-15]等议题是粮食安全研究的重要关切。大量研究显示, 农产品贸易的变化可以通过价格、收入、生产等多重渠道对粮食安全的不同维度产生复杂影响^[16-17]。首先, 进口扩大可以直接增加粮食供应的数量和种类, 增强对食物营养的利用能力^[18], 一部分学者关于贸易开放对粮食安全影响的定量评估支持了这方面的论点^[16]。其次, 全球供应增加促进粮食价格下降, 以及出口增加带来的收入增加、就业等宏观经济效益, 有助于提高消费者的购买和获取能力^[19]。第三, 在稳定性方面, 通过进口可以调节供应和价格的季节

收稿日期: 2021-05-14; 修订日期: 2022-08-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(42071178, 41671139) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.42071178, No.41671139]

作者简介: 王念(1993-), 女, 安徽淮南人, 博士生, 研究方向为乡村地理。E-mail: wangn76@mail2.sysu.edu.cn

通讯作者: 林耿(1972-), 男, 广东潮州人, 博士, 教授, 研究方向为乡村地理、消费地理。E-mail: lingeng00@163.com
2599-2615 页

波动,缓解国内粮食减产等供应风险。Dorosh的研究表明,贸易开放帮助孟加拉国在国内生产短缺后迅速增加粮食供应,稳定了价格水平^[20]。除上述积极影响外,部分研究同时观察到贸易对粮食安全的消极作用。短期来看,进口农产品存在因国际市场价格上涨带来的供应和获取的风险,生产和出口则需面对贸易壁垒带来的不利后果。中长期来看,可能带来国内生产和消费结构的不利变化,加剧粮食安全在对外部冲击时的脆弱性。Moseley等对冈比亚和科特迪瓦的研究发现,两国在20世纪80年代推行贸易自由化改革后,亚洲廉价大米涌入当地市场并逐渐成为主食,导致他们在2007—2008年经历了严重的粮食危机^[21]。

可见,农产品进出口的增加或减少会引起国内市场的供需和价格波动,进而通过劳动力、资本、生产和饮食结构的复杂变化,对粮食安全产生或积极或消极的影响。党的“十八大”以来,党中央确立了“以我为主、立足国内、确保产能、适度进口、科技支撑”的国家粮食安全战略;2015年《中华人民共和国国家安全法》将粮食安全上升为国家安全战略;“十四五”规划首次将粮食安全纳入五年规划,强调在保障国内粮食生产的同时积极营造更安全的国际贸易环境,充分利用国内国外两个市场、两种资源。在一系列政策支持下,中国农业快速融入世界市场,农产品贸易规模不断扩大。但近年来中美贸易摩擦、新型冠状病毒肺炎疫情、局部战争、极端天气等不确定事件频发,使中国农产品国际贸易和粮食安全面临重大挑战。因此,在国家层面厘清农产品贸易的动态变化及对粮食安全的影响,对中国制定合理的贸易和农业政策、推动贸易对粮食安全发挥促进而非阻碍作用,具有重要的现实意义。

已有对中国农产品进出口格局与粮食安全的研究发现,农产品贸易规模不断扩大,加入世界贸易组织后逆差持续增长,粮棉油糖等大宗农产品全面净进口^[22-24]。大宗农产品等进口的增加被认为在缓解国内农业生产的水、土资源约束方面对粮食安全具有积极作用^[25-27],但长期将形成巨大的耕地资源潜在供给缺口^[28]。市场格局方面,贸易伙伴国日益增多,市场逐渐多元化^[24, 29-32],新近对稻谷、小麦、玉米、大豆进口市场变化的研究认为中国粮食进口渠道的多元化进程加速,规避进口渠道单一带来市场风险的能力增强^[33]。在既往文献的观点中,或将农产品划分为谷物、蔬菜等大类,或选择大米、小麦等主粮进行分析,这不利于当前消费多样化转向下对全面的农产品细类进行国际贸易观察,在时间和空间尺度上也尚未形成与全球所有国家进出口关系长期演化的有效表达。此外,现有研究主要关注进口程度大小对粮食安全的影响,关于农产品贸易结构对粮食安全影响的系统探讨较为不足,且主要为描述性分析。基于此,本文运用全球和国家层面的数据,通过对中国农产品国际贸易的产品结构和地理格局的长期演化进行分析,解释其对中国粮食安全所产生的影响。

2 数据与方法

2.1 数据

2.1.1 农产品范围界定 《商品名称和编码协调制度国际公约》(HS)是通用的国际贸易商品分类体系,中国自1992年起采用HS进行海关统计。HS采用6位数编码,前两位为“章”,三四位为“目”,五六位为“子目”。参照相关学者对农产品范围界定的研究成果^[34],结合本文的研究目的,将所有食用农产品纳入分析,精确到目一级,并剔除5个数据缺失项(其HS编码分别为0308、0905、1002、1203、1503),共得到159种农产品(表1)。

表1 本文的农产品范围

Tab. 1 The scope of agricultural products in this study

章	商品编码	章	商品编码	章	商品编码	章	商品编码
1	0101~0106	7	0701~0714	12	1201~1202, 1204~1212	19	1901~1905
2	0201~0210	8	0801~0814	15	1501~1502, 1504, 1506~1517	20	2001~2009
3	0301~0307	9	0901~0904, 0906~0910	16	1601~1605	21	2101~2106
4	0401~0410	10	1001, 1003~1008	17	1701~1704	22	2201~2209
5	0504	11	1101~1109	18	1801, 1803~1806	24	2401~2403

2.1.2 数据来源 研究数据分为两部分（表2）：①农产品贸易结构分析所使用的中国对各国159种农产品的年进/出口额与年进/出口量，研究周期为1992—2020年，暂未含港澳台的数据；②农产品贸易结构对粮食安全影响分析所使用的各项经济社会数据。

表2 数据及来源

Tab. 2 Data and data sources

数据名称	数据来源
农产品年进/出口额	UN Comtrade Database (https://comtrade.un.org/data/)
农产品年进/出口量	UN Comtrade Database (https://comtrade.un.org/data/)
人均每日膳食能量供应	FAOSTAT (http://www.fao.org/faostat/en/#data)
中国实际GDP年增长率	PWT10.0 (https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/)
居民消费水平指数	国家统计局 (https://data.stats.gov.cn/)
消费者价格通胀率	WDI (https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators)
人均农作物产量	FAOSTAT (http://www.fao.org/faostat/en/#data)
谷物单产	FAOSTAT (http://www.fao.org/faostat/en/#data)
人均猪肉消费量	《中国统计年鉴》，1993—2020年
人口数	《中国统计年鉴》，1993—2020年
年出栏生猪50头以下的场(户)数	《中国畜牧兽医年鉴》，2008—2020年
农作物播种面积	国家统计局 (https://data.stats.gov.cn/)

2.2 农产品贸易结构演化分析

2.2.1 可比净出口指数 可比净出口指数（Index of Normalized Trade Balance, NTB）是指某一商品的净出口额与进出口总额之比^[35]，是对贸易流动不平衡程度的综合衡量，可以反映农产品的进出口情况和一国对粮食进口的依赖程度^[36-37]。其计算公式为：

$$NTB_{it} = \frac{EV_{it} - IV_{it}}{EV_{it} + IV_{it}}$$

(1)

式中： NTB_{it} 、 EV_{it} 、 IV_{it} 分别表示第*i*种商品在第*t*年的可比净出口指数值、对世界市场总出口额和总进口额。NTB的值为[-1, 1]，当NTB > 0时，表明该国是该商品的净出口国，且其值越大，净出口程度越强；当NTB < 0时，表明该国是该商品的净进口国，且其值越小，净进口程度越强；当NTB = 0时，表明该国在该商品上进出口平衡。

2.2.2 贸易集中度指数 本文采用赫希曼指数（Hirschman Index）衡量中国农产品进、出口产品集中程度及地理集中程度^[38-39]，计算公式为：

$$HI_t = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(X_{it} / X_t \right)^2}$$

(2)

式中：计算产品集中度时， HI_t 代表第*t*年农产品进/出口的产品集中度指数； X_{it} 和 X_t 分别表示第*t*年第*i*种农产品的进/出口额和第*t*年农产品进/出口总额。计算地理集中度时， X_{it}

和 X_i 分别表示第 t 年中国对第 i 国农产品的进/出口额和第 t 年农产品进/出口总额。 HI_t 的取值范围为 $[1/\sqrt{n}, 1]$, 其值越大表明集中程度越高, 反之亦然。

2.2.3 希尔伯特曲线可视化 为有效表达研究结果, 本文引入基于希尔伯特曲线和颜色空间的可视化方法帮助分析农产品贸易的产品结构特征^[40]。首先分别计算所有农产品1992—2020年NTB的均值及其标准差(Standard Deviation, SD), 用以表征农产品进出口的程度和波动情况。根据所得结果, 使用相等间隔分类法, 将净出口强度分为强进口、弱进口、相对平衡、弱出口和强出口5个等级, 同样地, 波动水平由低到高分5级(图1a)。根据分级结果, 构造颜色空间, 规定红、黄、绿、蓝、紫不同色系分别对应不同的进出口程度; 同一色系中色调的饱和度则对应不同的波动水平, 颜色越深, 波动程度越高。其次, 利用希尔伯特曲线将HS编码数据所代表的农产品映射到二维空间中(图1b), 表示为159个面积相同的正方形, 并根据净出口和波动性分级结果使每一个方形映射到颜色空间中的一个颜色。HS编码相邻的商品在二维空间图中也相邻, 据此可依据Hilbert曲线的走向判断每一个方形所代表的农产品的HS编码及其进出口和波动水平。

2.2.4 时空多元可视化 时空多元模式可视化系统(A Visualization System for Space-Time and Multivariate Patterns, VIS-STAMP)是一种用于探索和理解包含地理位置、时间序列和多个变量的高维复杂数据集的时空和多元模式的地理视觉分析方法^[41-42]。首先, 利用自组织映射(Self-Organizing Map, SOM)对高维数据进行降维、聚类, 抽象出多元数据模式, 继而使用二维配色方案为每个SOM节点(集群)分配一个颜色, 相似的集群具有相似的颜色。其次, 利用平行坐标图(Parallel Coordinate Plot, PCP)对SOM所确定的数据集进行可视化表达。PCP在时空多元可视化系统中充当图例, 解释SOM中每种颜色的含义, 也即每个集群的特征。完成多元变量的可视化后, 利用一个可重新排序的地图矩阵来显示多元模式的空间变化。

本文利用该方法分别对重点进口农产品和重点出口农产品市场格局的时间趋势进行分析, 时间跨度均为1992—2020年, 共29年, 空间上包括198个国家/地区, 变量值为中国对某个国家/地区某种农产品年进口额/年出口额占中国该种农产品年总进口额/年总出

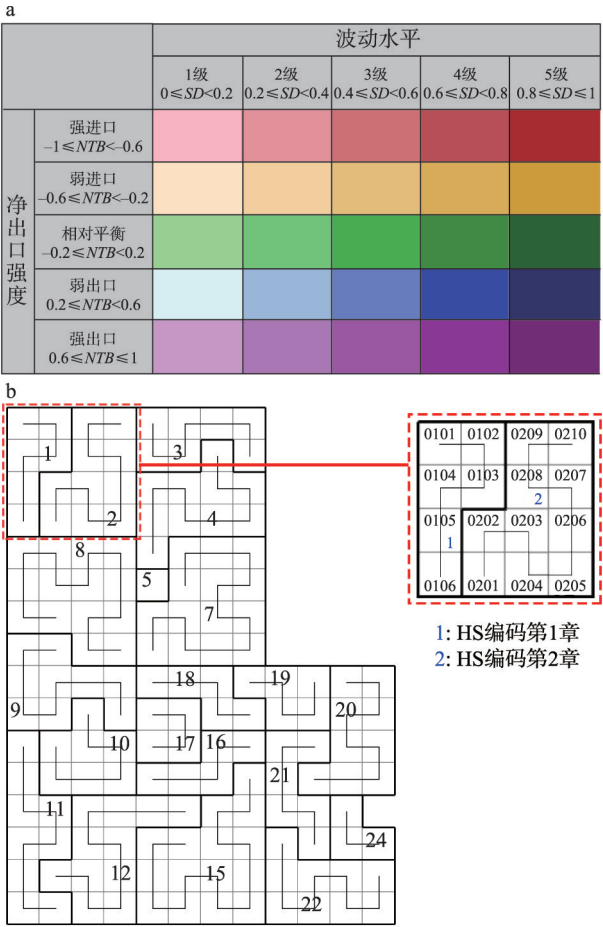


图1 农产品分级结果与颜色空间(a)和希尔伯特曲线(b)
Fig. 1 Classification of agricultural products and color space (a); Hilbert curve (b)

口额的比重。对时间序列进行自组织聚类，抽象出在不同农产品上各国占中国进出口市场份额随时间变化的模式，以此展示中国主要农产品进出口市场的空间格局演变。

2.3 时间序列回归

本文采用时间序列线性回归的方法分析农产品贸易结构对粮食安全的影响。被解释变量为人均每天可获得的膳食能量供应（Y），研究发现人均热量供应的增加与营养不良发生率的降低密切相关^[43-44]，是粮食安全的核心指标，也是最常用的定量指标之一^[18]。解释变量为中国农产品贸易结构，包括总量结构（X₁），以总进口额与出口额之比表示，进口产品集中度（X₂），出口产品集中度（X₃），进口地理集中度（X₄），出口地理集中度（X₅）。并引入中国实际GDP年增长率（X₆）、居民消费水平指数（X₇）、消费者价格通胀率（X₈）、人均农作物产量（X₉）、谷物单产（X₁₀）对粮食安全进行综合解释。X₆是国家层面的背景变量，用以捕捉经济增长的变化情况；X₇、X₈代表居民的消费水平和价格变化，对粮食安全的获得性和稳定性产生影响；X₉、X₁₀是国内农业生产力和生产率的指标，是粮食供给水平的重要影响因素。由于Y的最新数据为2018年，因此研究时间取1992—2018年。

为消除异方差的影响，对各时间序列变量取自然对数，建立回归模型为：

$$\ln Y = c + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \beta_6 \ln X_6 + \beta_7 \ln X_7 + \beta_8 \ln X_8 + \beta_9 \ln X_9 + \beta_{10} \ln X_{10} + \varepsilon$$

(3)

式中：c为截距；β₁, β₂, …, β₁₀为待估参数；ε为扰动项。为避免时间序列的伪回归问题，采用ADF单位根对数据平稳性进行检验，结果显示（表3），一阶差分后所有变量都在1%的显著性水平上拒绝单位根假设，为一阶单整序列。且多元变量的Engle-Granger（EG）协整检验结果表明^[45]，在5%显著性水平下LNY与LNX存在长期稳定关系（表4）。由于多重共线性检验发现，X₁、X₃、X₇、X₉、X₁₀的方差膨胀因子（VIF）值均大于10，存在严重的共线性问题，因此，为克服变量间多重共线性的影响，采用岭回归分析进行模型拟合，并根据岭迹图确定K值为0.01。

表3 平稳性检验结果
Tab. 3 Stationarity test results

变量	ADF值	检验类别	1%临界值	5%临界值	P值	变量	ADF值	检验类别	1%临界值	P值
LNY	-4.3792	C, T, 3	-4.3561	-3.5950	0.0095	DLNY	-4.6003	C, 0, 0	-3.7241	0.0013
LNX ₁	-4.6902	C, T, 2	-4.3743	-3.6032	0.0050	DLNX ₁	-6.7601	C, T, 0	-4.3943	0.0001
LNX ₂	-2.0096	C, 0, 2	-3.7115	-2.9810	0.2811	DLNX ₂	-5.3929	C, 0, 0	-3.7241	0.0002
LNX ₃	-5.3789	C, T, 2	-4.3561	-3.5950	0.0010	DLNX ₃	-5.3039	C, 0, 3	-3.7379	0.0003
LNX ₄	-2.9468	C, 0, 2	-3.7115	-2.9810	0.0536	DLNX ₄	-5.6757	C, 0, 3	-3.7241	0.0001
LNX ₅	-2.3687	C, T, 2	-4.4679	-3.6450	0.3833	DLNX ₅	-3.7369	0, 0, 0	-2.6607	0.0006
LNX ₆	-2.5537	C, 0, 2	-3.7115	-2.9810	0.1152	DLNX ₆	-4.9756	C, 0, 5	-3.7379	0.0006
LNX ₇	-1.5690	C, T, 2	-4.3561	-3.5950	0.7775	DLNX ₇	-5.4007	C, 0, 0	-3.7241	0.0002
LNX ₈	-2.3496	C, 0, 3	-3.7115	-2.9810	0.1651	DLNX ₈	-5.1150	C, 0, 0	-3.7241	0.0004
LNX ₉	-3.7336	C, T, 4	-4.4407	-3.63289	0.0412	DLNX ₉	-6.6975	C, T, 0	-4.3743	0.0001
LNX ₁₀	-3.0024	C, T, 0	-4.3561	-3.5950	0.1505	DLNX ₁₀	-6.5163	C, T, 3	-4.3743	0.0001

表4 协整检验结果
Tab. 4 Engle-Granger test results

变量	ADF值	检验类别	1%临界值	5%临界值
ecm	-7.2074	C, 0, 0	-8.2664	-7.1520

注：“1%临界值”和“5%临界值”由麦金农响应面函数表(参见文献[45])计算而得。

3 农产品贸易结构演化及重点农产品识别

3.1 总量结构变化

中国农产品进口额由1992年的33.60亿美元增长到2020年的1540.67亿美元,出口额由74.80亿美元增长到566.86亿美元,进出口均取得快速发展,但进口增速明显高于出口增速。将1992—2020年中国对世界市场159种农产品的NTB值绘制成箱线图观察农产品进出口的总体趋势。箱线图由上至下5条线分别标示了一组数据的最大值、上四分位数、中位数、下四分位数和最小值。由图2可见,中位数和上下四分位数均呈波动下降的趋势,2008年以后箱体开始由偏最大值转向偏最小值分布,这表明农产品进出口状态虽有年际波动,但总体格局发生转变,越来越多的农产品出口优势减弱甚至转变为进口状态,对国际进口的依赖显著增强。

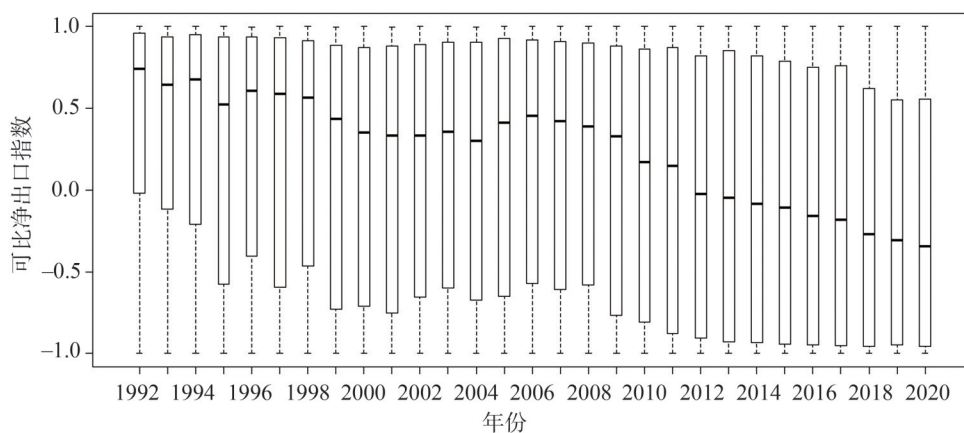


图2 1992—2020年中国农产品可比净出口指数箱线图

Fig. 2 Boxplot of China's agricultural normalized trade balance index in 1992-2020

3.2 产品结构变化

根据产品集中度指数的计算结果(图3)可见,进口产品集中度指数较高,表明农产品进口结构较为单一,主要集中于某几类产品。如2020年进口额前10位的农产品占总进口额的60%,仅大豆与猪肉进口额即占总进口的33%。出口产品集中度指数低于进口集中度,产品结构较进口更加多元化。从时间趋势来看,进口经历了波动上升至2008年以后逐渐下降的过程,表现出多样化的发展趋势;出口集中度平稳中略有下降。

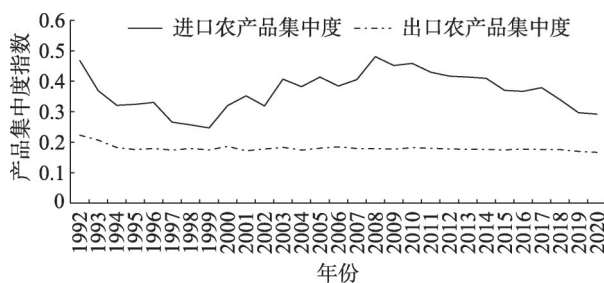


图3 1992—2020年中国农产品进/出口产品集中度

Fig. 3 Concentration of China's agriculture product imports/exports in 1992-2020

农产品进出口程度和波动水平显示(图4),1992—2020年间稳定的进口农产品主要包括:猪、牛、马、驴、骡、家禽等活动物(01)及其肉和杂碎(02),乳品(0401~0406),小麦、大麦、燕麦、大豆(1001,1003~1004,1201),动植物油脂(15),糖、可可及其制品。稳定的出口农产品主要包括:鱼类及其他水生动物(03),蛋品和蜂蜜(0407~0410),蔬菜(07),苹果、梨及柑橘等水果(08),茶及调味香料(09),花生、

葵花子等部分油料, 肉、鱼及其他水生动物制品 (16), 谷物和面粉制品 (19), 蔬菜和水果制品 (20), 杂项食品 (21), 烟草 (24)。部分谷物如大米, 以及咖啡、啤酒等则处于进出口相对平衡的状态。

另一类值得关注的是图 4 中深色方块代表的进出口波动性较高的农产品 ($SD > 0.6$), 结合此类产品历年 NTB 和进/出口额数据分析发现: ① 麦芽 (1107) 前期净进口, 后期转变为稳定的强出口产品; ② 相反地, 部分农产品早期表现为强出口或以出口为主, 后期进口额大幅增加, 出口额减少, 转变为稳定的强进口状态, 如猪、牛、家禽肉等主要食用肉类 (02), 玉米和高粱等谷物 (1005, 1007), 谷物粉 (1102~1103), 油菜籽等植物油籽 (12), 花生油、葵花油 (1508, 1512), 部分鱼类 (0302), 木薯等植物根茎 (0714), 马黛茶 (0903) 等 (图 5); ③ 山羊和绵羊 (0104), 丁香 (0907), 糖蜜 (1703) 等多年间净进口和净出口状态交替出现。

3.3 重点农产品识别

根据上述结果, 结合农产品进/出口量及虚拟耕地进口量指标识别出 11 种重点进口型农产品和 10 种重点出口型农产品^[26-27, 46], 对此类农产品进/出口市场空间格局的时间趋势进行分析 (表 5)。进口农产品方面, 本文将 1992—2020 年年均进口量大于 20 万 t 且虚拟耕地年进口量大于 20 万 hm^2 的强进口产品 ($-1 \leq NTB < -0.6$) 以及波动性强且由净出口转变为强进口的农产品作为重点关注的产品。这是由于进口程度高的农产品容易受到全球市场波动带来的不利影响, 而进口量大、虚拟耕地含量高使得其在面对不利冲击时难以通过国内生产取得缓解。出口农产品方面, 出口程度高的农产品既是优势出口农产品, 同时对国际市场的依赖也较大。而出口量大的该类农产品在遭遇国际市场的不利变化导致出口受阻时, 通过内需或其他渠道分散风险的难度较大, 从而给以出口为导向的农业生产部门带来困境^[47]。因此, 取 $NTB \geq 0.6$ 处于强出口状态, 年均出口量位于前 20 的初级农产品为代表, 作为重点出口农产品。

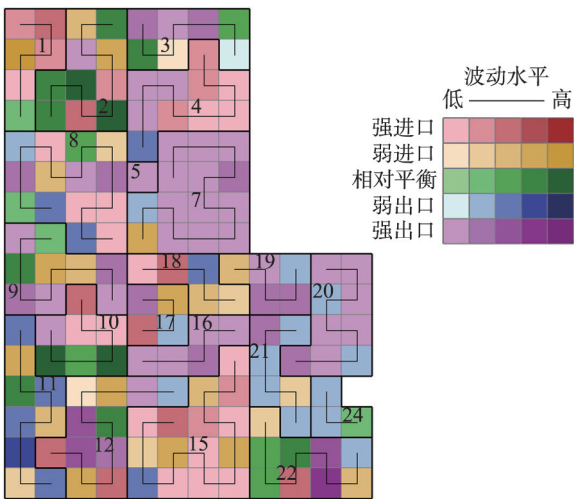


图 4 农产品净出口程度与波动水平分级结果
Fig. 4 Net export degree and volatility level of agricultural products

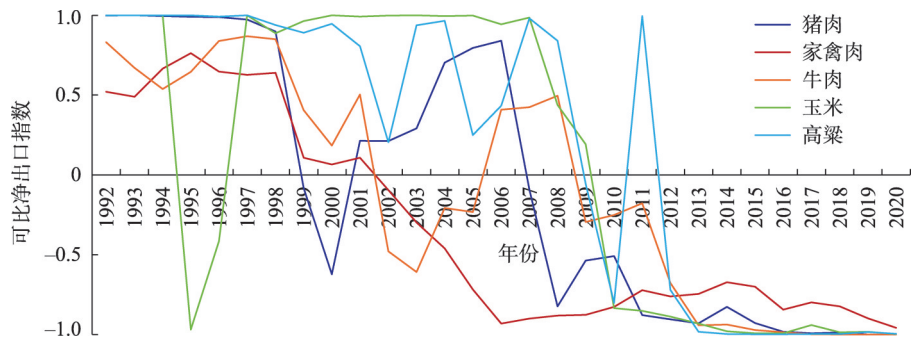


图 5 高波动性农产品的可比净出口指数
Fig. 5 Normalized trade balance index of agricultural products with high volatility

表5 重点农产品识别结果
Tab. 5 The main agricultural products

重点进口农产品				重点出口农产品		
商品名称	NTB均值	年均进口量(t)	虚拟耕地年均进口量(hm ²)	商品名称	NTB均值	年均出口量(t)
大豆	-0.7401	37672488	20118772	葱属蔬菜	0.9985	1579111
豆油	-0.8565	1192725	1854432	梨和苹果	0.8695	942642
棕榈油	-0.9908	3826729	1526204	鱼肉	0.9256	608082
油菜籽	-0.7916	1778739	1004452	柑橘类水果	0.6065	529035
小麦	-0.7014	3530148	825017	萝卜	0.9970	373055
大麦	-0.9892	3045862	806210	甘蓝类蔬菜	0.9938	299709
猪肉	-0.0755	509081	441552	花生	0.7426	274000
菜子油	-0.8997	573530	523656	姜	0.9357	265043
糖	-0.6215	2535251	329685	茶	0.9382	255573
高粱	0.1661	1436901	270841	马铃薯	0.9656	215228
玉米	0.0910	1695986	244663			

注：虚拟耕地进口量的计算方法参考文献[26-27]，计算中所涉及的农作物单产、农产品能量值来源于FAOSTAT，农产品产量份额来源于文献[46]。

4 农产品贸易空间结构的演化

中国农产品出口地理集中度随时间明显下降，多元化趋势显著；农产品进口地理集中度指数变化较小，但2008年以后也经历了一个缓慢的下降过程，进口多元化趋势有所显现（图6）。下文将以重点进/出口农产品为代表对进/出口空间格局进行详细分析。

4.1 进口市场高度集中，成长型地区逐渐浮现

图7平行坐标（PCP）中曲线反映了1992—2020年对某国家/地区某种农产品进口额占中国该种农产品总进口额比重的变化状况（高位上升、低位上升、波动变化等），并在地图上同步显示这种变化所映射的空间（国家/地区）分布（图8）。总体来看，每种农产品都存在一个或几个具有绝对优势的进口国/地区，即使存在某些时期的波动，美国、加拿大、巴西、澳大利亚在多种农产品的进口市场中仍占据主导地位。如29年间自加拿大进口油菜籽占总进口比例的均值高达83.22%。同时，成长型地区逐渐浮现，对欧洲、中亚、东南亚各国进口的增长初见端倪。

具体来看，①猪肉的主要进口市场是美国、加拿大、德国、西班牙，近年来西班牙进口占比超越美国，且对丹麦、法国等其他欧洲国家及巴西的进口也呈上升趋势。②谷物类农产品方面，小麦的主要进口来源国是加拿大、澳大利亚和美国，三国占中国小麦年进口比例的均值为93.17%，此外，哈萨克斯坦表现出明显的增长之势。大麦的主要进口国是澳大利亚，其次为加拿大，法国、乌克兰占比有所增长。玉米和高粱的最大进口来源地发生了转变，前者由美国转移到乌克兰，并增加对缅甸等东南亚国家的进口；后者首要进口国由缅甸转变为美国，澳大利亚在不同年份的进口占比频繁波动。③中国对

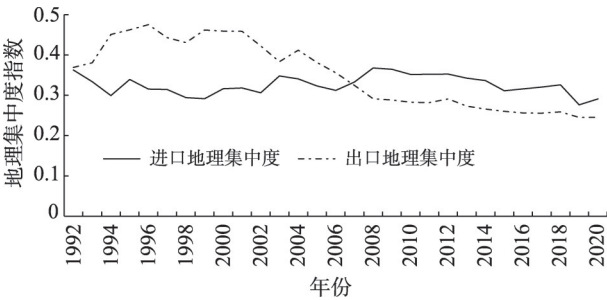


图6 1992—2020年中国农产品进/出口地理集中度
Fig. 6 Import/export spatial concentration of China's agricultural products, 1992-2020

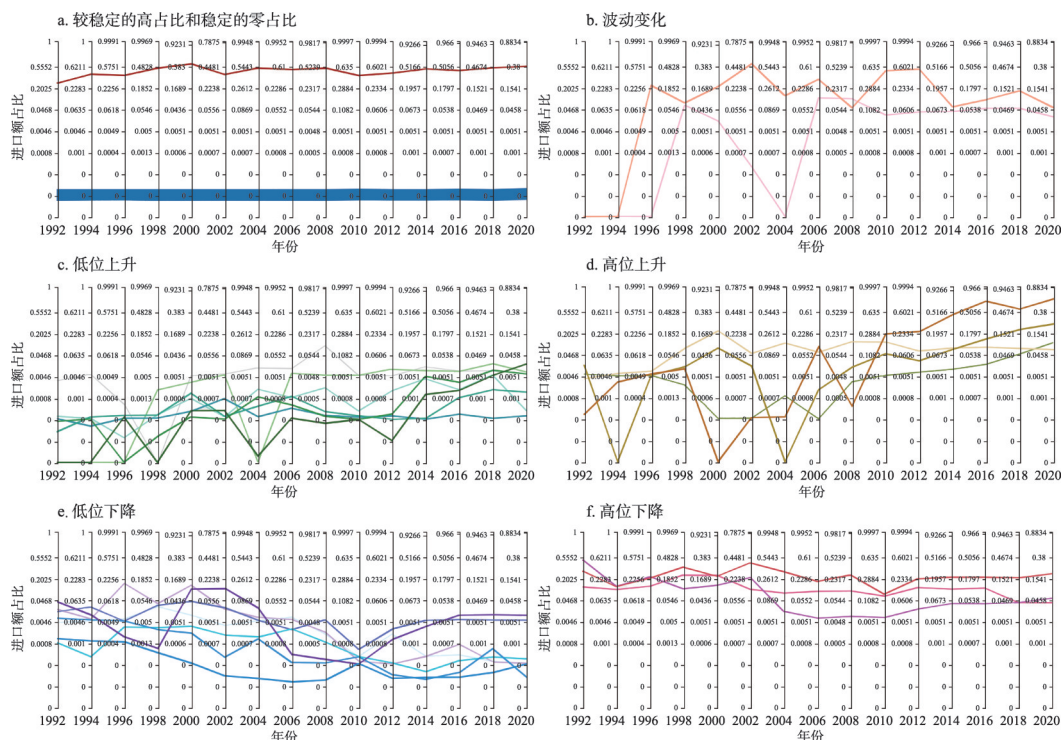


图7 1992—2020年中国主要农产品进口市场的演变趋势

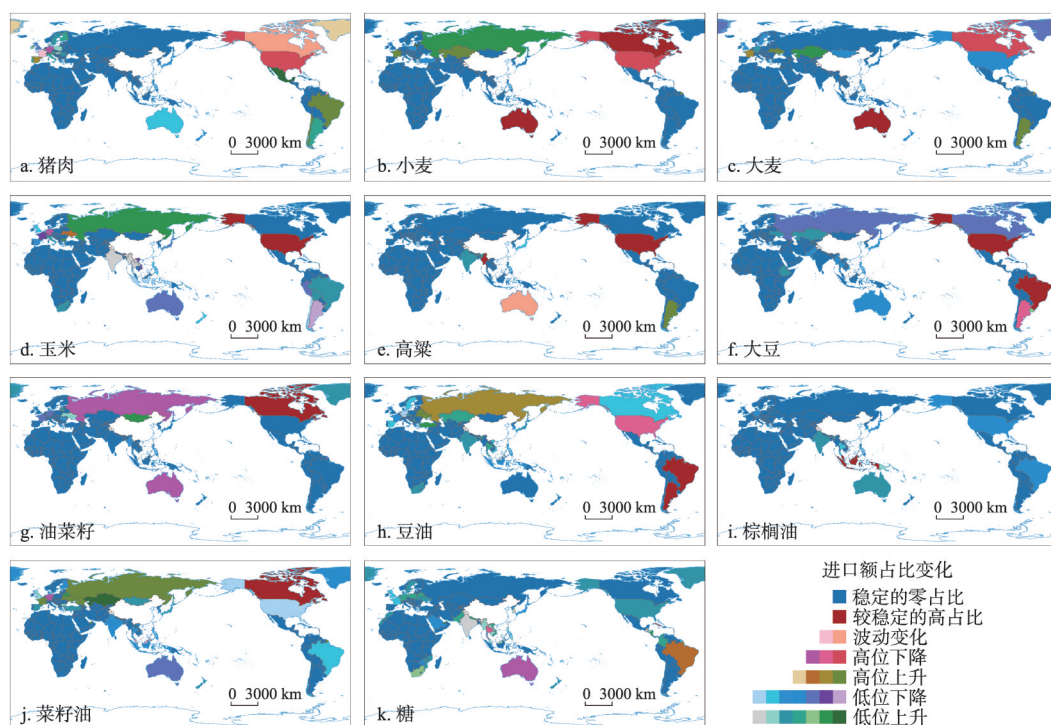
Fig. 7 Change of China's agricultural import markets, 1992-2020

美国、巴西、阿根廷三国的大豆和豆油占总进口额比例的均值分别达95.58%和90.41%。2012年后大豆最大进口市场由美国转移到巴西；豆油的进口市场格局则展现出更多元化的发展趋势，乌克兰、俄罗斯等欧洲国家所占份额持续增长。④ 油菜籽和菜籽油的最大进口来源国是加拿大，部分欧洲国家所占份额有所上升，但增长极为缓慢。⑤ 棕榈油和食糖进口主要集中在具有相关自然资源禀赋优势的国家，棕榈油进口高度集中于印度尼西亚和马来西亚，食糖主要进口国为巴西和古巴。

4.2 出口市场趋于多元化，“一带一路”带动效应明显

根据图9和图10显示，每种农产品除几个占比相对较高的国家/地区外，还存在众多成长中的市场（地图中红色、紫色、蓝色区域），表明农产品出口市场多元化的趋势明显。总体来看，日本是第一大出口目的地国家，在除马铃薯和水果外的农产品出口中均占有较高比例，但所占比例随时间逐渐下降；且存在如越南、泰国、马来西亚、菲律宾等东盟国家，哈萨克斯坦、伊朗、沙特阿拉伯等中亚和西亚国家，以及俄罗斯、加拿大等众多快速成长中的出口市场。

具体来看，① 鱼肉的主要出口市场分布在日本、韩国以及美国、加拿大、德、英、法等欧美发达国家，此外，巴西、泰国等南美与东盟国家所占比例也有所增长。② 蔬菜类农产品的重要出口目的地国家为俄罗斯以及日、韩、越南、马来西亚等东亚和东南亚国家，其中马铃薯、甘蓝类蔬菜及萝卜的出口市场较为集中的分布在上述区域，而葱属蔬菜还出口到美洲、欧洲、非洲及其他亚洲国家。③ 水果类农产品的出口地主要是俄罗斯，以及印度尼西亚、越南等东盟国家，并在西亚、中亚等地拥有众多快速增长的出口市场。④ 茶和姜的出口市场分布极为广泛，如茶的重要出口市场包括美国、加拿大等北



注：基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2016)1665号的标准地图制作，底图边界无修改，后图同。

图8 1992—2020年中国主要农产品进口市场的空间格局演变

Fig. 8 Spatial evolution of China's main agricultural import markets, 1992-2020

美国、摩洛哥、阿尔及利亚等北非和西非国家，俄罗斯等欧洲国家，韩国、马来西亚等东亚和东南亚国家，以及澳大利亚、巴西等南美国家也呈持续增长的趋势。⑤ 花生的最大出口市场是日本，加拿大、西班牙、泰国和越南所占比例迅速增加。

5 农产品贸易结构演化对粮食安全的影响

5.1 岭回归结果

由表6可见，贸易结构变量方面，贸易总量结构对粮食安全具有正向作用，且通过5%的显著性水平检验，出口产品集中度具有显著的负向影响。进口产品集中度与进/出口地理集中度虽未通过统计学意义的显著性检验，但根据系数判断，它们对粮食安全具有负向效应。其他社会经济变量中，人均农作物产量、居民消费水平指数、实际GDP年增长率与谷物单产均对人均膳食供应的增加起正向推动作用，其中人均农作物产量、居民消费水平的影响最大。消费者价格通货膨胀率对粮食安全表现为负向影响关系，表明宏观经济价格不稳定对粮食安全的负面效应。

5.2 对粮食安全的影响

(1) 农产品贸易总量结构以进口的快速增长为特点，促进了粮食安全改善。根据中国农产品贸易的现实情况，贸易总量结构的变化主要表现为进口的快速增长。进口增长一方面可以直接增加国内食物供应的数量，以满足消费需求，从而改善粮食安全。以猪肉为例，本文用格兰杰因果检验考察了国内猪肉需求年增长率与猪肉进口量年增长率的

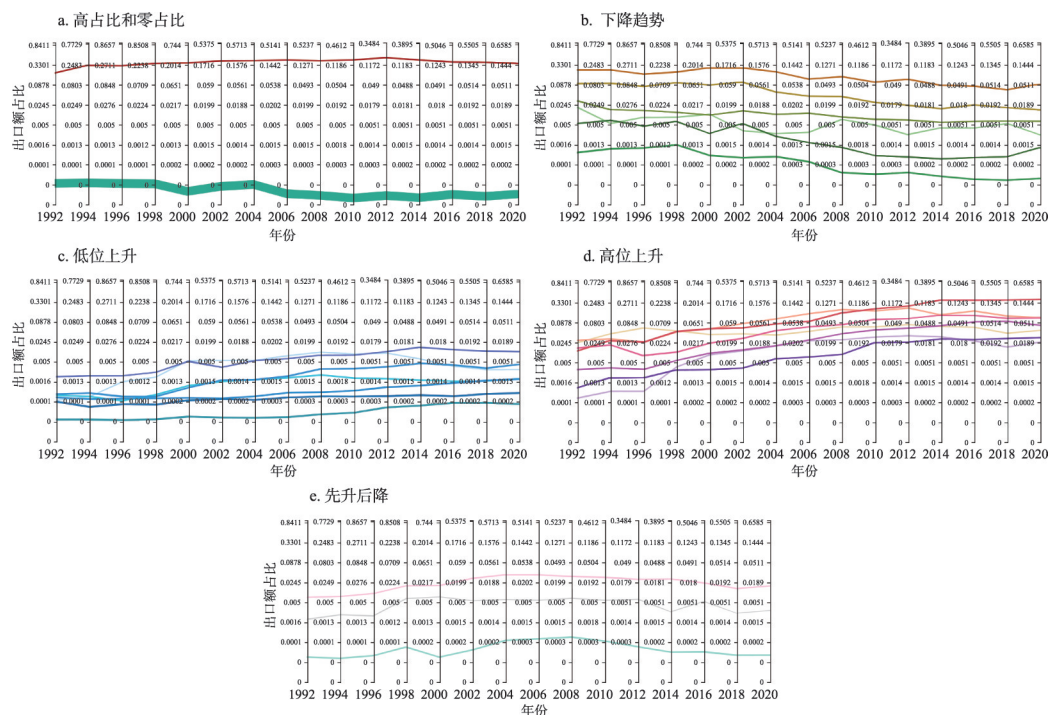


图9 1992—2020年中国主要农产品出口市场的演变趋势

Fig. 9 Change of China's agricultural export markets, 1992-2020

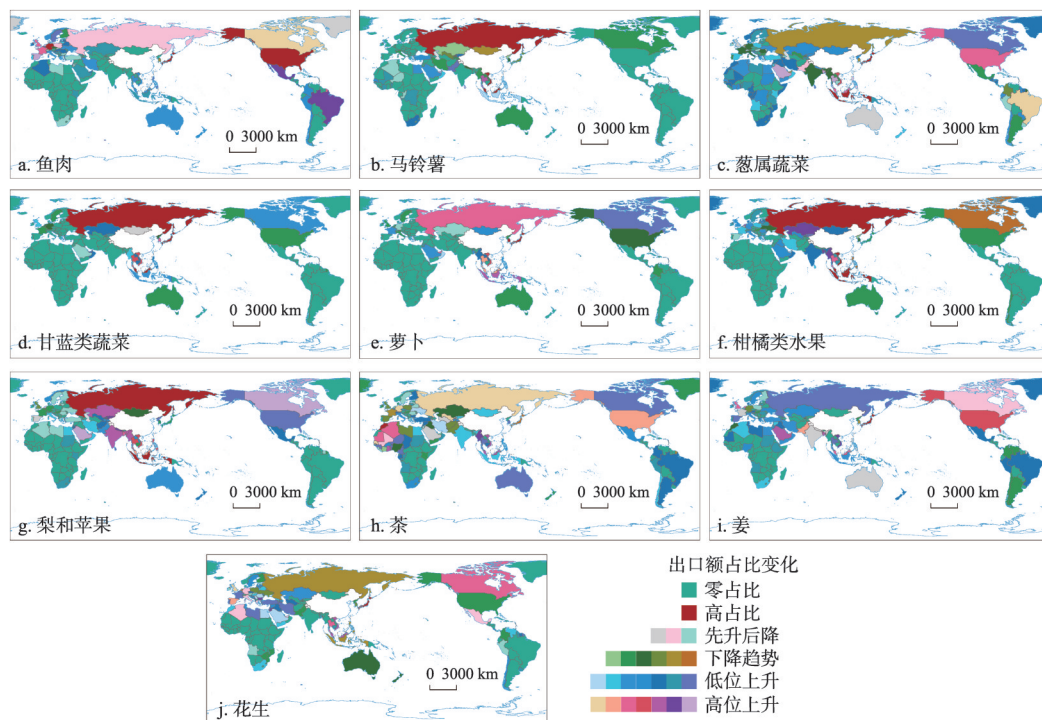


图10 1992—2020年中国主要农产品出口市场的空间格局演变

Fig. 10 Spatial evolution of China's main agricultural export markets, 1992-2020

表 6 岭回归估计结果
Tab. 6 Ridge regression estimate results

变量	系数	标准误差	标准化系数	<i>t</i> 统计值	<i>p</i> 值
贸易总量结构	0.020	0.020	0.156	2.162	0.046 [*]
进口产品集中度	-0.009	-0.009	-0.021	-0.449	0.659
出口产品集中度	-0.171	-0.171	-0.127	-3.179	0.006 ^{**}
进口地理集中度	-0.024	-0.024	-0.021	-0.530	0.604
出口地理集中度	-0.010	-0.010	-0.030	-0.439	0.667
实际GDP年增长率	0.087	0.087	0.041	1.424	0.174
居民消费水平指数	0.037	0.037	0.315	3.757	0.002 ^{**}
消费者价格通胀率	-0.004	-0.004	-0.043	-1.496	0.154
人均农作物产量	0.207	0.207	0.430	5.555	0.000 ^{**}
谷物单产	0.000	0.000	0.001	0.006	0.995

注： $R^2 = 0.993$, F 值 = 241.242, $\text{sig.}(F) = 0$; ^{*} $p < 0.05$, ^{**} $p < 0.01$ 。

关系，建立 VAR 模型确定格兰杰因果的滞后阶为 1，结果见表 7。在 5% 显著性水平下，猪肉消费量年增长率是猪肉进口量年增长率的格兰杰原因，即国内猪肉消费的变化是导致猪肉进口变化的原因之一，体现了农产品进口在供应国内需求方面的积极作用。同时农产品进口的扩大可以增加国内农产品供应的种类，从而满足居民多样化的膳食需求。

表 7 格兰杰因果关系检验
Tab. 7 Granger causality tests

变量	单位根检验			格兰杰检验		
	ADF 值	检验类别	1%临界值	原假设 H	<i>F</i> 统计量	H成立的概率
猪肉消费量年增长率 (CONSUMER)	-7.0970	C, 0, 0	-3.7241	CONSUMER does not Granger Cause TRADE	5.1380	0.0331
猪肉进口量年增长率 (TRADE)	-6.1084	C, T, 0	-4.3561	TRADE does not Granger Cause CONSUMER	0.0081	0.9292

注：猪肉消费量数据由“人均猪肉消费量”与“人口数”计算而得，时间取 1992—2019 年。

(2) 中国农产品进口产品与空间分布双集中，不利于粮食安全保障；出口产品和空间多元化的趋势则有助于保障粮食安全的稳定性。贸易产品集中度与地理集中度均对粮食安全存在负向影响关系。根据前文分析可见，中国农产品进口具有产品与空间分布双集中的叠加效应，以大豆为例，2000 年、2010 年、2020 年大豆进口额占农产品总进口额的比例分别为 27.68%、44.25%、25.66%，3 个时间里对美国、巴西、阿根廷进口占大豆进口总额的比例分别为 99.2%、97.46%、97.25%。而南美和美国 70% 以上的大豆货源被 ADM、Bunge、Cargill、和 Louis Dreyfus 为首的国际粮商控制，其中前三家均为美国企业。这种结构特征使得国内市场稳定性极易受美国、澳大利亚等重点进口国家消极贸易政策变化的不利影响，一旦面对这些国家出口限制等措施，一方面可能直接减少国内食物供应，另一方面通过价格等因素间接影响居民的食物获取能力，从而在短期内对粮食安全保障造成冲击。对于部分成长型地区，从 29 年来市场份额占比的变化来看，发展速度仍较为缓慢，与主要进口国进口额占比差距显著，分散市场集中带来的风险的能力存疑。相反地，出口产品和空间结构多元化的趋势有助于规避出口贸易壁垒带来的风险，稳定出口的经济效益，保障出口部门农业生产的稳定性。

③ 贸易对生产结构的长期影响与高度集中的进口结构相结合，将使得国内农业生产与粮食安全保障在面对外部冲击时更加脆弱。大量的进口在特定农业部门的涌入，将为

国外大型农业生产者或公司带来便利,他们依靠强大的比较优势(如价格优势等)在竞争中排挤国内小型生产商或农户,难以与其竞争的国内生产者可能会压缩生产。如2007年起猪肉由出口优势转变为稳定的强进口状态,伴随这一过程2007—2010年中国年出栏生猪50头以下的场(户)数由80104750下降到59086923,大量小规模生产者退出这个行业,这一数据在2019年继续减少为21445792。观察中国农作物种植结构的变化可以发现(图11),1992—2018年重点进口农产品中大豆、小麦、油菜籽、糖料作物、高粱种植面积占比均呈下降趋势。玉米在2010年由出口转为进口后,近年种植面积占比也出现下降趋势。对大豆进口量与种植面积占比之间的Pearson相关系数进行计算,显示在5%置信水平上,相关系数为-0.445,说明二者具有显著的负相关关系,大豆进口量越大的年份,种植面积占比越低。在同一置信水平上,高粱进口量与种植面积占比之间的相关系数为-0.453。重点农产品国内生产的压缩将进一步加深国内供应对国际市场的依赖,不利于长期的供应安全。

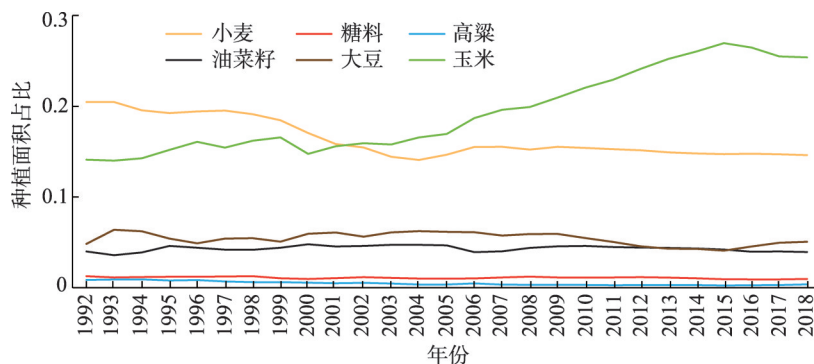


图11 1992—2018年中国农作物种植面积占比变化

Fig. 11 Changes of crops planting area proportion in China, 1992-2018

6 结论与政策建议

6.1 结论

(1) 1992—2020年中国农产品贸易总体格局发生转变,包括猪肉、牛肉、玉米、高粱、油菜籽等在内的众多农产品出口优势减弱甚至转变为进口状态,对国际进口的依赖显著增强。进口的快速增长通过直接增加国内食物供应,以满足国内消费需求,对粮食安全改善产生促进作用。

(2) 农产品贸易的产品结构和空间结构存在的粮食安全风险主要体现在供给侧进口端,进口产品结构和地理结构双集中的叠加效应,使得重点农产品进口极易受美国、澳大利亚等少数重要进口国家出口限制等贸易政策变化的不利影响,在短期内对粮食的稳定供应造成冲击。相反地,出口产品集中度较小,随着与“一带一路”等国家/地区贸易的发展,地理集中度也显著降低,有利于保障出口的经济效益,减小国家间贸易摩擦所造成的农业生产的不稳定性。

(3) 中国农业生产出现部分重点进口产品生产规模压缩,中长期来看,将进一步削弱重要进口农产品的国内自主供应能力。这种趋势与高度集中的进口结构相结合,不利于降低农业生产与粮食安全保障在面对外部冲击时的脆弱性。

已有基于农产品大类划分的观点认为油料、谷物等属于全面净进口,但基于产品细类的分析发现,具体农产品进出口态势存在差异,如油料中花生、葵花籽等长期处于较

稳定的出口状态；谷物中稻米进出口长期来看则较为均衡，且谷物制品具有出口优势。在农业生产和贸易策略上，基于细类的分析结果更具有指导的针对性。在空间格局上，进出口市场多元化趋势是共识，但本文从重点农产品市场份额占比变化的角度，认为进口市场的成长型地区发展较为缓慢，与主要进口国进口额占比差距显著，分散单一市场的抗风险能力仍有待进一步提升。此外，既往研究鲜少考虑农产品出口在家庭和个人食物获取能力方面的作用，本文认为出口产品和空间结构多元化的趋势有利于保障出口的经济效益，进而提升从事相关农业生产家庭经济稳定性。

6.2 政策建议

随着中国农业对外开放程度不断提高，粮食安全越来越受到国际交流、对外贸易政策和全球粮食市场宏观经济的影响。特别是当前世界处于“大发展大变革大调整”的背景下^[48]，新型冠状病毒肺炎疫情、中美贸易摩擦、俄乌冲突等不确定事件频发，中国粮食安全面临的国际环境日趋复杂，因此建议：

(1) 坚持贸易开放的同时优化进口的产品和地理结构。积极探索和利用国际市场资源保障国内粮食供应的数量和丰度，同时需要重点关注进口量大、对国内水土资源利用影响大的农产品。对这类重点农产品进行国际贸易动态和国内生产监测，其中对于小麦等口粮农产品根据国内消费需求划定生产红线，确保国内自给水平；对于其它重点农产品加速推进市场多元化的进口战略，在深度合作中提升进口市场的稳定性。利用“一带一路”等经济发展战略，“区域全面经济伙伴关系协定”等自贸区的有利条件，不断探索拓展进口来源地，如除美国、巴西、阿根廷外，加强与印度、乌克兰、俄罗斯等其他重要大豆生产国的贸易合作。

(2) 坚持多元化的出口发展战略，培育更多优势出口农产品，进一步增强农产品贸易的国际竞争力。农产品出口主要通过创造就业、增加收入等途径，提高家庭和个人层面的食物获取能力，以促进粮食安全。因此，① 加强对国际市场农产品消费偏好等信息的跟踪调研，不断进行产品创新，并提高自身的技术标准和产品质量，以增强出口农产品在国际市场上的竞争力。② 对于重点出口农产品，建立农产品贸易壁垒的预警和应急处理机制，在出口面临贸易争端时，为出口方提供咨询和帮助，以减小相关贸易争端带来的损失。③ 继续强化与“一带一路”国家的出口合作，同时积极开拓非洲、拉美地区等潜在出口市场。

(3) 积极引导形成合理的农产品种植结构。在保证“谷物基本自给、口粮绝对安全”的底线下，通过政策支持等途径引导生产者种植决策，调控农作物种植结构，适度增加大豆、油菜籽、糖料作物等种植面积，提高重点进口农产品的国内供给和保障水平。

本文对中国农产品贸易产品和市场结构的变迁，及其对粮食安全影响的研究是基于国内进出口状况的单节点分析。但农产品贸易对粮食安全影响的结果不仅取决于其他国家在中国农产品贸易结构中的地位，也取决于中国在其他国家贸易结构中的地位。因此，进一步对中国与美国、日本等主要贸易国家农产品贸易相互依存关系进行深入分析，为更加科学合理的制定农业和贸易政策提供依据，是下一步需要探讨的问题。

参考文献(References)

- [1] Clapp J. Food security and food sovereignty: Getting past the binary. *Dialogues in Human Geography*, 2014, 4(2): 206-211.
- [2] 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.]

- [3] FAO. The state of food insecurity in the world: The multiple dimensions of food security. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, 2013.
- [4] State Council Information Office of the People's Republic of China. White Paper on Food Security in China. (2019-10-14). [中华人民共和国国务院新闻办公室. 中国的粮食安全(白皮书). (2019-10-14).]
- [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] Brooks J, Matthews A. Trade dimensions of food security//OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers. Paris: OECD Publishing, 2015.
- [7] Song Xiaoqing, Ouyang Zhu. Key influencing factors of food security guarantee in China during 1999-2007. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(6): 793-803. [宋小青, 欧阳竹. 1999—2007年中国粮食安全的关键影响因素. *地理学报*, 2012, 67(6): 793-803.]
- [8] Wu Wenbin, Tang Huajun, Yang Peng, et al. Model-based assessment of food security at a global scale. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(8): 907-918. [吴文斌, 唐华俊, 杨鹏, 等. 基于空间模型的全球粮食安全评价. *地理学报*, 2010, 65(8): 907-918.]
- [9] Luo Xiang, Zeng Juxin, Zhu Yuanyuan, et al. Who will feed China: The role and explanation of China's farmland pressure in food security. *Geographical Research*, 2016, 35(12): 2216-2226. [罗翔, 曾菊新, 朱媛媛, 等. 谁来养活中国: 耕地压力在粮食安全中的作用及解释. *地理研究*, 2016, 35(12): 2216-2226.]
- [10] Liu Ailin, Kuang Wenhui, Zhang Chi. Potential impacts of industrial land expansion on food security in China, 1990-2015. *Progress in Geography*, 2017, 36(5): 618-625. [刘爱琳, 匡文慧, 张弛. 1990—2015年中国工矿用地扩张及其对粮食安全的潜在影响. *地理科学进展*, 2017, 36(5): 618-625.]
- [11] Wang Dawei, Liu Yansui, Lu Yanxia. Agricultural structure adjustment and its effect on China's food safety: Case study of the main food supply regions. *China Population, Resources and Environment*, 2005, 15(2): 65-68. [王大伟, 刘彦随, 卢艳霞. 农业结构调整对全国粮食安全的影响分析: 以粮食主产区为例. *中国人口·资源与环境*, 2005, 15(2): 65-68.]
- [12] Ni Guohua, Wang Sainan, Jin Yanhong. The choice of food security policy in the process of China's modernization. *Economic Research Journal*, 2021, 56(11): 173-191. [倪国华, 王赛男, JIN Yanhong. 中国现代化进程中的粮食安全政策选择. *经济研究*, 2021, 56(11): 173-191.]
- [13] Chen Fei, Fan Qingquan, Gao Tiemei. Agricultural policies, food production and food production-adjustment ability. *Economic Research Journal*, 2010, 45(11): 101-114, 140. [陈飞, 范庆泉, 高铁梅. 农业政策、粮食产量与粮食生产调整能力. *经济研究*, 2010, 45(11): 101-114, 140.]
- [14] FAO. Trade Reforms and Food Security: Conceptualizing the Linkages. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, 2003.
- [15] Farsund A A, Daugbjerg C, Langhelle O. Food security and trade: Reconciling discourses in the Food and Agriculture Organization and the World Trade Organization. *Food Security*, 2015, 7(2): 383-391.
- [16] FAO. The state of agricultural commodity markets trade and food security: Achieving a better balance between national priorities and the collective good. Rome: Food and Agriculture Organization, 2015.
- [17] Pyakuryal B, Roy D, Thapa Y B. Trade liberalization and food security in Nepal. *Food Policy*, 2010, 35(1): 20-31.
- [18] Dithmer J, Abdulai A. Does trade openness contribute to food security? A dynamic panel analysis. *Food Policy*, 2017, 69: 218-230.
- [19] Clapp J. Food Security and International Trade: Unpacking Dispute Narratives. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, 2015.
- [20] Dorosh P A. Trade liberalization and national food security: Rice trade between Bangladesh and India. *World Development*, 2001, 29(4): 673-689.
- [21] Moseley W G, Carney J, Becker L. Neoliberal policy, rural livelihoods, and urban food security in West Africa: A comparative study of The Gambia, Côte d'Ivoire, and Mali. *PNAS*, 2010, 107(13): 5774-5779.
- [22] Mao Xuefeng, Liu Jing, Zhu Xinkai. China's grain structure and food security: From the perspective of grain circulation trade. *Management World*, 2015(3): 76-85. [毛学峰, 刘靖, 朱信凯. 中国粮食结构与粮食安全: 基于粮食流通贸易的视角. *管理世界*, 2015(3): 76-85.]
- [23] Kong Xiangzhi, Ding Yu. Characteristics and trends of China's agricultural products import and export trade: 1998-2011. *Review of Economy and Management*, 2013, 29(1): 103-112. [孔祥智, 丁玉. 我国农产品进出口贸易的特点及趋势: 1998—2011. *经济与管理评论*, 2013, 29(1): 103-112.]

- [24] Zhu Jing, Li Tianxiang, Lin Dayan. China's agricultural trade in economic opening-up: Development, challenges and future policy alternatives. *Issues in Agricultural Economy*, 2018, 39(12): 19-32. [朱晶, 李天祥, 林大燕. 开放进程中的中国农产品贸易: 发展历程、问题挑战与政策选择. *农业经济问题*, 2018, 39(12): 19-32.]
- [25] Liu W F, Yang H, Ciais P, et al. China's food supply sources under trade conflict with the United States and limited domestic land and water resources. *Earth's Future*, 2020, 8(3): 1-7. DOI: 10.1029/2020EF001482.
- [26] Qiang Wenli, Liu Aimin, Cheng Shengkui, et al. Quantification of virtual land resources in China's crop trade. *Journal of Natural Resources*, 2013, 28(8): 1289-1297. [强文丽, 刘爱民, 成升魁, 等. 中国农产品贸易的虚拟土地资源量化研究. *自然资源学报*, 2013, 28(8): 1289-1297.]
- [27] Qiang W L, Liu A M, Cheng S K, et al. Agricultural trade and virtual land use: The case of China's crop trade. *Land Use Policy*, 2013, 33: 141-150.
- [28] Ma Shuzhong, Ye Hongliang, Ren Wanwan. An examination of China's food security based on effective supply of cultivated land. *Issues in Agricultural Economy*, 2015, 36(6): 9-19, 110. [马述忠, 叶宏亮, 任婉婉. 基于国内外耕地资源有效供给的中国粮食安全问题研究. *农业经济问题*, 2015, 36(6): 9-19, 110.]
- [29] Chen Yiwen, Li Erling. Spatial pattern and evolution of cereal trade networks among the Belt and Road countries. *Progress in Geography*, 2019, 38(10): 1643-1654. [陈艺文, 李二玲. “一带一路”国家粮食贸易网络空间格局及其演化机制. *地理科学进展*, 2019, 38(10): 1643-1654.]
- [30] Wang Lu, Liu Shuguang, Duan Peili, et al. Network structure of agricultural product trade in countries of the Silk Road Economic Belt. *Economic Geography*, 2019, 39(9): 198-206. [王璐, 刘曙光, 段佩利, 等. 丝绸之路经济带沿线国家农产品贸易网络结构特征. *经济地理*, 2019, 39(9): 198-206.]
- [31] Wang Xiang, Niu Shuwen, Qiang Wenli, et al. Trade network of global agricultural products weighted by physical and value quantity. *Economic Geography*, 2019, 39(4): 164-173. [王祥, 牛叔文, 强文丽, 等. 实物量与价值量加权的全球农产品贸易网络分析. *经济地理*, 2019, 39(4): 164-173.]
- [32] Wang Xiang, Qiang Wenli, Niu Shuwen, et al. Analysis on global agricultural trade network and its evolution. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(6): 940-953. [王祥, 强文丽, 牛叔文, 等. 全球农产品贸易网络及其演化分析. *自然资源学报*, 2018, 33(6): 940-953.]
- [33] Du Zhixiong, Han Lei. The impact of production-side changes in grain supply on China's food security. *Chinese Rural Economy*, 2020(4): 2-14. [杜志雄, 韩磊. 供给侧生产端变化对中国粮食安全的影响研究. *中国农村经济*, 2020(4): 2-14.]
- [34] Zhang Yu'e, Cao Lijuan, Wei Yanjiao. Definition and classification of agricultural products scope in agricultural products trade research. *World Agriculture*, 2016(5): 4-11. [张玉娥, 曹丽娟, 魏艳娇. 农产品贸易研究中农产品范围的界定和分类. *世界农业*, 2016(5): 4-11.]
- [35] Gao Jianbo. Quantitative Analysis of "the Belt and Road Initiative" Big Data: Tasks, Challenges and Solutions. Beijing: Science Press, 2018. [高剑波. “一带一路”大数据定量分析任务、挑战及解决方案. 北京: 科学出版社, 2018.]
- [36] Iapadre P L. Measuring international specialization. *International Advances in Economic Research*, 2001, 7(2): 173-183.
- [37] Erokhin V, Gao T. Impacts of COVID-19 on trade and economic aspects of food security: Evidence from 45 developing countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(16): E5775. DOI:10.3390/ijerph17165775.
- [38] Gong Peiping, Song Zhouying, Liu Weidong. A study on trade pattern of China with Russia and Central Asia. *Geographical Research*, 2015, 34(5): 812-824. [公丕萍, 宋周莺, 刘卫东. 中国与俄罗斯及中亚地区的贸易格局分析. *地理研究*, 2015, 34(5): 812-824.]
- [39] Kali R, Méndez F, Reyes J. Trade structure and economic growth. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 2007, 16(2): 245-269.
- [40] Ye S J, Song C Q, Cheng C X, et al. Digital trade feature map: A new method for visualization and analysis of spatial patterns in bilateral trade. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2020, 9(6): 363. DOI: 10.3390/ijgi9060363.
- [41] Guo D S, Gahegan M, Maceachren A M, et al. Multivariate analysis and geovisualization with an integrated geographic knowledge discovery approach. *Cartography and Geographic Information Science*, 2005, 32(2): 113-132.
- [42] Guo D S, Chen J, Maceachren A M, et al. A visualization system for space-time and multivariate patterns (VIS-STAMP). *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2006, 12(6): 1461-1474.
- [43] Smith L C, Haddad L J. Explaining child malnutrition in developing countries: A cross-country analysis. Washington: International Food Policy Research Institute, 2000.
- [44] FAO. The State of Food and Agriculture 2005. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, 2005.

- [45] Mackinnon J G. Critical values for cointegration tests//Queen's Economics Department Working Paper. Kingston: Queen's University, Department of Economics, 2010.
- [46] FAO. Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1972.
- [47] Murphy S. Concentrated market power and agricultural trade//Ecofair Trade Dialogue Discussion Papers. Berlin: Heinrich Böll Stiftung, 2006.
- [48] Duan Dezhong, Du Debin. Structural evolution of global high-tech trade system: Products, networks and influencing factors. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(12): 2759-2776. [段德忠, 杜德斌. 全球高科技产品贸易结构演化及影响因素. *地理学报*, 2020, 75(12): 2759-2776.]

Evolving agricultural trade structure and its impact on food security in China

WANG Nian¹, CHENG Changxiu^{2,3}, LIN Geng^{1,4}

(1. School of Geography and Planning, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China; 2. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 3. Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 4. Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (Zhuhai), Zhuhai 519082, Guangdong, China)

Abstract: International trade of agricultural products plays a crucial role in national food security in China. Using the methods of normalized trade balance index, Hirschman index, Hilbert curve, ridge regression, and visualization analysis, this paper analyzes the evolution of China's agricultural trade structure from 1992 to 2020 and its relationship with food security. This paper finds that: (1) The pattern of China's agricultural trade changed significantly from 1992 to 2020, characterized by an increasing dependency on imports. The trade of agricultural products, such as pork, beef, corn, sorghum, and rapeseed, shifted from exports to imports. The rapid growth of imports which directly increased domestic food supply has improved food security in China. (2) The imports of agricultural products present a combined effect of product structure and spatial structure. As a result, the imports of key agricultural products are likely to be affected by the trade policy changes in some countries such as the United States and Australia. In contrast, the exports of agricultural products show a low concentration. The trade with countries and regions along the Belt and Road has dramatically expanded the exporting destinations, and significantly lowered the geographical concentration of exports. A low level of concentration has helped to ensure the economic benefits of exports and stabilize agricultural production in the export sector. (3) Agricultural production in China has showed an inclination to reduce the production of some imported products. Coupled with the highly concentrated import structure, domestic agricultural production and food security will be vulnerable to external shocks. Based on the findings, it is suggested to optimize the import and export structures of agricultural products, and guide proper agricultural production while adhering to trade openness.

Keywords: agricultural products; trade structure; importation; exportation; food security; China