



李荣强,王宇宸,陈轩,施龙中. 中国稻田综合种养模式经济效益及其影响因素——基于荟萃分析的证据[J]. 中国农业大学学报,2025,30(02):216-227.
LI Rongqiang, WANG Yuchen, CHEN Xuan, SHI Longzhong. Economic benefits and influencing factors of the comprehensive rice farming and breeding model in China: Evidence based on meta-analysis[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2025,30(02):216-227.
DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2025.02.19

中国稻田综合种养模式经济效益及其影响因素 ——基于荟萃分析的证据

李荣强¹ 王宇宸^{2,3} 陈轩^{1,3*} 施龙中¹

(1. 华中农业大学 经济管理学院, 武汉 430070;

2. 华中农业大学 植物科学技术学院, 武汉 430070;

3. 华中农业大学 双水双绿研究院, 武汉 430070)

摘要 为综合分析已有研究结果,探究不同稻田综合种养模式的经济效益,基于中国知网、万方、Web of science等数据库,以稻田综合种养模式、经济效益等关键词检索筛选获得81篇文献,并运用荟萃分析法,对稻田综合种养模式经济效益及其影响因素进行统计分析。结果表明:1)与水稻单作模式相比,稻田综合种养模式的经济效益显著提升,在不同稻田综合种养模式类型中,稻鸭模式和稻鱼模式的经济效益较高;2)在不同时间阶段和地理区域,稻田综合种养模式的经济效益有所差异;3)自然环境因素和社会经济因素会对稻田综合种养模式经济效益产生显著影响,试验特征的不同也会影响稻田综合种养模式经济效益的研究结果。基于此,本研究提出针对性的政策建议,旨在为政策制定者和农业推广者等相关主体提供有益借鉴,以期促进我国稻田综合种养模式的广泛应用。

关键词 稻田综合种养模式; 经济效益; 影响因素; 异质性分析; 回归分析

中图分类号 S511 文章编号 1007-4333(2025)02-0216-12 文献标志码 A

Economic benefits and influencing factors of the comprehensive rice farming and breeding model in China: Evidence based on meta-analysis

LI Rongqiang¹, WANG Yuchen^{2,3}, CHEN Xuan^{1,3*}, SHI Longzhong¹

(1. College of Economics and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. College of Plant Science & Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

3. College of Shuangshui Shuanglv Institute, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract In order to comprehensively analyze the existing research results and explore the economic benefits of different rice field comprehensive planting and breeding models, based on the databases of China Knowledge Network, Wanfang and Web of science, 81 documents were obtained by searching and screening with keywords of integrated rice-farming model and economic benefits, and meta-analysis was applied to statistically analyse the economic benefits of the integrated rice-farming model and its influencing factors. The research results indicate that: 1) Compared with the rice monoculture model, the economic benefits of the rice field comprehensive planting and breeding model are significantly improved. Among different types of rice field comprehensive planting and breeding models, the rice duck model and the rice

收稿日期: 2024-01-27

基金项目: 湖北省哲学社会科学基金重大项目(23ZD115); 湖北洪山实验室重大项目(2021hszd002)

第一作者: 李荣强(ORCID:0000-0002-1758-2209), 博士研究生, E-mail: rqli@webmail.hzau.edu.cn

通讯作者: 陈轩(ORCID:0000-0003-1919-1196), 教授, 主要从事农业经济与食物经济研究, E-mail: xuan.chen@mail.hzau.edu.cn

fish model have higher economic benefits. 2) The economic benefits of the integrated rice farming model vary at different time stages and geographical regions. 3) Natural environmental and socio-economic factors will have a significant impact on the economic benefits of the integrated rice farming model, and the different experimental characteristics will also affect the research results of the economic benefits of the integrated rice farming model. Based on this, this study proposes the targeted policy recommendations to provide useful references for policy makers and agricultural promoters and promote the widespread application of comprehensive rice cultivation models in China.

Keywords integrated rice field planting and breeding model; economic benefits; influencing factors; heterogeneity analysis; regression analysis

近年来伴随农业经济快速发展,我国粮食安全与生态保护重视程度不断升级,在市场导向和政府政策的双重引导下,稻田综合种养模式得到了广泛推广和应用。稻田综合种养是指将水稻种植与鸭子、小龙虾、鱼、蟹、鳅、蛙和田螺等水产动物放置于同一时空内,充分利用稻田的水、光、热和土壤,实现水稻与水生动物的互惠互利。常见的稻田综合种养模式包括“稻蟹”“稻鳖”“稻鸭”“稻鱼”和“稻鳅”等五大类,以及在这些模式基础上发展起来的“稻鸭虾”“稻鳖鱼”和“稻鳅鸭”等复合种养模式。

目前,学术界针对稻田综合种养模式的经济效益进行了大量研究。例如李嘉尧等^[1]基于2013年中国4省份稻蟹、稻鱼模式的调查数据,研究认为稻蟹、稻鱼种养模式与水稻单作相比,利润提升2.43~3.92倍。寇祥明等^[2]采用田间试验,比较稻鸭、稻虾和稻鱼3种生态种养模式,研究得出3种模式的经济效益均明显高于对照组。严桂珠等^[3]通过调研研究,认为相比于水稻单作模式,稻鸭、稻鱼和稻虾模式的综合经济效益分别增加了61.7%、215.2%和255.5%。徐忠有等^[4]对稻鳅综合种养和水稻单作进行了经济效益分析,发现稻鳅模式相比水稻单作经济效益增幅为444.97%。王显等^[5]通过大田实验发现,同单一种养模式如稻鸭模式、稻鳖模式相比,“稻鳖鸭”复合种养模式净收益较高。综上,可以看出已有研究普遍认为稻田综合种养模式相比于水稻单作模式具有更高的经济效益,并对稻田综合种养模式的推广持积极态度,然而关于稻田种养模式经济效益的相关研究仍存在值得改进的空间^[6]。首先,已有研究大多运用田间试验的方法,对稻田综合种养模式和水稻单作模式的经济效益进行对比分析,尚未从实证角度定量分析不同稻田综合种养模式的经济效益大小,难以为农户种养模式的选择提供理论借鉴;其次,关于稻田种养模

式经济效益的研究结果通常因种养模式类型、地理区位等因素的不同而存在差异,致使研究结论缺乏普适性,不利于因地制宜地发展适合当地的种养模式;再次,关于稻田综合种养模式经济效益影响因素的相关研究较为欠缺,难以为农户的具体生产行为提供有益帮助。

基于此,本研究基于中国知网、万方和Web of science等数据库,以“稻田种养模式”“经济效益”等关键词,检索筛选获得81篇文献,并采用荟萃分析法对稻田综合种养模式经济效益进行定量分析,构建基于经济效益的种养模式推广方案,以期为促进稻田综合种养模式的推广和规范农户的生产行为提供有益参考。

1 研究方法

1.1 文献搜集及筛选

文献的质量和数量是决定荟萃分析质量的关键因素^[7]。为避免文献遗漏,本研究采用两种方法检索文献,以期尽可能地将关于稻田综合种养模式经济效益的相关文献纳入荟萃分析样本库中:1)在“关键词”“摘要”和“主题”中分别使用“稻田种养模式”“经济效益”“稻鸭模式”“稻虾模式”“稻鱼模式”“稻鳅模式”和“稻鳖模式”等组合在中国知网、万方和Web of science等数据库中进行检索,检索发表时间设为“不限”。2)对与研究主题相关的参考文献进行回溯检索。本研究对检索到的文献设置以下筛选标准:①研究面向农民或农业企业,研究区域限定在中国,试验类型为大田对照试验;②研究对象必须为稻田综合种养模式中的一种或多种,同时设有水稻单作模式作为对照组;③文献需明确报告稻田综合种养模式与水稻单作模式的实验重复数、经济效益指标(收入、成本、利润)等;④排除综述、科普、案例分析及模拟实验等相关文献,⑤文

献中需明确实验年份、实验地点(经纬和纬度)及具体位置;⑥检查是否存在文献的分阶段或重复发表等情况。文献搜索时间范围设置为2000年以后,截至时间为2023年6月。通过在文献数据库中检索主题、关键词等,共检索到6 000余篇文献,随后对文献进行多轮筛选。首先,通过仔细阅读摘要和标题进行筛选,从而排除了5 645篇文献,保留603篇文献;其次,对文献进行全文精读并评价,剔除了不符合研究要求的421篇文献,剩下182篇文献;再次,在进一步筛选过程中,排除了73篇没有对照组或属于模拟实验的文献,得到了潜在的相关文献109篇;最终,通过对文献全文进行新一轮阅读与筛选,得到符合研究要求的81篇文献。通过分析所纳入文献,发现如下特征,首先,从文献的发表年份来看,纳入文献的发表年份跨度较长,最早文献发表于2002年,最晚的文献发表于2023年,大部分文献发表于2015年之后,可以看出2015年之前,关于稻田综合种养模式经济效益的文章较少;其次,文献中研究地点分布特征为东部地区较多,西部地区较

少,东部地区主要分布在江苏、浙江、福建等地,中部地区主要分布湖北、湖南等地,西部地区主要分布在四川、贵州等地;最后,在各种养模式类型中,稻虾模式的文献数量最多,其次为稻鱼模式,复合型种养模式的文献数量较少。

完成文献筛选后,根据文献中各变量的有限性和相关性,本研究对有关变量进行编码整理。具体编码原则如下:1)如果一篇文献中是由多个独立样本组成,那么则需要以独立样本为单位进行多次编码;2)若同一变量来自不同的文献,需反复比对不同文献中相关变量的定义与内涵,确保每篇文献中变量内涵均一致才可合并;3)若同一研究存在学术论文和学位论文重复发表的情况,则只选择其一即可。通过对文献进行变量编码,本研究最终纳入种养模式类型、种养模式成本收入、种养模式经济效益影响因素等相关变量,需要注意的是,为方便不同年份间的数据比较,对于提取的成本、利润等相关经济指标,本研究按照相应年份的CPI指数对数据进行平减(表1)。

表 1 变量概况
Table 1 Overview of variables

变量类别 Variable category	变量 Variable	变量含义 Variable meaning
种养模式概况 Overview of planting and breeding modes	种养模式类型 Planting and breeding mode types	稻鸭模式;稻虾模式;稻鱼模式; 稻蟹模式;稻鳅模式
	种养模式地区 Breeding mode area	华北地区;华中地区;华南地区; 华东地区;西南地区
	种养模式年份 Years of planting and breeding mode	稻田综合种养模式试验的具体年份
成本与收入 Costs and revenue	实验组成本 Experimental group cost	不同稻田综合种养模式的投入成本
	实验组收入 Experimental group revenue	不同稻田综合种养模式的获取收入
	控制组成本 Control group cost	水稻单作的投入成本
	控制组收入 Control group revenue	水稻单作的获取收入
种养模式经济效益 影响因素 Factors affecting the economic benefits of planting and breeding modes	年平均气温 Annual average temperature	当年平均温度
	年平均降水量 Annual average precipitation	当年平均降水量
	无霜期 Frost-free period	无霜期具体天数
	全年日照时数 Annual sunshine hours	日照具体时数

表 1（续）

变量类别 Variable category	变量 Variable	变量含义 Variable meaning
	农机使用情况 Machinery usage	使用；未使用
	农药使用情况 Pesticide usage	使用；未使用
	化肥使用情况 Fertilizer usage	使用有机肥；未使用有机肥
	财政支持 Financial support	是；否
	是否加入合作社 Whether to join the cooperative	是；否
	试验团队 Experimental team	高等院校；其他机构
	试验地点 Experimental place	城镇；农村
	试验周期 Experimental time	试验时长/年

1.2 效应值计算

由于本研究分析的数据来自各类文献,且不同文献在衡量稻田综合种养模式经济效益时通常受到实验年限、测度方法及当地经济发展条件等因素的影响,导致种养模式经济效益的评估标准可能有所差别。根据文进等^[8]的观点,在对同一干预措施采用不同测量方法或单位时,例如使用不同量表进行测量,或者不同研究之间均数差异较大时,宜选择标准化均数差(Standardized mean difference, SMD)作为合并统计量。具体来说,标准化均数差是两组估计均数差值与合并标准差的比值,用来衡量两组数据之间的差异,度量单位或测量方法不一致的情况。由于消除了量纲的影响,因此结果能够被有效合并。因此,本研究采用同一实验中稻田综合种养模式与水稻单作模式净利润的标准化均数差(SMD)作为效应值,衡量稻田综合种养模式的经济效益。

两组的合并标准差:

$$S=\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2}{N-2}}$$
 (1)

$$SMD=\frac{m_1-m_2}{S}$$
 (2)

$$SE(SMD)=\sqrt{\frac{N}{n_1n_2}+\frac{SMD^2}{2(N-2)}}$$
 (3)

式中: n_1 和 n_2 为稻田综合种养模式和水稻单作模式的样本数量; N 为总样本数; m_1 和 m_2 分别为稻田综合种养模式和水稻单作模式利润的平均值; S 为两组数据的合并样本标准差; SE 为标准误差。

1.3 异质性检验

在进行Meta分析之前,通常进行异质性检验并根据检验结果选择适当的模型。异质性检验是指对每个独立研究样本间存在的差异性进行检验,根据异质性大小,判断选择随机效应模型或固定效应模型^[9]。异质性检验一般采用 Q 值、 I^2 值和 H 值来衡量,在 Q 值检验中,若 $P<0.05$,即说明效应值存在较强异质性,应运用随机效应模型,反之固定效应模型和随机效应模型均可。在 I^2 检验中,当 $I^2>50\%$ 时,说明异质性较大,应选择随机效应模型,反之可选择固定效应模型。在 H 值检验中,若 H 值 >1.5 ,表明存在较强异质性。本研究经过异质性检验,得出 $I^2=77.1\%>50\%$,同时 Q 检验的 $P\leq 0.05$,且 H 值 $=2.090>1.5$,表明文献之间存在较强的异质性。由于本研究纳入的研究数据广泛且为独立实验,各项研究由于地理区位、自然环境、农业耕作等因素导致强烈的差异性,因此选择随机效应模型进行分析。

1.4 发表偏移检验

发表偏倚指的是具有显著性研究意义的结果更容易被发表,即相比无显著性意义或显著性水平较低的结果发表的可能性更大,从而可能夸大了研究变量之间的关系^[10]。发表偏倚的存在可能会对现有研究结果进行过度评价。常见的发表偏倚检验方法包括漏斗图对称性检验、Egger回归系数检验、Begg秩相关检验、失安全系数检验等^[11]。由于漏斗图的主观色彩较重,因而定量检验对发表偏倚程度的评价更为客观。故本研究运用Egger's回归

系数、Begg秩检验进行发表偏倚检验,检验结果显示 Egger's 检验 P 值和 Begg 秩检验 P 值均 >0.05 , 结果证明本研究纳入的文献不存在明显的发表偏倚。

2 结果与分析

2.1 稻田综合种养模式经济效益

对所纳入文献的稻田综合种养模式类型进行分类,进而计算不同稻田综合种养模式经济效益的效应值。首先对种养模式经济效益效应值进行非参数秩和检验,检验结果表明各种养模式经济效益的效应值结果均具有统计学意义($P<0.001$),即不同稻田综合种养模式和水稻单作模式的经济效益差异较为明显,因此可以进一步比较不同稻田综合种养模式经济效应效应值大小。

效应值结果如表 2,可知与水稻单作模式相比,稻田综合种养模式的经济效益提升效果较为明显,

说明稻田综合种养模式具有较强优势,通过在生产技术等方面进行改良,有利于经济效益的增加。另一方面,与水稻单作模式相比,稻田种养模式不仅可以获得额外的养殖产品收入,还能在一定程度上节约农药化肥投入,进而提升经济效益。

采纳稻田种养模式的农户除了可以获取水稻作物收入外,还能获得养殖水产品收入,而由于养殖动物的不同,其相应的投入产出也不同,因此决定了不同种养模式经济效益的差异。由表 4 可知,在不同类型的种养模式中,经济效益从高到低依次为稻鸭模式(SMD:8.886;95%CI:7.234,10.537),稻鳊模式(SMD:8.181;95%CI:4.833,11.529),稻虾模式(SMD:5.993;95%CI:4.997,6.988),稻鱼模式(SMD:5.761;95%CI:4.525,6.997),稻蟹模式(SMD:5.162;95%CI:3.785,6.538)。稻鸭模式和稻鳊模式的经济效益较高,其次是稻虾模式和稻鱼模式,稻蟹模式的经济效益较低。

表 2 稻田种养模式经济效益效应值分析
Table 2 Analysis of the economic benefit effect value of rice field cultivation mode

种养模式类型 Planting and breeding mode types	稻鸭模式 Rice duck mode	稻虾模式 Rice shrimp mode	稻鱼模式 Rice fish mode	稻鳊模式 Rice loach mode	稻蟹模式 Rice crab mode
标准化均数差 (95%CI) SMD	8.886 (7.234, 10.537)	5.993 (4.997, 6.988)	5.761 (4.525, 6.997)	8.181 (4.833, 11.529)	5.162 (3.785, 6.538)

注:括号中为 95% 置信区间。下同。
Note: The 95% confidence interval is in parentheses. The same below.

2.2 稻田综合种养模式经济效益异质性分析

2.2.1 时间异质性分析

伴随时间的推移,社会经济环境的变化可能导致部分影响因素对种养模式经济效益的作用效果发生变化,但独立的研究无法体现这一趋势。故本研究采用累积荟萃分析探究稻田综合种养模式经济效益随时间的变化趋势。由图 1 可知,自 2002 年开始,稻田综合种养模式经济效益的效应值一直处于波动变化的过程。在 2002—2008 年,经济效益效应值呈现出下降趋势,这一时期,稻田综合种养模式在我国有了较大规模拓展的和技术完善,相关表述已经从“稻田养鱼”、“稻田鸭”转变为“稻田综合种养”,但由于生产经验的不足,相比于水稻单作模式,这一阶段稻田种养模式在经济效益方面的提升程度较为有限。2008—2017 年,稻田综合种养模式

经济效益一直在波动变化,但经济效益总体呈现上升趋势,经济效益效应值在不同年份之间差距减小。这一期间,我国对传统稻田种养模式进行了技术创新,养殖产业更加标准化和技术化,种养模式面积和产量得到显著提高^[12]。2020 年左右稻田综合种养模式经济效益的效应值出现下降,本研究认为可能的原因在于新冠疫情对种养模式生产造成较大冲击,且不利于水生动物产品市场价格的稳定。在疫情解封之后,种养模式经济效益的效应值则再次上涨。图 2 从左至右依次为稻鸭、稻虾、稻鱼种养模式经济效益效应值的时间变化特征。可以看出,随着时间推移,不同类型种养模式的经济效益同样呈现出波动变化的态势,其中稻鱼模式经济效益效应值的变化幅度较小,而稻鸭模式和稻虾模式经济效益变化幅度较大。因此,累计荟萃分析的

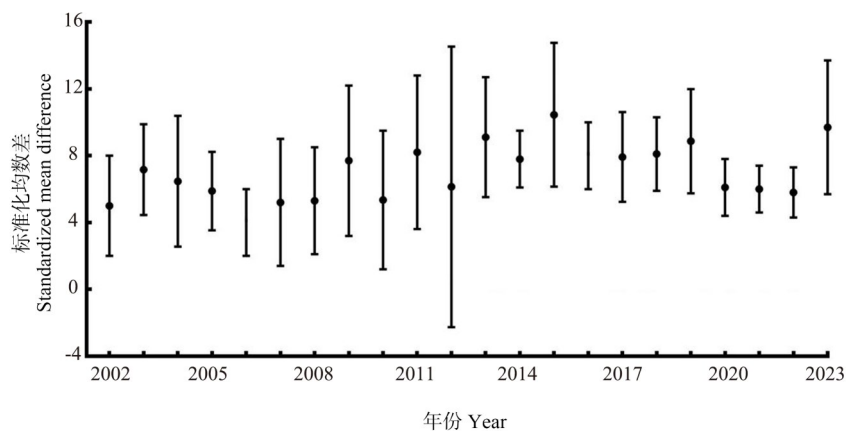


图1 稻田综合种养模式累积 meta 分析结果

Fig.1 Cumulative meta analysis results of integrated rice farming modes

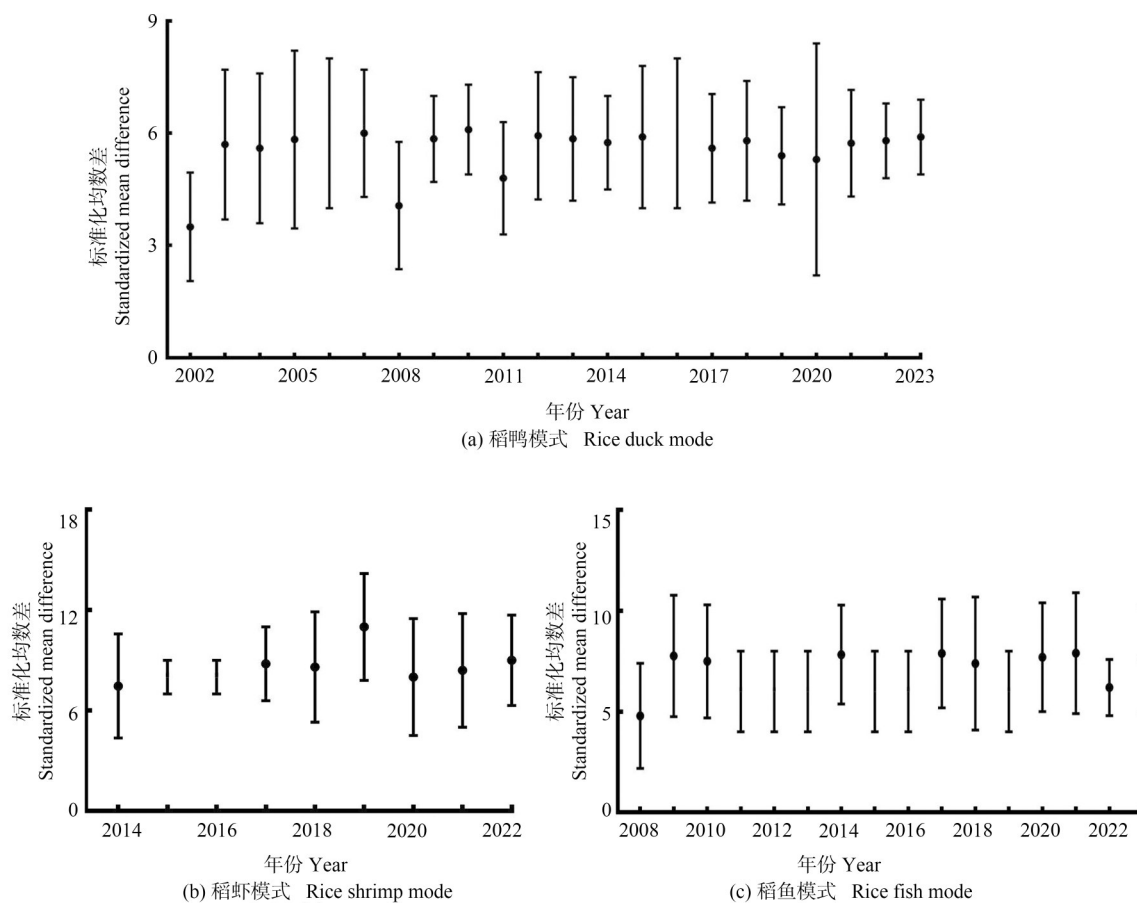


图2 不同类型种养模式累积 meta 分析结果

Fig. 2 Cumulative meta-analysis results of different types of planting and breeding modes

结果表明伴随时间的推移,稻田综合种养模式的经济效益相较于水稻单作模式而言,始终保持较大的利润差距^[13],在不同年份,稻田综合种养模式经济效益表现出不同特点,未来随着时间推移以及种养

模式不断普及,稻田混合种养模式的经济收益会持续稳定地增长。

2.2.2 空间异质性分析

我国国土辽阔,不同区域的自然条件具有鲜明

的地域性特征,各地气候特点、地貌地势和自然资源等方面均存在一定区别,加之我国经济发展状况、农业发展水平以及消费结构在不同地区间均存在明显差异^[14]。因此,各地稻田综合种养模式的经济效益可能存在不同。本研究对稻田综合种养模式经济效益进行地区异质性分析。首先对纳入分析的不同地区间种养模式经济效益效应值进行非参数秩和检验,检验结果表明效应值结果均具有统计学意义($P<0.001$),因此纳入分析的不同地区间种养模式经济效益效应值存在明显区别,由此可进一步比较分析种养模式经济效益效应值大小。

如表3所示,可以看出华南地区稻田综合种养模式经济效益的效应值最高,究其原因,我国华南地区自然条件优越,就气候而言,其降水丰沛,热量丰富,具有明显的亚热带、热带海洋性和季风气候

特征,为水产养殖和稻田种养的结合生产提供有利前提,其次,作为我国对外开放的重要门户,华南地区经济活力较足,市场经济发展水平较高,农业经济和稻田种养模式发展的经济效益较高。华中地区稻田种养模式经济效益同样较高,华中地区坐拥河南、湖北等重要粮食主产区,水稻产业较为发达,江汉平原土壤肥沃,河流湖泊纵横交错,为水产养殖提供得天独厚的自然条件,有力地推进了稻田种养模式的普及和发展。华北地区和华东地区稻田综合种养模式的经济效益虽然不及华南和华中地区,但与水稻单作模式相比,仍具有较高的经济效益。西南地区稻田种养模式经济效益的效应值较低,本研究认为可能的原因在于受气候、地形地势影响,西南区域降水较少,且丘陵地带较多,不利于大规模稻田种养模式的普及发展^[15]。

表3 空间异质性分析结果
Table 3 Results of spatial heterogeneity analysis

地理区位 Geographical location	稻田综合种养模式 Rice field planting and breeding mode	稻鱼模式 Rice fish mode	稻鸭模式 Rice duck mode	稻虾模式 Rice shrimp mode
华北 North China	7.151 (4.01, 10.29)	6.50 (1.72, 11.27)	8.74 (1.85, 15.62)	
华中 Centra China	8.44 (7.42, 9.46)	7.60 (4.33, 10.88)	10.14 (7.38, 12.90)	7.72 (6.31, 9.13)
华东 East China	7.73 (6.55, 8.90)	5.47 (2.61, 8.32)	8.21 (5.62, 10.80)	6.04 (4.21, 7.87)
华南 South China	9.48 (6.03, 12.92)	9.60 (5.03, 14.18)	9.59 (2.76, 16.43)	5.23 (3.91, 6.10)
西南 Southwest China	4.37 (3.28, 5.50)	5.76 (4.53, 7.00)	15.52 (7.83, 23.21)	5.00 (2.72, 7.28)

从不同类型的稻田综合种养模式来看,在华南地区,各种养模式经济效益从高到低依次为稻鱼模式、稻鸭模式、稻虾模式;在华中地区,稻鸭模式经济效益最高,其次是稻鱼模式和稻虾模式;在华北地区,稻鸭种养模式经济效益同样高于稻鱼模式;在华东地区,各种养模式经济效益从高到低依次为稻鸭模式、稻虾模式、稻鱼模式;在西南地区,各种养模式经济效益从高到低依次为稻鸭模式、稻鱼模

式、稻虾模式。综上,可以看出,在不同区域,稻鸭模式和稻鱼模式经济效益较高,而稻虾模式经济效益相对较低。

2.3 稻田综合种养模式经济效益影响因素分析

2.3.1 变量选取与模型建立

效应值分析结果可证实稻田综合种养模式相较于水稻单作具有更高的经济效益,而在实际生产过程中,自然条件和社会经济等因素的不同也可能

影响稻田综合种养模式的经济效益^[16]。因此为深入分析稻田综合种养模式经济效益变化的影响因素,本研究基于已有文献的研究数据,研究不同影响因素对稻田综合种养模式经济效益的作用效果。通过对已有文献的研究结果进行统计分析,本研究选取气温、降水等自然环境因素,农用机械、农药、化肥使用等社会经济因素以及研究团队、试验地点

等试验特征因素作为解释变量,分析不同影响因素对稻田综合种养模式经济效益的影响。基于数据的完整性,对样本数据进行筛选后,最终选取相关变量的描述性统计如表 4 所示。由于变量数目较多,本研究首先对各变量进行多重共线性检验,结果表明 VIF 值较小,即各变量间不存在明显的共线性。

表 4 变量描述性统计
Table 4 Descriptive statistics of variables

变量 Variable	定义 Definition	平均值 Average value	标准差 SD	最小值 Min	最大值 Max	样本数量 Sample size
年平均气温 Annual average temperature	当年平均气温	16.036	3.1317	4.9	26.9	147
年平均降水量 Annual average precipitation	当年平均降水量	1 180.1	290.45	177.8	1 798.4	147
无霜期 Frost-free period	当年无霜期时长	250.93	37.82	145	320	147
全年日照时数 Annual sunshine hours	当年日照时数	2 047.22	2 399.89	964.5	22 059	147
农机使用情况 Machinery usage	使用=1; 未使用=0	0.673 4	0.470 5	0	1	147
农药使用情况 Pesticide usage	使用=1; 未使用=0	0.197 2	0.399 3	0	1	147
化肥使用情况 Fertilizer usage	使用有机肥=1; 未使用有机肥=0	0.353 7	0.479 7	0	1	147
财政支持 Financial support	有=1;无=0	0.272 1	0.446 5	0	1	147
是否加入合作社 Whether to join the cooperative	是=1;否=0	0.190 4	0.394 0	0	1	147
试验团队 Experimental team	高等学校=1; 其他机构=0	0.755	0.431	0	1	147
试验地点 Experimental place	1=城镇;0=乡村	0.163	0.371	0	1	147
试验周期 Experimental time	试验时间长度/年	1.231	0.423	0	2	147

本研究运用荟萃回归模型分析不同影响因素对稻田综合种养模式经济效益的作用效果,所建立的回归模型如下所示:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{temp} + \beta_2 \text{pre} + \beta_3 \text{fro} + \beta_4 \text{sun} + \beta_5 \text{machine} + \beta_6 \text{pesticide} + \beta_7 \text{fertilizer} + \beta_8 \text{policy} + \beta_9 \text{coop} + \beta_{10} \text{research} + \beta_{11} \text{location} + \beta_{12} \text{time} + \epsilon_i \tag{4}$$

式中: Y_i 为稻田综合种养模式经济效益效应值; β_0 为函数的常数项; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{12}$ 分别为各变量的系数; temp 为年平均气温; pre 为年平均降水量; fro 为无霜期; sun 为日照时数; machine 为农机使用情况; pesticide 为农药使用情况; fertilizer 为化肥使用情况; policy 为财政支持; coop 为是否加入农业合作社; research 为研究团队; location 为试验地点; time

为试验周期; ϵ_i 为随机扰动项。

2.3.2 回归结果分析

由表5回归结果可知,年平均气温对稻田综合种养模式经济效益的影响未通过显著性检验,本研究认为可能的原因如下,一是各研究的侧重点不同,导致气温变量对经济效益的影响尚未形成规律性特征,二是在当前种养模式生产过程中,针对气温的变化大多采取预防性或保护性措施,减缓了气温变化对经济效益的冲击,但本研究认为并不能由此否认气温对稻田综合种养模式生产的影响,作为重要的自然环境变量,气温在农业生产过程中发挥着重要作用,在进行种养模式生产时,应充分考虑各地的温度状况,选择合适的种养模式类型和水产

养殖动物^[17];年均降水量对经济效益的影响通过显著性检验,可以看出降水量在种养模式的生产过程中发挥重要作用,降水量的提升有利于稻田种养模式经济效益的增加^[18];无霜期对稻田综合种养模式经济效益的影响显著为正,无霜期的增加益于作物生长和水产动物养殖,无霜期越长,农作物生长周期越长,有利于经济效益提升^[19];全年日照时数的影响不显著,本研究认为可能的原因如下,一方面说明日照在稻田综合种养模式的生产过程中可能并未起到关键作用,另一方面也侧面反映出日照在过往的稻田综合种养模式经济效益的相关研究中受重视程度不足,研究结论尚未形成规律性特征,

表5 回归结果
Table 5 Regression Results

变量 Variable	回归系数 Regression coefficient	T值 T statistic
年平均气温 Annual average temperature	0.028 0	(0.28)
年平均降水量 Annual average precipitation	0.003 0***	(2.61)
无霜期 Frost-free period	0.017 3**	(2.10)
全年日照时数 Annual sunshine hours	−0.000 1	(−1.15)
农机使用情况 Machinery usage	2.434 7***	(4.37)
农药使用情况 Pesticide usage	−0.469 1	(−0.88)
化肥使用情况 Fertilizer usage	−0.059 1	(−0.13)
财政支持 Financial support	1.954 2***	(3.33)
是否加入合作社 Whether to join the cooperative	1.531 6**	(2.27)
试验团队 Experimental team	−1.051 5*	(−1.90)
试验地点 Experimental place	1.331 9**	(2.28)
试验周期 Experimental Time	−0.036 9	(−0.84)
_cons	73.426 1	(0.83)
样本数量 Sample size	147	
R ²	0.537 6	
F	13.20	

注:*,**和***分别表示在10%、5%和1%的统计水平上显著。
Note:*, ** and*** indicate significant at 10%, 5% and 1% statistical levels, respectively.

这也为今后的相关研究提供借鉴；农业机械对种养模式经济效益的影响通过显著性检验，使用农机可以提升劳动生产率，有利于增加产出和收入；农药和化肥的使用情况对稻田种养模式经济效益的影响未通过显著性检验，本研究认为可能因为不同类型稻田综合种养模式的生产需要不同类型以及不同数量的农药和化肥，导致在种养模式生产过程中，化肥和农药的使用对种养模式经济效益的影响尚未形成普适性规律；财政补贴和加入合作社对种养模式经济效益存在显著影响，财政补贴作为政府对种养模式推广的激励方案，有效地保障了农户的利益，刺激农户生产积极性，加入农业合作社有利于为农户生产提供支持帮助，提升农户生产经验^[20]。在试验团队层面，除高等院校外的其他机构对经济效益具有较强的显著性影响，说明在关于稻田综合种养模式的研究中，高等院校之外的科研机构的研究更有利于显著性结果的产生，这也侧面反映出专业机构的试验经验和试验水平较高；试验地点的影响系数同样通过显著性检验，说明相较于乡村地区，城镇地区稻田综合种养模式的经济效益较高，有利于显著性研究结果的产生，可能的原因在于城镇的经济发展水平相对农村较好，基础设施建设较为完备，生产指导更为专业，且消费者购买力较强；试验周期对效应值的影响未通过显著性检验，本研究认为可能的原因在于，当前有关稻田综合种养模式的试验周期普遍较短，大多为一年或两年，难以观察到较长时间区间内种养模式经济效益的变化，且尚未实现经济效益的长期追踪观察，这也为以后的试验研究提供一定启示。

3 结论与展望

3.1 结论

本研究运用荟萃分析法研究稻田综合种养模式的经济效益及其影响因素。首先，通过经济效益的效应值分析可知，相比水稻单作模式，稻田综合种养模式具有较高的经济效益，而对于不同种养模式类型来看，稻鸭模式和稻鳅模式的经济效益较高，稻蟹模式的经济效益相对较低。

其次，通过经济效益的异质性分析可知，在不同时间阶段以及不同地理区域条件下，各稻田种养模式经济效益的大小不同，值得注意的是，稻鸭模式经济效益较高，且在不同地理区位条件下，稻鸭

模式的经济效益表现出较强的稳定性。

再次，通过经济效益的影响因素分析可知，自然环境特征和社会经济特征和试验特征等层面的不同因素同样影响稻田综合种养模式的经济效益，例如降水、无霜期、农业机械、财政支持等因素对种养模式经济效益均具有显著影响，试验团队和试验地点的不同，同样会造成研究结果的差异等。

基于上述研究结论，本研究提出以下政策启示：

首先，发挥基层政府与农业合作社的推广作用，通过相关培训引导农户树立绿色种养的新理念，促进其采纳种养模式，进而提升农业生产效率；其次，应因地制宜地选择种养模式类型，明确不同地理区域内稻田种养模式的适宜种类，例如在华中地区优先推广稻鸭种养模式，在华南地区优先推广稻鱼模式等；再次，在稻田种养模式的实际生产过程中，应注意自然环境特征及社会经济特征等因素对经济效益的影响，注重气温、降水、无霜期等自然条件的变化，加强农业机械的使用，积极参与农业合作社，促进农户生产经营的规范化。

3.2 展望

本研究结果也为未来相关研究提供一定借鉴，未来研究应该在以下几方面进行进一步完善：

1) 未来政府相关部门在鼓励农户采纳种养模式生产的同时，应做好顶层设计和宏观规划，坚持农业生产的经济效益与社会效益相结合。若单纯以利润为导向地选择种养模式类型，这可能会导致区域经济模式的单一化，不利于农业生产和经营的长远发展。

2) 加强对稻田综合种养模式经济效益的长期研究。目前，多数研究的实验年限相对较短，通常为一年或两年。为深入了解稻田综合种养模式的经济效益，有必要建立长期实验点和观察点，揭示种养模式经济效益的长期变化规律。

3) 在稻田综合种养模式的相关试验中，应促进精细化作业，提升生产规范性，例如注重稻种处理、田间管理以及数字农业等方面，更针对性地研究种养模式生产的影响因素。

4) 加强理论与实践相结合。尽管对种养模式经济效益已有较多研究，但大多为简单的经济利润的比较，缺乏理论研究与具体实践的相结合。

参考文献 References

- [1] 李嘉尧,常东,李柏年,吴旭干,朱泽闻,成永旭. 不同稻田综合种养模式的成本效益分析[J]. 水产学报,2014,38(9):1431-1438
Li J Y, Chang D, Li B N, Wu X G, Zhu Z W, Cheng Y X. . Cost-benefit analysis of different rice-field integrated farming models[J]. *Journal of Aquaculture*,2014,38(9):1431-1438(in Chinese)
- [2] 寇祥明,谢成林,韩光明,张家宏,姚义,王守红,王桂良,唐鹤军,朱凌宇,徐荣,毕建花,吴雷明,陆佩玲. 3种稻田生态种养模式对稻米品质、产量及经济效益的影响[J]. 扬州大学学报:农业与生命科学版,2018,39(3):70-74
Kou X M, Xie C L, Han G G, Zhang J H, Yao Y, Wang S H, Wang G L, Tang H J, Zhu L Y, Xu R, Bi J H, Wu L M, Lu P L. Effects of three rice field ecological seeding modes on rice quality, yield and economic benefits [J]. *Journal of Yangzhou University: Agriculture and Life Science Edition*,2018,39(3):70-74(in Chinese)
- [3] 严桂珠,孙飞. 稻田综合种养技术模式及效益分析[J]. 中国稻米,2018,24(01):83-86
Yan G Z, Sun F. Analysis of integrated rice-farming technology model and benefits[J]. *China Rice*,2018,24(1):83-86(in Chinese)
- [4] 徐忠有,奚业文,陈欣,唐建军,彭开松,甘世东,李典中. 稻鳊综合种养试验[J]. 特种经济动植物,2022,25(11):9-12
Xu Z Y, Xi Y W, Chen X, Tang J J, Peng K S, Gan S D, Li D Z. Experiments on integrated rice-loach breeding [J]. *Special Economic Plants and Animals*,2022,25(11):9-12(in Chinese)
- [5] 王显,胡中泽,衣政伟,张自常,孙飞,杨大柳. 麻鸭对稻蟹共作田杂草防治和水稻产量及品质的影响[J]. 中国稻米,2022,28(3):62-65
Wang X, Hu Z Z, Yi Z W, Zhang Z C, Sun F, Yang D L. Effects of ducks on weed control and rice yield and quality in rice-shelled turtle co-cropping fields[J]. *China Rice*,2022,28(3):62-65(in Chinese)
- [6] 步洪凤,梁玉刚,方宝华. 稻田综合种养主要模式及其研究进展[J]. 杂交水稻,2023,38(1):10-19.
Bu H F, Liang Y G, Fang B H. The main models and research progress of integrated cultivation and breeding in paddy fields [J]. *Hybrid Rice*, 2023,38(1): 10-19
- [7] 方学梅,高煜辰,陈松. 节能领域的助推干预效果:基于现场实验类研究的荟萃分析[J]. 公共行政评论,2023,16(6):132-147,199
Fang X M, Gao Y C, Chen S. Effectiveness of booster intervention in energy conservation field: A Meta-analysis based on field experimental type studies[J]. *Public Administration Review*,2023,16(6):132-147,199 (in Chinese)
- [8] 文进,李幼平. Meta分析中效应尺度指标的选择[J]. 中国循证医学杂志,2007(8):606-613
Wen J, Li Y P. Selection of effect scale indicators in Meta-analysis[J]. *Chinese Journal of Evidence-Based Medicine*, 2007(8): 606-613 (in Chinese)
- [9] 何敏怡,钟荣华,郭乾坤,段兴武,单志杰. 基于径流小区实测的干热河谷土壤侵蚀荟萃分析[J]. 水土保持学报,2023,37(05):291-297,304
He M Y, Zhong R H, Guo Q K, Duan X W, Shan Z J. A meta-analysis of soil erosion in a dry and hot river valley based on runoff plot measurements[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*,2023,37(5): 291-297,304(in Chinese)
- [10] 陈妍,周妍,包岩峰,周旭,苏香燕. 山水林田湖草沙一体化保护和修复工程综合成效评估技术框架[J]. 生态学报,2023,43(21):8894-8902
Chen Y, Zhou Y, Bao Y F, Zhou X, Su X Y. Technical framework for comprehensive effectiveness assessment of integrated conservation and restoration projects in landscape, forest, lake, grass and sand [J]. *Journal of Ecology*,2023,43(21):8894-8902(in Chinese)
- [11] 杨春,谭少华,高银宝,董明娟,陈璐瑶. 基于荟萃分析的城市绿地居民健康效应研究[J]. 城市规划,2023,47(6):89-109
Yang C, Tan S H, Gao Y B, Dong M J, Chen L Y. Study on the health effects of urban green space residents based on meta-analysis[J]. *Urban Planning*,2023,47(6):89-109(in Chinese)
- [12] 王晓飞,谭淑豪. 基于非同质DEA的稻虾共作土地经营模式成本效率分析[J]. 中国土地科学,2020,34(2):56-63
Wang X F, Tan S H. Cost-efficiency analysis of rice-shrimp land management model based on non-homogeneous DEA [J]. *China Land Science*,2020,34(2):56-63(in Chinese)
- [13] 江洋,汪金平,曹湊贵. 稻田种养绿色发展技术[J]. 作物杂志,2020(2):200-204
Jiang Y, Wang J P, Cao C G. Green development technology of paddy farming[J]. *Crops Journal*,2020(2):200-204(in Chinese)
- [14] 苗微,刘佳敏,张佳,唐亮,张文忠,徐正进. 稻蟹共作对田间生态环境与水稻生长的影响研究进展[J]. 生态学杂志,2020,39(8):2785-2791
Miao W, Liu J M, Zhang J, Tang L, Zhang W Z, Xu Z J. Progress of research on the effects of rice-crab co-cropping on field ecological environment and rice growth[J]. *Journal of Ecology*,2020,39(8):2785-2791(in Chinese)
- [15] 王强盛. 稻田种养结合循环农业温室气体排放的调控与机制[J]. 中国生态农业学报,2018,26(5):633-642
Wang Q S. Regulation and mechanism of greenhouse gas emissions from rice-farming combined cycle agriculture [J]. *Chinese Journal of Ecological Agriculture*,2018,26(5):633-642(in Chinese)
- [16] 汪照琮,田卓亚,杨彩艳,齐振宏,程守文. 采纳稻田综合种养模式能否提升农户效益:以稻虾共作模式为例[J]. 中国农业大学学报,2023,28(10):259-274
Wang X C, Tian Z Y, Yang C Y, Qi Z H, Cheng S W. Can the adoption of rice-field integrated farming model enhance farmers' benefits: A case study of rice-shrimp farming [J]. *Journal of China Agricultural University*,2023,28(10):259-274(in Chinese)
- [17] Wang X, Yang D, Hu Z, Qian W, Yang Z, Feng Y, Wu A, Guo B. Comparative experiment of different rice varieties under the pattern of rice and shrimp co-cropping[J]. *China Rice*, 2019, 25(6): 10-15
- [18] Nhan D K, Trung N H, Van Sanh N. The impact of weather variability on rice and aquaculture production in the Mekong Delta[M]. In: Mart A, eds. *Environmental Change and Agricultural Sustainability in the Mekong Delta*. Berlin: Springer Dordrecht,2011:437-451
- [19] 石世杰,李纯杰,曹湊贵,汪金平,江洋. 稻虾共作模式下不同播期对水稻产量和品质的影响[J]. 华中农业大学学报,2020,39(2):25-32
Shi S J, Li C J, Cao C G, Wang J P, Jiang Y. Effects of different sowing periods on rice yield and quality under rice-shrimp co-cropping mode[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2020, 39(2): 25-32 (in Chinese)

- [20] 李文博,刘少君,叶新新,郜红建. 稻田综合种养模式对土壤生态系统的影
响研究进展[J]. 生态与农村环境学报,2021,37(10):1292-1300
- Li W B, Liu S J, Ye X X, Gao H J. Progress of research on the effects of

integrated rice-farming model on soil ecosystem[J]. *Journal of Ecology
and Rural Environment*, 2021, 37(10): 1292-1300 (in Chinese)

责任编辑: 王岩



第一作者简介: 李荣强, 华中农业大学经济管理学院在读博士研究生, 专业方向为农业经济与粮食安全等领域。在校期间多次获得学业奖学金, 并获得国家留学基金委公派出国留学资格。以第一作者身份在相关领域发表论文多篇; 参与中国留美经济学会 2023 年年会、中国农业风险管理研究会 2023 年学术年会等学术会议, 并获得会议优秀论文奖。参与湖北省社科基金重大项目、华中农业大学交叉研究项目等多个项目。



通讯作者简介: 陈轩, 华中农业大学经济管理学院教授、博士生导师, 主要从事农业经济与食物经济研究, 湖北省“百人计划”入选者。本科毕业于北京大学, 后在美国北卡罗莱纳州立大学获经济学硕士与农业经济学博士学位。曾在美国高校担任终身轨(Tenure-track)教职, 被华中农业大学作为海外高端人才引进。先后主持或参与了多项美国农业部、美国州政府、美国自然科学基金、美国环保署、国家自然科学基金、中国工程院以及湖北省洪山实验室的研究项目。相关研究成果在 *American Journal of Agricultural Economics* 和 *Canadian Journal of Agricultural Economics* 等农业经济学领域国际权威期刊发表。