

稻鸭共作控螺灭草及经济效益分析

夏前程, 王亚秀, 张泽荣, 曹家林, 陈果, 汪磊, 唐里万, 邬贤梦*, 陈灿*

湖南农业大学农学院, 湖南 长沙

Email: 1404448709@qq.com, *523779192@qq.com, *CC973@126.com

收稿日期: 2020年10月8日; 录用日期: 2020年10月20日; 发布日期: 2020年10月27日

摘要

为探索稻鸭共作种养模式下稻田不同种类杂草数量和福寿螺数量的变化动态, 本文阐明了稻鸭共作种养模式的杂草和虫害防控机理以及分析了稻鸭共作模式的经济效益。于2018年4月在湖南农业大学浏阳实习基地进行试验研究, 试验设置: 打农药、打除草剂、打灭螺剂种植模式(简称CK); 打农药、打除草剂、不打灭螺剂、放鸭种养模式(简称DK); 不打农药、不打除草剂、不打灭螺剂、放鸭种养模式(简称RD)。结果表明: 稻鸭共作种养模式下, 鸭子具有为水稻控螺、除草、松土、供肥、改善稻田生态环境的作用, 稻田又能为鸭子提供水源和适量食物及休息场所。该模式下能生产出无公害、绿色、优质的稻米, 并且鸭子具有明显的省肥、省药、省工、节本、增收和保护环境的作用。

关键词

稻鸭共作, 控螺, 除草, 经济效益

Analysis on *Pomacea canaliculata* Control and Weed Control and Economic Benefit of Rice-Duck Farming

Qiancheng Xia, Yaxiu Wang, Zerong Zhang, Jialin Cao, Guo Chen, Lei Wang, Liwan Tang, Xianmeng Wu*, Can Chen*

College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha Hunan

Email: 1404448709@qq.com, *523779192@qq.com, *CC973@126.com

Received: Oct. 8th, 2020; accepted: Oct. 20th, 2020; published: Oct. 27th, 2020

*通讯作者。

文章引用: 夏前程, 王亚秀, 张泽荣, 曹家林, 陈果, 汪磊, 唐里万, 邬贤梦, 陈灿. 稻鸭共作控螺灭草及经济效益分析[J]. 农业科学, 2020, 10(10): 853-859. DOI: 10.12677/hjas.2020.1010130

Abstract

To explore the dynamics of different types of weeds and *Pomacea canaliculatas* in paddy fields under the rice-duck co-cropping mode, the prevention and control mechanism of weeds and pests in the rice-duck co-cropping mode was clarified, and the economic benefits of the rice-duck co-cultivation mode were analyzed. In April 2018, an experimental study was conducted at the Liuyang Practice Base of Hunan Agricultural University, and the experiments set up: planting mode of pesticide, herbicide and molluscicide (CK); pesticide, herbicide, molluscicide and duck breeding mode (DK); no pesticide, no herbicide, no molluscicide, and duck breeding mode (RD). The results show that ducks can control *Pomacea canaliculatas*, weed, loosen soil, supply fertilizer and improve the ecological environment of paddy field, and paddy field can provide water source, proper food and rest place for ducks. Under this mode, pollution-free, green and high-quality rice and ducks can be produced, which has obvious effects of saving fertilizer, medicine, labor, cost, income and environmental protection.

Keywords

Rice-Duck Farming, *Pomacea canaliculata* Control, Weed Control, Economic Benefit

Copyright © 2020 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

水稻作为我国的第一大粮食作物,对保障国家的粮食安全起着至关重要的作用[1]。当前我国的耕地面积日益减少,撂荒现象严重,单一水稻种植模式重施农药化肥以期获得较高的产出,这一措施在一定程度上提高了水稻产量的同时,导致土壤理化性状变差和农业环境受到污染。如何使现有的农业生产技术向“高效、生态、安全”的方向发展,是稻田生态种养重要的研究课题,也是保障国家粮食安全的战略目标[2] [3]。

随着农田集约化的程度不断提高,化学除草剂已成为目前全世界常规水稻生产的首选防治措施。然而化学除草剂的大面积使用和过度依赖,不仅导致水稻生产成本上升、农业环境污染加剧、农产品品质下降[4],而且长期使用有限的除草剂,导致杂草抗性变强,更加耐药;与此同时降低稻田生物多样性,稻田中有益生物受到制约,虫害与杂草防治同时也杀死田间益虫,从而破坏稻田生态系统的稳定性[5]。福寿螺作为入侵物种,大面积影响我国南方稻作区,常规防控方法采用灭螺剂,同样对田间其它生物造成不可逆转的影响。因此,绿色高效的杂草防控方法,平衡稻田物种多样性,确保粮食安全,发展农业绿色生产,已成为人们逐渐关注的核心,稻田生态种养的理念与此不谋而合。稻鸭共作模式是一种有效利用自然资源、能量、有效减少农药化肥投入、节约生产成本、安全省力、鸭稻兼得、增加收入、简单实用的生态农业技术模式[6] [7] [8]。本文客观分析稻鸭共作模式对田间杂草、福寿螺的影响及其经济效益,以期今后为稻鸭共作种养模式的推广提供更多的实践和理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验地点与材料

1) 试验地点: 试验于 2018 年 4 月在湖南农业大学浏阳实习基地进行(E113.8°, N28.3°), 该地区属于

亚热带季风湿润气候,年平均气温 16℃~18℃,≥10℃的有效积温 5000℃~5500℃,无霜期 260~320 d,年降水量 1200~1500 mm。

2) 供试材料:供试水稻品种为陆两优 996,该品种主要特征为株叶形态优良、茎秆粗壮、繁茂性好、耐肥抗倒、分蘖力强、穗大粒多、抽穗整齐、千粒重大、结实率高,湖南农业大学水稻科学研究所提供;供试鸭苗为当地麻鸭;鹅苗为当地白鹅,鹅起到对鸭子天敌警示和驱赶作用。

3) 试验设计:试验设 3 个处理。处理一:打除草剂 + 打灭螺剂 + 不放养鸭(CK);处理二:打除草剂+不打灭螺剂+放养鸭(简称 DK);处理三:不打除草剂 + 不打灭螺剂 + 放养鸭(简称 RD)。三个试验区面积共 4000 m²,用田埂分成 3 个大区,其中处理一 CK 面积为 667 m²,处理二 DK 面积为 1667.5 m²,处理三 RK 面积为 1667.5 m²。各处理分别按对角线设置 15 个 1 m²观测取样点;在放鸭前检测各点的杂草种类及数量,福寿螺数量,之后每隔 14 天进行取样检测并记载数据。

4) 田间管理:水稻移栽期为 4 月 29 日,移栽密度为 14.0 cm × 21.0 cm,行距为 14 cm,株距为 21 cm,试验过程保持三种处理的田间管理水平一致。三个试验处理,插秧前(4 月 29 日插秧)均施有机肥 500 kg/667 m²,返青期(5 月 2 日)追施尿素返青肥 35 kg/667m²,孕穗期(6 月 28 日)施复合肥 35 kg/667 m²;打农药(CK)两次分别是苗期和拔节孕穗期;打灭螺剂(CK)三次分别是插秧前、分蘖前期和孕穗前期;打除草剂(CK 和 DK),两次分别是插秧前和返青期后 5 天。(灭螺剂、除草剂根据所买药品说明进行使用,本实验所使用药品计量:噻吩酰胺 240 g、吡蚜酮 5 g 兑水 15 公斤喷施一亩;灭螺剂清螺安亩撒施 150 g;除草剂草甘膦 100 g 兑水 15 公斤喷施一亩。)

5) 鸭子管理:三个试验处理,DK 和 RD 分别在返青期后 5 天(5 月 7 日),晴天放 35 只 20 日龄幼鸭,鸭田周围用铁网围起来,防止鸭子外逃和天敌伤害,选取小区适宜位置合理搭设鸭棚以供鸭子休息与喂食。在鸭舍配备两只鹅,夜间与鸭子混养休息。每天查看鸭子活动情况,定期巡查,依据具体情况适当投放饵料,辅助喂食、人工驱赶等办法引导鸭子在田中均匀作业,并严防鸭子外逃和天敌的伤害。水稻乳熟期收回鸭子,稻鸭共同生长时间均为 60 d。

2.2. 测定项目与方法

2.2.1. 杂草种类及数量,福寿螺数量

杂草调查方法:采用样框法,每个样框面积 1 m² (1 m × 1 m),按对角线设置 15 个取样点,之后每隔 14 d 调查 1 次,记录每个样框内所有的杂草种类、每种杂草数量、福寿螺数量,放鸭前进行第 1 次杂草调查。

2.2.2. 产量构成

采用五点取样法,每点从中选取代表性水稻 10 穴,共 50 穴,考察有效穗数、每穗粒数、千粒重等、结实率产量构成因素并计算理论产量。

$$\text{每亩理论产量(kg)} = [\text{每亩有效穗数} \times \text{每穗粒数} \times \text{结实率}(\%) \times \text{千粒重(g)}] \times 10^{-6}$$

$$\text{每亩实际穴数} = 666.7 (\text{m}^2) / [\text{行距(m)} \times \text{株距(m)}]$$

$$\text{每亩有效穗数} = \text{每亩实际穴数} \times \text{每穴有效穗数}$$

$$\text{结实率}(\%) = \text{实粒数} / \text{总粒数}$$

2.2.3. 经济效益

记录试验过程中所有支出,对比稻鸭共作种养模式和水稻单一种植模式的经济效益。

2.3. 数据统计

数据分析处理采用 Excel。

3. 结果与分析

3.1. 鸭稻共作种养模式和常规种植模式下福寿螺数量变化情况

三种不同试验处理下福寿螺的数量变化情况(见图 1), 试验数据表明 CK 中福寿螺的数量最少, 说明灭螺剂对福寿螺起到了很好的控制作用。DK 中福寿螺起始数量高于 RD, 但在放养鸭后可以看出 DK 和 RD 中福寿螺的数量逐渐下降, 最后与打灭螺剂的 CK 效果相当。在稻鸭共作种养模式中, 鸭子可以直接吃掉害虫, 如福寿螺、卷叶虫等, 一定程度上抑制了田间福寿螺的数量, 降低了农药的使用。

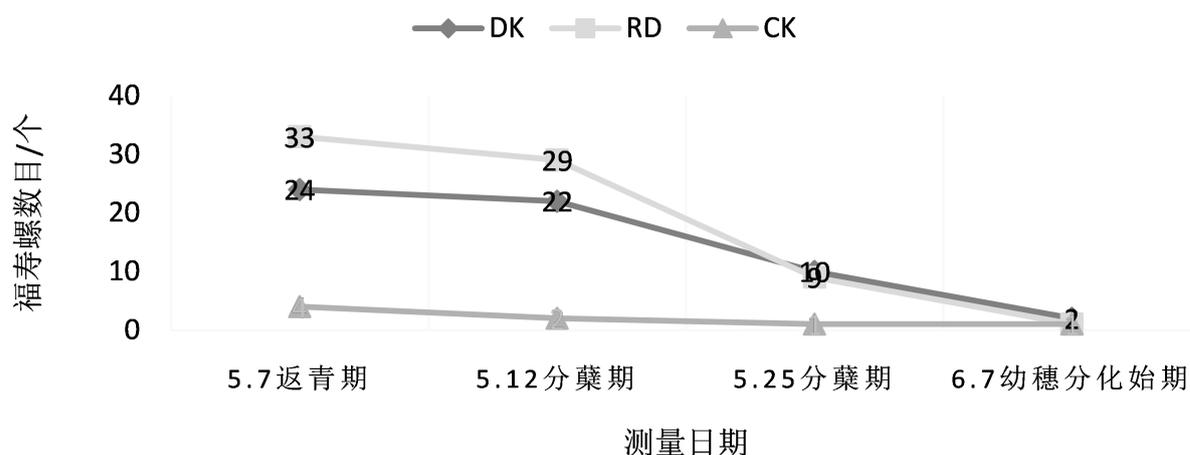


Figure 1. The change of the number of *Pomacea canaliculate* in different periods of rice-duck co-breeding

图 1. 稻鸭共育各时期福寿螺数量变化情况

3.2. 鸭稻共作种养模式和常规种植模式下四种杂草数量变化情况

鸭子在田间觅食和踩踏, 很难使杂草再生长和存活, 与不放鸭处理比较, 放鸭稻田不同程度上也抑制住了杂草的生长。由表 1 可知, CK 和 DK 组前期喷施除草剂后, 5 月 12 日进行第一次基础测量, 从表中可以看出第一次测量 RD 组的杂草数量是 CK 和 DK 组的数倍(CK 的 9 倍、DK 的 7.5 倍), 这说明除草剂的控制效果显著。从表中看出 RD 和 DK 组的杂草数量逐渐减少, DK 处理 6 月 7 日比 5 月 12 日稗草、空心莲子草、节节草、陌上草分别降低了 61.1%、40%、50%、33.3%, RD 处理 6 月 7 日比 5 月 7 日稗草、空心莲子草、节节草、陌上草分别降低了 69.1%、62%、62.8%、67.5%, 这说明鸭子对杂草生长有防控效果。CK 处理的杂草数量逐渐上升, DK 处理 6 月 7 日比 5 月 12 日稗草、空心莲子草、节节草、陌上草提高了 50%、50%、50%、80%, 可能是前期除草剂的药效结束后杂草从新生长。总体来看, 前期喷施除草剂后期放鸭的 DK 组防控效果最好。

3.3. 不同处理对水稻产量及产量构成因素的影响

由表 2 可知, 对比 CK 处理和 DK 处理, CK 处理的产量高于 DK 处理, 每亩可达 491.35 kg, DK 处理产量次之, 每亩可达 496.92 kg, RD 处理产量最低, 每亩可达 491.35 kg。DK 处理和 RD 处理的理论产量相对于 CK 处理降低了 5.96%和 6.05%, RD 处理的实际产量比 DK 处理低了 1.12%。DK 处理和 RD 处理的每穗粒数、千粒重、结实率均低于 CK 处理。总体来看, 本试验中两个稻田养鸭的处理水稻理论产量均低于水稻单一种植模式。

Table 1. Effects of different treatments on the quantity change of four weeds
表 1. 不同处理对四种杂草数量变化的影响

处理	日期	杂草种类			
		稗草/株	空心莲子草/株	节节草/株	陌上草/株
CK	5月12日	15	3	2	1
	5月25日	20	5	2	2
	6月7日	31	6	4	5
DK	5月12日	18	5	2	3
	5月25日	10	5	2	2
	6月7日	7	3	1	2
RD	5月7日	136	100	94	40
	5月25日	61	56	51	20
	6月7日	42	38	35	13

Table 2. Effects of different treatments on rice yield and yield components
表 2. 不同处理对水稻产量及产量构成因素的影响

处理	有效穗数/穴	每穗粒数/粒	千粒重/g	结实率/%	理论产量 kg/667m ²
CK	14	107	26.34	79.8	522.48
DK	14	99	25.57	77.1	496.92
RD	14	101	25.55	76.0	491.35

3.4. 经济效益分析

水稻单一种植模式只产水稻,按照每公斤水稻 2.4 元计算,产量 522.48 kg/667m²,产值为 1253 元,净收入为 778 元。而稻鸭共作种养模式则实现了稻鸭共收,按照同等价格计算,产量 491.35 kg/667m²产值为 1179 元,加上鸭子(每亩 17 只鸭子每只 70 元)的收入 1190 元,鹅(每亩配备 2 只鹅每只 100 元)收入 200 元,共收入 2614 元,净收入 1414 元,与常规水稻种植模式相比超出 636 元,而且鸭稻共作种养模式生产的水稻为绿色食品,若按照绿色食品价格高出市场同类食品价格 15%计算[9],则稻鸭共作种养模式经济收入高出常规种植模式 738 (/667 m²)。从资金投入来分析,常规水稻种植模式农药、化肥占总投资的 80%;而稻鸭共作种养模式,投入主要用于鸭苗、网子、饲料的购买,占总投资的 90%以上(见表 3)。从表中可以看出虽然稻鸭共作模式前期投入远高于水稻单一种植,但后期收益接近常规种植的两倍,更重要的是鸭稻共养模式产生的生态效应和社会效应是无法估量的,从总体上来看稻鸭共养模式的经济效益高出水稻单一种植模式。

Table 3. Estimates of economic benefits for rice-duck farming and rice mono-farming system (yuan/667m²)
表 3. 单一水稻种植模式与稻鸭共作种养模式经济效益估算表(元/667m²)

处 理	物化成本						劳动力成本						成本合 计	产值		收益
	灭螺 剂	除草 剂	农 药	鸭 苗	鹅 苗	网 子	饲 料	围 网	喂 鸭	打 药	施 肥	管 理		鸭鹅	稻米	
CK	15	40	20	0	0	0	0	0	0	100	100	200	475	0	1253	778
RD	0	0	0	210	40	50	400	50	100	0	50	300	1200	1390	1224	1414

注：计算：稻谷价格统一按 2.4 元/kg 计算。

4. 讨论与结论

与水稻单一种植模式相比，稻鸭共作种养模式利用鸭子的野食性和杂食性可以一定程度上抑制稻田的害虫、杂草、福寿螺，具有一定的防控作用，有效减少农药、除草剂和灭螺剂的使用。黄福旦[10]等在鸭子对水稻病虫害的研究中发现，放鸭的稻田中稻飞虱和稻宗卷叶螟的数量全程保持在极低的水平，萌发的杂草在放鸭复水后未见长成，显示了良好的控制效果。本研究表明，DK、RD 处理均可以有效降低杂草数量，其中 DK 处理的效果最好，DK 处理各时期杂草数量均低于 RD 和 CK，前期一次除草剂的喷施抑制了大部分杂草种子的萌发，结合放鸭后鸭子的活动觅食，由此使得 DK 处理控草效果最好。除草剂的施用对稻田福寿螺也存在一定程度影响，本研究表明，CK、DK、RD 处理均有效降低福寿螺数量，CK 处理效果最为明显，灭螺剂效果明显。DK 处理前期福寿螺数量低于 RD 处理。赵兰[11]等通过对不同浓度下四种除草剂对福寿螺的影响研究中发现，除草剂对福寿螺等水生动物的呼吸代谢存在一定程度抑制作用。章家恩等在鸭子对福寿螺的控制效果研究中发现，鸭子对仔螺、中螺、成螺的控制效果分别为 100%、90%、50%，鸭子不喜食福寿螺卵块卵块，但鸭子的活动可对卵块产生一定干扰作用。稻鸭共作下鸭子粪便又可为稻田提供有机肥，减少了化肥农药的大量使用。兰国俊[12]等在对稻田养鸭对土壤养分的影响中发现，稻田放鸭后稻田面养分含量上升，且随鸭子成长排泄物增多养分增长，相比单纯施用化肥更易于水稻吸收且持续时间长，稻鸭共作水稻生育后期取样发现土壤有机质含量高于水稻单作。稻鸭共作不仅改善了土壤理化性状，同时保护农田生态环境，取得了较高的经济效益和生态效益[13] [14]。

同时，杂草病虫害的防控应结合农艺、生态调控等措施综合治理，在保障水稻高产、高效、优质的同时有利于水稻生产的可持续发展[15]。此外，稻鸭共作种养模式还存在一些关键技术要求，需要更深入的研究和解决。1) 水稻品种的选择。需选择高产抗逆性强的品种作为试验品种，如高秆且抗倒伏性强，可延长鸭子在稻田的生长期。种植水稻前应施用适量的基肥作保障，虽然鸭子可以产生一定量的有机肥，但不能完全供应水稻生长发育所需要的养分。这样才能达到稻谷高产、稳产、优质的目标。2) 稻田病虫害的防控。虽然鸭子可以一定程度上起到病虫害草的抑制，但不能从根本上解决病虫害草的问题，尤其在水稻病虫害防控方面，且仅仅依靠鸭子的役用功能太过于单一，在减少化学防控的基础上还应结合其他物理防控和生物防控；如物理防控：黄、蓝诱虫板诱杀蚜虫、稻蓟马等，利用害虫对灯光的趋向性设置诱虫灯，化学防控：利用高效、低毒的生物农药，在水稻田埂上种植趋避植物或者诱集植物驱避害虫如罗勒或吸引害虫的天敌如香根草。3) 鸭子品种的选择。刘军[16] (稻田养鸭防控福寿螺的效果及对水稻产量的影响)等在放养不同品种鸭进行稻鸭共作模式的研究中发现，金定鸭比本地麻鸭更适合稻鸭共作模式，金定鸭个头比本地麻鸭小，对水稻的机械损伤相对较少，运动和采食能力优于本地麻鸭，防控福寿螺效果更为显著。放养的鸭子应根据实际情况进行选择，优先放养适应性好、个头偏小、取食能力强的鸭子品种。4) 鸭子日常的管理。稻田养鸭需要在稻田设置鸭棚，在鸭棚定时定点喂食，让鸭子养成回巢的习性，投食量不宜过大，促使鸭子在稻田觅食，提高对病虫害草的控制能力。定期巡视鸭子的田间活

动情况,如发现鸭子不喜在田间觅食,提前在鸭棚等待喂食,可能是稻田内食物不充足应及时调整饲喂量。5) 养鸭的成本。一般而言,购买饲料花销占养鸭大部分支出,稻田里的杂草不能满足鸭子的生长需求,需要饲料或其它食物补充,因而可以在稻田周围种上一些鸭子食用的饲料类植物,减少喂鸭成本。6) 鸭鹅共养。每亩配备2只鹅,在鸭舍混养鸭子和鹅,利用鹅超强的领地意识,可以对黄鼠狼,蛇等鸭子的天敌起到驱赶和威慑作用。7) 鸭子疾病的防治。本次实验所有鸭子均在下田前完成鸭瘟疫苗和病毒性肝炎的注射,但还是发现个别的鸭子死亡。进入稻田后有许多不可控因素,如暴雨后的高温天气,连续高温天气均可能造成鸭群疾病的产生。因此针对鸭群疾病应坚持“早发现,早治疗,预防为主,治疗为辅”的原则,如若发现有鸭子的异常表现应及时隔离,死鸭及时掩埋。

稻鸭共作模式的推广应用可产生良好的生态-经济-社会效益,充分合理利用稻田资源,提高农民经济收入,发展稻田立体种养生态模式对提高水稻的产量和质量具有十分重要的现实意义[17]。稻鸭共作种养模式对杂草和福寿螺有显著的防控作用,能有效减少化学农药的用量和次数,与单一水稻种植模式相比,实现了种养结合,农名的增收,是一种循环高效的生态农业模式,值得广泛推广。

参考文献

- [1] 田祖庆,周精华,刘慈明,等. 影响稻米品质的因素分析及高档优质一季晚稻生产关键技术[J]. 杂交水稻, 2020, 35(3): 53-55.
- [2] 陈灿,郑华斌,黄璜,等. 稻田养鳅模式对稻米品质 and 经济效益的影响[J]. 中国稻米, 2015, 21(4): 124-127.
- [3] 罗明,霍中洋,张洪程,等. 稻米品质及其影响因素的分析[J]. 吉林农业科学, 2005, 30(1): 18-20.
- [4] 董立尧,高原,房加鹏,陈国奇. 我国水稻田杂草抗药性研究进展[J]. 植物保护, 2018, 44(5): 69-76.
- [5] 吴春华,陈欣. 农药对农区生物多样性的影响[J]. 应用生态学报, 2004(2): 341-344.
- [6] 王强盛,黄丕生,甄若宏,等. 稻鸭共作对稻田营养生态及稻米品质的影响[J]. 应用生态学报, 2004(4): 639-645.
- [7] 甄若宏,王强盛,何加骏,等. 稻鸭共作对水稻产量和品质的影响[J]. 农业现代化研究, 2008(5): 615-617.
- [8] 陈翠竹,徐艳,相华. 氮肥对稻米品质的影响研究综述[J]. 安徽农学通报, 2008(18): 51-54.
- [9] 王绍凤,赵国杰. 绿色食品的环境成本及其价格制定[J]. 价格理论与实践, 2008(5): 72, 78.
- [10] 黄福旦,李斌,王国荣,等. 鸭子对水稻病虫害的控制效果[J]. 浙江农业科学, 2017, 58(7): 1214-1216.
- [11] 赵兰,骆世明,等. 不同浓度下四种除草剂对福寿螺和坑螺的生态毒理效应[J]. 生态学报, 2011, 31(19): 5720-5727.
- [12] 兰国俊,胡雪峰,程畅,等. 稻鸭共生对土壤养分和水稻病虫害防控的影响[EB/OL]. 土壤学报, 1-12. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1119.P.20200826.0919.002.html>, 2020-09-30.
- [13] 卞有生. 生态农业中废弃物的处理与再生利用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000: 1-83.
- [14] 向平安,黄璜,黄梅,等. 稻-鸭生态种养技术减排甲烷的研究及经济评价[J]. 中国农业科学, 2006(5): 968-975.
- [15] 侯立刚,赵国臣,刘亮,等. 有机水稻生产环境下稻鸭共作对稻米品质影响性研究[J]. 北方水稻, 2010, 40(6): 31-32, 51.
- [16] 刘军,谭济才,黄新,等. 稻田养鸭防控福寿螺的效果及对水稻产量的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2011, 37(2): 185-188.
- [17] 郑华斌,陈灿,王晓清,等. 水稻垄栽种养模式的生态经济效益分析[J]. 生态学杂志, 2013, 32(11): 2886-2892.