

免耕稻-鸭生态种养技术的环境经济学分析

向平安,黄 璜*,甘德欣,黄 梅

(湖南农业大学农学院,长沙 410128)

摘要:采用田间试验及环境经济学方法研究免耕稻-鸭生态种养技术的生态、经济效益。试验结果表明:农户采用免耕稻-鸭生态种养技术对稻田杂草的控制效果显著;在晚稻分蘖盛期和孕穗期,采用免耕稻-鸭生态种养技术对稻二化螟防效达 100%,稻纵卷叶螟发生率分别比免耕抛秧不养鸭的稻田低 48.05%、93.55%,免耕抛秧养鸭稻田中水稻纹枯病的病株率比免耕抛秧不养鸭的稻田分别低 48.15%、38.21%;在稻田甲烷排放高峰期(晚稻分蘖始期-分蘖盛期),免耕抛秧养鸭对甲烷排放的控制效果明显,分别比翻耕抛秧不养鸭稻田、免耕抛秧不养鸭稻田的甲烷排放量减少 4.723g/m²、2.333g/m²,晚稻整个生育期间,免耕抛秧养鸭稻田甲烷排放量比免耕抛秧不养鸭稻田减少 3.37g/m²,比翻耕抛秧不养鸭稻田减少 5.59g/m²;免耕可节约灌溉用水 1300m³/hm²。环境经济学分析结果表明:采用免耕稻-鸭生态种养技术的农户比采用免耕抛秧不养鸭技术或采用翻耕抛秧不养鸭技术的农户分别增加财务净收益 2166yuan/hm²、4207yuan/hm²;免耕抛秧养鸭获得的经济净效益为 4062yuan/hm²,而免耕抛秧不养鸭、翻耕抛秧不养鸭的经济净效益分别为 1592yuan/hm²、-997yuan/hm²。免耕稻-鸭生态种养技术既能充分发挥稻-鸭复合生态系统的生态和经济效益,又能较好地克服免耕给生态环境带来的不利影响,是一种很有发展潜力的可持续农业生产模式,具有良好的推广和发展前景。

关键词:免耕;稻-鸭种养;杂草;纵卷叶螟;二化螟;纹枯病;环境经济学

文章编号:1000-0933(2005)08-1981-06 中图分类号:S154 文献标识码:A

An environmental economics analysis of a rice-duck ecological management technique with no-tillage

XIANG Ping-An, HUANG Huang, GAN De-Xin, HUANG Mei (College of Agronomy, Hu'nan Agricultural University, Changsha 410128, China). *Acta Ecologica Sinica*. 2005, 25(8): 1981~1986.

Abstract: This study is aimed at the ecological and economical benefits of the rice-duck ecological management technique with no-tillage through the adoption of field experiment and environmental economic approaches. The results showed that the farmers' control over field weeds was remarkably effective with the application of this technique. In the initial tillering stage and the full tillering stage of late rice, the rice-duck ecological management technique with no-tillage was 100% effective in the prevention of *Chilo suppressalis*. The incidence rate of *Cnephalocrocis medinalis* was 48.05% and 93.55% lower, respectively, than that of the no-tillage cast-transplant area without duck. As for the diseased plant ratios of sheath blight in the no-tillage cast-transplant area with duck it showed 48.15% and 38.21% lower, respectively, than that of the no-tillage cast-transplant area without duck. The control of methane emission was apparently effective in the no-tillage cast-transplanted area with duck over the peak period (in the initial tillering stage and the full tillering stage of late rice), when compared with the conventional-tillage cast-transplant area without duck, showing a reduction of 4.723g/m². In comparison with the no-tillage cast-transplant area without duck, the amount of methane emission was reduced 2.333g/m². For the total course of late rice, the amount of methane emission in the no-tillage cast-transplant area with duck was reduced 3.37g/m² compared with that of the no-tillage

基金项目:国家 863 资助项目(863-306-ZD05-3-E);湖南省科技厅资助项目(OONK1001)

收稿日期:2004-12-08;**修订日期:**2005-06-20

作者简介:向平安(1972~),男,湖南怀化市,博士,副教授,主要从事农田生态学研究. E-mail: xpa830@126.com

* **通讯作者** Author for correspondence. E-mail: hh863@126.com

Foundation item: National High Technology Research and Development Program (No. 863-306-ZD05-3-E) and Science and Technology Department of Hu'nan Province(No. OONK1001)

Received date: 2004-12-08; **Accepted date:** 2005-06-20

Biography: XIANG Ping-An, Ph. D., Associate professor, mainly engaged in agricultural ecology. E-mail: xpa830@126.com

cast-transplant area without duck, and reduced 5.59g/m² in comparison with that of the conventional-tillage cast-transplant area without duck. No-tillage could save 1300m³/hm² of irrigation water. Analysis of environmental economics indicated; compared with the farmers who adopted the no-tillage cast-transplant without duck technique and those who adopted the conventional-tillage cast-transplant without duck technique, the farmers adopting the rice-duck ecological management technique with no-tillage showed a possible income increase of 2166yuan/hm² and 4207yuan/hm², respectively. The economic net benefit of the no-tillage cast-transplant with duck technique was 4062yuan/hm², and those using the no-tillage cast-transplant without duck technique and the conventional-tillage cast-transplant without duck technique respectively earned 1592yuan/hm² and -997yuan/hm². The rice-duck ecological management technique with no-tillage might not only bring about the ecological and economic benefits for a compound ecological system with rice-duck, but also may overcome the disadvantages that the no-tillage brings to the ecological environment, thus making it a sustainable agricultural production mode with a potential of promotion and development.

Key words: no-tillage; rice-duck management; weed; *Cnephalocrocis medinalis*; *Chilo suppressalis*; sheath blight; environmental economics

近年来,免耕抛秧栽培技术在我国稻作区推广很快,该项技术具有省工节本、保护土壤等优点^[1]。但稻田免耕也不可避免带来了一些负面的影响,例如导致病虫草害增多,使得农药和除草剂大量使用,从而既提高了生产成本,又污染了环境^[2]。稻-鸭种养是运用稻、鸭共生互利原理,利用鸭子好动、勤觅食的自然习性,起到减少病虫草害、减排甲烷的作用,同时又增加稻田生态系统的能量产出,改善稻田生态环境的一项立体生态技术^[3~5]。本文尝试从免耕抛秧栽培技术与稻-鸭种养技术有机结合的角度出发,通过小区和大田试验,分析其生态效益,并运用环境经济学理论与方法分别从农户和社会的角度出发,分析其财务效益和经济效益,旨在为建立免耕稻-鸭生态种养技术提供理论和实践依据。

1 研究方法

1.1 试验方案

1.1.1 试验材料 水稻品种为新香优 80,作晚稻栽培;供试鸭品种为江南一号。

1.1.2 试验方法 试验地设在宁乡县 龙铺镇优质稻生产基地,36hm² 大田试验地设在长沙县星沙镇筒灰村。试验地均为第四纪红土母质发育的红黄泥,土壤肥力较高。

小区试验共设 3 个处理,3 次重复,共 9 个小区,每小区面积 666.7m²,重复内的小区随机排列,小区之间用水泥田埂隔离。试验于 2002 年 7~10 月进行。晚稻 6 月 18 日播种,7 月 19 日抛秧,10 月 16 日成熟,因成熟期阴雨连绵,推迟至 10 月 30 日收割。

(1)免耕抛秧养鸭处理 前季早稻田中以 225 只/hm² 的数量放鸭入田,入田时鸭龄 15d,平均体重 150g,四周用高约 1m 的尼龙网围住,以防鸭子外逃。在田角搭一个 2m×1m 鸭棚,早稻灌浆后期收回鸭子,不晒田,田中留一层薄水。7 月 19 日收割,早稻齐泥割低茬。稻谷收回后立即将未喂食的鸭子赶下田,鸭子在水中来回觅食,将泥水搅成浑浊状后抛秧,每公顷基本苗 179.4×10⁴ 株。由于早稻田中养鸭,田中杂草数量很少无须进行晚稻抛秧前的杂草处理,残留稻茬淹水处理后不影响晚稻生长。抛秧后待晚稻植株返青成活,时间大约 7 d,以 300 只/hm² 的数量放鸭下田,入田时鸭龄 15d,齐穗期收回鸭子。鸭子每天傍晚喂食 1 次。在鸭子收回前,田面始终保持 2~3cm 的水层,以保证鸭子的正常活动。整个晚稻生育期间不施任何农药和除草剂。

(2)免耕抛秧不养鸭处理 晚稻生育期间田中不养鸭,其他措施同免耕抛秧养鸭处理。整个晚稻生育期间不施任何农药和除草剂。

(3)翻耕抛秧不养鸭处理(对照) 早稻成熟期晒田,收完稻谷后放水泡田 2d,再进行常规机耕,比免耕抛秧养鸭处理迟 3d 抛秧,田间管理按常规操作,并根据病虫草害发生情况施用农药、除草剂。

3 个处理均施纯 N 150kg/hm²,P₂O₅ 75kg/hm²,K₂O 90kg/hm²。纯 N 施用的基、追肥比例为 2:1,基肥在整地时施入,追肥在水稻抛秧后第 3 天施入。P₂O₅、K₂O 施用采用一次性全层施肥法,整地时全部施入。

1.1.3 测定项目与方法

(1)稻田杂草数据采集 2002 年 7 月 19 日~9 月 14 日期间每隔一周采用数测法调查小区田间杂草生长情况,每小区定 4 点,每点 0.111 m²,记录杂草数量。

(2)稻田病虫害数据采集 采用对角线五点取样法调查,每小区 5 点,每点调查 20 兜,每小区共调查 100 兜,记录分蘖盛期、孕穗期的纹枯病的病兜率、病株率,以及稻纵卷叶螟及稻二化螟的数量。

(3)蓄水量调查 对早稻腊熟期到晚稻抛秧后这段时期的稻田水分变化情况进行调查。

(4)大面积示范试验 36hm²的免耕抛秧养鸭示范仅在纹枯病、稻纵卷叶螟及稻二化螟的发生高峰期与小区试验进行对应观察,以了解大面积免耕抛秧养鸭稻田的纹枯病、稻纵卷叶螟及稻二化螟发生情况,以进一步验证小区试验结果。

(5)甲烷的采样与分析 甲烷采样采用静止箱技术,箱底面积为 51cm×51cm,高 100cm,在晚稻分蘖始期(即放鸭前)、分蘖盛期、孕穗期、齐穗期、成熟期分别在同一地点采样。每 3d 取 1 次样,从 8:00~18:00 隔 2h 采样 1 次,每次采样又分 4 次进行,间隔 10min。采样时将采样箱轻置于与采样土面平齐的 4 个木桩上,打开安装于箱顶的电扇,混和箱内气体。用取气仪抽取箱内气体后,立即将气体转移至已抽成真空的玻璃瓶中,用配有氢火焰离子化检测器(FID)的 GC-6890A 气相色谱仪测定甲烷气体浓度。根据甲烷样品浓度与时间的关系曲线计算甲烷的排放通量^[6]。然后利用通用的计算方法估算甲烷的排放量,甲烷排放总量为水稻各生育期排放量的总和^[7]。

1.2 环境经济学分析方法

对免耕抛秧养鸭、免耕抛秧不养鸭和翻耕抛秧不养鸭 3 种水稻生产模式分别进行财务分析与经济分析。

财务分析,指从农户自身利益出发,用市场价格计算农户的经济收支盈亏状况,其分析结果将直接决定农户的行为方式,继而影响到其行为的环境经济效果。经济分析,指从全社会的角度来看待农户的社会经济行为,考察其效益和费用。在进行环境经济分析时要明确两个概念:边际外部成本(MEC-Marginal External Cost)、边际外部效益(MEB-Marginal External Benefit),边际外部成本(即环境成本)反映了生产行为的外部负效应所造成的经济损失,边际外部效益(即环境效益)反映了生产行为的外部正效应^[8]。本文主要从生态环境的角度来分析农户分别采用免耕抛秧养鸭、免耕抛秧不养鸭和翻耕抛秧不养鸭 3 种生产模式给社会带来的效益,并评价其经济上的合理性。

- (1)财务成本 财务成本包括直接生产成本、间接生产成本和税金。直接生产成本包括:鸭苗及饲料费用、尼龙网费用、种子费用、化肥费用、农药费用(含除草剂费用)、机耕费用、劳力费用及其他直接生产成本,间接生产成本包括:固定资产折旧费、初期费分摊、小农具购置修理费、土地承包费、销售费、管理费及其他间接生产费用。直接生产成本可以农户的实际花费统计得到,间接生产成本参照湖南省晚稻生产平均间接生产成本及农户调查数据相结合得到,税金为农户应上缴的农业税等税金。
- (2)经济成本 经济成本包括财务成本、化肥环境成本、农药环境成本和甲烷排放环境成本。
- (3)财务纯收益 财务纯收益为产值与财务成本之差。
- (4)经济净效益 经济净效益为产值、环境效益之和与经济成本之差。

2 结果与分析

2.1 试验结果

2.1.1 杂草发生情况 对稻田杂草的调查表明,由于各处理小区均为早稻养鸭的稻田,在本试验前田间杂草数量已经很少,在相同的起点上,免耕抛秧养鸭稻田的杂草仍呈下降趋势,到 8 月中下旬田中杂草全无。免耕抛秧不养鸭稻田的杂草呈快速上升趋势,到 8 月中旬,杂草危害已经非常严重。而翻耕抛秧不养鸭稻田在 8 月 3 日进行除草处理后,杂草基本消灭干净,但过后又有所回升(图 1)。

2.1.2 病虫害发生情况 对晚稻分蘖盛期和孕穗期的病虫害的调查表明,农户采用免耕稻-鸭生态种养技术,对稻二化螟防效显著,达 100%,稻纵卷叶螟为害率分别比免耕抛秧不养鸭的稻田低 48.05%、93.55%(表 1),但在孕穗、抽穗期以后的防效差。由于鸭子的跑动与啄食,使水稻基部的病叶被啄掉,免耕抛秧养鸭稻田中水稻纹枯病的病株率在分蘖盛期、孕穗期比免耕抛秧不养鸭的稻田分别低 48.15%、38.21%(表 2)。翻耕抛秧不养鸭稻田病虫害均较严重,分别于 8 月 2 日和 9 月 15 日共施用 2 次农药。施药后对稻纵卷叶螟和稻二化螟灭杀效果显著,但短期稳定后,为害率又迅速上升。

对 3 种处理小区的病、虫、草害发生情况与大面积示范区的调查表明,免耕抛秧养鸭稻田生态系统利用鸭子除虫、除病、除草,不施农药和除草剂,也能获得明显的防治病虫害草害的效果,而且保护了天敌。同时,结果也说明将稻田养鸭与免耕抛秧技术结合,利用鸭子觅食杂草的特性克服了免耕后病虫害危害严重,须使用农药和除草剂的弊端,减少了对生态环境的污染。

2.1.3 甲烷排放量 在稻田甲烷排放高峰期,免耕抛秧养鸭对甲烷排放的控制效果最为明显,在分蘖始-分蘖盛期,比翻耕抛秧不养鸭稻田的甲烷排放量减少了 4.723g/m²,降低了 40.5%,比免耕抛秧不养鸭稻田的甲烷排放量减少的量和降低的百分比分别是 2.333g 和 25.2%(表 3)。在水稻生育期的后阶段,免耕抛秧养鸭稻田甲烷排放量有上升的趋势,而翻耕抛秧不养鸭稻田

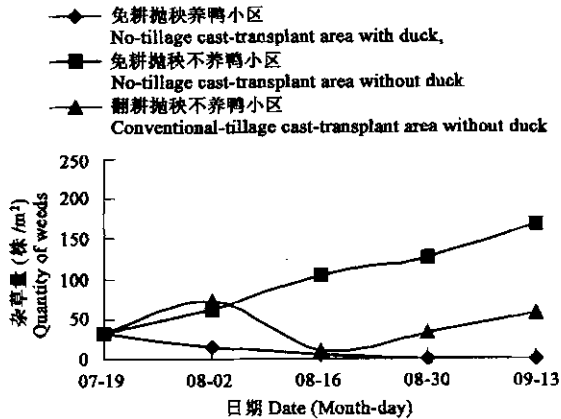


图 1 各处理杂草消长情况

Fig. 1 The growth and decline of weeds in different treatment areas

甲烷排放量下降明显,有时甚至低于免耕抛秧养鸭稻田。从晚稻整个生育期甲烷排放量来看,免耕抛秧养鸭稻田甲烷排放量比免耕抛秧不养鸭稻田减少 3.37g/m²,比翻耕抛秧不养鸭稻田减少 5.59g/m²。由此可以看出养鸭对免耕稻田甲烷排放总量有明显的降低的作用,对于改善全球的温室气体效应和实现农业持续发展具有重大意义。

表 1 晚稻分蘖盛期和孕穗期各处理每平方米稻纵卷叶螟和二化螟的数量

Table 1 Amounts of *Cnephalocrocis medinalis* and *Chilo suppressalis* per square meter in the full tillering stage and the boot stage of late rice under different treatments

处理 Treatment	8 月 6 日 6-Aug.		9 月 13 日 13-Sept.	
	稻纵卷叶螟(头)	稻二化螟(头)	稻纵卷叶螟(头)	稻二化螟(头)
	<i>Cnephalocrocis medinalis</i>	<i>Chilo suppressalis</i>	<i>Cnephalocrocis medinalis</i>	<i>Chilo suppressalis</i>
免耕抛秧养鸭小区 ^①	4.0	0	0.6	0
免耕抛秧不养鸭小区 ^②	7.7	2.5	9.3	3.2
翻耕抛秧不养鸭小区 ^③	3.1	0.2	8.9	3.6

① No-tillage cast-transplant area with duck,②No-tillage cast-transplant area without duck,③Conventional-tillage cast-transplant area without duck;下同 the same below

表 2 晚稻分蘖盛期和孕穗期各处理纹枯病发生危害情况

Table 2 The comparison of sheath blight in the full tillering stage and the boot stage of late rice under different treatments

处理 Treatment	8 月 6 日 6-Aug		9 月 13 日 13-Sept	
	病莖率(%)	病株率(%)	病莖率(%)	病株率(%)
	Diseased hills ratios	Diseased plant ratios	Diseased hills ratios	Diseased plant ratios
免耕抛秧养鸭小区	10.5	4.2	19.1	7.6
免耕抛秧不养鸭小区	20.3	8.1	30.8	12.3
翻耕抛秧不养鸭小区	15.4	6.2	21.4	8.6

表 3 各处理种稻期间甲烷排放量(g/m²)

Table 3 Amount of methane emission during the rice growing season under different treatments

处理 Treatment	移栽①- 分蘖始②	分蘖始②- 分蘖盛③	分蘖盛③- 孕穗④	孕穗④- 齐穗⑤	齐穗⑤- 成熟⑥	合计 Total
免耕抛秧养鸭小区 No-tillage cast-transplant area with duck	1.361	6.941	1.116	0.806	1.976	12.200
免耕抛秧不养鸭小区 No-tillage cast-transplant area without duck	1.361	9.274	2.448	1.440	1.050	15.573
翻耕抛秧不养鸭小区 Conventional-tillage cast-transplant area without duck	1.562	11.664	1.764	0.962	1.838	17.790

①Transplanting, ②The initial tillering stage, ③The full tillering stage, ④The boot stage, ⑤The complete panicle stage, ⑥The maturity stage

2.1.4 蓄水量调查结果 湿地稻鸭复合生态系统常年淹水养鸭,在干旱的季节可以发挥隐形水库的功能,蓄水抗旱^[9]。一般每公顷稻田可增蓄 1200~1500m³ 水。而在湖南的大部分稻区,农户为收获方便,从早稻腊熟期开始排水晒田,收割后又灌水泡田,水资源浪费严重。采用免耕抛秧养鸭、免耕抛秧不养鸭两种生产技术的稻田在早稻生长后期不断水,不晒田,发挥稻田生态系统集雨蓄水的功能。早稻腊熟期到收割期正是湖南降水比较集中的时期,对这一段时期稻田水分的变化进行调查,以稻田蓄水 3cm 深计算,免耕稻田可蓄水 300m³/hm²,无须灌水泡田直接抛秧。常规耕作早稻收割以后,稻田干裂,缺水严重,所需泡田水量很大,以灌 10cm 水层为例,所需水量为 1000m³/hm² 结果表明,免耕抛秧养鸭、免耕抛秧不养鸭稻田生态系统可节约用水 1300m³/hm²(表 4)。

2.2 环境经济学分析结果

2.2.1 财务分析 采用免耕稻-鸭生态种养技术的农户比采用免耕抛秧不养鸭技术或采用翻耕抛秧不养鸭技术的农户分别增加财务净收益 2166yuan/hm²、4207yuan/hm²(表 5)。在财务成本方面,与翻耕抛秧不养鸭相比,免耕抛秧养鸭节约农药费、除草剂费、机耕费和灌溉费(包含在其他费用)827yuan/hm²。虽然免耕抛秧养鸭增加了养鸭成本 1470yuan/hm²,但是

表 4 各处理对水资源的利用情况(m³/hm²)

Table 4 The utilization of water resources under different treatments(m³/hm²)

处理 Treatment	蓄水量 Water storage	泡田用水量 Water for soil absorption	节约用水量 Water economization
免耕抛秧养鸭小区 ^①	300		1300
免耕抛秧不养鸭小区 ^②	300		1300
翻耕抛秧不养鸭小区 ^③		1000	-1000

鸭子销售后获得收益 2317yuan/hm²,除去生产成本,获利 847yuan/hm²。另外,由于在水稻栽培期间未施用农药及除草剂,免耕抛秧养鸭和免耕抛秧不养鸭稻田产出的稻谷销售价格 为 1.4yuan/kg,比翻耕抛秧不养鸭稻田产出的稻谷价格高 0.4yuan/kg,分别增收 2584yuan/hm²、794yuan/hm²。表 5 各处理财务收益比较(yuan/hm²)。

表 5 各处理财务收益比较(yuan/hm²)

Table 5 The comparison of finance income under different treatments												
处理 Treatment	产值 Production value			财务成本 Financial costs							财务净收益 Financial net benefit	
	稻谷 Paddy	鸭子 Duck	鸭苗及 饲料 ^①	尼龙 网 ^②	种子 ^③	化肥 ^④	农药 ^⑤	机耕 ^⑥	劳力 ^⑦	税金 ^⑧		其他 ^⑨
免耕抛秧养鸭小区 No-tillage cast-transplant area with duck	8615	2317	1470	260	239	796			1890	398	734	5145
免耕抛秧不养鸭小区 No-tillage cast-transplant area without duck	6826				239	796			1680	398	734	2979
翻耕抛秧不养鸭小区 Conventional-tillage cast- transplant area without	duck	6032			239	796	320	474	2100	398	767	938

* ① Ducklings and forage,② Nylon net, ③ Seed, ④ Fertilizer , ⑤ Pesticide, ⑥ Cultivation by tractor, ⑦ Labor, ⑧ Tax, ⑨ Other

2.2.2 经济分析 除农户直接感受到的财务收益之外,免耕抛秧养鸭、免耕抛秧不养鸭生产模式通过稻田蓄水,可以节约灌溉用水 1300m³/hm²,按 0.05yuan/m³ 的水价来计算,可分别为社会节约水资源费用 65yuan/hm²,也就是其 MEB 为 65yuan/hm²。

整个稻作期间,免耕抛秧养鸭稻田比翻耕抛秧不养鸭稻田的 CH₄ 排放量减少 5.59g/m²,减少 31.42%;比免耕抛秧不养鸭模式减少的排放量为 3.373g/m²,减少 18.96%;免耕抛秧不养鸭模稻田比翻耕不养鸭稻田的 CH₄ 排放量减少 2.217g/m²,减少 12.46%。向平安估算洞庭湖区稻田排放 CH₄ 的 MEC 值为 1604.8yuan/hm²^①,假设翻耕抛秧不养鸭稻田排放 CH₄ 的 MEC 为 1605yuan/hm²,则免耕抛秧养鸭稻田排放 CH₄ 的 MEC 为 1101yuan/hm²,免耕抛秧不养鸭稻田排放 CH₄ 的 MEC 为 1405yuan/hm²。

免耕抛秧养鸭、免耕抛秧不养鸭、翻耕抛秧不养鸭 3 种生产模式的施肥量均为 315 kg/hm²,按化肥的 MEC 值为 0.15yuan/kg 计算^①,则 3 种生产模式因施肥带来的 MEC 值为 47yuan/hm²。

由于免耕抛秧养鸭和免耕抛秧不养鸭不施用农药,其农药的 MEC 值为 0。翻耕抛秧养鸭生产模式施用农药量为 11kg/hm²,按农药的 MEC 值为 25.73yuan/kg 计算^①,则该模式施用农药的 MEC 值约为 283yuan/hm²。

通过对 3 种水稻生产模式进行财务核算和经济核算分析,免耕抛秧养鸭生产模式获得的经济净效益为 4062yuan/hm²(表 6),比免耕抛秧不养鸭、翻耕抛秧不养鸭生产模式分别高 2470yuan/hm²、5059yuan/hm²,经济效益显著,是一种可持续发展生态农业模式。

表 6 各处理经济效益比较(yuan/hm²)

处理 Treatment	产值 Production value	环境效益 Marginal external benefit	经济成本 Economic costs				经济净效益 Economic net benefit
			财务成本 ^①	化肥环境 成本 ^②	农药环境 成本 ^③	甲烷排放 环境成本 ^④	
免耕抛秧养鸭 No-tillage cast-transplant area with duck	10932	65	5787	47		1101	4062
免耕抛秧不养鸭 No-tillage cast- transplant area without duck	6826	65	3847	47		1405	1592
翻耕抛秧不养鸭 Conventional-tillage cast-transplant area without duck	6032		5094	47	283	1605	—997

* ① Financial cost, ② Environmental cost of fertilizer, ③ Environmental cost of pesticide, ④ Environmental cost of methane emission

3 农户行为分析与促进对策建议

3.1 农户行为分析

农户作为农村社会相对独立的基本单元,包含着整个社会的信息,其生产行为决定着农村资源开发利用和保护管理的状况。农户作为“经济人”,会在各种约束条件下争取最大的收益。在微观经济分析中,农户的唯一目标是利润最大化,而研究人员往往强调生态经济综合效益,这就很可能造成生态经济综合效益最佳并不等于生态农业模式实施者(农户)本身获得的财务效益也最好,二者的不统一可能正是过去生态农业技术推广效果不尽人意的主要根源所在^[8]。

① 向平安. 湖南洞庭湖区水稻生产对生态环境的影响及可持续发展研究. 湖南农业大学博士学位论文, 2004, 24~37

从分析结果可知,免耕稻-鸭生态种养技术的环境经济学特征:农户的财务收益和社会环境效益具有高度一致性,既可以取得良好的财务收益,又有较好的经济和社会效益。在经营良好的情况下,应不存在因财务收益不良而阻碍其推广的情况。该生态技术能否推广成功,关键着眼于农户财务收益能否顺利实现。

3.2 对策与建议

(1)为了实现良好的财务效益和社会效益,技术推广人员应对采取免耕稻-鸭生态种养技术的农户提供足够的技术指导,特别是养鸭技术的指导与服务,如防止鸭病的暴发等。

(2)当前,由于农户行为同时处于承受社会导向和市场调节的复式氛围中,因此,在推广免耕稻-鸭生态种养生技术时,可以采取以点带面的方法,以若干示范工程的成功例子吸引其他农户进行模仿效法。

(3)目前,由于人口压力,人均耕地面积少,人均粮食产量低,而产生了盲目增加农药、化肥来提高粮食产量的现象。而且,由于农药、化肥得到国家补贴,其价格低于应有的均衡价格,导致因过多使用而造成对环境的污染。为了使农业可持续发展,发展和推广生态农业技术,国家应当考虑逐步取消对农药、化肥的补贴,提高农药、化肥对稻谷的比价。

4 结论

(1)免耕稻-鸭生态种养技术是应用食物链理论、生态位理论、互利共生理论构建的生态农业模式。它利用鸭子除虫、除草、防病,不但保护了天敌,也较大幅度减少了农用化学品对生态环境的污染。同时,通过稻田蓄水,可节约用水 $1300\text{m}^3/\text{hm}^2$,为缓解我国农业水资源危机提供了一条可行的途径。

(2)在稻田甲烷排放高峰期,养鸭对甲烷排放的控制效果最为明显。在分蘖始-分蘖盛期,比翻耕不养鸭稻田的甲烷排放量减少了 $4.723\text{g}/\text{m}^2$,降低了 40.5% ,比免耕抛秧不养鸭稻田的甲烷排放量减少 $2.333\text{g}/\text{m}^2$,降低了 25.2% 。而且养鸭对稻田甲烷排放总量有明显的降低作用,这对于改善全球的温室气体效应和实现农业可持续发展具有重大意义。

(3)采用免耕稻-鸭生态种养技术的农户比采用免耕抛秧不养鸭技术或采用翻耕抛秧不养鸭技术的农户分别增加财务净收益 $2166\text{yuan}/\text{hm}^2$ 、 $4207\text{yuan}/\text{hm}^2$;免耕抛秧养鸭生产模式获得的经济净效益为 $4062\text{yuan}/\text{hm}^2$,比免耕抛秧不养鸭、翻耕抛秧不养鸭生产模式分别高 $2470\text{yuan}/\text{hm}^2$ 、 $5059\text{yuan}/\text{hm}^2$ 。免耕稻-鸭生态种养技术既能充分发挥稻-鸭复合生态系统的生态和经济效益,又能较好地克服免耕给生态环境带来的不利影响,是一种很有发展潜力的可持续农业生产模式,具有良好的推广和发展的前景。

References:

- [1] Wang C Q, Wei C M, Li T Q, *et al.* Effect of Different Zero Tillage on The Crop Yield and Soil Property. *Journal of Sichuan Agricultural University*, 2001, **19**(2): 152~154.
- [2] Ji Z S. No-tillage Agriculture in Abroad, *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 1994, **22**(3): 63~68.
- [3] Huang H, Yang Z H, Wang H, *et al.* A Study on The Pattern of Methane Emission in Wetland Rice-duck Complex Ecosystems. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, **23**(5): 929~934.
- [4] Liu X Y, Yang Z P, Huang H, *et al.* A Study on The Sheath Blight's Developing Rules in Rice-duck Compound Ecosystem of Wetland. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, **24**(11): 2579~2583.
- [5] Yang Z P, Liu X Y, Huang H, *et al.* A Study on The Influence of Rice-duck Intergrowth on Spider, Rice Diseases, Insect and Weeds in Rice-duck Complex Ecosystems. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, **24**(12): 2756~2760.
- [6] Parashar D C, Gupta P K, Rai J, *et al.* Effect of Soil Temperature on Methane Emission from Paddy Field. *Chemosphere*, 1993, **26**: 247~250.
- [7] Singh J S, Sing S, Raghubanshi A S, *et al.* Methane Flux from Rice/Wheat Agroecosystem as Affected by Crop Phenology, Fertilization and Water Lever. *Plant and Soil*, 1996, 183: 323~327.
- [8] Mao X Q, Yang R J, Wang H D, *et al.* Environmental Economics Analysis and Policy Study for Eco-farming Pattern. *Research of Environmental Sciences*, 1997, **10**(4): 51~55.
- [9] Huang H. The Function Gathering Rain of Stealthy Reservoir and Reservoir, *Journal of Hunan Agricultural University*, 1997, **23**(6): 499~503.

参考文献:

- [1] 王昌全,魏成明,李廷强,等.不同免耕方式对作物产量和土壤理化性状的影响.四川农业大学学报,2001,**19**(2):152~154.
- [2] 籍增顺.国外免耕农业研究.山西农业科学,1994,**22**(3):63~68.
- [3] 黄璜,杨志辉,王华,等.湿地稻-鸭复合系统的 CH_4 排放规律.生态学报,2003,**23**(5):929~934.
- [4] 刘小燕,杨志平,黄璜,等.湿地稻-鸭复合系统中水稻纹枯病的变化规律.生态学报,2004,**24**(11):2579~2583.
- [5] 杨志平,刘小燕,黄璜,等.稻田养鸭对稻鸭复合系统中病、虫、草害及蜘蛛的影响.2004,**24**(12):2756~2760.
- [8] 毛显强,杨居荣,王华东,等.生态农业模式的环境经济学分析及政策研究.环境科学研究,1997,**10**(4):51~55.
- [9] 黄璜.湖南境内隐形水库与水库的集雨功能.湖南农业大学学报,1997,**23**(6):499~503.