

稻鸭共作对水稻条纹叶枯病发生规律的影响

甄若宏¹, 王强盛¹, 张卫建¹, 卞新民^{1, *}, 沈晓昆², 李元喜³

(1. 南京农业大学农学院, 南京 210095; 2. 江苏省镇江市科技局, 镇江 212001; 3. 南京农业大学植保学院, 南京 210095)

摘要:由灰飞虱传毒危害的水稻条纹叶枯病是近年来在我国部分稻作区严重发生的病毒病害。作为稻作生产生态实践模式之一的稻鸭共作技术对稻田病虫草具有显著的控制效应,然而目前还没有关于稻鸭共作对灰飞虱和条纹叶枯病影响的报道。因此,于 2004~2005 年在南京农业大学东台试验场进行了田间实验,共设计了 4 个处理,分别为常规稻作区(不养鸭、施药)、稻鸭共作区(养鸭、不施药)和秧田期覆盖防虫网、栽后大田稻鸭共作区(秧田覆盖防虫网、栽后稻田养鸭、不施药)和对照区(不养鸭、不施药)。结果表明:稻鸭共作以及秧田期覆盖防虫网、栽后大田稻鸭共作处理对灰飞虱有显著的控制效应,因此也显著降低了两处理在水稻整个生长期条纹叶枯病的发病率;稻鸭共作处理对条纹叶枯病的综合防效为 79.44%,略高于常规稻作 78.82%的防效,而秧田期覆盖防虫网、栽后大田稻鸭共作处理对稻田灰飞虱和条纹叶枯病的防治效果最好,对条纹叶枯病的防效超过 94.01%。总之,通过以上试验结果可知,稻鸭共作尤其是秧田期覆盖防虫网、栽后稻鸭共作处理为防治条纹叶枯病提供了一条安全高效的生态控制途径。

关键词:稻鸭共作;防虫网;灰飞虱;条纹叶枯病

文章编号:1000-0933(2006)09-3060-06 **中图分类号:**Q145,Q968 **文献标识码:**A

Effects of rice-duck integrated farming on developing regularity of rice stripe disease

ZHEN Ruo-Hong¹, WANG Qiang-Sheng¹, ZHANG Wei-Jian¹, BIAN Xin-Min^{1, *}, SHEN Xiao-Kun², LI Yuan-Xi³ (1. College of Agronomy, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Zhenjiang Sci-technology Bureau of Jiangsu Province, Zhenjiang 212001, China; 3. College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(9): 3060~3065.

Abstract: Rice stripe disease transmitted by brown planthopper is one of the most serious viral disease in some rice-growing areas of China in recent years. As an ecological practice of rice growing, rice-duck integrated farming has shown great effects on the controls of rice insects, diseases and weeds. However, there is no direct field evidence of the integrated farming effects on brown planthopper and rice stripe disease. Here we examined the effects of different rice-growing systems on controlling brown planthopper population and rice stripe disease in field experiments in Dongtai experimental station of Nanjing Agricultural University, Jiangsu Province, China from 2004 to 2005. The treatments included Common rice production system (CR: no duck, spraying chemistry pesticide), Rice-duck integrated system (RD: with duck, no chemistry pesticide), Rice-duck integrated system with insect proof net during seedling stage (NRD: plants covered with insect proof net during the seedling stage plus the RD treatment) and Control system (CK: no duck, no insect proof net, no chemistry pesticide). Results showed that the RD and NRD treatments significantly reduced brown planthopper population, resulting in great decline in the incidence of rice stripe disease

基金项目:江苏省农业科技资助项目 (BC2005312); 江苏省环保科技资助项目 (2004019); 国家科技攻关重大资助项目 (2002BA516A14, 2001BA508B); 国家 863 计划资助项目 (2001AA245041)

收稿日期:2006-01-10; **修订日期:**2006-07-31

作者简介:甄若宏 (1978~), 女, 河北石家庄人, 博士生, 主要从事环境生态、农业生态和信息技术研究. E-mail: qswang@njau.edu.cn

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: bjxml@sina.com

Foundation item: The project was supported by Agriculture Sci-technology Program of Jiangsu Province (No. BC2005312), Environmental Sci-technology program of Jiangsu Province (No. 2004019), Key program of Sci-technology of China (No. 2002BA516A14, 2001BA508B), 863 Plan Program of China (No. 2001AA245041)

Received date: 2006-01-10; **Accepted date:** 2006-07-31

Biography: ZHEN Ruo-Hong, Ph.D. candidate, mainly engaged in environment ecology, agriculture ecology and information technology. E-mail: qswang@njau.edu.cn

during all stages of rice growth. The highest reduction in brown planthopper population was found in the NRD treatment with over 94.01 % reduction of rice stripe disease. The RD treatment decreased rice stripe disease incidence by 79.44 %, higher than that in CR treatment (78.82 %). The findings suggest that rice-duck integrated farming, especially plant covered with insect proof net cover during the seedling stage, is a safe and high efficiently ecological approach for controlling rice stripe disease in China.

Key words:rice-duck integrated farming; insect proof net; brown planthopper; rice stripe disease

近年来,水稻条纹叶枯病在江苏稻作生产区大面积暴发流行,发生面积达到 150 万 hm² 以上,波及全省水稻种植面积 的 70 % ~ 80 %,造成水稻减产,部分稻田基本绝收,严重威胁水稻生产和粮食安全,成为农业生产关注的热点和难点。水稻条纹叶枯病是由灰飞虱传毒引起的重大毁灭性病毒病害,为了控制灰飞虱的传毒危害、防治条纹叶枯病的蔓延,夺取水稻稳产增产,江苏稻区大打防治战役,加大了化学农药的使用量和使用频率,一定程度上控制了条纹叶枯病的扩展,但大量化学性农药的使用势必会增强稻田病虫的抗药性,破坏害虫、天敌和竞争种之间的生态平衡,污染农田环境和稻米品质。

起源于我国、发展于日本等亚洲国家的稻鸭共作技术,利用鸭子旺盛的杂食性和不间断的田间活动可有效控制稻田病虫的发生,在一定程度上可以代替化学药剂的使用,有利于保护农田生态环境^[1]。目前,稻鸭共作对稻田病虫害的影响已有一些研究^[2~7],但稻鸭共作对水稻条纹叶枯病发生规律的影响还未见报道,本试验通过鸭子在稻田时空生态位的增加,对稻田灰飞虱和条纹叶枯病发生发展动态进行了研究,旨在为频频暴发的条纹叶枯病提供新的控制途径,为稻鸭共作技术的广泛应用提供理论基础和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2004 ~ 2005 年在南京农业大学东台试验场进行,土壤类型为潴育型水稻土,肥力中等。试验设常规稻作区(Common rice production system,CR)、稻鸭共作区(Rice-duck integrated farming,RD)、秧田期防虫网覆盖、栽后大田稻鸭共作区(plants covered with insect proof net during the seedling stage plus the RD treatment ,NRD)和对照区(Control system,CK),每小区面积 178m²,各处理重复 3 次,其中 CR、RD、CK 处理在秧田期不用防虫网覆盖育秧。对照区不养鸭、不用药剂防治病虫害;稻鸭共作区和秧田覆盖防虫网的稻鸭共作区四周都用尼龙网围起来,设立鸭棚以供鸭子休息和取食所用,田间水层深度以鸭脚能踩到土层为宜,在水稻移栽后不施药防治病虫害;常规稻作区根据高产栽培措施进行,使用 60 % 丁草胺乳油防治杂草、20 % 三环唑可湿性粉剂防治稻瘟病、20 % 井冈霉素可湿性粉防治稻曲病和纹枯病、10 % 吡虫啉防治条纹叶枯病和稻飞虱、20 % 三唑磷乳油防治二化螟、三化螟和稻纵卷叶螟。水稻品种选用武香粳 14 号,6 月 16 日移栽,株行距为 16.67cm × 26.67cm,鸭子选用高邮麻鸭,于水稻移栽后 10d 将鸭龄 10d 的鸭子放入稻田,每小区放鸭 4 只,抽穗期将鸭收回,共作时间为 70d。

1.2 试验方法

灰飞虱分析参照《粮油作物病虫鼠害预测预报》^[8],条纹叶枯病分析参照《水稻病毒病》^[9],从水稻移栽当日起每 5d 调查 1 次,一直到抽穗期,观察病型,计算百穴虫量、病株率、病穴率,水稻抽穗收鸭上岸后,再于水稻齐穗后每 10d 调查 1 次,观察水稻抽穗后灰飞虱和条纹叶枯病的发生情况。

2 结果分析

2.1 试验场灰飞虱年生活史和水稻条纹叶枯病的发病规律

通过近年来当地植保部门的资料统计及两年的田间实际调查数据分析了试验场灰飞虱和水稻条纹叶枯病的发生动态。灰飞虱是导致水稻条纹叶枯病

表 1 试验场灰飞虱年生活史

Table 1 Life history of brown planthopper in experimental station	
发生世代	发生时间(月·日)
Developing generation	Developing time (month·day)
第 1 代 The first generation	06-20
第 2 代 The second generation	06-14 ~ 07-20
第 3 代 The third generation	07-10 ~ 08-14
第 4 代 The fourth generation	07-25 ~ 09-07
第 5 代 The fifth generation	08-19 ~ 10-05
第 6 代 The sixth generation	09-24 ~ 翌次年 next year

发生的主要传毒介体,试验场灰飞虱的年生活史见表 1。灰飞虱在试验场 1 年发生 6 代,而致使水稻发生条纹叶枯病的主要侵染源是灰飞虱的一代成虫,这主要是因为麦田、稻桩以及田边杂草上滞育越冬的第 6 代灰飞虱若虫,在来年气温回升后就开始羽化发育,但此期灰飞虱并没有发生迁移,要继续留在麦田繁殖。在 5 月下旬麦子收获前后,大量的一代灰飞虱成虫从麦田迁移到水稻秧田或者早稻田中产卵繁殖,致使水稻发病。水稻移栽后灰飞虱第 2 代若虫在大田开始大量孵化,因灰飞虱耐寒怕热^[9],第 3 代、第 4 代灰飞虱会由于高温而受到抑制,虫量相对较低。8 月下旬,温度下降,天气转凉,灰飞虱虫量又有升高的趋势。

自水稻移栽之日起,大田就不断有条纹叶枯病病株出现,一直到成熟期,而且表现出 3 种不同的发病类型(表 2),即假枯心、黄化枯死以及各种类型的病穗。假枯心主要是由麦田迁移来的一代灰飞虱成虫危害秧苗,致使一些田块在秧田期就开始出现病株,而一些田块到大田移栽后才开始显症的结果,此期水稻处于旺盛生长期,危害损失相对较小;而黄化枯死的主要侵染源是第 2 代灰飞虱若虫对水稻的危害以及稻田病株累积造成的,这个时期水稻的补偿能力较弱,损失大。因而,不同时期、不同数量的灰飞虱都会直接影响到条纹叶枯病的发病程度和病型,防治灰飞虱就成为了控制条纹叶枯病的关键所在。

2.2 稻鸭共作对稻田灰飞虱发生动态的影响

图 1、图 2 为稻鸭共作期间各处理灰飞虱若虫、成虫的动态变化。由此可知, RD 处理在鸭子入田前 15d 由于鸭龄较小,对灰飞虱的防效较低,之后随着鸭子的成长,对稻田环境逐渐适应,捕食能力也逐渐增加,以及稻田灰飞虱的活动范围基本处于稻株的中下部,完全在鸭子的可控制范围内,因此在共作期间, RD 处理的灰飞虱成、若虫总量都显著低于 CK 处理,差异达极显著 ($p < 0.01$),总体防效分别达到 64.20 %和 56.97 %; CR 处理,由于化学农药的使用,对灰飞虱成、若虫也有明显的控制作用,其灰飞虱成、若虫总量也显著低于 CK 处理 ($p < 0.01$),防效分别达到 64.18 %和 55.31 %,稍低于 RD 处理的防效,这是因为化学农药具有时效性、局限性等特点,而鸭子对灰飞虱的控制作用则具有经常性、持续性和高效性所致,可见稻田放入鸭子后对灰飞虱的生物防治作用可与常规化学药剂的使用效果相媲美;NRD 处理在水稻抽穗前灰飞虱成、若虫数量一直处于相对较低的水平,这是秧田期覆盖防虫网,秧田灰飞虱虫量基数较低,随后在大田进行稻鸭共作后,鸭子又对灰飞虱表现了卓越的控制功能所致,使得 NRD 处理对灰飞虱的成若虫防效分别达到 88.88 %和 89.35 %,显著 ($p < 0.01$) 高于 RD 和 CR 两处理的防效。

表 2 试验场条纹叶枯病发生规律

Table 2 Developing regularity of rice stripe disease in experimental station

病害发生期 Disease periods	病害发生型 Disease types	病症始见期 Time of disease first appearance
分蘖期 Tillering stage	假枯心 False dead heart	秧田期-移栽后 5d Seedling stage-after transplantation
分蘖期-拔节期 Tillering stage-elongation stage	黄化枯死 Etiolation and death	移栽后 20 ~ 25d After transplantation
孕穗末期-成熟期 Booting telophase-maturation stage	病穗 Disease spikes	移栽后 70 ~ 75d After transplantation

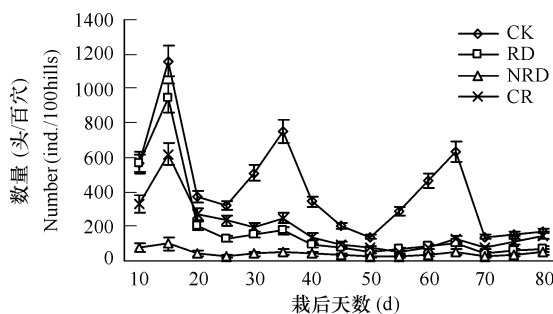


图 1 稻鸭共作对灰飞虱若虫的影响

Fig. 1 Effect of rice-cuck integrated farming on brown planthopper nymphae

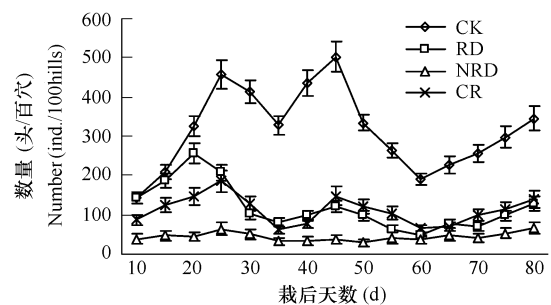


图 2 稻鸭共作对灰飞虱成虫的影响

Fig. 2 Effect of rice-cuck integrated farming on brown planthopper imago

2.3 稻鸭共作对水稻条纹叶枯病发展动态的影响

RD、NRD 和 CR 处理对水稻条纹叶枯病均具有显著的控制作用,整体防效分别达到 79.44 %、97.45 %和 78.82 %,而且 RD 处理与 CK 处理的条纹叶枯病的变化趋势相同,在抽穗前都有两个发病高峰,并且第 2 高峰时病株率都高于第 1 高峰时病株率(图 3)。在病害第一高峰时 RD 处理对条纹叶枯病的防效为 25.86 %,这时 CR 处理的防效为 71.62 %,RD 处理的防治效果明显低于 CR 处理,两者防效差异达极显著水平($p < 0.01$);在病害第 2 高峰时,RD 处理对条纹叶枯病的防效为 75.69 %,比此时 CR 处理的防效 67.89 %高出 7.8 个百分点,说明随稻鸭共作时间延长,对条纹叶枯病的控制作用越明显,而 CR 处理并没有表现出随时间的延长对条纹叶枯病控效提高的变化特点;NRD 处理于栽后 15d 左右才陆续有病株出现,而且在水稻抽穗前病株率一直都处于相对较低的水平,没有明显的发病高峰,防效在 94.01 %以上,说明秧田防虫网覆盖、栽后稻鸭共作十分有利于防治稻田条纹叶枯病的发生。

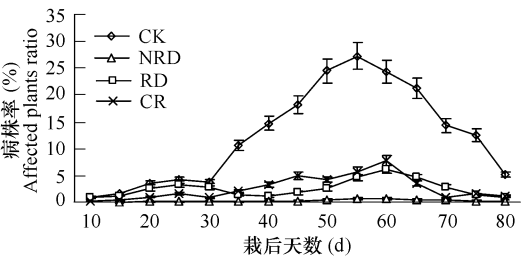


图 3 稻鸭共作对水稻条纹叶枯病的影响
Fig.3 Effect of rice-duck integrated farming on rice stripe disease

表 3 水稻条纹叶枯病高峰期发生特点和不同处理的病穴率

Table 3 Developing traits of rice stripe disease in peak stages and affected hills ratio of different treatments				
处理 Treatments	病型 Disease types	病害高峰日期 Disease peak time (d)	灰飞虱高峰日期 Brown planthopper peak time (d)	病穴率 (%) Affected hills ratio
CK	假枯心 False dead hearts	移栽后 20 ~ 25d After transplantation	秧田期 (一代成虫) Seedling stage (the first imago)	22.50Aa ±1.12
RD				15.47Bb ±0.77
NRD				1.43Dd ±0.07
CR	黄化枯死 Etiolation and death	移栽后 50 ~ 55d After transplantation	移栽后 30 ~ 35d (二代若虫) After transplantation (the second nymphae)	5.45Cc ±0.27
CK				57.60Aa ±2.88
RD				12.38Bb ±0.62
NRD				3.26Cc ±0.16
CR				14.62Bb ±0.73

不同小写字母表示显著差异 ($p < 0.05$),不同大写字母表示极显著差异 ($p < 0.01$) Different small letters are significantly different ($p < 0.05$), different capital letters are very significantly different ($p < 0.01$);下同 the same belows

从表 3 可知,RD、NRD 和 CR 处理的条纹叶枯病病穴率都显著 ($p < 0.01$) 低于对照,而 NRD 处理病穴率最低,说明稻鸭共作和常规稻作虽可明显抑制水稻条纹叶枯病的发生,而秧田防虫网覆盖、栽后大田稻鸭共作处理的防治效果最显著。此外从表 3 还可知,不同发病类型的条纹叶枯病是不同代次的灰飞虱危害以及田间病株累积所致,但各类型条纹叶枯病高峰发生时间与相应代灰飞虱高峰发生时间之间存在一定的期距,说明带毒灰飞虱刺吸水稻后,水稻并不是立即就表现症状,有一定的间隔期,两者之差为 20 ~ 25d。

2.4 稻鸭共作对抽穗后稻田灰飞虱和条纹叶枯病发生动态的影响

水稻抽穗后气温下降,鸭子离开稻田,各处理的灰飞虱虫量以及条纹叶枯病发病率都有上升的趋势(表 4)。但抽穗前由于鸭子对稻田昆虫的捕食作用和防虫网对灰飞虱的隔离效应,使得 RD 和 NRD 两处理与 CK 相比无论是灰飞虱虫量还是条纹叶枯病的病穴率都显著降低,差异为 $p < 0.01$ 。而 RD 和 NRD 两处理与 CR 处理相比,NRD 处理对病虫的效果仍表现最优,RD 处理的效果与 CR 处理相近,表明稻鸭共作以及秧田防虫网覆盖的大田稻鸭共作的控病防虫作用即便在鸭子离开稻田后仍有明显的后续影响效应。从表 4 还可知,各处理的灰飞虱发生了转移危害,大量灰飞虱有从基部向穗部转移的趋势,其中穗部灰飞虱多以各龄若虫为主,成虫仅占 12 % ~ 25 %,在穗部直接刺吸危害,形成畸形穗、黑穗等病症,影响水稻产量和稻米品质。

表 4 水稻抽穗后稻田灰飞虱和条纹叶枯病的动态变化

处理 Treatments	齐穗期 Heading stage			齐穗后 10d 10days after heading stage			齐穗后 20d 20days after heading stage		
	虫量(头/百穴) Number (ind./100hills)		病穴率(%) Affected plants ratio	虫量(头/百穴) Number (ind./100hills)		病穴率(%) Affected plants ratio	虫量(头/百穴) Number (ind./100hills)		病穴率(%) Affected plants ratio
	基部	穗部		基部	穗部		基部	穗部	
	Group position	Spike position		Group position	Spike position		Group position	Spike position	
CK	310Aa ±14.57	237Aa ±11.14	29.80Aa ±1.40	289Aa ±14.45	637Aa ±31.85	40.12Aa ±2.01	240Aa ±11.86	432Aa ±21.57	54.44Aa ±2.68
RD	78Bb ±3.67	56Bb ±2.63	8.27Bb ±0.39	90Bb ±4.51	179Bb ±8.93	15.86Bb ±0.79	58Bbc ±2.83	109Bb ±5.45	19.60Bb ±0.95
NRD	47Cd ±2.21	35Cd ±1.64	4.54Cc ±0.21	66Cc ±3.28	118Cc ±5.84	7.78Cc ±0.39	51Bc ±2.52	81Cc ±4.01	9.72Cd ±0.44
CR	54Cc ±2.54	41Bc ±1.93	7.73Bb ±0.36	84Bb ±4.16	135Cc ±6.78	14.64Bb ±0.73	62Bb ±3.07	92Bc ±4.54	16.76Bc ±0.81

3 讨论

水稻条纹叶枯病是由带毒灰飞虱传播的病毒病害,因此,控制灰飞虱对预防条纹叶枯病的发生显得尤为重要。本试验研究发现,通过鸭子在稻田昼夜活动的稻鸭共作生态农业模式对控制灰飞虱虫量、防治条纹叶枯病发生率有明显的生态效应,再结合秧田采用防虫网覆盖,更能够有效控制稻田灰飞虱和条纹叶枯病的发生危害,这主要是鸭子在稻田的活动量大、活动时间长、活动范围广所致,首先是灰飞虱活动高度相对较低,大多在 35cm 以下,而鸭子的控制高度可以达到 60cm 左右^[5];其次是灰飞虱喜欢在杂草上产卵^[9],而鸭子对田间杂草有显著的清除作用,稻鸭共作田杂草为数甚少^[1~3,5~7],恶化了灰飞虱的生长生活环境;再次是鸭子不间断的活动有效地刺激水稻健壮生长,增强了植株抗逆性。

目前,对灰飞虱和条纹叶枯病的研究主要集中在早期灰飞虱刺吸危害所造成条纹叶枯病的发病情况^[9~11],水稻穗期的条纹叶枯病研究甚少,现行水稻生产也往往只重视水稻生长前中期条纹叶枯病的防治措施,忽视水稻抽穗以后的防治,给水稻生产带来损失。本试验研究结果表明,稻田灰飞虱在水稻孕穗末期时数量逐渐增多,部分灰飞虱还在水稻齐穗前后从稻丛基部转移到穗部直接刺吸危害,因此,如果不重视水稻穗期灰飞虱和条纹叶枯病的防治,将会严重影响水稻的灌浆结实和产量、品质的提高。在秧田期覆盖防虫网,可有效隔离灰飞虱对秧苗的危害,秧苗带病率较低,有利于秧苗素质的提高,为水稻的高产优质打下基础。水稻移栽后再进行稻鸭共作,由于鸭子具有旺盛的杂食性、较强的活动力以及鸭子对稻株的刺激效应,从而对灰飞虱具有显著的控制功能,使得在鸭子离开稻田时的抽穗期,稻鸭共作两处理的稻田灰飞虱虫量极显著低于不放鸭的对照处理。在水稻抽穗后,稻田灰飞虱虫量增加,但由于稻鸭共作两处理稻田灰飞虱虫量基数较低,和稻株抗生较强,使得稻鸭共作两处理的稻田灰飞虱虫量及条纹叶枯病的发病率都显著低于不放鸭的对照处理,从而使得稻鸭共作两处理在水稻抽穗后对稻田灰飞虱和条纹叶枯病仍表现出较好的后续影响效应。总之,通过稻鸭共作,尤其是秧田期覆盖防虫网、栽后稻鸭共作处理的生态农业模式可为频频爆发的重大毁灭性条纹叶枯病提供了一条安全高效的生态控制途径,从而有利于农田生态环境的保护,有利于稻田生态系统的稳定。

References:

- [1] Zhen R H, Wang Q S, Shen X K, *et al.* Current status and technical prospect of rice-duck mutualism eco-farming in China. *Rural Eco-Environment*, 2004, 20(4): 1~5.
- [2] 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 ecosystem. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(12): 2756~2760.
- [3] Yu S M, Jin Q Y, Ouyang Y N, *et al.* Efficiency of Controlling Weeds, Insect Pests and Diseases by Raising Ducks in the Paddy Fields. *Chinese Journal of Biological Control*, 2004, 20(2): 99~102.
- [4] Liu X Y, Yang Z P, Huang H, *et al.* A study on the rice sheath blights' developing rules in rice-duck compounded ecosystem of wetland. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(11): 2579~2583.
- [5] Shen X K. Rice duck mutualism new production technology of no pollution rice. Beijing: Chinese Agricultural Sci-technology Press, 2003. 26~35.

- [6] Wang Q S, Huang P S, Zhen R H, *et al.* Effect of rice-duck mutualism on nutrition ecology of paddy field and rice quality. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15 (4) : 639 ~ 645.
- [7] Su Sin Teo. Evaluation of different duck varieties for the control of the golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) in transplanted and direct seeded rice. *Crop Protection*, 2001, 20 (7) : 599-604.
- [8] Zhang Z S. The forecast of diseases, insect pests and mice in crops. Shanghai : Science and Technology Press, 1994. 8 ~ 268.
- [9] Plant protection research institution of Zhejiang Agricultural Science college-virus disease study group. Rice virus diseases, Beijing : Agriculture Press, 1975. 102 ~ 108.
- [10] Cheng Z B, Yang R M, Zhou Y J, *et al.* New developing regularity of rice stripe disease in Jiangsu Province. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2002, (1) : 39 ~ 41.
- [11] Tai A L, Li Y, Mei A Z, *et al.* The severity developing cause and controlling measures of brown planthopper in 2004. *China Plant Protection*, 2005, 25 (3) : 33 ~ 35.

参考文献:

- [1] 甄若宏, 王强盛, 沈晓昆, 等. 我国稻鸭共作生态农业的发展现状与技术展望. *农村生态环境*, 2004, 20 (4) : 1 ~ 5.
- [2] 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. *生态学报*, 2004, 24 (12) : 2756 ~ 2760.
- [3] 禹盛苗, 金千瑜, 欧阳由男, 等. 稻鸭共育对稻田杂草和病虫害的生物防治效应. *中国生物防治*, 2004, 20 (2) : 99 ~ 102.
- [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] 沈晓昆. 稻鸭共作 —— 无公害有机稻米生产新技术. 北京 : 中国农业科学技术出版社, 2003. 26 ~ 35.
- [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. *应用生态学报*, 2004, 15 (4) : 639 ~ 645.
- [8] 张左生. 粮油作物病虫害预测预报. 上海 : 科学技术出版社, 1994. 8 ~ 268.
- [9] 浙江省农业科学院植物保护研究所-病毒病研究组编. 水稻病毒病. 北京 : 农业出版社, 1975. 102 ~ 108.
- [10] 程兆榜, 杨荣明, 周益军, 等. 江苏稻区水稻条纹叶枯病发生新规律. *江苏农业科学*, 2002, (1) : 39 ~ 41.
- [11] 邵德良, 李瑛, 梅爱中, 等. 2004 年稻田灰飞虱重发原因分析与控制对策. *中国植保导刊*, 2005, 25 (3) : 33 ~ 35.