

稻鸭共作对稻田主要病、虫、草的生态控制效应

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

(1. 南京农业大学农学院, 2. 植物保护学院, 江苏 南京 210095; 3. 江苏省镇江市科技局, 江苏 镇江 212001)

摘要: 通过鸭子在稻田食物链的增加, 研究了稻鸭共作对稻田生态系统主要病、虫、草发生规律的影响。结果表明, 稻鸭共作对杂草的防除效应达到 96.1%, 降低了稻田杂草的发生种类, Pielou 均匀度指数显著提高; 稻鸭共作对稻飞虱具有明显的生物控制效应, 综合防效达到 65.49%; 稻鸭共作因鸭子对蜘蛛的捕食, 虽然降低了稻田蜘蛛的数量, 但由于稻飞虱数量明显减少, 因此显著提高了稻田蜘蛛与稻飞虱的比例; 鸭子对稻纵卷叶螟和二化螟有一定的控制效应, 但控制能力随着水稻株高的增加而逐渐下降; 稻鸭共作虽不能因鸭子的活动而控制纹枯病的发生, 但能减轻纹枯病的发病程度; 稻鸭共作对稻瘟病也有明显的抑制作用, 综合防效达到 57.02%。此外, 还探讨了稻鸭共作对稻田病、虫、草的生态控制机制。

关键词: 稻鸭共作; 病虫害; 杂草; 生态控制

中图分类号: S435.11 文献标识码: A 文章编号: 1000-2030(2007)02-0060-05

Ecological control effects of rice-duck integrated farming on main diseases, insects and weeds in paddy fields ecosystem

ZHEN Ruo-hong¹, WANG Qiang-sheng¹, ZHANG Wei-jian¹,

BIAN Xin-min^{1*}, LI Yuan-xi², SHEN Xiao-kun³

(1. College of Agriculture, 2. College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 3. Sci-Technology Bureau of Zhenjiang, Jiangsu Province, Zhenjiang 212001, China)

Abstract: The ecological effects of rice-duck integrated farming on developing regularity of rice diseases, insects and weeds were studied. The results showed that rice-duck integrated farming could prevent 96.1% of the weeds from growing, thus reduced the varieties of the weeds, although the Pielou evenness index significantly rose. Rice-duck integrated farming had visible ecological effect on control over brown planthoppers, and the total prevention rate reached 65.49%. By adopting rice-duck integrated farming, the ducks preyed on spiders, which reduced the numbers of spiders, as a result, the ratio between spiders and brown planthoppers was significantly increased. Although ducks had some control effect on *Cnaphalocrocis medinalis* Guenée and *Chilo suppressalis* Walker, their control ability over such insects was weakened with the growth of rice plants. Rice-duck integrated farming cut down the occurrence rate of rice stripe disease event if this method could not fully prevent the disease from arising. Besides, rice-duck integrated farming also effectively controlled rice blast, and the prevention rate reached 57.02%. In addition, the article also probed into the ecological mechanism of rice-duck integrated farming's control over rice diseases, insects and weeds.

Key words: rice-duck integrated farming; rice diseases and insects; weeds; ecological control

常规稻作生产主要依靠施用化学药剂来控草、杀虫、灭菌, 以获得水稻的高产稳产。但化学药剂的大量使用, 不仅污染农业环境和稻米品质, 降低稻田生物多样性, 使有益生物种群受到制约; 同时, 也致使残存的病、虫、草抗药性增强, 从而破坏稻田生态系统的稳定性。

稻鸭共作是基于稻作水田条件, 以种稻为中心、家鸭田间网养的自然与人工相配合的生态环保型综合农业生产技术, 利用鸭子取食的多样性、活动的长时性和粪便的增肥性, 从而生产出无公害、安全、优质的食品, 是一种能够有效控制常规稻作生态污染的重要技术途径^[1-2]。目前关于稻鸭共作对稻田病、虫、草的影响已有报道^[3-12], 但由于生态环境、地域特征和稻作技术等不同, 使研究结果颇有争议。本研究针对江苏稻区单季稻生产的病、虫、草害发生情况, 研究分析了稻鸭共作对稻田主要有

收稿日期: 2006-02-27

基金项目: 国家自然科学基金项目(30571094); 江苏省农业科技项目(BC2005312); 国家科技攻关重大项目(2002BA516A14)

作者简介: 甄若宏, 博士研究生。*通讯作者: 卞新民, 教授, 主要从事环境生态、农业生态研究, E-mail: bjxlm@163.com。

与有害生物种群的影响效应及生态控制机制，旨在为稻鸭共作的实践应用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

试验于2004年5至10月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。试验设对照区（CK）、稻鸭共作区（RD）和常规稻作区（CR），每小区面积178 m²，每个处理重复3次。CK区和RD区在水稻抽穗前不进行稻田病、虫、草防治，CR区按常规高产栽培措施管理，每667 m²稻田用60%丁草胺乳油50~75 mL防治杂草、20%三环唑可湿性粉剂75~100 g防治稻瘟病、20%井冈霉素可湿性粉剂40~50 g防治稻曲病和纹枯病、10%吡虫啉可湿性粉剂15~20 g防治条纹叶枯病和稻飞虱、20%三唑磷乳油100 mL防治二化螟、三化螟和稻纵卷叶螟。RD区四周用尼龙网围栏，设立鸭棚以供鸭子休息和取食所用。在鸭子放养前期，每天在鸭棚内定时定量投喂饲料，以后逐步减少投喂，促进鸭子在田间觅食。水稻品种为武香粳14，栽插株行距为16.67 cm×26.67 cm，鸭子选用高邮麻鸭，于水稻移栽后10 d即6月26日下田，此时鸭龄10 d，每小区放鸭4只，9月4日将鸭收回。

1.2 试验方法

在水稻移栽后40 d调查稻田杂草，每小区选10个样点，每点1 m²，计数各小区的杂草种类和数量。杂草多样性分析参照文献[13-14]。

水稻病虫的调查参照文献[15]。稻飞虱和蜘蛛取5个点，每点10穴，放鸭10 d后开始每隔10 d调查1次，计算百穴虫量；调查稻纵卷叶螟五（3）代和六（4）代造成的水稻植株白叶率（五（3）代和六（4）代均为试验场主害代，发生盛期长，落卵量大，存活率高，自然危害重，其中五、六为全国划分代次，3、4为本地划分代次）；在水稻的主要生育时期即有效分蘖临界叶龄期、拔节期、抽穗期调查二化螟的危害株率（凡属二化螟危害的枯心、枯鞘、死孕穗、白穗等均为危害株）；放鸭20 d后开始每隔10 d调查1次水稻纹枯病的危害情况，计算百穴发病率，并于有效分蘖临界叶龄期、拔节期、抽穗期调查纹枯病的病情指数以及稻瘟病的发病率。

2 结果与分析

2.1 稻鸭共作对稻田杂草群落多样性的影响

由表1可见，CK区和CR区稻田发生危害的杂草有9科13种，其中密度较大的有鸭舌草、鳢肠、丁香蓼、陌上菜、稗草、水苋菜、异型莎草等；RD区杂草有4科6种，主要以中上层杂草稗草、鳢肠、丁香蓼为主，鸭子对节节菜、陌上菜、鸭舌草、矮慈姑、眼子菜等稻田阔叶和下层杂草的防效最为明显，达到97.14%，而对禾本科杂草的防效作用较小，只有86.30%。从杂草发生密度看，CK、RD、CR区分别为122.8、4.8、32.0株·m⁻²，RD处理对杂草的综合防效为96.1%，CR处理为73.9%。

表2显示，RD和CR两处理的物种丰富度、香农指数明显低于

表1 稻鸭共作对稻田杂草密度的影响

Table 1 Influence of rice-duck integrated farming on weeds density

		株·m ⁻²		
杂草种类 Weed species		CK	RD	CR
禾本科 Gramineae	稗草 <i>Echinochloa crusgalli</i>	8.2 ^{Aa}	1.2 ^{Cb}	2.2 ^{Bb}
	千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>	6.4 ^{Aa}	0.8 ^{Cc}	2.6 ^{Bb}
莎草科 Cyperaceae	异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>	7.6 ^{Aa}	0.2 ^{Cc}	3.2 ^{Bb}
	扁秆蔗草 <i>Scirpus planicuslmis</i>	5.8 ^{Aa}	0.2 ^{Cc}	0.8 ^{Bb}
	水莎草 <i>Juncellus serotinus</i>	3.2 ^{Aa}	0.0 ^{Bb}	0.2 ^{Bb}
菊科 Compositae	鳢肠 <i>Eclipta alba</i>	21.4 ^{Aa}	1.8 ^{Cc}	5.6 ^{Bb}
泽泻科 Alismataceae	矮慈姑 <i>Sagittaria pygmaea</i>	2.6 ^{Aa}	0.0 ^{Bc}	0.2 ^{Bb}
眼子菜 Potamogetonaceae	眼子菜 <i>Potamogeton distinctus</i>	1.8 ^{Aa}	0.0 ^{Cc}	1.2 ^{Bb}
柳叶菜科 Onagraceae	丁香蓼 <i>Ludwigia prostrata</i>	15.8 ^{Aa}	0.6 ^{Cc}	8.4 ^{Bb}
玄参科 Scrophulariaceae	陌上菜 <i>Lindernia procumbens</i>	8.6 ^{Aa}	0.0 ^{Cc}	2.6 ^{Bb}
千屈菜科 Lythraceae	节节菜 <i>Rotala indica</i>	6.4 ^{Aa}	0.0 ^{Bb}	0.4 ^{Bb}
	水苋菜 <i>Ammannia baccifera</i> L.	7.8 ^{Aa}	0.0 ^{Cc}	1.4 ^{Bb}
雨久花科 Pontederiaceae	鸭舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>	27.2 ^{Aa}	0.0 ^{Cc}	3.2 ^{Bb}

注：1) 同行数据后不同大小写字母表示在0.01和0.05水平差异显著。Different capital and small letters in the same row are significantly different at 0.01 and 0.05 levels.

2) CK：对照区 Control region；RD：稻鸭共作区 Rice-duck integrated farming；CR：常规稻作区 Conventional rice production region. The same as follows.

CK 处理，其中 RD 处理达到极显著水平，说明 RD 和 CR 两处理均减少了稻田杂草发生种类，降低了杂草的物种多样性。RD 处理的 Pielou 均匀度指数明显高于 CR 和 CK 两处理，表明 RD 处理显著削弱了稻田杂草的危害，稻田无优势杂草发生，且残存杂草在田间的分布趋于均匀。Whittaker 指数 RD 处理显著高于 CR 和 CK 处理，说明由于鸭子对杂草的高效清除作用，改变了稻田杂草群落组成，加快了稻田杂草的演替速度。

2.2 稻鸭共作对稻田稻飞虱和蜘蛛的影响

图 1 - A 显示，RD 处理稻田稻飞虱数量明显低于 CK 处理，其综合防效达到 65.49%；CR 处理对稻飞虱的控制效应为 71.68%。RD 和 CK 两处理的蜘蛛数量随着稻飞虱种群数量的增减而增减，但增减的速度稍滞后于稻飞虱，在稻飞虱达高峰 10 d 后蜘蛛才达到高峰（图 1 - B）。CR 处理使用化学农药来控制稻飞虱的发生，也大量杀伤了田间蜘蛛，造成蜘蛛群落的多样性降低。RD 处理在共作期间蜘蛛与稻飞虱比为 1:4.27，明显高于 CR 和 CK 处理的 1:7.72 和 1:5.07。表明虽然鸭子捕食一定数量的蜘蛛，但其影响小于化学药剂的杀伤效应。

表 2 稻鸭共作对稻田杂草群落多样性的影响

Table 2 Effects of rice-duck integrated farming on weeds community diversity

项目 Items	CK	RD	CR
物种丰富度 Species richness	12.70 ^{Aa}	5.00 ^{Bc}	12.00 ^{Ab}
香农指数 Shannon Wiener index	2.31 ^{Aa}	1.54 ^{Bc}	2.18 ^{Ab}
Pielou 均匀度 Pielou evenness index	0.91 ^{Bb}	0.97 ^{Aa}	0.88 ^{Bb}
Whittaker 指数 Whittaker index	0.03 ^{Cc}	0.20 ^{Aa}	0.08 ^{Bb}

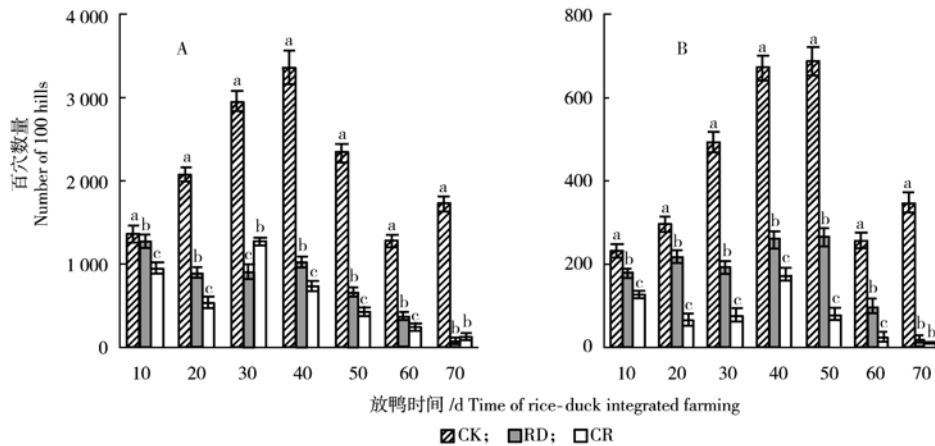


图 1 稻鸭共作对稻飞虱 (A) 和蜘蛛 (B) 的影响

Fig. 1 Effects of rice-duck integrated farming on rice planthoppers (A) and spiders (B)

2.3 稻鸭共作对稻田稻纵卷叶螟和二化螟的影响

由图 2 - A 可知，CR 处理的白叶率较低，而 RD 处理白叶率显著高于 CR 处理，但显著低于 CK 处理。由表 3 可见，RD 处理对稻纵卷叶螟五 (3) 代白叶率的防效为 24.09%，对六 (4) 代白叶率的防效为 21.67%，说明随着水稻株高的增加，鸭子对危害稻株上部叶片的稻纵卷叶螟控制能力逐渐下降，对六 (4) 代的抑制作用不如五 (3) 代。

图 2 - B 显示，在有效分蘖临界叶龄期 (CET)、拔节期 (ES) 和抽穗期 (HS)，RD 处理的危害株率均显著低于 CK 处理，但又显著高于 CR 处理。由表 3 可知，RD 处理在这 3 个时期的防效均显著低于 CR 处理，表明 RD 处理对二化螟有一定的控制效果。但随着水稻的生长发育，田间郁闭度的增加，鸭子不能触及到植株上部，对危害稻株上部的二化螟控制效应较差，其生物防治效果不如 CR 处理的化学控制作用。

表 3 稻鸭共作对白叶率和危害病株率的防治效果

Table 3 The control effects of rice-duck integrated farming on white leaves ratio and disease plants ratio %

处理 Treatments	白叶率 White leaves ratio		危害株率 Disease plants ratio		
	五 (3) 代 Five (3) generation	六 (4) 代 Six (4) generation	CET	ES	HS
	CK				
RD	24.09	21.67	16.94	34.59	22.94
CR	74.14	78.07	66.13	72.56	76.61

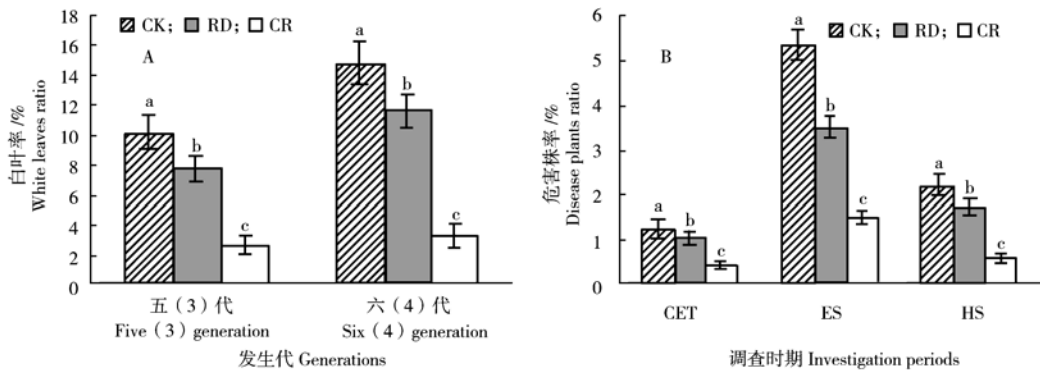


图 2 稻鸭共作对稻纵卷叶螟 (A) 和二化螟 (B) 的影响
 Fig. 2 Effects of rice-duck integrated farming on *Cnaphalocrocis medinalis* Guenée (A) and *Chilo suppressalis* Walker (B)

CET: 有效分蘖临界叶龄期 Critical stage for effective tillering; ES: 拔节期 Elongation stage; HS: 抽穗期 Heading stage. The same as follows.

2.4 稻鸭共作对稻田纹枯病发生的影响

由图 3 可知, RD 处理和 CK 处理水稻纹枯病发病率的变化趋势一致, 随着水稻的生长发育, 呈上升趋势, RD 处理发病率明显低于 CK 处理。CR 处理的总体防效高于 RD 处理 21.28 个百分点。由表 4 可知, 各处理水稻纹枯病的病情指数随水稻的

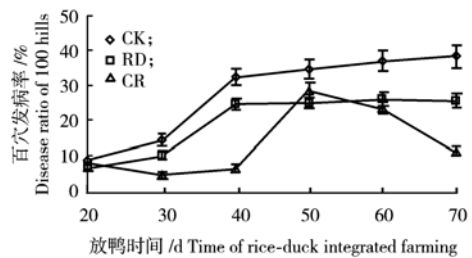


表 4 稻鸭共作对水稻纹枯病病情指数的影响

Table 4 Effects of rice-duck integrated farming on disease index of rice sheath blight

处理 Treatments	CET	ES	HS
CK	0.72 ^A	19.14 ^A	25.62 ^A
RD	0.56 ^B	12.86 ^B	16.25 ^B
CR	0.34 ^C	5.51 ^C	7.34 ^C

图 3 稻鸭共作对水稻纹枯病的影响

Fig. 3 Effects of rice-duck integrated farming on rice sheath blight

生长发育而增加。RD 处理的病情指数极显著低于 CK 处理, 说明 RD 处理能减轻纹枯病的发病程度。

这主要是由于鸭子取食稻田部分菌核、病老枯叶和无效分蘖、田间杂草等, 增强了稻株间的通风透光性能, 使植株的抗病性增强; 其次是鸭子取食部分稻飞虱, 减少了稻飞虱的排泄物, 从而降低了虫菌共生^[16]的机率, 不利于纹枯病的滋生。

2.5 稻鸭共作对稻瘟病的影响

从表 5 可知, RD 处理的病株率明显低于 CK 处理, 综合控制效应达到 57.02%。这是由于鸭子取食了稻田部分杂草和病原体, 从而减少了病菌基数和病菌寄主, 此外鸭子在田间的活动有效刺激水稻壮秆的形成, 增强了稻株对病菌侵染的抵抗力, 从而使得 RD 处理对稻瘟病有显著的控制效果。CR 处理对稻瘟病的化学控制效应明显优于 RD 处理的生物控制效应, 其综合控制效应达到 71.91%。

表 5 稻鸭共作对稻瘟病的影响

Table 5 Effects of rice-duck integrated farming on rice blast

%

处理 Treatments	CET		ES		HS	
	病株率 Disease plants ratio	控制效果 Control effect	病株率 Disease plants ratio	控制效果 Control effect	病株率 Disease plants ratio	控制效果 Control effect
CK	27.5 ^{Aa}		7.4 ^{Aa}		12.8 ^A	
RD	11.2 ^{Bb}	59.27	1.9 ^{Bb}	74.32	7.4 ^B	42.19
CR	8.7 ^{Bc}	68.36	1.8 ^{Bb}	75.68	2.9 ^{Cc}	60.81

2.6 稻鸭共作对稻田病虫草的生态控制机制

本试验研究结果表明, 稻鸭共作对稻田病、虫、草有较好的生物控制效应。首先鸭子旺盛的杂食性和长时间的活动力, 不断践踏和采食稻田杂草、昆虫以及菌核菌丝, 并且活动引起的浑水也能够抑制杂草种子和菌原体的光合作用和萌发, 从而有效地控制了病虫草的发生基数和危害程度; 其次鸭子有效清除了稻田杂草、老黄叶和无效分蘖, 不仅改善了稻株间的通风透光条件, 有利于水稻对自然资源的充分

利用,也减少了病虫寄主;再次鸭子的排泄物增加了土壤养分含量,有利于水稻的健壮生长,同时,鸭子在田间活动,促进稻田空气和热量的交换,刺激了水稻壮秆的形成,增强了水稻对病虫的抗性。

3 讨论

本研究结果表明,稻鸭共作对稻田杂草的综合控制效果比常规稻作提高22.2个百分点,说明稻鸭共作的生物控草效果优于除草剂的化控效应,从而可有效减少稻田因使用化学药剂而造成田间杂草的恶性循环,这与朱凤姑等^[7]、魏守辉等^[8]的研究结果基本一致。而从稻田杂草多样性的分析结果可知,稻鸭共作明显降低了稻田杂草发生种类,Shannon-Wiener指数比常规稻田低29.36%,这与魏守辉等^[8]认为稻鸭共作田杂草的多样性指数高于常规处理的研究结果不同,这可能是供试土壤类型不同造成的。

至今有关稻鸭共作对稻田病虫害防治效应的研究结果不尽一致,戴志明等^[9]认为进行稻鸭共作后,在整个水稻生长期间都没有虫害发生;熊国远等^[10]、朱凤姑等^[7]认为稻鸭共作可较好地控制稻飞虱、螟虫、稻纵卷叶螟等害虫;童泽霞^[11]、刘小燕等^[12]认为稻鸭共作系统可基本控制纹枯病的危害,防治效果优于常规稻作。而本试验研究表明,稻鸭共作对稻田病虫害均有明显的抑制作用,但对病虫的生物控制效果与常规的化学控制效应相比,都有不同程度的降低。至于不同稻区稻鸭共作病虫害发生情况不同,应根据不同稻区具体的生态环境条件和病虫害发生规律等加以鉴别。

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[J].农村生态环境,2004,20(4):1-5
- [2] 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,2004,15(4):639-645
- [3] 席运官,钦佩,宗良纲.有机水稻病虫害防治技术与经济效益分析[J].南京农业大学学报,2004,27(3):46-49
- [4] Teo S S. Evaluation of different duck varieties for the control of the golden apple snail(*Pomacea canaliculata*) in transplanted and direct seeded rice [J]. Crop Protection, 2001, 20: 599-604
- [5] 杨治平,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[J].生态学报,2004,24(12):2756-2760
- [6] 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[J].中国生物防治,2004,20(2):99-102
- [7] 朱凤姑,丰庆生,诸葛梓.稻鸭生态结构对稻田有害生物群落控制作用[J].浙江农业学报,2004,16(1):37-41
- [8] 魏守辉,强胜,马波,等.稻鸭共作及其它控草措施对稻田杂草群落的影响[J].应用生态学报,2005,16(6):1067-1071
- [9] 戴志明,杨华松,张曦,等.云南稻-鸭共生模式效益的研究及综合评价(三)[J].中国农学通报,2004,20(4):265-267
- [10] 熊国远,朱秀柏,陈周前,等.稻鸭共生技术示范推广报告[J].当代畜牧,2003(10):4-6
- [11] 童泽霞.稻田养鸭与稻田生物种群的关系初探[J].中国稻米,2002(1):33-34
- [12] 刘小燕,杨治平,黄璜,等.湿地稻-鸭复合系统中水稻纹枯病的变化规律[J].生态学报,2004,24(11):2579-2583
- [13] 马克平,刘玉明.生物群落多样性的测度方法. I. α 多样性的测度方法(下)[J].生物多样性,1994,2(4):231-239
- [14] 马克平,刘灿然,刘玉明.生物群落多样性的测度方法. II. β 多样性的测度方法[J].生物多样性,1995,3(1):38-43
- [15] 张左生.粮油作物病虫鼠害预测预报[M].上海:上海科学技术出版社,1994:8-268
- [16] 谭荫初.稻飞虱、纹枯病共生的特点与防治[J].植保技术与推广,1997,17(6):15

责任编辑:夏爱红