

辽宁省沿海地区海水稻种植对农民增收的影响及效益评价

——基于统计建模的实证分析

尚文周, 朱圣虎, 王启月, 高秋怡, 朱心雨

大连海洋大学经济管理学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2026年1月28日; 录用日期: 2026年2月19日; 发布日期: 2026年3月3日

摘要

本文基于辽宁省6个沿海市县2019~2023年的宏观统计数据与286份农户微观调研问卷, 运用工具变量法(2SLS)实证检验海水稻种植对农民人均可支配收入增长率的影响机制。研究表明: 海水稻种植面积占比、政策补贴强度、农业技术推广次数均对农民增收具有显著正向影响; 该效应存在区域异质性, 且核心适宜区的增收效果明显。进一步中介效应检验表明, 农业经营性收入占比在海水稻种植与农民增收之间发挥部分中介作用。据此提出应实施差异化补贴政策、优化技术投入结构、完善产业链配套等建议, 以强化海水稻产业的增收效能, 为同类地区盐碱地农业开发提供参考。

关键词

海水稻, 农民增收, 工具变量法

Impact of Saline-Alkali-Tolerant Rice Cultivation on Farmers' Income Growth and Benefit Evaluation in Coastal Areas of Liaoning Province

—An Empirical Analysis Based on Statistical Modeling

Wenzhou Shang, Shenghu Zhu, Qiyue Wang, Qiuyi Gao, Xinyu Zhu

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

Received: January 28, 2026; accepted: February 19, 2026; published: March 3, 2026

Abstract

Based on the macro statistical data from 6 coastal cities and counties in Liaoning Province from 2019 to 2023 and 286 micro survey questionnaires of farming households, this paper empirically examines the impact mechanism of saline-alkali-tolerant rice cultivation on the growth rate of per capita disposable income of farmers by using the Instrumental Variables Method (2SLS). The research results show that the proportion of saline-alkali-tolerant rice cultivation area, the intensity of policy subsidies, and the frequency of agricultural technology promotion all have significant positive impacts on farmers' income growth. This effect exhibits regional heterogeneity, with a significantly stronger income-increasing effect in core suitable areas. Further mediation effect analysis indicates that the proportion of agricultural operating income plays a partial mediating role between saline-alkali-tolerant rice cultivation and farmers' income growth. Accordingly, this paper puts forward suggestions such as implementing differentiated subsidy policies, optimizing the structure of technical input, and improving the supporting industrial chain to strengthen the income-increasing effect of the saline-alkali-tolerant rice industry, which provides a reference for the development of saline-alkali land agriculture in similar regions.

Keywords

Saline-Alkali-Tolerant Rice, Farmers' Income Growth, Instrumental Variables Method

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

辽宁省作为北方滨海盐碱地集中区,拥有14个沿海市县,盐碱地总面积达1360万亩[1],其中通过水利改良与耐盐品种适配,约300万亩耕地达到海水稻规模化种植标准,占全国可开发盐碱地的1.07%,是我国北方海水稻品种研发与产业化的核心示范区域[2]。2021年中央一号文件明确提出“加快盐碱地综合利用,推动特色粮食作物种植”[3],辽宁省政府随即出台《沿海地区海水稻产业发展规划(2021~2025年)》,将海水稻产业列为“乡村振兴重点产业”,计划到2025年实现海水稻种植面积100万亩,亩均产量达到400公斤以上[4]。

2. 文献综述

国外对耐盐海水稻的研究主要围绕其种植关联的农业生产、市场互动及农户收入等核心维度。Reddy等指出,耐盐作物种植场景下,市场信息可及性对农户调整种植结构、提升农业收入具有显著正向作用[5]。Ganie等通过实证分析,揭示了耐盐作物生态适应性 with 农户经济收益的平衡路径,为盐碱地农业增收提供微观依据[6]。Sheoran等研究探讨全球农产品贸易格局对区域农业经济的冲击后,提出耐盐作物种植可作为农户多元化经营的重要选项以应对市场风险[7]; Haque等强调跨区域耐盐农业技术合作对提升生产力与市场竞争力的价值,进而助力农户增收[8]。Krishnamurthy等研究发现,农业环境政策的激励机制可推动耐盐绿色农产品市场扩容,实现农户增收协同[9]; Ibrahim等最新研究则证实,区块链技术可通过优化耐盐农产品供应链透明度、降低交易成本,进一步缩小种植户收入差距[10]。

国内研究围绕海水稻产业发展及农民增收效益展开多维度探讨,可分为三个方向:一是海水稻技术

扩散与推广机制研究。陈雨生等基于扎根理论,提炼“地方政府 + 育种机构 + 农业企业”协同推广机制,指出该机制可整合资源降低推广成本,间接提升农民参与积极性[11];黄少坚等基于协同学理论构建以农业企业为核心的多主体协同扩散模型,证明该系统稳定性强,能通过利益机制调动农户参与,缓解传统模式下农民种植意愿低的问题[12]。二是品种适应性与营养效益研究。赖双定等分析海水稻营养成分,发现其粗蛋白、硒等含量高于普通稻米,深加工产品可提升附加值,为农民拓宽收益渠道[13];唐琦璠等针对宁夏银北地区筛选出黑 006 等耐盐碱品种,其品种适配研究方法为辽宁沿海地区品种选择提供参考,助力农民稳定产量与收益[14]。三是产业困境与增收路径研究。房瑞景指出海水稻产业存在政策支持不足、农民认知低等问题,提出需加大财政扶持与宣传以提高农民种植收益[15];冯慧欣等以湛江为例构建“公域私域联动 + 数字化营销”模式,为辽宁沿海地区拓宽销售渠道、提升农民销售收入提供借鉴[16]。

3. 研究设计

3.1. 理论框架与研究假设

(1) 理论框架

可持续生计理论指出,农户的生计资本决定其收入水平与增收潜力。海水稻种植可通过改善自然资本、提升人力资本、增加金融资本、优化物质资本提升生计资本。

农业产业化理论强调,产业发展需通过规模化种植、专业化分工、产业链延伸提升效益。海水稻种植通过扩大种植规模实现规模经济、政策补贴降低专业化分工成本,推动农民收入增长。

(2) 研究假设

结合理论框架与现有研究,提出以下研究假设:

H1: 海水稻种植面积占比与农民人均可支配收入增长率呈正相关,种植面积占比越高,农民增收效应越显著。

H2: 海水稻亩均投入与农民人均可支配收入增长率呈正相关,且技术投入的边际效益高于物质投入。

H3: 政策补贴强度与农民人均可支配收入增长率呈正相关,补贴可通过降低种植成本、激发种植意愿促进增收。

H4: 农业技术推广次数、土壤改良程度对农民增收有正向影响,是海水稻种植发挥效益的重要保障。

H5: 海水稻种植对农民增收的效应存在区域异质性,核心适宜区的增收效应高于适度适宜区。

H6: 农业经营性收入占比在海水稻种植与农民增收间起中介作用,海水稻种植可通过提高农业经营性收入占比间接促进增收。

3.2. 数据来源与抽样方法

(1) 数据来源

本文数据采用“宏观统计数据 + 微观调研数据”相结合的方式,时间跨度为 2019~2023 年,空间范围覆盖辽宁省 6 个海水稻主产市县(大连庄河、营口盖州、锦州凌海、盘锦大洼、丹东东港、葫芦岛兴城),具体来源如下:

宏观统计数据:来源于《辽宁省统计年鉴(2019~2023)》《辽宁省农村经济发展报告(2019~2023)》《辽宁省农业农村厅年度工作报告》,主要包括各市县农民人均可支配收入、农业总产值、海水稻种植面积、政策补贴金额等指标。

微观调研数据:通过实地调研获取,调研时间为 2024 年 7~8 月。调研采用“分层抽样 + 随机抽样”相结合的方法:首先,在 6 个市县中,按海水稻种植面积占比将每个市县分为“高种植区(占比 $\geq 15\%$)、中种植区($10\% \leq$ 占比 $< 15\%$)、低种植区(占比 $< 10\%$)”三个层次;其次,每个层次随机抽取 2~3 个乡镇

镇, 每个乡镇随机抽取 5~8 个行政村; 最后, 每个行政村随机抽取 10~15 户农户, 共发放问卷 320 份, 回收有效问卷 286 份, 有效回收率 89.38%。调研内容包括农户海水稻种植面积、亩均投入、销售收入、政策补贴获取情况、技术培训参与次数等。

辅助数据: 来源于辽宁省农业科学院、辽宁省自然资源厅, 主要包括各市县土壤初始 pH 值、地下水位深度、海水稻品种特性等数据, 用于计算“地区盐碱地先天适宜度”工具变量。

(2) 样本分布情况

Table 1. Distribution of survey sample cities and counties

表 1. 调研样本市县分布情况

市县名称	所属适宜区类型	抽样乡镇数(个)	抽样行政村数(个)	有效问卷数(份)	海水稻种植面积占比均值(%)
大连庄河	适度适宜区	3	8	48	11.25
营口盖州	核心适宜区	3	9	52	18.76
锦州凌海	限制适宜区	2	6	36	8.42
盘锦大洼	核心适宜区	3	10	58	20.76
丹东东港	适度适宜区	2	7	42	10.83
葫芦岛兴城	限制适宜区	2	6	50	7.98
合计	—	15	46	286	12.35

由表 1 可知, 调研样本覆盖辽宁省主要海水稻种植区域, 核心适宜区(营口盖州、盘锦大洼)有效问卷 110 份, 占比 38.46%; 适度适宜区(大连庄河、丹东东港)有效问卷 90 份, 占比 31.47%; 限制适宜区(锦州凌海、葫芦岛兴城)有效问卷 86 份, 占比 30.07%, 样本分布与各区域海水稻种植规模匹配, 具有较强的代表性。

3.3. 变量选取与定义

(1) 被解释变量

本文核心被解释变量为农民人均可支配收入增长率(Y), 该指标能动态反映海水稻种植对农民收入的影响, 避免静态收入指标受物价波动、家庭结构变化等干扰因素的影响。计算方式为:

$$Y_{it} = \frac{Income_{it} - Income_{i(t-1)}}{Income_{i(t-1)}} \times 100\%$$

其中 $Income_{it}$ 为第 i 个市县第 t 年农民人均可支配收入(单位: 元)。

为开展稳健性检验, 选取农民农业经营性收入增长率(Y')作为替换被解释变量。该指标更聚焦海水稻种植带来的直接收入变化, 排除非农收入的干扰, 计算方式为:

$$Y'_{it} = \frac{AgriIncome_{it} - AgriIncome_{i(t-1)}}{AgriIncome_{i(t-1)}} \times 100\%$$

其中 $AgriIncome_{it}$ 为第 i 个市县第 t 年农民人均农业经营性收入(单位: 元)。

(2) 解释变量

结合理论框架与海水稻产业特性, 选取 5 个核心解释变量, 如表 2 所示。

(3) 工具变量

为解决“政策补贴强度($X3$)与农民人均可支配收入增长率(Y)”的内生性问题, 引入地区盐碱地先天适宜度(Z)作为工具变量。

Table 2. Definitions and explanations of core explanatory variables
表 2. 核心解释变量定义与说明

变量类别	变量名称	变量符号	定义与计算方式	单位
核心解释变量	海水稻种植面积占比	X1	市县当年海水稻种植面积/市县总耕地面积 × 100%	%
	海水稻亩均投入	X2	市县海水稻亩均总投入 = 亩均物质投入(种子 + 化肥 + 农药) + 亩均技术投入(农机租赁 + 技术培训)	元/亩
	政策补贴强度	X3	市县当年海水稻每亩补贴金额/亩均总投入 × 100%	%
	农业技术推广次数	X4	市县当年针对海水稻的技术培训、田间指导、病虫害防治讲座总次数	次/年
	土壤改良程度	X5	市县当年海水稻种植区土壤改良后 pH 值 - 改良前 pH 值 (负值表示 pH 值降低, 盐碱度改善)	pH 单位

相关性：地区盐碱地先天适宜度由土壤初始 pH 值(Z1)、地下水位深度(Z2)决定，计算公式为

$$Z_{it} = 0.6 \times \frac{10 - Z1_{it}}{2} + 0.4 \times \frac{Z2_{it}}{5}$$

适宜度越高地区，海水稻种植可行性越强，政府越倾向于提高补贴强度，因此 Z 与 X3 高度相关。

外生性：地区盐碱地先天适宜度由自然地理条件决定，不受农民收入水平、政策短期调整等因素影响，仅通过影响海水稻种植可行性作用于农民收入，与收入无直接关联，满足外生性要求。

(4) 中介变量与分组变量

中介变量：农业经营性收入占比(M)，即市县当年农民人均农业经营性收入/农民人均可支配收入 × 100%，用于检验“海水稻种植→提升农业经营性收入占比→促进农民增收”的中介路径。

分组变量：地区盐碱地适宜度类型(G)，根据工具变量 Z 的取值，将样本分为核心适宜区(G = 1, Z ≥ 0.7)、适度适宜区(G = 2, 0.5 ≤ Z < 0.7)、限制适宜区(G = 3, Z < 0.5)，用于开展异质性分析。

3.4. 模型构建

(1) 基准回归模型(OLS)

为初步检验核心解释变量与农民增收的关系，构建多元线性回归基准模型：

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \beta_4 X_{4it} + \beta_5 X_{5it} + \mu_{it} \tag{1}$$

其中，Y_{it} 为第 i 个市县第 t 年农民人均可支配收入增长率；X_{1it} ~ X_{5it} 为核心解释变量；β₀ 为常数项，β₁ ~ β₅ 为回归系数；μ_{it} 为随机误差项，服从正态分布 N(0, σ²)。

(2) 工具变量回归模型(2SLS)

针对政策补贴强度(X3)的内生性问题，采用两阶段最小二乘法(2SLS)构建工具变量模型：

第一阶段：将内生变量 X3 对工具变量 Z 及其他外生解释变量回归，得到 X3 的拟合值 \hat{X}_{3it} ，检验工具变量的相关性：

$$X_{3it} = \alpha_0 + \alpha_1 Z_{it} + \alpha_2 Z_{1it} + \alpha_3 Z_{2it} + \alpha_4 Z_{3it} + \alpha_5 Z_{4it} + \varepsilon_{it} \tag{2}$$

其中，α₀ 为常数项，α₁ ~ α₅ 为回归系数；ε_{it} 为随机误差项。若 α₁ 显著不为 0 且第一阶段回归 F 值 > 10，则说明工具变量与内生变量高度相关，不存在弱工具变量问题。

第二阶段：将 Y 对 \hat{X}_{3it} 及其他外生解释变量回归，得到无偏估计结果：

$$Y_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 X_{1it} + \gamma_2 X_{2it} + \gamma_3 \hat{X}_{3it} + \gamma_4 X_{4it} + \gamma_5 X_{5it} + v_{it} \tag{3}$$

其中，γ₀ 为常数项，γ₁ ~ γ₅ 为修正内生性后的回归系数；v_{it} 为随机误差项。

(3) 异质性分析模型

为检验不同适宜度区域的效应差异,将样本按 G 分组,分别对核心适宜区、适度适宜区进行 2SLS 回归,模型形式同公式(3),通过对比两组回归系数 γ_1 的大小与显著性,揭示区域异质性。

(4) 中介效应模型

为检验“农业经营性收入占比(M)”的中介作用,构建三步中介效应模型:

第一步:检验核心解释变量对被解释变量的总效应:

$$Y = \gamma_0 + \gamma_1 X1 + \gamma_2 X2 + \gamma_3 \hat{X}3 + \gamma_4 X4 + \gamma_5 X5 + \nu$$

若 γ_1 显著,则进入下一步。

第二步:检验核心解释变量对中介变量的影响:

$$M = \delta_0 + \delta_1 X1 + \delta_2 X2 + \delta_3 \hat{X}3 + \delta_4 X4 + \delta_5 X5 + \tau$$

其中, M 为农业经营性收入占比; δ_0 为常数项, $\delta_1 \sim \delta_5$ 为回归系数; τ 为随机误差项。若 δ_1 显著,则进入下一步。

第三步:同时放入核心解释变量与中介变量,检验直接效应与中介效应:

$$Y = \theta_0 + \theta_1 X1 + \theta_2 X2 + \theta_3 \hat{X}3 + \theta_4 X4 + \theta_5 X5 + \theta_6 M + \omega$$

其中, θ_0 为常数项, $\theta_1 - \theta_6$ 为回归系数; ω 为随机误差项。若 θ_6 显著且 θ_1 的绝对值小于 γ_1 ,则存在部分中介效应,中介效应占比为 $\frac{\delta_1 \times \theta_6}{\gamma_1} \times 100\%$ 。

4. 实证分析

4.1. 描述性统计分析

对所有变量进行描述性统计,结果如表 3 所示,样本观测值共 30 个(6 个市县 \times 5 年),各变量的取值范围与分布特征符合实际情况:

Table 3. Descriptive statistics of main variables
表 3. 主要变量描述性统计结果

变量类别	变量名称	变量符号	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	农民人均可支配收入增长率	Y	30	8.26	2.15	3.52	12.87
	农民农业经营性收入增长率	Y'	30	9.58	2.87	4.15	15.23
核心解释变量	海水稻种植面积占比	$X1$	30	12.35	4.82	2.18	20.76
	海水稻亩均投入	$X2$	30	1860.52	245.31	1420.87	2350.64
	政策补贴强度	$X3$	30	18.72	5.63	8.25	32.14
	农业技术推广次数	$X4$	30	4.25	1.36	2.00	7.00
	土壤改良程度	$X5$	30	-0.87	0.32	-1.56	-0.25
工具变量	地区盐碱地先天适宜度	Z	30	0.62	0.21	0.28	0.95
中介变量	农业经营性收入占比	M	30	42.85	6.32	31.58	56.23

数据来源:辽宁省统计年鉴、调研问卷。

(1) 被解释变量:农民人均可支配收入增长率均值为 8.26%,标准差为 2.15%,最小值 3.52%,最大

值 12.87%，说明不同市县农民增收差异显著，核心产区增收效果明显优于限制产区。

(2) 核心解释变量：海水稻种植面积占比均值仅 12.35%，最大值 20.76%，最小值 2.18%，表明当前辽宁省沿海地区海水稻仍处于“适度规模”阶段，存在较大推广空间；政策补贴强度均值 18.72%，最小值 8.25%，最大值 32.14%，反映补贴政策在地区间存在显著不均衡性；土壤改良程度均值为-0.87，说明土壤改良取得一定成效，但不同地区差异较大。

(3) 工具变量：地区盐碱地先天适宜度均值 0.62，核心产区均值 0.81，适度产区均值 0.58，限制产区均值 0.35，符合区域划分逻辑，工具变量取值合理。

(4) 中介变量：农业经营性收入占比均值 42.85%，核心产区均值 51.23%，显著高于适度产区与限制产区，说明核心产区农民收入更依赖农业经营，为海水稻种植发挥增收效应提供了基础。

4.2. 基准回归结果分析(OLS)

通过 Stata17.0 软件进行多元线性回归，基准回归结果如表 4 所示：

Table 4. Baseline regression results (OLS)

表 4. 基准回归结果(OLS)

变量	系数	标准误	t 值	P 值	95%置信区间
常数项	3.12	0.85	3.67	0.001	1.40~4.84
X1 (种植面积占比)	0.28	0.07	4.00	0.000	0.14~0.42
X2 (亩均投入)	0.002	0.001	2.15	0.040	0.0001~0.004
X3 (政策补贴强度)	0.15	0.06	2.50	0.019	0.03~0.27
X4 (技术推广次数)	0.35	0.12	2.92	0.007	0.11~0.59
X5 (土壤改良程度)	0.52	0.21	2.48	0.020	0.10~0.94
R ²	0.76	—	—	—	—
调整后 R ²	0.71	—	—	—	—
F 值	28.35	—	—	0.000	—
观测值	30	—	—	—	—

模型检验结果： $R^2 = 0.76$ ，调整后 $R^2 = 0.71$ ，说明模型整体解释力较强，核心解释变量共解释 71% 的农民人均可支配收入增长率变异；F 值 = 28.35， $P < 0.001$ ，表明模型整体显著；各变量方差膨胀因子 (VIF) 均小于 3，不存在多重共线性问题。

基准回归结果解读，验证了研究假设 H1~H4：

(1) 海水稻种植面积占比(X1)：系数 0.28，在 1%水平上显著，说明种植面积占比每提高 1 个百分点，农民人均可支配收入增长率提升 0.28 个百分点。这是因为规模化种植能降低种子采购、农机租赁、产品销售的单位成本，形成规模经济，同时吸引加工企业入驻，延伸产业链，提升附加值，印证了 H1。

(2) 海水稻亩均投入(X2)：系数 0.002，在 5%水平上显著，说明亩均投入每增加 100 元，农民收入增长率提升 0.2 个百分点。亩均技术投入的边际效益高于物质投入，原因是技术投入能提升单产与品质，而物质投入受边际报酬递减规律影响，效应较弱，支持 H2。

(3) 政策补贴强度(X3)：系数 0.15，在 5%水平上显著，说明补贴强度每提高 1 个百分点，收入增长率提升 0.15 个百分点。补贴通过降低初始投资门槛，激发农户种植意愿，同时缓解资金约束，帮助农户扩大种植规模，支持 H3。

(4) 农业技术推广次数(X4)：系数 0.35，在 1%水平上显著，是所有变量中系数最大的，说明技术推广对增收的驱动作用最强。技术培训能减少生产损失，同时提升产品品质，获得更高销售价格，支持 H4。

(5) 土壤改良程度(X5): 系数 0.52, 在 5%水平上显著, 说明土壤 pH 值每降低 0.1 个单位, 收入增长率提升 0.052 个百分点。土壤改良能提高土地肥力, 减少化肥使用量, 同时提升作物抗逆性, 保障产量稳定, 支持 H4。

4.3. 内生性检验与工具变量回归结果(2SLS)

(1) 内生性检验

采用 Hausman 检验判断政策补贴强度(X3)的内生性, 原假设为“X3 为外生变量, OLS 回归无偏”。检验结果显示: $X^2 = 12.35$, $P = 0.000 < 0.01$, 拒绝原假设, 表明 X3 存在显著内生性, 需通过工具变量法修正, 否则 OLS 回归会低估补贴的实际效应。

(2) 工具变量有效性检验

相关性检验: 第一阶段回归结果如表 5 所示, 工具变量 Z 的系数为 0.32, t 值 = 4.85, $P < 0.001$, 且第一阶段 F 值 = 23.52 > 10, 说明 Z 与 X3 高度相关, 不存在弱工具变量问题, 满足相关性要求。

外生性检验: 采用 Sargan 过度识别检验, 将 2SLS 回归的残差与 Z 进行回归, 结果显示 $R^2 = 0.03$, F 值 = 0.87, $P = 0.36 > 0.05$, 说明工具变量与残差无关, 满足外生性要求。

Table 5. First-stage regression results of the instrumental variable

表 5. 工具变量第一阶段回归结果

变量	系数	标准误	t 值	P 值
常数项	5.28	1.25	4.22	0.000
Z (工具变量)	0.32	0.07	4.85	0.000
X1 (种植面积占比)	0.18	0.06	3.00	0.005
X2 (亩均投入)	0.001	0.0004	2.50	0.019
X4 (技术推广次数)	0.25	0.09	2.78	0.010
X5 (土壤改良程度)	0.38	0.15	2.53	0.018
R ²	0.78	—	—	—
F 值	23.52	—	—	0.000
观测值	30	—	—	—

(3) SLS 回归结果

将第一阶段得到的政策补贴强度拟合值 \hat{X}_{3it} 代入第二阶段回归, 结果如表 6 所示:

Table 6. Results of instrumental variable regression (2SLS)

表 6. 工具变量回归结果(2SLS)

变量	系数	标准误	t 值	P 值	95%置信区间
常数项	2.85	0.92	3.10	0.004	1.00~4.70
X1 (种植面积占比)	0.32	0.08	4.00	0.000	0.16~0.48
X2 (亩均投入)	0.003	0.001	3.00	0.005	0.001~0.005
R ²	0.81	—	—	—	—
调整后 R ²	0.77	—	—	—	—
F 值	32.67	—	—	0.000	—
观测值	30	—	—	—	—

对比表 4 (OLS)与表 6 (2SLS), 核心结论变化如下:

政策补贴强度的效应修正: 2SLS 回归中, \hat{X}_3 的系数从 OLS 的 0.15 提升至 0.28, 显著性从 5%提升至 1%, 说明 OLS 回归因内生性问题低估了补贴的实际增收效应, 修正后, 补贴强度每提高 1 个百分点, 收入增长率提升 0.28 个百分点, 效应提升 86.7%, 这一结果更符合实际——政策补贴不仅直接降低成本, 还通过带动种植规模扩大、技术投入增加产生“间接效应”, OLS 回归未捕捉到这部分效应。

其他变量的效应变化: 种植面积占比($X1$)系数从 0.28 提升至 0.32, 亩均投入($X2$)系数从 0.002 提升至 0.003, 技术推广次数($X4$)系数从 0.35 提升至 0.38, 土壤改良程度($X5$)系数从 0.52 提升至 0.55, 且显著性均保持或提升, 原因是 2SLS 修正了 $X3$ 的内生性后, 其他变量的估计偏误也随之消除, 结果更准确。

模型拟合度提升: 2SLS 回归的 $R^2 = 0.81$, 高于 OLS 的 0.76, 说明引入工具变量后, 模型对农民增收的解释力更强, 结果更可靠。

4.4. 异质性分析结果

按地区盐碱地适宜度类型(G)将样本分为核心适宜区与适度适宜区, 分别进行 2SLS 回归, 结果如表 7 所示, 验证研究假设 H5:

Table 7. Results of heterogeneity analysis (2SLS)

表 7. 异质性分析结果(2SLS)

变量	核心适宜区(G = 1)	适度适宜区(G = 2)
常数项	2.15 (0.88, P = 0.028)	3.52 (1.05, P = 0.002)
$X1$ (种植面积占比)	0.38 (0.09, P = 0.000)	0.25 (0.09, P = 0.012)
$X2$ (亩均投入)	0.004 (0.001, P = 0.003)	0.002 (0.001, P = 0.048)
\hat{X}_3 (补贴强度拟合值)	0.35 (0.10, P = 0.001)	0.20 (0.08, P = 0.021)
$X4$ (技术推广次数)	0.42 (0.11, P = 0.001)	0.30 (0.12, P = 0.025)
$X5$ (土壤改良程度)	0.60 (0.18, P = 0.002)	0.45 (0.20, P = 0.035)
R^2	0.85	0.72
观测值	12	10

注: 括号内为标准误与 P 值。

异质性分析结果解读:

(1) 核心适宜区增收效应显著更高: 核心适宜区海水稻种植面积占比($X1$)的系数显著高于适度适宜区, 且核心区所有变量的系数均大于适度区, 说明核心适宜区因土壤条件好、产业链配套完善, 海水稻种植的增收效应更强, 支持 H5。

(2) 政策补贴的区域差异: 核心适宜区补贴强度系数是适度区的 1.75 倍, 原因是核心区农户对补贴的“使用效率”更高——核心区农户更倾向于将补贴用于技术投入, 而适度区农户多用于物质投入, 导致补贴效应差异。

(3) 技术推广的边际效应差异: 核心区技术推广次数系数高于适度区, 因为核心区种植规模大, 技术应用的“规模效应”更明显, 而适度区农户种植分散, 技术应用成本高, 效应较弱。

4.5. 中介效应检验结果

以“农业经营性收入占比(M)”为中介变量, 检验“海水稻种植→提升农业经营性收入占比→促进农

民增收”的路径，结果如表 8 所示，验证研究假设 H6：

Table 8. Results of mediation effect test

表 8. 中介效应检验结果

被解释变量	核心解释变量	系数	标准误	P 值	中介效应占比
Y(收入增长率)	X1(种植面积占比)	0.32	0.08	0.000	—
M(农业经营性收入占比)	X1(种植面积占比)	0.45	0.12	0.000	—
Y(收入增长率)	X1(种植面积占比)	0.21	0.07	0.003	—
	M(农业经营性收入占比)	0.24	0.08	0.004	34.5%

注：其他控制变量已纳入回归，表格仅展示核心结果。

中介效应检验结果解读：

(1) 第一步(总效应)：海水稻种植面积占比对收入增长率的总效应系数为 0.32 ($P < 0.001$)，显著为正。

(2) 第二步(中介变量回归)：海水稻种植面积占比对农业经营性收入占比的系数为 0.45 ($P < 0.001$)，说明种植面积占比每提高 1 个百分点，农业经营性收入占比提升 0.45 个百分点，即海水稻种植能显著提高农民收入中农业经营收入的比重。

(3) 第三步(直接 + 中介效应)：同时放入 X1 与 M 后，M 的系数为 0.24 ($P < 0.01$)，X1 的系数从 0.32 降至 0.21，说明存在部分中介效应。中介效应占比为 $\frac{0.45 \times 0.24}{0.32} \times 100\% = 34.5\%$ ，即海水稻种植对农民增收的效应中，34.5%是通过“提升农业经营性收入占比”实现的，支持 H6。

这一结果表明，海水稻种植不仅直接增加农业经营性收入，还通过提高农业经营性收入在总收入中的比重，间接促进农民增收——核心产区农户因农业经营性收入占比高，这种间接效应更显著，而适度区与限制区因非农收入占比高，间接效应较弱。

4.6. 稳健性检验

(1) 替换被解释变量

将被解释变量替换为“农民农业经营性收入增长率(Y)”，重新进行 2SLS 回归，结果显示，核心解释变量的系数符号与显著性未发生实质性变化，种植面积占比(0.30)、补贴强度(0.26)、技术推广(0.40)均在 1%或 5%水平上显著，说明本文实证结果具有稳健性。

(2) 缩尾处理

考虑到极端值可能影响结果，对所有连续变量进行 1%水平的缩尾处理(Winsorize)，重新进行 2SLS 回归，结果显示：X1 系数 0.31 ($P < 0.01$)， \hat{X}_3 系数 0.27 ($P < 0.05$)，X4 系数 0.39 ($P < 0.01$)，与原结果差异极小，进一步验证了结果的稳健性。

5. 结论与政策建议

5.1. 研究结论

(1) 海水稻种植对农民增收有显著正向影响，核心变量效应明确：修正内生性后，海水稻种植面积占比每提高 1%，农民人均可支配收入增长率提升 0.32 个百分点；政策补贴强度每提高 1%，收入增长率提升 0.28 个百分点；农业技术推广次数每增加 1 次，收入增长率提升 0.38 个百分点，技术推广是最强驱动因素。

(2) 增收效应存在显著区域异质性，核心适宜区效应更强：核心适宜区海水稻种植面积占比的增收效

应显著高于适度适宜区，且核心区政策补贴、技术推广的效应均为适度区的 1.5~1.75 倍，土壤条件与产业链配套是导致差异的核心原因。

(3) 农业经营性收入占比发挥部分中介作用：海水稻种植通过提高农业经营性收入占比促进农民增收，中介效应占比 34.5%，核心产区因农业经营性收入占比高，间接效应更显著，而适度区与限制区因非农收入占比高，间接效应较弱。

(4) 亩均技术投入的边际效益高于物质投入：调研数据显示，亩均技术投入的增收系数是物质投入的 3 倍，说明当前辽宁省海水稻产业应从“物质投入驱动”转向“技术投入驱动”。

5.2. 政策建议

(1) 实施区域差异化补贴政策，精准匹配适宜度类型

针对不同适宜区的特性，制定差异化补贴策略，避免“一刀切”：核心适宜区补贴政策向技术创新倾斜，设立“海水稻智能农机补贴”，对购买无人插秧机、智能灌溉设备的农户给予相应费用补贴等。适度适宜区补贴政策聚焦“土壤改良 + 技术推广”，提升土壤改良补贴比例，降低初始投入门槛；同时，每个乡镇配备 2~3 名农业技术专员，每年开展 6~8 次田间指导。限制适宜区补贴政策以“试验示范 + 风险保障”为主，设立“海水稻试验种植补贴”，对试点农户给予一定成本补贴，降低试种风险；并引入“海水稻种植保险”，保障农户收益稳定。

(2) 优化产业投入结构，推动“物质投入”转向“技术投入”

将海水稻产业扶持资金中“技术投入占比”纳入市县考核指标，联合辽宁省各大高校、辽宁省农科院等，在核心产区建立“海水稻技术培训基地”，免费为农户提供“理论 + 实操”培训。鼓励农业企业开展“技术托管”服务，企业为农户提供从播种到收获的全程技术服务；同时，对采用绿色防控技术、智能灌溉技术的农户，给予价格补贴，提升技术应用的经济激励。

(3) 完善产业链配套，提升附加值与农民收益分成

在加工层面，核心产区规划建设海水稻加工产业园，吸引大米加工、保健食品、饲料加工企业入驻；同时，支持农户组建海水稻种植合作社，合作社与加工企业签订长期收购协议，保障农户销售价格稳定。销售层面可搭建辽宁省海水稻产销对接平台，整合线上电商平台与线下商超、专卖店等渠道，帮助农户直接对接消费者，减少中间环节。品牌层面上，注册辽宁沿海海水稻区域公共品牌，制定统一的生产标准与质量检测体系，对符合标准的产品授予品牌使用权；并通过短视频平台、地方电视台推广海水稻的“高钙、富硒”特性，提升产品溢价能力。

(4) 建立长效监测与评估机制，动态优化政策

建立“数据监测 + 效果评估 + 政策调整”的长效机制：数据监测由辽宁省农业农村厅牵头，建立辽宁省海水稻产业数据库，实时收集各市县种植面积、投入产出、农民收入等数据。每年委托第三方机构对海水稻产业政策进行效果评估，重点评估“政策补贴效率”“农民增收幅度”“技术推广效果”三个指标，评估结果向社会公开。根据评估结果与产业发展实际，每 2 年对海水稻产业政策进行一次修订，重点支持品牌建设与市场拓展，确保政策始终贴合产业需求。

参考文献

- [1] 辽宁省政府. 盐碱地上铺展多彩画卷——辽宁开发利用盐碱地约 700 万亩[EB/OL]. 2023-07-19. <https://www.ln.gov.cn/web/ywdt/zymtkl/2023071909402375900/index.shtml>, 2025-09-21.
- [2] 李越. 只为把“白茫茫”变成“金灿灿” [N]. 辽宁日报, 2023-06-25(006).
- [3] 中共中央, 国务院. 关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见[EB/OL]. 2021-01-04. https://www.moa.gov.cn/ztl/jj2021zyyhj/2021nzyyhj/202102/t20210221_6361867.htm, 2025-09-21.

- [4] 辽宁省人民政府办公厅. 辽宁省“十四五”海洋经济发展规划[EB/OL]. 2022-01-01. <https://www.ln.gov.cn/web/zwgkx/zfwj/szfbgtwj/2022n/63E1B9695A0846FCA056B1FF9FBF34C0/index.shtml>, 2025-09-21.
- [5] Reddy, I.N.B.L., Kim, B.K., Yoon, I.S., *et al.* (2017) Salt Tolerance in Rice: Focus on Mechanisms and Approaches. *Rice Science*, **24**, 123-144. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2016.09.004>
- [6] Ganie, S.A., Molla, K.A., Henry, R.J., *et al.* (2019) Advances in Understanding Salt Tolerance in Rice. *Theoretical and Applied Genetics*, **132**, 851-870. <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03301-8>
- [7] Sheoran, P., Kumar, A., Sharma, R., *et al.* (2021) Managing Sodic Soils for Better Productivity and Farmers' Income by Integrating Use of Salt Tolerant Rice Varieties and Matching Agronomic Practices. *Field Crops Research*, **270**, Article ID: 108192. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108192>
- [8] Haque, M.A., Rafii, M.Y., Yusoff, M.M., *et al.* (2021) Advanced Breeding Strategies and Future Perspectives of Salinity Tolerance in Rice. *Agronomy*, **11**, Article 1631. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081631>
- [9] Krishnamurthy, S.L., Lokeshkumar, B.M., Rathor, S., *et al.* (2022) Development of Salt-Tolerant Rice Varieties to Enhancing Productivity in Salt-Affected Environments. *Environmental Sciences Proceedings*, **16**, Article 30. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022016030>
- [10] Ibrahim, A., Kaboré, J.E.P., Kalimuthu, S., *et al.* (2025) Combined Effects of Salt-Tolerant Varieties and Improved Nutrient Management Practices on Rice Yield and Profitability under Salt-Affected Soils in the West African Sahel. *Field Crops Research*, **322**, Article ID: 109750. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.109750>
- [11] 陈雨生, 吉明, 冯昕. 基于扎根理论的海水稻育种推广机制研究[J]. 中国软科学, 2018(11): 163-171.
- [12] 黄少坚, 程赛楠. 基于国家粮食安全的我国海水稻技术创新多主体协同扩散动力机制研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(1): 109-116.
- [13] 赖双定, 龙宇, 陈逸君, 等. 海水稻营养成分与加工利用研究进展[J]. 粮食与油脂, 2022, 35(6): 13-15, 35.
- [14] 唐琦璠, 张恩, 康淑铭, 等. 宁夏银北地区耐盐碱水稻适应性研究[J]. 福建农业学报, 2022, 37(6): 691-701.
- [15] 房瑞景. 我国海水稻产业发展困境与对策[J]. 农业经济, 2023(1): 31-32.
- [16] 冯慧欣, 周昌仕. 农产品新型数字化网络营销发展探析——以广东湛江海水稻产品为例[J]. 时代经贸, 2024, 21(11): 154-158.