http://www.resourcesindustries.net.cn zycy@cugb.edu.cn

大食物观下辽宁省粮食供应链韧性评价与提升路径研究

周宝刚，邢宗锦，邓 雪

（渤海大学 管理学院，辽宁 锦州 121007）

摘 要：提升粮食供应链韧性是保障粮食安全的重要举措。以辽宁省为例，在大食物观视角下从抵抗力、适应力、恢复力、更新力 4 个维度构建粮食供应链韧性评价指标体系，基于 2014—2022 年辽宁省 14 个城市区域数据，采用 EWM－Critic 组合赋权、Dagum 基尼系数和 Kernel 核密度等方法，评价辽宁省粮食供应链韧性发展水平、空间区域分异和时间演进特征。研究发现：经济较好地区粮食供应链韧性已由高速增长阶段转为高质量提升阶段，农业供给侧改革是推动粮食供应链韧性跃迁的重要举措；4 个粮食功能区之间粮食供应链韧性的不均衡发展制约了辽宁省整体粮食供应链韧性协调发展水平；2014—2022 年辽宁省粮食供应链韧性水平不断提升，空间格局上韧性水平发展由“中高西低”向“西高中低”演变，时间维度上高韧性区域逐年增加，区域间供应链韧性协调发展成为主要问题。基于以上研究结论，提出围绕“四力”建设、弥补区域发展差距、坚持系统观念等提升路径，以期为辽宁省粮食安全提供决策参考。

关键词：大食物观；粮食供应链；韧性；辽宁省

中图分类号：F307 **文献标识码：**A **文章编号：**1673－2464（2026）03－0001－12

Evaluation and Enhancement Pathways for Grain Supply Chain Resilience in Liaoning Province from the Greater Food Approach Perspective

ZHOU Baogang, XING Zongjin, DENG Xue

(*School of Management*, *Bohai University*, *Jinzhou* 121007, *China*)

Abstract: Strengthening grain supply chain resilience is essential to safeguarding food security. Taking Liaoning Province as a case, this study develops an evaluation index system for grain supply chain resilience under the Greater Food Approach across four dimensions: resistance, adaptability, recovery, and renewal. Based on panel data for 14 prefecture-level cities in Liaoning from 2014 to 2022, the study applies the combined EWM-Critic weighting method, the Dagum Gini coefficient, and kernel density estimation to assess the resilience level, spatial differentiation, and temporal evolution of the provinces grain supply chain. The results indicate that in economically stronger areas, grain supply chain resilience has shifted from rapid growth to a stage characterized by high-quality improvement, and

收稿日期：2025－11－13；**修订日期：**2026－02－02；**责任编辑：**段丽萍。

网络出版地址：https://link.cnki.net/urlid/11.5426.td.20260424.1320.002 **DOI：**10.13776/j.cnki.resourcesindustries.20260424.001

基金项目：辽宁省社会科学规划基金重点项目（L24AJY001）。

第一作者简介：周宝刚，博士、教授，主要从事粮食供应链管理研究。E-mail：bosteel@163.com

通信作者简介：邢宗锦，硕士生，主要从事粮食供应链管理研究。E-mail：1102370975@qq.com

引用格式：周宝刚，邢宗锦，邓雪，2026. 大食物观下辽宁省粮食供应链韧性评价与提升路径研究[J]. 资源与产业，28(3)：1－12.

ZHOU Baogang, *XING Zongjin*, *DENG Xue*, 2026. *Evaluation and enhancement pathways for grain supply chain resilience in Liaoning Province from the greater food approach perspective*[J]. *Resources & Industries*, 28(3): 1－12.

agricultural supply-side reform is a key driver of resilience upgrading. The uneven development of resilience among the four grain functional zones constrains coordinated resilience improvement across the province. Overall, resilience increased steadily from 2014 to 2022; spatially, the pattern evolved from higher in the central region and lower in the west to higher in the west and lower in the central region, and over time, the number of high-resilience areas rose year by year. Coordinated resilience development among regions remains a major challenge. Accordingly, this paper proposes enhancement pathways including strengthening the four capacities, narrowing regional development gaps, and adopting a systems perspective, with the aim of providing policy-relevant insights for food security in Liaoning Province.

Key words: greater food approach; grain supply chain; resilience; Liaoning Province

0 引言

“十五五”规划建议明确提出“确保粮食、能源资源等重要产业链供应链安全”。当前世界正值百年未有之大变局，在全球极端天气气候事件频发、国际粮食贸易风险加剧的背景下，我国粮食供应链需要不断向更具韧性的方向转型。2025 年中央一号文件强调“构建多元化食物供给体系”“持续增强粮食等重要农产品供给保障能力”。“大食物观”是立足国土资源与民生需求，以“向耕地草原森林海洋、向植物动物微生物要热量、要蛋白”为核心，涵盖全品类食物供给的系统性理念。而大食物观下的粮食供应链韧性，是指供应链在应对外部冲击时，既能守住传统主粮生产储备底线，又能保障全品类食物的稳定供给、质量安全与跨域协同能力。新时期，面对国内外复杂多变的形势，辽宁省作为粮食主产区（华坚等，2024），维护国家粮食安全“压舱石”的地位愈发突出。据此，本文在大食物观下探究辽宁省粮食供应链的韧性评价与提升路径，对保障国家粮食安全具有重大的理论与现实意义。

目前，关于大食物观下粮食供应链韧性的研究主要聚焦在大食物观下粮食安全、粮食供应链韧性、大食物观与粮食供应链韧性互动机理 3 个方面。

1）大食物观下粮食安全。我国早期对粮食安全的认知长期停留在供给端，保障重点也仅在传统主粮的绝对安全上（苏玉波等，2023）。其内涵仅表现在粮食生产过程的可供性和人民满足生存需求的可获得性，在目标上也仅注重数量和质量的动态平衡（张婷，2023）。在此背景下，大食物观被提出并成为我国粮食安全战略的重要组成部分。大食物观以粮食安全为基础（王妍霏等，2025），要求着眼于整个国土资源（孙中叶等，2025；王彬彬等，2024；姜长云等，2025），全方位、多途径开发食物资源，保障各类食物有效供给，实现供需平衡（王颜齐等，2024）。大食物观的提出在政策目标、食物供给等方面进一步拓宽了传统粮食安全的保障思路（姚淼等，2025）。

2）粮食供应链韧性。粮食供应链韧性作为供应链风险治理的新视角，是提高供应链抗风险能力、保障供应链安全的重要举措和有效手段，但仍存在基础设施亟待升级、数字化运营水平较低、金融服务体系有待完善和供应链安全风险较大的现实困境（陶亚萍，2023）。数字经济是增强粮食供应链韧性的关键手段，可以提升粮食供应链的抵抗能力、恢复能力和变革能力（马俊凯等，2023）。粮食供应链集中于自身的抗风险能力建设，也为大食物观下的多元供给提供了核心支撑（郝爱民等，2022）。

3）大食物观与粮食供应链韧性互动机理。“大食物观”与粮食供应链韧性互动机理的本质是理念与体系相互赋能、协同共生的动态关系（张琳等，2025），二者通过资源整合、结构优化与风险应对的深度耦合（马丽等，2025），共同筑牢国家食物安全屏障（彭国川等，2025）。从大食物观对粮食供应链韧性的驱动作用来看，其核心在于打破传统“以粮为纲”的单一供给思维，为供应链韧性建设拓展了资源空间与结构性（尹春凤等，2025）。同时，粮食供应链韧性的提升也为大食物观的落地提供了关键支撑，使其从理念转化为实践。在大食物观推动多元食物生产的背景下，不同食物资源的生产周期、地域分布差异较大，需要供应链通过高效的物流体系实现供需平衡（王力等，2025）。

综上，现有研究围绕大食物观下粮食安全、粮食供应链韧性及二者互动机理形成了 3 类核心成果。大食物观相关研究突破了传统粮食安全的单一维度局限，为供应链韧性建设提供了价值导向；粮食供应链韧性为大食物观的落地提供了能力支撑；

互动机理进一步揭示了二者相互赋能的动态关系，为后续研究奠定了理论基础。

国内外已有研究以及韧性理论为粮食供应链韧性体系发展提供了重要研究思路与研究方法。但现有文献大多集中于粮食供应链理论内涵的定性分析、传统粮食体系安全的测度，鲜有文章结合“大食物观”理论内涵，从定量视角系统核算粮食供应链韧性发展水平，且对区域韧性的时空特征、差异来源解析不足。“大食物观”区别于以往农业模式，统筹粮食供应链运行的系统逻辑，同时，也需兼顾居民饮食健康的整体逻辑。因此，本文的创新之处在于以下 3 个方面：1）不同于以往仅聚焦谷物等主粮的传统韧性评价框架，文章在评价指标体系中，考虑了谷物、油料、肉蛋奶、蔬菜、食用菌等全品类食物的蛋白质供给能力，纳入人均油料产量、人均蛋白质供给等指标，反映了大食物观中健康导向的核心内涵；2）针对现有研究多采用单一赋权法测度韧性、缺乏对区域差异与时空演进深度解析的不足，本文采用 EWM-Critic 组合赋权法弥补单一赋权法的片面性，使用 Dagum 基尼系数分解辽宁省区域内、区域间及超变密度带来的韧性差异，应用 ArcGIS 软件、核密度估计揭示空间分布形态、时间演进趋势及极化特征；3）结合大食物观下辽宁省资源禀赋特征，基于实证分析得出的韧性短板，贴合辽宁省区域发展实际，从系统视角为其构建粮食安全长效保障机制提供更具针对性与可操作性的实践支撑。

1　模型方法

1.1　辽宁省粮食供应链韧性指标体系构建

结合大食物观、韧性治理理论以及现有研究，“大食物观”视角下粮食供应链韧性特征应在 2 个内涵中体现 4 个方面的能力（王凯等，2025；董亚妮等，2024），即：粮食供应链韧性面对外部冲击和扰乱并保持自身功能和结构的抵抗能力；粮食供应链能够通过自学习和内部调整应对扰动冲击的适应能力；粮食供应链面对压力时的恢复能力；粮食供应链通过革新与改变探索全新的发展方式、发挥自身潜能，进而更好地响应外界环境变化的更新能力。根据大食物观下的粮食供应链韧性内涵，建立辽宁省粮食供应链韧性评价指标体系（表 1）。

表 1　粮食供应链韧性评价指标体系

Table 1　Evaluation indicator system for the resilience of the grain supply chain

内涵	一级指标	二级指标	指标解释	属性
弹性	抵抗力	人均粮食产量/（khm^2/万人）	粮食产量/地区人口总数	正
		人均油料产量/（t/人）	花生、向日葵出油量/地区人口总数	正
		人均耕地面积/（t/人）	耕地播种面积/地区人口总数	正
		人均蛋白质供应量/（t/人）	食物（肉、蛋、奶、蔬菜及食用菌）蛋白供应量/地区人口总数	正
		人均生产总值/（元/人）	地区生产总值/地区人口总数	正
	适应力	劳动生产率/（元/人）	农林渔牧业总产值/地区农林渔牧业从业人员总数	正
		粮食价格波动率/%	［（粮食价格指数/居民消费价格指数）－1］×100%	负
		粮食单产/（kg/hm^2）	粮食总产量/粮食播种面积	正
		土地生产率/（元/hm^2）	农业总产值/耕地面积	正
		粮食产量波动率	（粮食总产量－粮食产量5年移动平均值）/粮食产量5年移动平均值	正
塑性	恢复力	复种指数	粮食播种总面积/耕地总面积	正
		信息化水平/kW·h	城乡用电量	正
		除涝面积/khm^2	除涝面积	正
		路网通达性/（km/km^2）	道路长度/行政区域面积	正
		农药施用强度/（t/hm^2）	农药使用量/耕地面积	负
	更新力	固定资产投资/（元/人）	农林渔牧业固定资产投资/地区人口总数	正
		经济发展平衡/万元	城乡收入差距	负
		农业科研支出/万元	R&D 经费内部支出×农林牧渔业总产值/地区生产总值	正
		农业科研人员数量/人	R&D 人员数×农林牧渔业总产值/地区生产总值	正
		农业财政支出/万元	一般财政农业预算支出	正

弹性内涵下，抵抗能力主要受粮食供应链自身发展影响，如粮食产量、蛋白质供给、耕地面积、劳动生产要素等因素，任何一个环节无法抵抗外部冲击都可能导致“断链”。考虑到大食物观倡导向耕地草原森林海洋、向植物动物微生物要热量、要蛋白，采用肉、蛋、奶、蔬菜及食用菌的蛋白质供给指标来体现供给端的多元化，选取人均粮食产量、人均油料产量、人均耕地面积、人均蛋白质供应量、人均生产总值5个指标表征。适应能力主要受劳动力、粮食价格、土地生产率、资源配比等影响，选取劳动生产率、粮食价格波动率、粮食单产、土地生产率、粮食产量波动率5个指标表征。

塑性内涵下，恢复力受到生产条件改善、外部基础设施支持等手段作用，选取复种指数、信息化水平、除涝面积、路网通达性、农药施用强度5个指标表征。更新力表现为政府、社会所采取的减缓、维持或修复供应链运转的综合改进措施，选取固定资产投资、经济发展平衡、农业科研支出、农业科研人员数量、农业财政支出5个指标表征。

1.2 粮食供应链韧性评价指标权重

在使用EWM－Critic组合赋权之前，需要对数据进行标准化处理。建立原始数据矩阵 $(x_{ij})_{m\times n}$，其中 x_{ij} 为原始矩阵在 i 时间段内第 j 项指标的值。为消除指标数据间量纲、量级的影响，采用极差法对原始数据进行标准化处理，以使标准化指标值 y_{ij} 归一化到［0，1］。

$$\begin{cases} y_{ij} = (x_{\max} - x'_{ij})/(x_{\max} - x_{\min}) \\ y_{ij} = (x_{ij} - x_{\min})/(x_{\max} - x_{\min}) \end{cases}, \tag{1}$$

式中：y_{ij} 为标准化后在 $i(i=1,2,\cdots,m)$ 时间段内第 $j(j=1,2,\cdots,n)$ 项指标的值；$x_{\max}$ 和 $x_{\min}$ 分别为 x_{ij} 的最大值和最小值；x'_{ij} 为正向指标；x_{ij} 为逆向指标。

1）利用熵权法（EWM）对各指标进行权重计算。EWM是一种多指标客观赋值的综合评价方法，能够消除主观赋权对评价结果的主观影响。

首先，在标准化指标值 y_{ij} 的基础上，计算子系统的第 j 项指标（共含 n 个指标）在时间段 i 的值占总研究期内（共含 m 个时段）该指标值总和的比重，得到概率矩阵 $\boldsymbol{P}_{ij}$。

$$\boldsymbol{P}_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} y_{ij}}。 \tag{2}$$

接着，计算第 j 指标的信息熵值 e_j。

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \times \sum_{i=1}^{m} (\boldsymbol{P}_{ij} \cdot \ln \boldsymbol{P}_{ij})。 \tag{3}$$

第 j 项指标在不同时段内波动性越大，指标反映的信息越少，熵值 e_j 越小；第 j 项指标在不同时段内波动性越小，指标反映的信息越多，熵值 e_j 越大。

最后，计算第 j 项指标的权重系数 W_j^1。

$$W_j^1 = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^{n} (1 - e_j)}, \tag{4}$$

式中 $1 - e_j$ 为第 j 项指标的差异化系数。e_j 值越小，表明指标 j 的变异程度越大，对指标权重影响越大；e_j 值越大，表明第 j 项指标的变异程度越小，对指标权重影响越小。$W_j^1 \geqslant 0$，$\sum_{j=1}^{n} W_j^1 = 1$，W_j^1 值越大，表明第 j 项指标在评价指标体系中越重要。

2）使用Critic权重法对各指标权重进行计算。Critic客观赋权法是一种基于指标间相关性、对比性和冲突性来衡量指标客观权重的方法。

首先，在标准化指标值 y_{ij} 的基础上，计算第 j 项指标的标准差 S_j，使用标准差解释指标变异性。

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} (y_{ij} - \bar{y_j})^2}{m - 1}}, \tag{5}$$

式中 $\bar{y_j}$ 为第 j 项指标的平均值。标准差 S_j 越大，表示第 j 项指标的数值差异越大，越能反映出更多的信息，第 j 项指标的评价强度也就越强，应该给该指标分配更多的权重；标准差 S_j 越小，表示第 j 项指标的数值差异越小，释放的信息有限，第 j 项指标的评价强度也就越小，指标权重越小。

其次，计算第 j 项指标的矛盾冲突性 F_j。

$$F_j = \sum_{i=1}^{m} (1 - r_{ij}), \tag{6}$$

式中 r_{ij} 为第 j 项指标与其他指标皮尔逊相关系数。相关系数 r_{ij} 越大，第 j 项指标与其他指标的冲突性越小，F_j 越大，反映出相同的信息越多，所能体现的评价内容越有重复之处，在一定程度上削弱了该指标的评价强度，该指标权重越小；相关系数 r_{ij} 越小，j 指标与其他指标的冲突性越大，F_j 越小，反映出不同的信息越多，该指标权重越大。

接着，计算第 j 项指标的信息承载量 C_j。

$$C_j = S_j \times F_j。 \tag{7}$$

C_j 越大，第 j 项指标在整个评价指标体系中的作用越大，就应该给其分配更多的权重；C_j 越小，第 j 项指标在整个评价指标体系中的作用越小，应该给其分配较小的权重。

再者，计算第 j 项指标的 Critic 权重 W_j^2。

$$W_j^2 = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^{n} C_j}。\tag{8}$$

${W_j}^2 \geqslant 0$，$\sum_{j=1}^{n} W_j^2 = 1$，${W_j}^2$ 值越大，表明第 j 项指标在评价指标体系中越重要。

最后，将 EWM 赋权法所得权重与 Critic 赋权法所得权重进行线性计算组合，得到第 j 项指标的权重 W_j。

$$W_j = \partial\ {W_j}^1 + (1 - \partial\ ){W_j}^2,\tag{9}$$

式中 ∂ 为权重系数。本文认为 EWM 赋权法和 Critic 赋权法同样重要，故 ∂ 取 0.5。计算各时间段内指标的得分情况，并将指标得分相加，得出辽宁省各个城市 2014—2022 年粮食供应链韧性。

$$T_{ij} = W_j \times y_{ij},\tag{10}$$

$$U_i = \sum_{j=1}^{n} T_{ij},\tag{11}$$

式中：T_{ij} 为城市在 i 时间段内第 j 项指标的得分；U_i 为城市在 i 时间段内的供应链韧性值。

1.3　粮食供应链韧性区域差异分解

Dagum 基尼系数常被用于衡量国家或地区内部的收入不平等情况以及不同社会群体之间的贫富差距问题。本文将辽宁省 14 个城市按照粮食功能区划分为 4 个区域，采用 Dagum 基尼系数对所有城市粮食供应链韧性总体差异、4 个区域内城市粮食供应链韧性差异、4 个区域间粮食供应链韧性差异分别进行测算。

首先，对总体基尼系数进行计算，具体计算公式为

$$G = \sum_{a=1}^{k}\sum_{o=1}^{k}\sum_{c=1}^{n_j}\sum_{d=1}^{n_h} | y_{ac} - y_{od} | /2n^2\bar{y},\tag{12}$$

式中：n 为划分的区域数量；k 为城市数量；$y_{ac}(y_{od})$ 为 $a(o)$ 粮食功能区内 $c(d)$ 城市的粮食供应链韧性；$\bar{y}$ 为所有城市粮食供应链韧性的算数平均值。G 的取值为 $[0, 1]$，基尼系数 G 越大，表明总体粮食供应链韧性的区域差异越大。

其次，根据 Dagum 的理论，总体基尼系数 G 可以分解为 3 个部分：4 个区域内差异 G_w，在文中指 4 个粮食功能区内部粮食供应链韧性差异；4 个区域间差异 G_b，在文中指 a 功能区与 o 功能区之间的韧性差异；超变密度 G_t（不同功能区间交叉重叠产生的差异），在文中指为不同功能区之间交叉重叠的部分带来的差异；关系式为 $G = G_w + G_b + G_t$，具体计算公式分别为

$$G_w = \sum_{a=1}^{k} G_{aa} p_a s_a,\tag{13}$$

$$G_{aa} = \sum_{c=1}^{n_j}\sum_{d=1}^{n_h} | y_{ac} - y_{ad} | /2{n_a}^2\bar{y_a},\tag{14}$$

$$G_b = \sum_{a=2}^{k}\sum_{o=1}^{a-1} G_{ao}(p_a s_o + p_o s_a) D_{ao},\tag{15}$$

$$G_t = \sum_{a=2}^{k}\sum_{o=1}^{a-1} G_{ao}(p_a s_o + p_o s_a)(1 - D_{ao}),\tag{16}$$

式中：G_{aa} 为 a 地区内的基尼系数；n_a 为 a 功能区内的城市数量；$y_{ac}(y_{ad})$ 为 a 粮食功能区内 $c(d)$ 城市的粮食供应链韧性；$p_a = n_a/n, s_a = (p_a\bar{y_a}/\bar{y})$。

$$d_{ao} = \int_0^{\infty} \mathrm{d}F_a(y) \int_0^{y} (y - x)\mathrm{d}F_a(x),\tag{17}$$

$$p_{ao} = \int_0^{\infty} \mathrm{d}F_o(y) \int_0^{y} (y - x)\mathrm{d}F_a(x),\tag{18}$$

$$D_{ao} = (d_{ao} - p_{ao})/(d_{ao} + p_{ao}),\tag{19}$$

式中：d_{ao} 为 a 粮食功能区与 o 粮食功能区之间粮食供应链韧性差值，即在 a 粮食功能区与 o 粮食功能区中，所有 $y_{ac} - y_{od} > 0$ 的样本值加总的数学期望；p_{ao} 为超变一阶矩，是所有 $y_{ac} - y_{od} < 0$ 的样本值加总的数学期望；$F_o(F_a)$ 为 $o(a)$ 粮食功能区的累计密度分布函数；D_{ao} 为 a 粮食功能区与 o 粮食功能区之间粮食供应链韧性的相对影响程度，取值范围为 $[0, 1]$，取值为 0 时，表示 a 粮食功能区与 o 粮食功能区的粮食供应链韧性一致，不存在差异，即 G_b 为 0，取值为 1 时，表示 a 粮食功能区与 o 粮食功能区的粮食供应链韧性完全不一致，粮食功能区之间供应链韧性无交叉重叠部分，即 G_t 为 0。

1.4　粮食供应链韧性时间维度演进

Kernel 核密度估计用来分析和理解数据集的特征和结构，让原本离散的点形成平滑的密度分布，以此用来描述辽宁省城市之间粮食供应链韧性绝对差异的分布特征和动态演进规律。选用高斯核函数，绘制核密度曲线，从时间维度分析辽宁省粮食供应链韧性分布位置变化、分布延展性趋势和极化

特征等发展的演变情况，具体公式为

$$F(x) = \frac{1}{n \times t}\sum_{i=1}^{n} K\left(\frac{U_i - \bar{q}}{t}\right), \quad (20)$$

$$P\left(\frac{U_i - \bar{q}}{t}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{U_i-\bar{q}}{t}\right)^2}, \quad (21)$$

式中：n 为地级市数量；U_i 为 i 城市粮食供应链韧性；$\bar{q}$ 为算数平均值；P 为高斯核函数；t 为带宽，且带宽越大，估计出来的曲线越平滑，带宽越小，估计出来的曲线越尖锐。

2 数据来源与实证分析

2.1 辽宁省粮食供应链韧性评价指标体系数据来源与实证分析

本文选取辽宁省 14 个城市为研究对象，数据来源于 2015—2023 年《辽宁统计年鉴》以及各地方统计年鉴、统计公报。对于部分城市和部分年份存在指标缺失的情况，采用线性插值法进行补齐。

2.1.1 辽宁省粮食供应链韧性整体性分析

为探究辽宁省粮食供应链韧性发展现状，基于构建的测度指标体系，运用公式（1）—（11）进行测算，得到辽宁省粮食供应链韧性测算结果（表 2）。

基于辽宁省粮食供应链韧性测算结果可以看出，辽宁省粮食供应链韧性主要呈现以下 3 个特征：1）总体粮食供应链韧性呈现显著增长趋势，说明辽宁省粮食供应链韧性逐渐增强。韧性算数平均值由 2014 年的 0.436 降低到 2018 年的 0.381，后增长至 2022 年的 0.623，增长幅度达 42.96%；2014—2018 年标准差在 0.05 ~ 0.06，相对较为稳定，说明这几年各个城市的粮食供应链韧性的离散程度变化不大，而从 2019 年开始，标准差逐渐增大，意味着各个城市之间粮食供应链韧性的差异在逐渐扩大。2）2014—2022 年 14 个城市平均增长率均有所上涨，其中丹东、锦州、鞍山平均增长率较高，分别为 10%、7%、6%，处于快速发展阶段；本溪平均增长率最低，变化情况较为平稳。3）对比 2014—2021 年辽宁省粮食供应链韧性的平均值和中位数发现，2014 年、2021 年平均值和中位数均相等，没有明显的极端值影响平均值和中位数的关系，表明这几年辽宁省粮食供应链韧性发展较为均衡；2015 年、2017 年、2020 年平均值大于中位数，数据呈现右偏态分布，大部分城市韧性水平相对较小，但存在少数较大的值，这些较大的值使得平均值向较大值的方向偏移，表明这几年辽宁省粮食供应链韧性出现较大值，韧性发展出现不平衡现象；其余年份平均值小于中位数，数据呈现左偏态

表 2 粮食供应链韧性测算结果

Table 2 Resilience of the grain supply chain

城市	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	平均值
沈阳	0.431	0.396	0.315	0.353	0.418	0.495	0.545	0.500	0.528	0.442
大连	0.480	0.459	0.421	0.437	0.381	0.419	0.505	0.500	0.578	0.464
鞍山	0.441	0.441	0.326	0.356	0.294	0.381	0.519	0.661	0.693	0.457
抚顺	0.540	0.499	0.315	0.339	0.303	0.363	0.492	0.509	0.564	0.436
本溪	0.478	0.468	0.466	0.344	0.315	0.510	0.438	0.449	0.478	0.439
丹东	0.372	0.452	0.338	0.396	0.434	0.480	0.622	0.649	0.803	0.505
锦州	0.385	0.410	0.429	0.418	0.379	0.549	0.465	0.576	0.675	0.476
营口	0.464	0.425	0.429	0.400	0.391	0.495	0.564	0.639	0.654	0.496
阜新	0.444	0.358	0.333	0.347	0.406	0.468	0.529	0.604	0.691	0.465
辽阳	0.388	0.406	0.385	0.356	0.356	0.481	0.627	0.699	0.631	0.481
盘锦	0.407	0.394	0.406	0.422	0.482	0.550	0.611	0.663	0.663	0.511
铁岭	0.416	0.434	0.331	0.290	0.296	0.425	0.458	0.568	0.538	0.417
朝阳	0.476	0.367	0.411	0.404	0.383	0.497	0.575	0.697	0.708	0.502
葫芦岛	0.380	0.366	0.451	0.480	0.491	0.562	0.515	0.581	0.518	0.483
中位数	0.436	0.417	0.395	0.376	0.382	0.488	0.524	0.593	0.643	0.436
平均值	0.436	0.419	0.383	0.382	0.381	0.477	0.533	0.593	0.623	0.442

分布，揭示出这几年辽宁省粮食供应链韧性出现较小值，整体发展出现不均衡现象。

2.1.2　辽宁省粮食供应链韧性区域性分析

为进一步分析辽宁省不同区域粮食供应链韧性的优势和不足，基于省内各城市资源禀赋、区位条件水平不一致，参照辽宁省粮食区域划分[①]，将辽宁省 14 个地级市划分为辽西粮食生产保护区（锦州、阜新、朝阳、盘锦、葫芦岛）、辽中粮食主产区（沈阳、鞍山、铁岭、辽阳）、辽东粮食生态保护区（抚顺、本溪、丹东）、辽南粮食增效区（大连、营口），并对各区进行可视化呈现（图 1）。

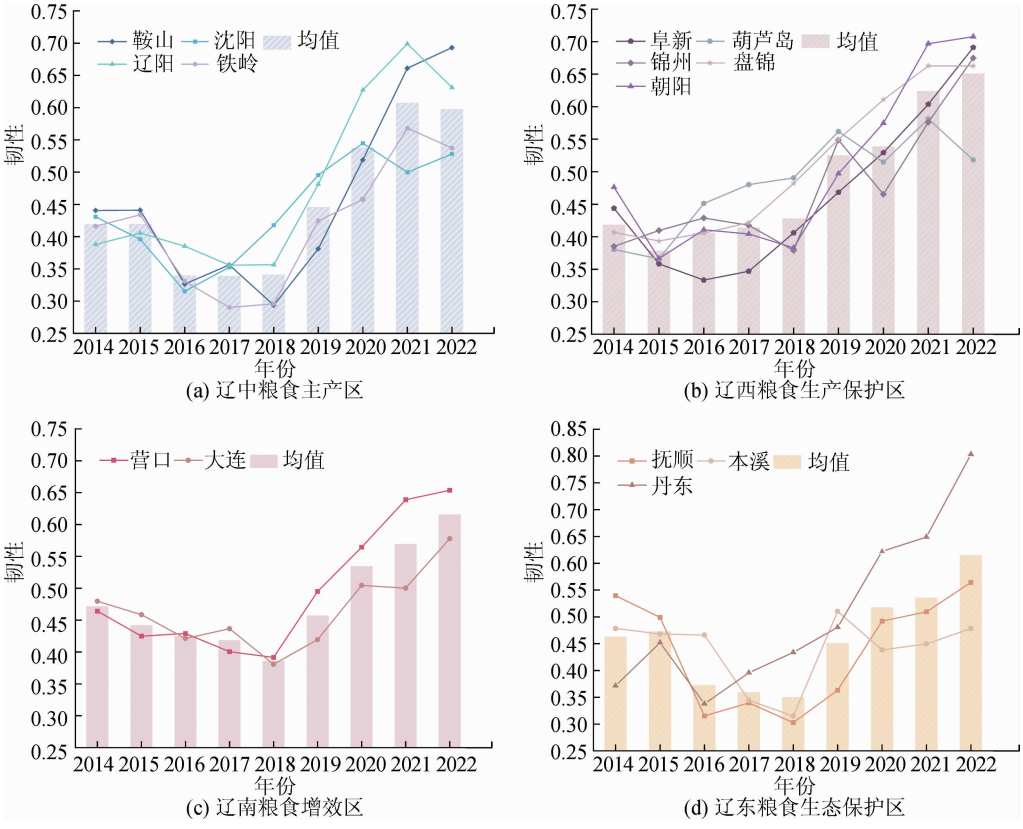


图 1　2014—2022 年辽宁省各功能区粮食供应链韧性变化

Fig. 1　Changes in the resilience of the grain supply chain in functional zones from 2014 to 2022 in Liaoning Province

从各个功能区韧性变化来看，各个粮食功能区韧性在 2015—2018 年出现了不同程度的降低，出现这种波动的主要原因可能是受到我国于 2016 年提出的农业供给侧结构性改革制度的影响。具体来说，2016 年粮食功能区韧性开始下降，是改革主动调整结构、去库存过程中必然出现的短期阵痛。一方面，种植结构调整导致部分区域粮食生产规模短期收缩，供应链抵抗力暂时弱化；另一方面，去库存过程中流通环节的传统渠道格局被打破，产销衔接效率阶段性下降，叠加质量标准升级对生产、加工环节的新增要求，供应链的适应力和恢复力面临短期压力，最终表现为韧性指数的回落。而 2018 年后的回升则是改革红利开始释放。随着改革的持续推进，种植结构逐步优化，同时国家针对改革过程中出现的衔接不畅问题加强宏观调控，供应链的抵抗力、适应力与恢复力持续提升。此外，改革推动粮食供应链从单一数量保障向数量、质量协同转型，与新时期粮食供应链韧性多元适配、健康导向的要求高度契合，各区域粮食体系逐步适应改革带来的结构调整与标准升级，最终推动韧性指数稳步回升。

2.2　辽宁省粮食供应链韧性发展差异化分解

从区域性分析结果可知，省内粮食供应链韧性存在较为明显的区域非均衡特征。为揭示 4 个粮食功能区内城市（组内差异）、4 个功能区之间（组间差异）以及粮食功能区交叉部分（超变密度）

① https：//nync. ln. gov. cn/nync/zfxxgk/fdzdgknr/jyta/szxta/szxssjechy2024n/20241209161948866l4/index. shtml

粮食供应链韧性差异与主要差异来源，进一步使用 Dagum 基尼系数对其进行分析以及深入解释，具体结果如表 3 所示。

首先，2014—2022 年辽宁省粮食供应链韧性的总体基尼系数从 0.06 升至 0.079，说明在样本期内辽宁省整体粮食供应链韧性呈现小幅度不平衡发展趋势。其次，各粮食功能区基尼系数呈现波动式上升态势，但变化幅度有限且数值较小，表明各功能区域内城市的粮食供应链韧性发展差距逐步增加。其中，辽东粮食保护区系数较大，差异较为明显。主要是因为韧性增长率最高和最低的城市丹东和本溪都处在此功能区内，导致辽东区域粮食供应链韧性发展水平差距较大。各功能区之间，辽西区域与辽东区域之间基尼系数均值较高。究其原因，辽西粮食功能区内的城市大多为粮食供应链韧性水平相对进步较快、韧性较高的城市，而辽东粮食功能区内的城市多为粮食供应链韧性相对进步较缓、韧性较低的城市，导致 2 个粮食功能区基尼系数较大，粮食供应链韧性差异逐步增大。

表 3　2014—2022 年辽宁省粮食供应链韧性基尼系数

Table 3　Gini coefficient of food supply chain resilience from 2014 to 2022 in Liaoning Province

年份	G	组内差异					组间差异						G_t
		G_w	组内基尼系数				G_b	组间基尼系数					
			辽东	辽中	辽南	辽西		辽中辽东	辽南辽东	辽南辽中	辽西辽东	辽西辽中	辽西辽南	
2014	0.060	0.012	0.081	0.026	0.008	0.048	0.026	0.086	0.063	0.059	0.086	0.042	0.063	0.022
2015	0.055	0.007	0.022	0.024	0.019	0.027	0.047	0.060	0.037	0.033	0.111	0.053	0.077	0.001
2016	0.077	0.014	0.090	0.040	0.005	0.051	0.046	0.081	0.100	0.112	0.095	0.096	0.037	0.017
2017	0.069	0.012	0.035	0.037	0.022	0.055	0.048	0.049	0.075	0.105	0.079	0.103	0.045	0.008
2018	0.091	0.018	0.083	0.079	0.007	0.060	0.054	0.089	0.092	0.084	0.122	0.124	0.057	0.019
2019	0.068	0.013	0.072	0.056	0.041	0.036	0.038	0.071	0.068	0.052	0.085	0.086	0.075	0.017
2020	0.063	0.016	0.079	0.062	0.028	0.052	0.007	0.078	0.072	0.053	0.076	0.060	0.046	0.039
2021	0.074	0.016	0.083	0.071	0.061	0.041	0.031	0.097	0.081	0.076	0.097	0.062	0.072	0.027
2022	0.079	0.017	0.117	0.062	0.031	0.050	0.019	0.107	0.102	0.058	0.113	0.072	0.059	0.043
均值	0.071	0.014	0.074	0.051	0.020	0.047	0.035	0.080	0.077	0.058	0.096	0.078	0.059	0.021

注：G 为总体基尼系数；G_w 为组内总体基尼系数；G_b 为组间总体基尼系数；G_t 为超变密度

贡献率是指基尼系数的变化或构成时，组内、组间、超变密度对总体基尼系数的影响程度或贡献份额。图 2 为辽宁省粮食供应链韧性基尼系数各分解部分的贡献率。样本期内，各粮食功能区内的城市供应链韧性发展差异对整体差异贡献率变化幅度不大。其次，不同粮食功能区贡献率最大，样本期内的均值为 50.08%；接着是超变密度的贡献率，维持在 30.27% 左右；不同功能区内部以及超变密度是城市粮食供应链韧性差异的主要来源，二者贡献率之和稳定在 80% 以上。

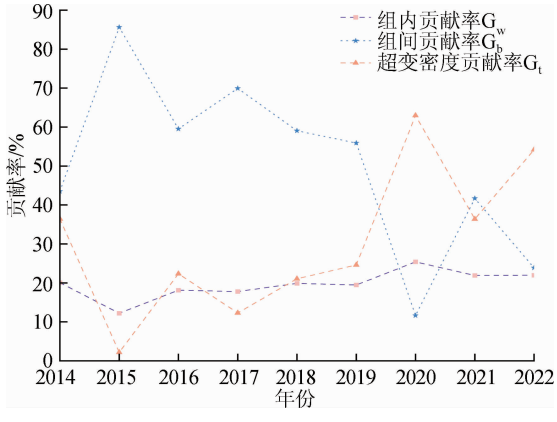


图 2　2014—2022 年辽宁省粮食供应链韧性区域差异来源贡献率

Fig. 2　Source contribution rate of regional differences in the resilience grain supply chain from 2014 to 2022 in Liaoning Province

2.3　辽宁省粮食供应链韧性时空演变

2.3.1　辽宁省粮食供应链韧性空间分布特点

为了更加直观地研究辽宁省粮食供应链韧性分布情况，应用 Arcgis10.8 软件，将韧性测算结果划分为低韧性（0，0.2］、较低韧性（0.2，0.4］、一般韧性（0.4，0.6］、较高韧性（0.6，0.8］、高韧性（0.8，1］5 个等级，并对 2014—2022 年辽宁省 14 个地级市粮食供应链韧性空间分布情况进行可视化处理，结果如图 3 所示。



图 3　2014—2022 年辽宁省粮食供应链韧性空间演化情况

Fig. 3　Spatial evolution of food supply chain resilience from 2014 to 2022 in Liaoning Province

注：基于自然资源部标准地图服务网站审图号为 GS（2024）0650 号的标准地图制作，底图边界无修改

图 3 反映出辽宁省粮食供应链韧性指数空间分布状态，由 2014 年 3 个较低韧性区域、11 个一般韧性区域上升至 2022 年 6 个一般韧性区域、7 个较高韧性区域和 1 个高韧性区域。结合区域经济学理论，早期韧性空间分布反映出辽宁省粮食供应链韧性存在显著区域梯度差。辽西地区，如朝阳、阜新因农业基础薄弱、产业化水平低，中部主产区、南部区域虽略优但整体韧性等级不高。随着西部地区崛起，政府的宏观调控向辽西注入生产要素，直接推动西部地区韧性跃升。原较低韧性的城市，如锦州突破路径依赖，从一般韧性升级为较高韧性，成为辽西地区核心增长极。借助增长极的极化效应，朝阳、阜新也从一般韧性提升至较高韧性，同时印证增长极理论对空间格局分布的深刻影响。其次，中部粮食主产区、南部粮食增效区，基础设施建设的科技发展，极大地促进了地区农业的现代化、市场化，充分挖掘了南部海洋资源丰裕的优势，拓宽了粮食获取途径。最后，辽东地区具备平原面积

广、土壤肥沃、水源丰富等自然资源条件，为区域粮食供应链韧性的稳定发展提供了基础。

2.3.2 辽宁省粮食供应链韧性时间演进特征

采用核密度估计观察粮食供应链韧性时间演进特征，图 4 展示了研究期内辽宁省粮食供应链韧性水平发展的动态演进趋势。首先，波形向左移表明整体均值在变小，总体水平趋向于减小，右移表明整体均值变大，总体水平增大。早期曲线整体较为分散，峰值相对较低且位置偏左，说明当时辽宁省粮食供应链韧性的分布较为分散，整体韧性处于相对较低区间，且不同地区或不同环节的韧性差异较大。随着时间的推移，到中期，曲线逐渐向右侧移动，峰值升高且曲线变窄，表明辽宁省粮食供应链韧性整体向更高水平集中，整体韧性得到提升且发展更趋均衡。再到近期，曲线逐步平缓，峰值降低且曲线变平，表明辽宁省粮食供应链韧性整体有分散趋势。最后，图形尾部拉长表明数据差异正在逐步扩大。2015 年和 2016 年核密度曲线具有明显的右拖尾特征，说明这 2 年粮食供应链韧性差异较大，原因在于丹东、锦州等城市粮食供应链韧性发展超过其他城市发展水平，导致省内出现不均衡发展特征。

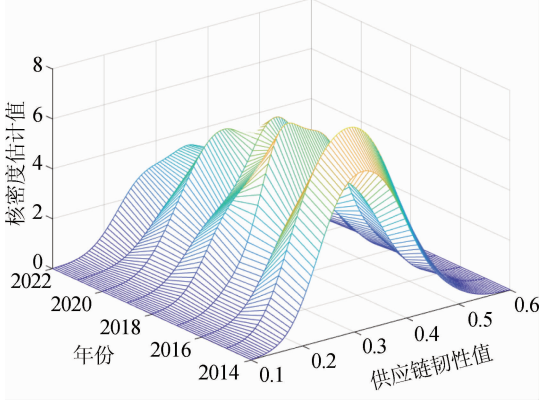


图 4 辽宁省粮食供应链韧性核密度曲线

Fig. 4 Kernel density estimation curve of food supply chain resilience in Liaoning Province

3 结论与提升路径

文章梳理了大食物观与粮食供应链韧性互动机理，考虑了多元化食物供给与食物营养等指标，构建了辽宁省粮食供应链韧性评价指标体系。选取辽宁省 14 个地级市 2014—2022 年的面板数据，运用 EWM – Critic 法综合测算辽宁省 14 个城市的粮食供应链韧性；使用 Dagum 基尼系数模型测度辽宁省 4 个粮食功能区内城市、4 个粮食功能区之间以及粮食功能区交叉重叠部分城市的粮食供应链韧性发展水平差异；运用 ArcGIS 软件将粮食供应链韧性空间分布情况进行可视化处理，并建立核密度估计模型观察辽宁省粮食供应链韧性发展水平时间演进特征。

1）经济增长较快、城市化水平较高的城市，其粮食供应链韧性已经由高速增长转向高质量发展阶段。如大连农业科研支出、农业科研人员数量的平均值均排第一，沈阳粮食生产财政支出排名第一，更新能力较强，只有坚持农业供给侧结构性改革，才能持续推动粮食供应链韧性发展跃迁。韧性提升较快、韧性较高的城市更注重供给侧需求的食物多元化与营养均衡。如辽阳的人均蛋白质供给与人均油料产量增长率排名分别为第一和第三，朝阳的人均粮食产量与人均蛋白质供给增长率排名分别为第一和第四，抵抗力优于其他城市，生产环节的效率对整体韧性起着核心支撑作用。在辽宁省粮食供应链韧性评价指标体系中，有 8 个城市的劳动生产率权重排名第一，保持较高的劳动生产率意味着在相同的劳动力投入下，能够产出更多的粮食，可以保障粮食的稳定供应。

2）4 个粮食功能区之间发展的不均衡是制约全省粮食供应链韧性协调发展的主要原因，而区域定位又决定了韧性水平。辽中粮食主产区作为核心产区，其整体资源禀赋、生产条件或经济基础等，优于其他区域，如沈阳，铁岭；辽西粮食生产保护区和辽东粮食生态保护区由于自然条件和功能定位的限制，其粮食供应链的生产、物流环节较为薄弱，如葫芦岛，本溪等；辽南粮食增效区更侧重于流通、加工和贸易，而非生产，如大连。

3）无论从空间格局还是时间维度观察，辽宁省粮食供应链韧性都在不断提升，但不平衡特征也在凸显。虽然由于区位不同导致各城市粮食供应链韧性发展水平有差异，但空间格局中，表现为“中高西低”向“西高中低”演变，由 2014 年 3 个较低韧性区域、11 个一般韧性区域转变为 2022 年 6 个一般韧性区域、7 个较高韧性和 1 个高韧性区域；时间维度里，高韧性值区域的核密度在近年有明显增加，低韧性值区域的核密度则逐渐降低，但右拖

尾特征也表现出不协调发展状况加剧；2 个维度都说明辽宁省粮食供应链韧性在发展过程中高水平韧性占比越来越大，粮食供应链应对各种风险和挑战的能力在不断增强，但非协调发展的问题也日渐凸显。

辽宁省粮食供应链韧性的不平衡问题势必影响农业高质量发展、农业产业现代化进程；有效遏制粮食功能区之间的差异进一步扩大，并着重缩小区间粮食供应链韧性差异的差距，已成为全面推进辽宁省乡村振兴进程以及推动区域协调发展所迫切需要解决的关键问题。据此，提出以下提升路径。

1）紧扣供应链韧性的 4 个着力点，推进粮食供应链韧性持续提升。a. 构建供给端多元食物供给体系，保障基础粮食供给的同时拓展蛋白质来源，加强供应链韧性的抵抗力。重点在于发挥渔业、林下经济资源优势，促使耕地、森林和海洋等多种资源进行食物生产的嵌套协作，形成多元联合、互补支撑的生产共同体。b. 优化劳动力配置，提升劳动生产效率，尽量减少劳动力短缺带来的风险，提升供应链的适应能力。对返乡青年提供资金补贴，完善农村养老、医疗等保障体系，推动城乡公共基础设施建设，引入机械化作业、现代化种植养殖模式，大幅提升自动化作业率。c. 推动节水、节电工程建设，实现农业可持续发展，增强供应链韧性的恢复能力。建设大型农田水利、电力工程，水库扩建、新能源设施增建以做好蓄水、储能工作，实现粮食生产的绿色、高效发展。d. 粮食供应链的革新和发展离不开现代科学技术的支撑，应加大农业科研资金和人员投入，进一步提升粮食生产效率，提高供应链韧性更新能力。继续坚持“藏粮于技”，加快农业技术进步，推动粮食单产再创新高，结合现代生物技术，发展设施农业、海洋牧场、新食品制造技术，全面提升农业科研创新能力。

2）重视粮食功能区发展差异，推动区域粮食供应链韧性协调发展。a. 针对粮食功能区之间韧性发展差异过大的地区，应补齐短板、夯实基础，推动韧性从弱到稳。辽东地区应建立地区供应链韧性协作发展机制，加快制定促进区域内各城市粮食供应链韧性均衡发展的专项政策，对粮食产业基础薄弱、供应链韧性较低的城市如葫芦岛给予重点支持，在财政补贴、税收优惠等方面出台具体措施，引导资源倾斜。b. 针对粮食功能区发展较为协调的地区，应巩固自身现有优势下强化辐射性与带动作用。辽中和辽西地区应与非协调发展区域共同设立粮食供应链合作联盟，优先吸纳非协调区域进入供应链体系，输出种植技术、仓储管理经验，通过以强带弱缩小区域韧性差距。c. 针对区域发展相对均衡但韧性不高的功能区，通过机制重构、技术创新，进行供应链全面升级，突破发展瓶颈。辽南地区应推动种业科技创新，保证粮食数量和质量，创新食物的生产方式、生产技术，依靠现有的高新先进技术、专业人才以及研发优势，释放农业生产潜力，把科技兴农、科技强农贯彻到底。

3）坚持系统观念，统筹规划粮食供应链韧性的协调发展。a. 以强化西部高韧性优势、补齐中部低韧性短板为重点，突破空间失衡约束，实现全域韧性协调发展。整合全省 14 个地市的粮食产量、库存、物流节点、应急储备点等空间数据，实现全省动态调配；同时，规划粮食物流空间通道，连接渤海湾港口与内陆腹地，通过空间维度的数字化设施建设，确保粮食供应链在区域间高效流动，避免因空间阻隔导致的韧性短板。b. 针对已形成的高韧性、较高韧性区域，设定升级目标，通过设立考核制度，激励高韧性区域持续提高。总结提炼可复制的发展模式，为低韧性区域提供升级模板。c. 针对核密度逐渐降低的低韧性区域，实施阶段性目标设定，分层推进供应链基础设施建设。确定优势领域，鼓励发展自身独特的特色产品和技术，形成差异化竞争优势，进而扩大高韧性核密度覆盖范围。d. 建立时空监测体系，整合时间维度的核密度变化数据与空间维度的格局演变数据，搭建大数据平台，实时预警时间维度的韧性波动与空间维度的失衡风险，统筹规划辽宁省整体供应链韧性提升。最终实现辽宁省粮食供应链韧性在时空维度上的协调、可持续发展，从而维护国家粮食安全。

参考文献

董亚妮，祁春节，谭明交，等，2024. 粮食主产区农业韧性的空间差异及影响因素[J]. 中国农业资源与区划，45(3)：14-25.〔DONG Y N，QI C J，TAN M J，2024. Spatial differences and influencing factors of agricultural resilience in major grain-producing areas[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning，45(3)：14-25.〕

郝爱民，谭家银，2022. 数字乡村建设对我国粮食体系韧性的影响[J]. 华南农业大学学报(社会科学版)，21(3)：10-24.〔HAO A M，TAN J Y，2022. Impact of digital rural construction on food

system resilience[J]. Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition), 21(3): 10-24.〕

华坚, 吴雅茹, 2024. 粮食主产区农业社会化服务发展水平的时空演变与影响因素[J]. 资源与产业, 26(2): 86-100.〔HUA J, WU Y R, 2024. Temporal-spatial evolution and factors of agricultural socialized servicing level in the major crop production areas[J]. Resources & Industries, 26(2): 86-100.〕

姜长云, 李俊茹, 巩慧臻, 2025. 中国粮食安全形势演变及"十五五"粮食需求研判[J]. 改革(8): 35-51.〔JIANG C Y, LI J R, GONG H Z, 2025. The evolution of China's food security situation and judgement of the food demand during the 15th Five-Year Plan Period[J]. Reform(8): 35-51.〕

马俊凯, 李光泗, 韩冬, 2023. 数字经济赋能粮食供应链韧性:作用路径和政策取向[J]. 新疆社会科学(1): 46-54.

马丽, 康新宇, 2025. 大食物观下我国粮食产业链供应链韧性的提升路径[J]. 吉首大学学报(社会科学版), 46(3):76-86.〔MA L, KANG X Y, 2025. Pathways to enhancing the resilience of China's grain industry chain and supply system under an all-encompassing approach to food[J]. Journal of Jishou University (Social Sciences), 46(3): 76-86.〕

彭国川, 曹佳梦, 沈娜, 等, 2025. 三峡库区(重庆段)生态安全与粮食安全耦合时空演变分析[J]. 资源与产业, 27(2): 77-91.〔PENG G C, CAO J M, SHEN N, et al., 2025. Coupling temporal-spatial evolution between ecological security and food security in the Three Gorges Reservoir Area (Chongqing Section)[J]. Resources & Industries, 27(2): 77-91.〕

苏玉波, 王樊, 2023. 大食物观的生成逻辑、内涵意蕴与实践进路[J]. 学习与实践(7): 44-53.〔SU Y B, WANG F, 2023. The generating logic, connotation, and practical approach of an all-encompassing approach to food[J]. Xuexi Yu Shijian(7): 44-53.〕

孙中叶, 杨传宇, 夏雨涵, 2025. 大食物观下粮食安全的转型逻辑、现实挑战与实现路径[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 42(4): 124-139.〔SUN Z Y, YANG C Y, XIA Y H, 2025. The transformation logic, realistic challenge, and implementation paths of food security under the greater food approach[J]. Journal of China Agricultural University (Social Sciences), 42(4): 124-139.〕

陶亚萍, 2023. 新时期强化中国粮食供应链韧性的创新路径[J]. 宁夏社会科学(1): 118-124.

王彬彬, 母丹丹, 2024. 树立大农业观大食物观的历史必然、现实必要、基本要义和实践进路[J]. 农村经济(8): 1-8.

王凯, 刘美伦, 叶俊, 2025. 中国省际共同富裕水平的时空演化及其影响因素[J]. 地域研究与开发, 44(1): 23-28, 44.〔WANG K, LIU M L, YE J, 2025. Spatio-temporal evolution and influencing factors of China's provincial common prosperity level[J]. Areal Research and Development, 44(1): 23-28, 44.〕

王力, 丁莎莎, 周乾晨, 2025. 中国粮食体系韧性多维评估、时空演变及驱动机制研究[J]. 贵州财经大学学报(6): 21-31.〔WANG L, DING S S, ZHOU Q C, 2025. Multidimensional assessment, spatio-temporal evolution and driving mechanism of grain system resilience in China[J]. Journal of Guizhou University of Finance and Economics(6): 21-31.〕

王妍霏, 李辰龙, 孙佳佳, 2025. 大食物观下油料油脂产业链韧性提升的现实挑战与路径[J]. 中国油脂, 50(2): 8-13, 28.〔WANG Y F, LI C L, SUN J J, 2025. Resilience enhancement of the oilseeds and fats industry chain under all-encompassing approach to food: Realistic challenges and paths[J]. China Oil and Fats, 50(2): 8-13, 28.〕

王颜齐, 何洋, 2024. 大食物观视域下粮食产业链韧性的时代价值、现实研判与提升路径[J]. 农村经济(8): 53-62.

姚森, 赵君彦, 王亚荣, 等, 2025. 粮食供应链风险管理研究进展与展望:从"风险"到"韧性"[J]. 中国农业资源与区划, 46(10): 64-77.〔YAO M, ZHAO J Y, WANG Y R, et al., 2025. Research progress and prospect of risk management in grain supply chain: From "risk" to "resilience"[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 46(10): 64-77.〕

尹春凤, 周海川, 张利庠, 2025. 大食物观下新质生产力赋能粮食产业链韧性:理论逻辑与现实证据[J]. 中国农业大学学报, 30(9): 278-289.〔YIN C F, ZHOU H C, ZHANG L X, 2025. New quality productivity empowering the resilience of the grain industry chain under the big food view: Theoretical logic and practical evidence[J]. Journal of China Agricultural University, 30(9): 278-289.〕

张琳, 张瑞涛, 杨艳涛, 2025. 大食物观下构建多元化食物供给体系:挑战、潜力与可持续路径[J]. 经济纵横(7): 54-64.〔ZHANG L, ZHANG R T, YANG Y T, 2025. Building a diversified food supply system with an all-encompassing approach to food: Challenges, potential, and sustainable development paths[J]. Economic Review Journal(7): 54-64.〕

张婷, 2023. 新发展阶段的大食物观:科学内涵、理论进路与现实向度[J]. 理论月刊(3): 14-23.〔ZHANG T, 2023. Big food view in the new development stage: Scientific connotation, theoretical approach and practical dimension[J]. Theory Monthly(3): 14-23.〕