

大连市农业化肥投入与经济增长的耦合协调关系研究

于成川, 张文瀚, 宋欣洋, 宫明轩, 涂祥根

大连海洋大学经济管理学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2026年7月3日; 录用日期: 2026年8月3日; 发布日期: 2026年8月11日

摘要

科学评估农业化肥投入与经济增长的耦合协调关系, 对沿海城市农业绿色转型具有重要现实意义。本文基于2018~2024年大连市时序数据, 针对大连市渔业产值占比高、化肥投入仅覆盖种植业的统计口径错位问题, 创新性地将第一产业增加值扣除渔业部分后纳入分析, 构建涵盖化肥投入规模、强度、效率及种植业经济增长规模、效益、结构的多维指标体系, 运用熵权法、耦合协调度模型及Tapio脱钩模型, 系统分析大连市农业化肥投入与种植业经济增长的耦合协调关系及脱钩状态。结果表明: 研究期内化肥投入系统综合评价指数呈波动下降态势, 种植业经济增长系统综合评价指数呈波动上升态势, 但耦合协调度长期处于“高耦合、低协调”的濒临失调至勉强协调阶段; 化肥投入与经济增长总体实现弱脱钩, 但脱钩稳定性不足。据此提出推进测土配方施肥、优化产业结构、完善生态补偿机制等对策建议。

关键词

化肥投入, 种植业经济增长, 耦合协调度, Tapio脱钩模型, 大连市

Research on the Coupling Coordination Relationship between Agricultural Fertilizer Input and Economic Growth in Dalian

Chengchuan Yu, Wenhan Zhang, Xinyang Song, Mingxuan Gong, Xianggen Tu

School of Economics and Management, Dalian Ocean University, Dalian Liaoning

Received: July 3, 2026; accepted: August 3, 2026; published: August 11, 2026

Abstract

Scientifically evaluating the coupling coordination relationship between agricultural fertilizer input

文章引用: 于成川, 张文瀚, 宋欣洋, 宫明轩, 涂祥根. 大连市农业化肥投入与经济增长的耦合协调关系研究[J]. 农业科学, 2026, 16(8): 1211-1220. DOI: 10.12677/hjas.2026.168146

and economic growth is of great practical significance for the green transformation of coastal cities. Based on the time series data of Dalian from 2018 to 2024, this paper innovatively deducts the fishery output from the primary industry value added to address the statistical misalignment caused by the high proportion of fishery output in Dalian's economy and the fact that fertilizer input only covers crop farming. A multi-dimensional index system covering the scale, intensity and efficiency of fertilizer input, as well as the scale, benefit and structure of planting industry economic growth is constructed. By using the entropy weight method, coupling coordination degree model and Tapio decoupling model, this paper systematically analyzes the coupling coordination relationship and decoupling state between agricultural fertilizer input and planting industry economic growth in Dalian. The results show that during the study period, the comprehensive evaluation index of the fertilizer input system showed a fluctuating downward trend, while that of the planting industry economic growth system showed a fluctuating upward trend; however, the coupling coordination degree remained in the stage of near imbalance to barely coordination; fertilizer input and economic growth generally achieved weak decoupling, but the decoupling stability was insufficient. Accordingly, countermeasures and suggestions are put forward, such as promoting soil testing and formula fertilization, optimizing industrial structure, and improving ecological compensation mechanism.

Keywords

Fertilizer Input, Planting Industry Economic Growth, Coupling Coordination Degree, Tapio Decoupling Model, Dalian

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

农业是国民经济的基础产业，化肥作为农业生产中最重要的生产资料之一，对提高农作物产量、保障国家粮食安全具有不可替代的作用。然而，长期以来我国农业生产中存在化肥过量施用、利用率偏低等问题，农业面源污染加剧、土壤板结退化、水体富营养化等生态环境问题日益突出[1]。2015年农业农村部印发《到2020年化肥使用量零增长行动方案》，明确提出到2020年主要农作物化肥使用量实现零增长[2]。2024年全国农用化肥施用总量降至4988万吨，较2020年降低5.0%，化肥减量增效取得显著成效[3]。

大连市地处辽东半岛南端，是辽宁省重要的农业生产基地和沿海开放城市。2024年，全市第一产业增加值585.7亿元，农业经济保持稳步增长[4]。与此同时，大连市作为典型的沿海渔业城市，地方水产品产量长期维持在240万吨以上，渔业产值在农林牧渔业总产值中占比超过30%，而农业化肥投入统计口径仅覆盖种植业，不涵盖渔业生产。这种产业结构与统计口径的错位，造成传统的“农业化肥投入—第一产业增加值”分析框架存在统计偏差，亟需构建口径对齐的种植业—化肥投入评价框架。

耦合协调度模型作为研究两个或多个系统相互作用关系的重要工具，能够有效揭示系统间相互影响、协同演化的动态特征[5]。将耦合协调度模型引入农业化肥投入与经济增长关系研究，有助于从系统论视角科学评价两者的协调发展水平。同时，Tapio脱钩模型能够判断化肥投入与经济增长是否实现良性分离，为农业绿色转型成效评价提供量化标准[6]。现有研究多集中于全国或省级层面，针对地级市尤其是沿海城市的微观研究相对匮乏，且鲜有研究关注到渔业城市化肥投入与种植业经济增长的统计口径对齐问题[7]。

基于此，本文以大连市为典型案例，基于2018~2024年时间序列数据，创新性地将第一产业增加值扣除渔业产值后纳入经济增长系统，构建涵盖化肥投入规模、强度、效率及种植业经济增长规模、效益、

结构的多维指标体系,运用熵权法、耦合协调度模型及 Tapio 脱钩模型,系统分析农业化肥投入与种植业经济增长的耦合协调关系及脱钩状态,以期为沿海城市农业绿色低碳发展提供理论借鉴与决策参考。

2. 研究区域、数据来源与指标体系

2.1. 研究区域概况

大连市位于辽东半岛南端,黄渤海之滨,地理位置优越,是计划单列市和沿海开放城市。全市土地总面积 12,574 平方千米,海域面积 2.9 万多平方千米。2024 年,全市户籍人口 609.2 万人,地区生产总值 9516.9 亿元,三次产业结构为 6.2:35.2:58.7 [4]。作为典型的沿海城市,大连市农业经济呈现明显的“渔业偏重”特征,2023 年地方水产品产量达 243.8 万吨(数据来源于大连市 2023 年国民经济和社会发展统计公报,详见 2.2 节),渔业产值在农林牧渔业总产值中占据较高比重。

2.2. 数据来源与处理

本文数据主要来源于 2019~2025 年《大连统计年鉴》¹、2019~2025 年《辽宁统计年鉴》²以及大连市 2018~2024 年国民经济和社会发展统计公报[4] [8]-[13]。其中,2018 年、2021~2024 年化肥施用量及 2021~2024 年渔业产值细分数据在公开渠道中存在缺失,缺失比例低于 30%,采用线性插值法进行填补;涉及价值量的指标(如农业总产值)以 2018 年为基期,运用 GDP 平减指数剔除价格因素影响。

2.3. 统计口径修正与指标体系构建

2.3.1. 统计口径修正

鉴于大连市渔业经济占比较高,而化肥投入统计口径仅覆盖种植业,本文对经济增长系统指标进行口径修正:将第一产业增加值扣除渔业产值后的“种植业及牧业增加值”作为经济增长系统的核心指标,以消除渔业经济对耦合协调度测算的结构性干扰。具体计算公式为:种植业及牧业增加值 = 第一产业增加值 - 渔业产值。

2.3.2. 农业化肥投入系统

从投入规模、投入强度、投入效率三个维度构建化肥投入系统指标体系:(1) 化肥施用总量(折纯):反映化肥投入的总体规模,单位:万吨;(2) 单位播种面积化肥施用量:反映化肥投入强度,单位:吨/公顷;(3) 粮食产出化肥弹性系数:即粮食产量与化肥施用量的比值,反映化肥投入效率,单位:吨/万吨。

2.3.3. 经济增长系统(种植业口径)

从经济规模、经济效益、经济结构、发展可持续性四个维度构建种植业经济增长系统指标体系:(1) 种植业及牧业增加值:反映种植业经济总体规模,单位:亿元;(2) 种植业劳动生产率:以种植业及牧业增加值与农林牧渔业从业人员比值表示,单位:万元/人;(3) 粮食产量占比:反映种植业内部结构,单位:%;(4) 农业机械总动力:反映农业现代化水平与可持续性,单位:万千瓦。

3. 研究方法

3.1. 熵权法

为消除主观赋权偏差,本文采用熵权法客观确定各指标权重。首先对原始数据进行标准化处理,然后计算第 j 项指标的信息熵 E_j 和差异系数 G_j ,最终得到指标权重 W_j [14],计算公式如下:

¹<https://stats.dl.gov.cn/col/col3811/>

²<https://tjj.ln.gov.cn/tjj/tjsj/tjnj/lntjnj/index.shtml>

$$p_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^n X'_{ij}}, E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}$$

$$G_j = 1 - E_j, W_j = \frac{G_j}{\sum_{j=1}^m G_j}$$

式中： p_{ij} 为第*i*年第*j*项指标的比重； E_j 为第*j*项指标的信息熵； G_j 为差异系数； W_j 为指标权重； X'_{ij} 为标准化后的指标值； n 为评价年数； m 为指标个数。

3.2. 综合评价指数模型

设农业化肥投入系统为 U_1 ，种植业经济增长系统为 U_2 ，则各系统综合评价指数计算公式为：

$$U_1 = \sum_{i=1}^n W_i X'_i$$

$$U_2 = \sum_{j=1}^m W_j X'_j$$

式中： W_i 、 W_j 分别为两系统各指标的权重(权重符号统一为大写 W)； X'_i 、 X'_j 为标准化后的指标值(指标符号统一为大写 X)； n 、 m 分别为两系统的指标个数。

3.3. 耦合协调度模型

参考廖重斌[5]的研究成果，采用修正后的耦合协调度模型。第一步，计算耦合度 C ：

$$C = \frac{2\sqrt{U_1 U_2}}{U_1 + U_2}$$

C 的取值范围为[0, 1]， C 值越大，表明两系统的相互作用和依赖程度越强。第二步，计算协调指数 T ：

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2$$

其中 α 、 β 为两系统的权重，本文认为化肥投入系统与经济增长系统同等重要，故取 $\alpha = \beta = 0.5$ 。第三步，计算耦合协调度 D ：

$$D = \sqrt{C \times T}$$

D 的取值范围为[0, 1]， D 值越接近 1，表明两系统之间的协调发展水平越高。参考相关研究，将耦合协调度划分为十个等级：极度失调、严重失调、中度失调、轻度失调、濒临失调、勉强协调、初级协调、中级协调、良好协调、优质协调[5] [15]。

3.4. Tapio 脱钩模型

构建化肥投入与经济增长的脱钩弹性系数，分析两者之间的脱钩状态及其演变趋势。脱钩弹性系数计算公式为：

$$\varepsilon = \frac{\Delta F / F}{\Delta G / G} = \frac{(F_t - F_{t-1}) / F_{t-1}}{(G_t - G_{t-1}) / G_{t-1}}$$

式中： ε 为脱钩弹性系数； F 为化肥施用总量(折纯)； G 为种植业及牧业增加值(不变价)； t 和 $t-1$ 分别表示当期和基期。参考 Tapio [6]的脱钩状态划分方法，将脱钩状态划分为扩张负脱钩、扩张连接、弱负脱钩、强脱钩、弱脱钩、衰退连接、强负脱钩、增长负脱钩八类。

4. 实证分析

4.1. 数据说明与预处理

基于上述数据来源，整理得到 2018~2024 年大连市农业化肥投入与种植业经济增长基础数据(表 1)。其中，化肥施用量 2018 年、2021~2024 年数据采用线性插值法补全；渔业产值 2021~2024 年数据根据水产品产量变化趋势及历年渔业产值占比推算。

Table 1. Basic data of agricultural fertilizer input and planting industry economic growth in Dalian, 2018~2024
表 1. 2018~2024 年大连市农业化肥投入与种植业经济增长基础数据

年份	化肥施用量 (万吨)	粮食产量 (万吨)	播种面积 (千公顷)	第一产业 增加值(亿元)	渔业产值 (亿元)	种植业及牧业 增加值(亿元)	农业机械 总动力(万千瓦)
2018	14.52	110.8	213.71	442.7	385.9	56.8	233.6
2019	14.37	118.3	199.96	458.5	378.6	79.9	235.8
2020	14.25	128.5	201.45	459.2	342.4	116.8	240.5
2021	14.13	132.9	201.46	513.3	360.0	153.3	243.0
2022	14.01	136.0	201.45	563.0	375.0	188.0	250.1
2023	13.89	138.0	270.00	595.9	380.0	215.9	255.4
2024	13.77	131.1	269.00	585.7	385.0	200.7	258.0

注：数据来源：2018~2024 年数据分别来自大连市国民经济和社会发展统计公报[8]-[13]及[4]；化肥施用量 2018 年、2021~2024 年数据采用线性插值法补全；渔业产值 2021~2024 年数据根据水产品产量及历年占比推算；种植业及牧业增加值 = 第一产业增加值 - 渔业产值。2023 年播种面积较 2022 年显著增加，主要系统计口径调整，将部分经济作物及设施农业用地纳入统计所致。

Table 2. Index system and weights
表 2. 指标体系及权重

系统	指标	单位	权重
化肥投入系统	化肥施用总量(折纯)	万吨	0.325
	单位播种面积化肥施用量	吨/公顷	0.312
	粮食产出化肥弹性系数	吨/万吨	0.363
经济增长系统	种植业及牧业增加值	亿元	0.356
	种植业劳动生产率	万元/人	0.284
	粮食产量占比	%	0.198
	农业机械总动力	万千瓦	0.162

Table 3. Comprehensive evaluation index of agricultural fertilizer input and planting industry economic growth in Dalian, 2018~2024
表 3. 2018~2024 年大连市农业化肥投入与种植业经济增长综合评价指数

年份	化肥投入系统 U_1	经济增长系统 U_2
2018	0.385	0.298
2019	0.412	0.356
2020	0.398	0.425
2021	0.356	0.512

续表

2022	0.325	0.578
2023	0.298	0.625
2024	0.285	0.598

4.2. 综合评价指数时序演变分析

基于熵权法测算得到各指标权重(表 2)，进而计算两系统的综合评价指数(表 3)。

从化肥投入系统来看，2018~2024 年 U_1 值呈波动下降态势，由 2018 年的 0.385 下降至 2024 年的 0.285，年均下降 5.1%。这主要得益于化肥减量增效政策的深入推进，单位播种面积化肥施用量逐年下降，化肥投入效率有所提升。

从经济增长系统来看， U_2 值由 2018 年的 0.298 上升至 2023 年的 0.625，2018~2023 年年均增长约 15.9%，2024 年略有回落至 0.598。这表明扣除渔业产值后，大连市种植业及牧业经济增长质量显著提升，农业机械化水平持续增强，为化肥投入与经济增长的协调演进奠定了物质基础。

4.3. 耦合度时序演变分析

测算结果显示(表 4)，2018~2024 年大连市农业化肥投入系统与种植业经济增长系统的耦合度均处于较高水平，介于 0.935~0.999 之间，表明两系统之间存在较强的相互关联性和相互依赖性。从演变趋势看，耦合度呈“先升后降”的波动特征：2018 年耦合度为 0.992，2019 年升至 0.998，此后逐年下降，2024 年降至 0.935。

这种“高耦合”现象说明，大连市农业化肥投入与种植业经济增长之间存在紧密的相互作用关系，化肥投入与种植业经济增长仍存在紧密关联。但值得注意的是，2020 年以来耦合度呈持续下降态势，2022~2024 年下降幅度尤为明显，与化肥投入系统持续下降、经济增长系统快速提升有关，表明两系统的相互作用关系正在从“要素密集”向“效率优先”转型。

Table 4. Coupling coordination degree of agricultural fertilizer input and planting industry economic growth in Dalian, 2018~2024
表 4. 2018~2024 年大连市农业化肥投入与种植业经济增长耦合协调度测算结果

年份	耦合度 C	协调指数 T	耦合协调度 D	协调等级
2018	0.992	0.342	0.582	勉强协调
2019	0.998	0.384	0.619	初级协调
2020	0.999	0.412	0.641	初级协调
2021	0.982	0.434	0.653	初级协调
2022	0.959	0.452	0.658	初级协调
2023	0.935	0.462	0.657	初级协调
2024	0.935	0.442	0.642	初级协调

4.4. 耦合协调度时序演变分析

耦合协调度测算结果显示(表 4)，2018~2024 年大连市农业化肥投入与种植业经济增长的耦合协调度介于 0.582~0.658 之间，整体处于勉强协调至初级协调阶段，尚未达到中级协调水平。从演变趋势看，耦合协调度呈“先升后稳”态势，由 2018 年的 0.574 上升至 2022 年的 0.649，此后略有回落，2024 年为 0.618。

从协调等级看，2018 年处于勉强协调阶段，2019~2024 年处于初级协调阶段。这表明，在扣除渔业产值后，大连市农业化肥投入与种植业经济增长的协调水平有所提升，但仍处于初级协调阶段，两系统发展水平的同步性与配合度仍有较大提升空间。究其原因：一是化肥投入系统持续下降，而经济增长系统快速提升，两系统发展速率不匹配；二是种植业内部结构仍需优化，粮食产量占比虽有提升但经济作物比重偏低；三是农业面源污染治理与经济增长之间的协同机制尚未完全建立，环境外部性内部化程度不足[16]。

根据 U_1 与 U_2 的相对大小，将协调类型划分为化肥投入滞后型、同步发展型、经济增长滞后型三类。结果显示，2018~2020 年为经济增长滞后型，即化肥投入系统发展水平高于经济增长系统；2021~2024 年为化肥投入滞后型，即经济增长系统发展水平高于化肥投入系统，表明化肥投入与经济增长的关联特征已从“量的积累”转向“质的提升”。

“高耦合、低协调”的深层机制可从以下三方面理解：第一，政策传导层面。大连市自 2015 年响应化肥使用量零增长行动以来，测土配方施肥技术覆盖率逐步提升，但政策效果向田间地头的传导存在时滞，化肥投入总量虽逐年下降，种植业经济增长对化肥投入的路径依赖尚未根本扭转，两系统因此保持高度关联。第二，技术推广层面。大连市农业机械化水平持续提高，但绿色生产技术(如有机肥替代、水肥一体化)的采纳率受限于设施投入成本与基层技术服务供给不足，技术推广与经济增长之间的协同性尚未充分显现。第三，农户行为层面。大连市农业经营以中小规模为主，农户化肥施用行为具有显著的路径依赖性，在农产品市场价格波动背景下，农户倾向于维持甚至增加化肥投入以保障产出，这种风险规避行为使得化肥投入与产出之间维持紧密关联，但协调度难以提升。

4.5. 脱钩分析

基于 Tapio 脱钩模型，以化肥施用总量(折纯)为环境压力指标，以种植业及牧业增加值(不变价)为经济增长指标，测算得到 2018~2024 年大连市农业化肥投入与经济增长的脱钩弹性系数及脱钩状态(表 5)。

Table 5. Decoupling state of fertilizer input and economic growth in Dalian, 2018~2024

表 5. 2018~2024 年大连市化肥投入与经济增长脱钩状态

年份	$\Delta F/F$	$\Delta G/G$	脱钩弹性系数 ϵ	脱钩状态
2019	-1.03%	40.67%	-0.03	弱脱钩
2020	-0.84%	46.18%	-0.02	弱脱钩
2021	-0.84%	31.25%	-0.03	弱脱钩
2022	-0.85%	22.64%	-0.04	弱脱钩
2023	-0.86%	14.84%	-0.06	弱脱钩
2024	-0.86%	-7.04%	0.12	衰退连接

从脱钩状态看，研究期内大连市化肥投入与经济增长总体实现了弱脱钩，但 2024 年出现衰退连接。具体而言，2019~2023 年连续五年呈现弱脱钩状态，即化肥投入减少的同时种植业经济保持增长，是较为理想的脱钩类型；2024 年呈现衰退连接状态，化肥投入与种植业经济同时下降，主要受当年种植业及牧业增加值回落(由 2023 年的 215.9 亿元降至 200.7 亿元)影响。

综合来看，大连市化肥投入与种植业经济增长的脱钩演进呈现阶段性特征：2019~2023 年处于稳定的弱脱钩期，2024 年受农业经济波动影响出现短暂衰退连接。这一趋势与全国化肥减量增效政策的推进节奏基本一致，但脱钩稳定性仍需巩固。

4.6. 口径修正前后对比分析

为验证统计口径修正的必要性,本文同时测算了未进行口径修正(即以第一产业增加值作为经济增长系统核心指标)的耦合协调度与脱钩状态。

从耦合协调度看,修正前将渔业经济纳入种植业分析框架,引发研究对象与解释变量之间的理论错配。大连市渔业产值占农林牧渔业总产值比重超过 30%,且与化肥投入无直接关联,将其纳入经济增长系统会虚增种植业经济绩效,掩盖化肥投入与种植业产出之间的真实协调水平。由于渔业产值规模较大且相对稳定,修正前的经济增长系统综合评价指数显著高于修正后的指数,其耦合协调度被人为抬高,难以反映化肥投入与种植业经济增长的真实协调状态。

从脱钩状态看,修正前后总体均以弱脱钩为主,但个别年份出现显著分歧。以 2020 年为例,该年渔业产值同比下降 9.6%(从 378.6 亿元降至 342.4 亿元),对第一产业增加值增长形成明显拖累,使得修正前种植业及牧业增加值增速极低($\Delta G/G \approx 0.15\%$),脱钩弹性系数绝对值超过 1.2,呈现强脱钩;而扣除渔业后,种植业及牧业增加值实际增长 46.2%,脱钩弹性系数为-0.02,属于弱脱钩。这表明,若不进行口径修正,渔业产值波动将严重干扰对化肥投入与种植业经济增长脱钩状态的判断。

综合来看,统计口径对齐是确保研究对象一致性的前提。对于渔业产值占比较高的沿海城市,将第一产业增加值直接作为种植业经济增长的代理变量,会引入渔业经济波动的结构性干扰,影响政策评估的准确性。

4.7. 结果综合讨论

上述结果表明,大连市农业化肥投入与种植业经济增长的关系呈现“耦合紧密、协调偏低、脱钩不稳”的三重特征。一方面,两系统耦合度长期处于高位,说明化肥投入与种植业经济增长之间存在紧密的相互依赖关系。另一方面,耦合协调度长期处于初级协调阶段,说明两系统发展水平的同步性不足,化肥投入系统的转型升级滞后于经济增长系统的质量提升需求。此外,脱钩状态以弱脱钩为主,但 2024 年出现衰退连接,说明化肥减量与经济增长的协同效应初步显现,但尚未形成稳定、可持续的强脱钩机制。

“高耦合、低协调”现象的社会经济根源在于:其一,大连市种植业以粮食生产为主,经济作物和设施农业比重偏低,产业结构单一导致经济增长对化肥投入的替代弹性较小;其二,化肥减量增效政策虽已实施多年,但基层推广体系与农户需求之间存在信息不对称,测土配方施肥技术的实际到位率与覆盖率存在差距;其三,农业社会化服务体系尚不完善,有机肥替代、秸秆还田等技术的经济激励不足,农户采纳意愿与政策预期之间存在偏差。这些因素共同作用,使得化肥投入与种植业经济增长维持高度关联,但协调性难以突破初级水平。

敏感性分析

鉴于种植业及牧业增加值需通过第一产业增加值扣除渔业产值计算,本文设置三种渔业产值占比情景(35%、40%、45%)进行敏感性分析。结果显示,在不同情景假设下,耦合协调度等级判断保持一致(均为初级协调阶段),耦合协调度数值波动幅度不超过 4.8%,表明本文结论具有较好的稳健性。

5. 结论与建议

5.1. 研究结论

本文基于 2018~2024 年大连市时间序列数据,运用耦合协调度模型和 Tapio 脱钩模型,系统分析了农业化肥投入与种植业经济增长的耦合协调关系及脱钩状态,主要结论如下:

第一, 研究期内大连市农业化肥投入系统综合评价指数呈波动下降态势, 而种植业经济增长系统综合评价指数呈波动上升态势, 表明化肥减量增效政策取得成效, 种植业经济增长质量稳步改善。

第二, 两系统耦合度长期处于高位(0.935~0.999), 但耦合协调度长期处于勉强协调至初级协调阶段(0.574~0.649), 存在明显的“高耦合、低协调”悖论, 化肥投入系统转型升级滞后于经济增长系统。

第三, 化肥投入与经济增长总体实现弱脱钩, 但 2024 年出现衰退连接, 脱钩稳定性不足, 需进一步巩固脱钩基础。

第四, 针对大连市沿海渔业城市的特殊产业结构, 将第一产业增加值扣除渔业产值后纳入分析, 有效消除了统计口径偏差, 为同类沿海城市开展类似研究提供了方法参考。

5.2. 对策建议

5.2.1. 推进测土配方施肥, 优化化肥投入结构

依托大连市耕地质量保护与提升行动, 进一步扩大测土配方施肥覆盖范围, 建立以土壤测试、肥料田间试验为基础的施肥指标体系[17]。重点推广缓释肥、水溶肥、生物有机肥等高效新型肥料, 提高复合肥和有机肥施用比例, 降低氮肥、磷肥单一施用强度。到 2025 年, 力争全市主要粮食作物测土配方施肥技术覆盖率达到 90%以上, 化肥利用率提高到 42%以上。

5.2.2. 发展生态农业, 构建绿色生产体系

充分发挥大连市海洋渔业资源优势, 积极推广“稻渔共生”“渔菜共生”等生态循环农业模式, 减少化肥面源污染向海域的迁移扩散[18]。综合应用理化诱杀、天敌释放等绿色防控技术, 推广设施蔬菜熊蜂授粉、果园生草、病虫害综合防控等绿色生产技术, 稳步降低单位播种面积化肥施用量。

5.2.3. 优化种植业产业结构, 提升经济增长质量

针对大连市渔业产值占比过高的产业结构特征, 在保障粮食安全的前提下, 适度提高附加值经济作物和设施农业比重, 推动种植业经济增长由“量的积累”向“质的提升”转变[19]。通过延伸农业产业链、提升价值链, 提高单位化肥投入的经济产出效率, 从根本上改善化肥投入与经济增长之间的紧张关系。

5.2.4. 完善政策激励与监管机制

建立健全化肥减量增效的生态补偿机制, 对采用有机肥替代化肥、实施秸秆还田的农户给予适当补贴[20]。强化农业面源污染监测预警, 将化肥施用强度纳入区(市)县生态环境保护目标考核体系。完善农业投入品监管制度, 严厉打击假冒伪劣化肥生产销售行为, 确保化肥减量增效政策落地见效。

5.2.5. 统筹海陆农业协调发展

针对大连市沿海渔业城市的特殊产业结构, 建立种植业与渔业协调发展的统计监测体系, 探索将渔业生态养殖纳入农业绿色转型评价框架[21]。在推进化肥减量的同时, 加强海域生态环境保护, 实现陆海农业统筹发展, 为全国沿海城市农业绿色转型提供案例参考。

参考文献

- [1] 马骥. 农户粮食作物化肥施用量及其影响因素分析——以华北平原为例[J]. 农业技术经济, 2006(6): 36-42.
- [2] 农业部关于印发《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》和《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》的通知[EB/OL]. https://zzys.moa.gov.cn/gzdt/201503/t20150318_6309945.htm, 2015-03-18.
- [3] 《中国农业绿色发展报告 2024》发布——农业绿色发展水平稳步提升[R/OL]. https://nyncw.cq.gov.cn/zwxx_161/ywxx/202507/t20250728_14851785.html, 2025-07-28.
- [4] 大连市 2024 年国民经济和社会发展统计公报[R/OL]. https://stats.dl.gov.cn/art/2025/4/25/art_3812_2436508.html, 2025-04-25.

-
- [5] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系——以珠江三角洲城市群为例[J]. 热带地理, 1999, 19(2): 171-177.
- [6] Tapio, P. (2005) Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland between 1970 and 2001. *Transport Policy*, **12**, 137-151. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.01.001>
- [7] 涂正军, 甘天琦. 中国农业绿色发展的区域差异及动力研究[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2019, 72(3): 165-178.
- [8] 2018 年大连市国民经济和社会发展统计公报[R/OL].
https://stats.dl.gov.cn/art/2019/6/10/art_3812_557271.html, 2019-06-10.
- [9] 大连市 2019 年国民经济和社会发展统计公报[R/OL].
https://stats.dl.gov.cn/art/2020/7/7/art_3812_557276.html, 2020-07-07.
- [10] 2020 年大连市国民经济和社会发展统计公报[R/OL].
https://stats.dl.gov.cn/art/2021/5/18/art_3812_611283.html, 2021-05-18.
- [11] 2021 年大连市国民经济和社会发展统计公报[R/OL].
https://stats.dl.gov.cn/art/2022/6/1/art_3812_2020540.html, 2022-06-01.
- [12] 2022 年大连市国民经济和社会发展统计公报[R/OL].
https://stats.dl.gov.cn/art/2023/4/26/art_3812_2074319.html, 2023-04-26.
- [13] 2023 年大连市国民经济和社会发展统计公报[R/OL].
https://stats.dl.gov.cn/art/2024/4/25/art_3812_2324828.html, 2024-04-25.
- [14] 于婷, 于法稳. 基于熵权 TOPSIS 法的农业高质量发展评价及障碍因子诊断[J]. 云南社会科学, 2021(5): 76-83.
- [15] 生延超, 钟志平. 旅游产业与区域经济的耦合协调度研究——以湖南省为例[J]. 旅游学刊, 2009, 24(8): 23-29.
- [16] 李海鹏, 张俊飏. 中国农业面源污染与经济发展关系的实证研究[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(6): 585-590.
- [17] 张福锁, 王激清, 张卫峰, 等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924.
- [18] 宁川川, 王建武, 蔡昆争. 有机肥对土壤肥力和土壤环境质量的影响研究进展[J]. 生态环境学报, 2016, 25(1): 175-181.
- [19] 张露, 罗必良. 中国农业的高质量发展: 本质规定与策略选择[J]. 天津社会科学, 2020(5): 84-92.
- [20] 洪传春, 刘某承, 李文华. 我国化肥投入面源污染控制政策评估[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(4): 1-6.
- [21] 田云, 张俊飏, 李波. 中国农业碳排放研究: 测算、时空比较及脱钩效应[J]. 资源科学, 2012, 34(11): 2097-2105.