

DOI: 10.3969/j.issn.2095-3704.2013.01.006

# 稻田轮作对水稻病、虫、草害的影响

徐 宁, 黄国勤\*

(江西农业大学 生态科学研究中心, 江西 南昌 330045)

**摘要:** 目前南方大部分稻田采用连作耕作制度, 并且滥用农药现象严重, 这对农田生态环境造成极其不利的影响。为探讨稻田轮作对减轻稻田病、虫、草害的生态作用, 本试验以长期水稻连作为对照, 根据 14 年田间定位试验, 详细研究了稻田轮作对水稻病、虫、草害的影响。结果表明, 稻田轮作在一定程度上能减轻稻田水稻的病虫草害。稻田轮作处理的早稻纹枯病发病率平均比连作处理低 10%, 病情指数低 0.4%; 晚稻纹枯病的病株率平均比连作处理低 17.7%, 病情指数低 13.3%。轮作处理的早晚稻稻曲病的病株率和病情指数也都低于连作处理。轮作处理所受虫害比连作处理要轻, 轮作稻纵卷叶螟造成的白叶率和二化螟造成的白叶率明显低于连作。轮作处理的杂草生长情况比连作处理弱。

**关键词:** 长期定位试验; 稻田轮作; 病、虫、草害

**中图分类号:** S334.1<sup>+</sup>3 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-3704 (2013) 01-0026-05

## The Effect of Crop Rotation on Rice Diseases, Pests and Weeds in the Paddy-fields

XU Ning, HUANG Guo-qin \*

(Ecological Science Research Center, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

**Abstract:** Most of the southern paddy fields currently use continuous cropping system, and pesticides are abused, which caused unfavorable factors on farmland ecology environmental. The field trial was product to discuss crop rotation with good ecological role on reducing disease, pests and weeds, according to the 14 years field location experiments. The results show that paddy field rotation in some extent can reduce disease, pests and weeds. The early maturing rice sheath blight with rotation treatment is 10% lower than continuous cropping treatment on average, the disease index is 0.4% lower; the late maturing rice sheath blight with rotation treatment is 17.7% lower than continuous cropping treatment on average, the disease index is 13.3% lower. The disease incidence and disease index of rice false smut with rotation treatment are lower than continuous cropping treatment. The pests with rotation treatment is much lighter than continuous cropping treatment, the white leaf rates of rice with rotation treatment by *Cnaphalocrocis medinalis* and *Chilo suppressalis* are lower than continuous cropping treatment. From the point of view of the growth of weeds, the rotation treatment is weaker than continuous cropping treatment.

**Key words:** long-term location test; paddy field crop rotation; diseases; pests and weeds

关于水稻病虫害的防治, 人们首先想到的就是 农药, 但是使用农药防治水稻害虫的同时, 也污染

收稿日期: 2013-01-22

基金项目: 国家科技支撑计划课题“鄱阳湖生态经济区绿色高效循环农业技术集成与示范”(2012 BAD14B14-01)和国家科技支撑计划课题“江南丘陵区农田循环生产综合技术集成研究与示范”(2007 BAD89B18-03)

作者简介: 徐宁, 女, 硕士, 研究方向为农业生态学, E-mail: xuning667@foxmail.com; \* 通讯作者: 黄国琴, 江西农业大学首席教授、博士生导师, E-mail: hgqjnc@sina.com。

了环境。特别是误用和滥用农药,有可能导致病虫害不断加重的恶性循环。因此,寻找安全合理的水稻害虫防治措施、减少化学农药的使用、保护农田环境和人民身体健康已成为人们关注的一个重要问题。而稻田轮作是改善农田生态环境的一项行之有效的农业技术措施,通过轮作可以改变稻田生态环境及食物链组成,使之不利于正常生长和繁衍,从而达到减轻农作物病、虫、草害和提高作物产量的目的,生态效应明显。

农田病虫草是农田生态系统的重要组成部分,是农田生态系统的主要研究内容之一。叶宝旺<sup>[1]</sup>研究认为在稻区实行轮作后,减少了病虫越冬的场所,增加了稻作的抗病虫能力,因而能有效地减轻水稻的病虫草害。陈明亮等<sup>[2]</sup>研究发现水田杂草,以水生、沼生生态群落为主,表皮薄、少有角质层,植株柔软,输导组织不发达,水改旱后,生活习性不适应,会被旱死。实行轮作后,改变了杂草的生态环境,从而能取得良好的灭草效果。黄国勤等<sup>[3]</sup>研究表明稻田轮作能改变植株病原菌寄生,增强了植株的抵抗能力,对作物病、虫、草害产生了一定的抑制作用。为此,本试验重点探讨稻田轮作 14 a 后对水稻病、虫、草害的影响,对于减轻农田病虫草害、改善农田生态环境具有重要意义,以期为实现农业的可持续发展提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

本试验从 1998 年开始,在江西农业大学科技园水稻实验田(N 28°46', E 115°55')布置了连续 14 年的长期定位试验。试验地属于亚热带季风性湿润气候,年均太阳总辐射量为  $4.79 \times 10^{13}$  J/hm<sup>2</sup>,年均日照时数为 1 852 h,年日均温 $\geq 0$  °C 的积温达 6 450 °C,无霜期约 272 d,年均温为 17.6 °C,年降水量 1 624 mm。

试验田共 16 个小区,每个小区面积为 33.35 m<sup>2</sup>,小区间用高 30 cm 的水泥埂隔开。试验设计为 4 个处理,每个处理 4 次重复,随机区组排列。1998 年试验前各小区土壤肥力均匀一致。处理 A 是从 1998 年开始到 2012 年,紫云英-早稻-晚稻的连作种植模式,其他 3 种处理则为轮换不同复种方式。2011 年冬至 2012 年秋期间采用以下 4 种复种方式,分别为:处理 A:紫云英-早稻-晚稻(CK);处理 B:油菜-

早稻-晚稻;处理 C:蚕豆-早稻-晚稻;处理 D:黑麦草-早稻-晚稻。

### 1.2 试验材料及田间管理

供试材料及品种分别为:早稻品种为荣优 1506,晚稻品种为株两优 58,紫云英品种为余江大叶籽,黑麦草品种为 JADE,油菜品种为中油 821,蚕豆品种为南昌农家品种。

紫云英于 2011 年 9 月 25 日撒播,黑麦草和油菜于 2011 年 11 月 2 日播种。早稻于 2012 年 3 月 29 日播种,5 月 1 日移栽,7 月 23 日收获。晚稻于 6 月 25 日播种,8 月 1 日移栽,10 月 27 日收获。

### 1.3 测定项目与方法

1.3.1 农田作物病害调查 于水稻成熟期采用五点取样法,对水稻纹枯病和稻曲病的发病率及病情指数进行调查分析<sup>[4-5]</sup>。水稻纹枯病分级标准(以株为单位):0 级:全株无病;1 级:基部叶片叶鞘发病;2 级:第 3 叶片以下各叶鞘或叶片发病(自顶叶算起,下同);3 级:第 2 叶片以下各叶鞘或叶片发病;4 级:顶叶叶鞘或顶叶发病;5 级:全株发病枯死<sup>[6]</sup>。

1.3.2 农田作物虫害调查 于水稻成熟前采用对角线方法,调查稻纵卷叶螟、二化螟的危害情况,记载白叶率、枯心率<sup>[7]</sup>。

1.3.3 农田杂草调查 在水稻生长期对田间杂草每隔 15 d 调查 1 次,主要针对杂草的种群变化、覆盖度等进行调查分析,采用乘积优势度法<sup>[8-13]</sup>。

### 1.3.4 计算方法

病株率(%)=(病株数/调查总株)×100;

病情指数(%)= $\Sigma[(\text{各级发病株数} \times \text{各级代表值}) / (\text{调查总株数} \times 5)] \times 100$ ;

害虫(白叶、枯心)危害率(%)=(受害穗数/调查总穗数)×100。

## 2 结果与分析

### 2.1 稻田轮作对农田病害的影响

水稻成熟期纹枯病和稻曲病的病株率及病情指数情况见表 1。水稻纹枯病是水稻第二大病害,持续高温高湿有利于其发生蔓延,该病在南方稻区危害严重,是当前水稻生产上的主要病害之一。从表 1 可以看出无论是早稻还是晚稻纹枯病病株率和病情指数均以连作处理 A 最高,轮作处理 D 最低,也就是说黑麦草-早稻-晚稻轮作方式能更好的抑制水稻纹枯病的发病。从早稻纹枯病的病株率来看连作

处理 A 分别比轮作处理 B、C 和 D 高出 10.2%、8.5% 和 11.4%，高出轮作处理平均 10.0%；病情指数轮作处理 B、C 和 D 分别比连作处理 A 低 0.3%、0.4% 和 0.6%，轮作平均比连作低 0.4%。从晚稻纹枯病的病株率来看，轮作处理 B、C 和 D 分别比连作处理 A 低 11.3%、20.2% 和 21.5%，轮作平均比连作低 17.7%；从病情指数来看连作处理 A 分别比轮作处理 B、C 和 D 分别高出 0.8%、1.4% 和 1.6%，高出轮作处理平均 1.3%。

早稻和晚稻的稻曲病病株率及病情指数均以连作处理 A 最高，以轮作处理 B 最低，即油菜-早稻-晚稻处理能更好地减轻稻曲病病害。早稻稻曲病连作处理 A 的病株率比轮作平均高 2.5%，病情指数高 0.7%；晚稻稻曲病连作处理 A 的病株数比轮作平均高 1.5%，病情指数高 0.4%。从总体来看，纹枯病的病害晚稻比早稻严重，稻曲病的病害早稻比晚稻严重，连作处理的病株率要高于轮作处理，表明轮作水稻比连作水稻更能抵抗病害能力。

表 1 不同处理水稻受病害的影响

处理代号		水稻纹枯病		水稻稻曲病	
		病株率/%	病情指数	病株率/%	病情指数
A(CK)	早稻	41.9	1.5	7.4	2.3
	晚稻	65.4	3.2	6.1	1.6
B	早稻	31.7	1.2	4.8	1.5
	晚稻	54.1	2.4	5.1	1.1
C	早稻	33.4	1.1	5.1	1.7
	晚稻	45.2	1.8	4.5	1.4
D	早稻	30.5	0.9	4.9	1.6
	晚稻	43.9	1.6	4.2	1.2
轮作	早稻	31.9	1.1	4.9	1.6
平均	晚稻	47.7	1.9	4.6	1.2

2.2 稻田轮作对农田虫害的影响

二化螟和稻纵卷叶螟是水稻重大害虫，几乎遍及我国所有稻区。从表 2 可知，早稻连作处理 A 的稻纵卷叶螟和二化螟的危害比轮作处理 B、C、D 要严重得多。二化螟造成的枯心率的危害从早稻来看，轮作 D 处理（黑麦草-早稻-晚稻）最低，晚稻来看轮作 C 处理（蚕豆-早稻-晚稻）的危害最轻。

稻纵卷叶螟引起水稻的白叶，无论早稻还是晚稻均是轮作 D 处理（黑麦草-早稻-晚稻）的白叶率最低，也就是说稻纵卷叶螟对水稻造成的危害最轻。

总体来看，复种轮作处理所受虫害比连作处理要轻，轮作稻纵卷叶螟造成的白叶率和二化螟造成的白叶率明显低于连作，说明轮作与连作相比，能够有效降低害虫密度，减轻虫害。

表 2 不同处理水稻受虫害的影响

处理代号		二化螟 枯心率/%	稻纵卷叶螟 白叶率/%
A(CK)	早稻	44.3	54.3
	晚稻	45.3	56.3
B	早稻	39.6	46.8
	晚稻	37.5	42.1
C	早稻	36.7	45.1
	晚稻	33.8	43.8
D	早稻	30.2	36.9
	晚稻	34.6	37.1

2.3 稻田轮作对农田草害的影响

2.3.1 杂草种类和覆盖度的变化 农田杂草的群落

结构、演替趋势与农田耕作制度、轮作制度等有密切的相关性<sup>[14-16]</sup>。不同复种方式对杂草控制效应不

一样,从表3可知,各处理间的杂草种类和覆盖度存在着较大的差异,轮作处理的杂草种类和覆盖度均低于连作处理。从杂草种类和杂草覆盖度来看,无论早稻还是晚稻,均以连作处理A的二项指标最多,轮作处理D的则最少,即黑麦草-早稻-晚稻的轮作方式杂草种类及覆盖度最低。由此可见,轮作与连作

相比,能够减少田间杂草的种类,降低杂草的覆盖度,抑制杂草的生长,减轻草害。这与张卫健等<sup>[17-18]</sup>对不同复种方式下冬季休闲田杂草进行调查的研究结果一致,认为冬季种植黑麦草对杂草有一定的抑制作用。

表3 不同处理杂草种类和覆盖度的变化

处理代号	5月20日		6月23日		8月20日		9月17日	
	种类	覆盖度/%	种类	覆盖度/%	种类	覆盖度/%	种类	覆盖度/%
A(CK)	9	35	12	46	11	45	15	52
B	6	31	10	39	9	40	10	47
C	7	25	11	31	9	36	11	41
D	6	23	9	29	8	32	8	33

2.3.2 杂草优势种的变化 据马晓渊<sup>[11-12]</sup>报道,利用乘积优势度(指盖度、相对高度和频度的乘积)可以确定杂草优势种:将数量达到危害损失水平(MDR2 $\geq$ 10%,MDR2指盖度和相对高度二因素乘

积优势度)的种类定为优势种,10% $>$ MDR2 $\geq$ 5%的种类定为亚优势种;在草害下降的情况下,也可将10% $>$ MDR2 $\geq$ 5%的种类定为优势种,将5% $>$ MDR2 $\geq$ 1%的种类定为亚优势种。

表4 杂草优势种的消长动态

处理代号	3月20日调查	6月20日调查	9月25日调查
A(CK)	稗草、牛毛毡、鸭舌草、双穗雀稗*、矮慈姑	鸭舌草、牛毛毡、稗草*、异型莎草*、矮慈姑*	节节菜、鸭舌草、野慈姑、稗草*、紫背萍*、矮慈姑*、鸭跖草*
B	稗草、鸭舌草、牛毛毡、矮慈姑*、双穗雀稗*	双穗雀稗、异型莎草、鸭舌草、牛毛毡*、鳢肠*、矮慈姑*	节节菜、矮慈姑*、鸭舌草*、紫背萍*、空心莲子草*
C	稗草*、牛毛毡*、双穗雀稗*、矮慈姑*	鸭舌草、异型莎草、满江红*、稗草*	节节菜、异型莎草*、鸭舌草*、稗草*
D	稗草*、牛毛毡*、双穗雀稗*、鸭舌草*	鸭舌草、牛毛毡*、稗草*、紫背萍*	节节菜、鸭舌草*、野慈姑*、鳢肠*、空心莲子草*

注:表中杂草右上标有“\*”号为杂草亚优势种。

从表4可知,2011年3月稻田越冬杂草以稗草、牛毛毡、双穗雀稗、矮慈姑等四种杂草为主,其中连作处理A和轮作处理B均以稗草、鸭舌草、和牛毛毡为优势种,双穗雀稗、矮慈姑为亚优势种。因冬季种植的黑麦草生长势强,对杂草有一定的抑制作用,所以在连作处理A和轮作处理B中以优势种出现的稗草在轮作处理C和D以亚优势种出现。2012年6月,连作处理A以鸭舌草、牛毛毡为优势种,以异型莎草、矮慈姑和稗草为亚优势种,轮作处理B以双穗雀稗、双穗雀稗和异型莎草为优势种,以鳢肠、牛毛毡、矮慈姑为亚优势种,处理C以鸭舌草和异型莎草为优势种,以满江红和稗草为亚优势种,处理D则以鸭舌草为优势种,以牛毛毡、稗草、紫背萍为亚优势种。2008年9月以节节菜、鸭舌草、野慈姑等3种杂草为主,所有处理的优势种

均有节节菜,连作处理A的紫背萍、矮慈姑、鸭跖草和稗草为亚优势种,轮作处理B、C和D的亚优势种各有不同,以鸭舌草、矮慈姑、空心莲子草等为主。

由此可见,水稻成熟期的杂草种类比分蘖盛期多,并且连作处理比轮作处理多。连作处理A的杂草种类比轮作处理多,而且生长势较旺盛,发展成优势种的种类数量也多。复种轮作处理的田间杂草种类少,草害较轻。

### 3 结论与讨论

众多研究表明,病害方面,稻田轮作改变了病原菌的宿主,使得作物的病害减轻。在虫害方面,实行稻田轮作后,水稻的各种害虫因找不到合适的寄主和失去越冬场所而大量死亡,因而能有效地减

轻水稻的虫害；草害方面，冬季种植黑麦草需要不断地收割，田间杂草也一同被割掉，且黑麦草生长旺盛，对杂草有一定的抑制作用<sup>[19-22]</sup>。本试验表明，在进行稻田轮作14年后，稻田轮作能减轻水稻的病虫草害。稻田轮作处理的早稻纹枯病病株率平均比连作处理低10%，病情指数低0.4%；晚稻纹枯病的病株率平均比连作处理低17.7%，病情指数低13.3%。轮作处理的稻曲病的病株率和病情指数也都低于连作处理。轮作处理的稻纵卷叶螟对水稻造成的白叶率以及二化螟对水稻造成的枯心率均低于连作处理。轮作处理的杂草种类和覆盖度也比连作处理要低，杂草生长也比连作弱，即草害较轻。这与前人的研究成果类似<sup>[23-25]</sup>。

因此合理进行稻田轮作，减少单一种植方式，对稻田病虫害的防治具有积极作用，通过本次试验，可以减少化学农药的使用，从而降低农田生态环境的污染，也对研究稻田病虫害的防治方法具有重要意义，还为改善南方稻田病虫害提供了理论依据。但由于病虫害的种类繁多，本文仅是对其中几种病害，虫害，杂草进行分析，内容尚不全面，有待于进一步的探讨。

#### 参考文献:

- [1] 叶宝旺. 单季稻区应用不同复种模式的效益示范[J]. 福建农业, 2002, 62(7): 10.
- [2] 陈明亮. 水旱轮作对土壤物理性状的影响[J]. 华中农业大学学报, 1988, 32(4): 28-30.
- [3] 黄国勤, 熊云明, 钱海燕, 等. 稻田轮作系统的生态学分析[J]. 土壤学报, 2006, 43(1): 69-78.
- [4] 谢联辉. 水稻病害[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [5] 南京农业大学, 扬州大学农学院. 农业植物病理学[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1996.
- [6] 张舒, 罗汉钢. 氮钾肥用量对水稻主要病虫害发生及产量的影响[J]. 华中农业大学学报, 2008(6): 732-735.
- [7] 《浙江农业科学》编辑部. 农作物田间试验记载项目及标准[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1981.
- [8] 刘艳华, 唐沈平, 任涛. 浅析农田杂草调查与防除的研究[J]. 农业与技术, 2006, 26(3): 99-101.
- [9] 高英, 蔡香英. 喀什地区农田杂草危害及化学除草应用[J]. 新疆农业科学, 2004, 5: 375-377.
- [10] 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.
- [11] 马晓渊. 乘积优势度法在农田杂草群落研究中的应用[J]. 江苏农业学报, 1993, 9(1): 31-35.
- [12] 马晓渊, 顾明德. 乘积优势度法的研究进展[J]. 杂草科学, 1994, 14(4): 36-39.
- [13] 顾明德. 农田杂草优势度目测统计分析方法[J]. 杂草科学, 1991, 11(2): 36-38.
- [14] Qiang S, Shen J M, Zhang C Q, et al. The influence of cropping systems on weed communities in the cotton fields of Jiangsu Province[J]. Acta Phytocologica Sinica, 2003, 27(2): 278-282.
- [15] Qiang S, Hu J L. Quantitative analysis of weed communities in cotton fields in cotton growing regions of Jiangsu Province[J]. Acta Ecologica Sinica, 1997(6): 810-816.
- [16] Wang K J, Qiang S. Quantitative analysis of distribution of weed communities in wheat fields in the south of Jiangsu Province[J]. Journal of Biomathematics, 2005, 20(1): 107-114.
- [17] 张卫健. 稻/牧草-鹅农牧结合模式农田生态环境效应分析[J]. 中国生态农业学报, 2001, 9(4): 20-24.
- [18] 张卫健, 柯建国, 李昌新. 红黄壤水田高产高效可持续复种模式研究[J]. 耕作与栽培, 1998, 5: 3-6.
- [19] 王超. 双季稻田复种轮作系统的综合效益研究及评价[D]. 南昌: 江西农业大学, 2008.
- [20] 黄光荣. 不同轮作方式对烤烟病虫害及产量品质的影响[J]. 河南农业科学, 2009, 37(5): 40-42, 52.
- [21] 黄国勤, 黄禄星. 稻田轮作系统的减灾效应研究[J]. 气象与减灾研究, 2006, 28(3): 25-29.
- [22] 方树民, 唐莉娜. 作物轮作对土壤中烟草青枯菌数量及发病的影响[J]. 中国生态农业学报, 2011, 18(2): 377-382.
- [23] 王旭. 水稻杂糯间作对稻田病虫害及产量的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007.
- [24] 杨靖韬, 朱海英. 东宁县水稻病虫害种类及防治情况调查[J]. 黑龙江农业科学, 2011, 33(9): 57-59.
- [25] 杨荣, 苏永中. 耕作方式对新垦沙地农田杂草群落结构的影响[J]. 中国生态农业学报, 2011(6): 1218-1222.