

段 斌, 卢兆成, 方 玲, 等. 豫南粳稻晚播主要病虫害发生规律变化及综合防治技术[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(23): 103–107.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.23.019

# 豫南粳稻晚播主要病虫害发生规律变化及综合防治技术

段 斌, 卢兆成, 方 玲, 何世界, 李慧龙, 宋晓华, 胡 杨, 陈 龙

(信阳市农业科学院, 河南信阳 464000)

**摘要:**为探索豫南粳稻晚播后主要病虫害发生规律的变化, 研究粳稻生产过程中病虫害发生特点, 利用 1999—2018 年粳稻晚播后不同生育时期气候变化, 结合生产实际调查, 从气候变化和生长季节变化 2 个方面分析豫南粳稻晚播后病虫害变化规律。结果表明, 在豫南粳稻发展过程中, 随着品种的更新、栽培方法和生长发育环境的变化, 粳稻病虫害的发生规律也发生了变化。随着播种期推迟, 苗期温度升高, 传统的低温病害减轻, 稻蓟马世代增加, 危害加重, 成为苗期的主要虫害; 拔节孕穗期降水量和降水时间明显减少, 日照时数增加, 纹枯病偏轻发生。抽穗扬花和灌浆期成熟期温度降低, 降水量和阴雨天气增多, 日照时数少, 穗颈瘟有加重趋势, 稻曲病成为灌浆期主要病害。粳稻晚播后, 生长季节发生变化, 避过 1 代螟虫危害和三化螟 3 代孵化高峰期, 三化螟 3 代发生较轻; 部分年份二化螟危害代数由原来的 2 代变为 3 代, 危害晚播粳稻; 稻纵卷叶螟危害集中而持久, 危害有加重趋势。建议根据粳稻晚播后病虫害发生规律的变化, 调整防治措施, 实现晚播粳稻的高产稳产。

**关键词:** 粳稻; 晚播; 病虫害; 发生规律; 防治技术

**中图分类号:** S435.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)23-0103-05

豫南是河南省的水稻主产区, 处于南北过渡带, 水热资源丰富, 优势作物种类丰富, 尤其适合种植喜湿热的水稻作物<sup>[1]</sup>。信阳市作为河南省传统的水稻种植区, 2015 年水稻产量达 421.84 万 t, 对信阳粮食增产的贡献率为 71.92%<sup>[2]</sup>。水稻生产在国民经济中占据十分重要的地位。发展粳稻生产一直被认为是提高稻谷产量、改善稻米品质最有效的途径。自 20 世纪 50 年代以来, 信阳开始粳改粳研究, 经历了“三起三落”, 均因品种抗性差、病虫害重等自然灾害导致粳改粳的失败。科技人员根据豫南稻区气候生态特点和粳稻的生理特性, 提出了推迟粳稻播种期和抽穗灌浆期的栽培策略, 即将粳稻播种期由传统的 4 月中下旬推迟到 5 月中下旬, 抽穗灌浆期由 8 月上旬至 9 月上中旬推迟到 8 月中下旬至 10 月上中旬, 解决了豫南粳稻生产上的技术难题, 实现了豫南粳稻的高产稳产<sup>[3-4]</sup>, 粳稻种植面积

积不断扩大。推迟粳稻的播种期和抽穗灌浆期, 使其生长发育时期后移, 改变了传统的水稻耕作方式。在粳稻发展初期, 由于面积较小, 病虫害较轻; 近年来, 随着粳稻面积的不断扩大, 病虫害危害加重, 不同于传统种植籼稻的病虫害发生特点逐渐表现出来。有关研究表明, 农作物病虫害的发生、发展和流行要求一定的温度范围<sup>[5]</sup>。耕作制度、耕作方式的变化和生长季温度变化必然会引起一些病虫害发生规律的变化<sup>[6]</sup>。生长季变暖可使大部分害虫的发育历期缩短、危害期延长, 害虫种群增长力增强、繁殖世代可比上年增加 1 个代次<sup>[7]</sup>; 而水稻病害与气象因素关系密切<sup>[5,8-12]</sup>, 水稻病虫害发生率和受损率具有特别显著的同步性特点, 水稻病虫害致灾能力强<sup>[13]</sup>; 在豫南粳稻生产过程中, 随着品种的更新、栽培方法和生长发育环境的变化, 病虫害的发生规律也产生了新的变化, 因此, 研究豫南粳改粳病虫害的变化规律, 为粳稻生产减灾避灾提供技术支撑。

## 1 材料与方法

利用 1999—2018 年近 20 年气象资料(气象资料来源于信阳市气象观测站), 结合在信阳市农业科学院试验园区和粳稻种植面积较大的县(区)晚播粳稻病虫害危害调查情况, 从气候条件变化和生长

收稿日期: 2020-04-18

资助项目: 河南省重大科技专项(编号: 121100110200); 国家水稻产业技术体系建设专项(编号: CARS-01-76); 国家植物保护信阳观测实验站建设专项(编号: ZX04S1718)。

作者简介: 段 斌(1970—), 男, 河南罗山人, 硕士, 副研究员, 研究方向为水稻栽培。E-mail: duanb@163.com。

通信作者: 卢兆成, 研究员, 研究方向为植物保护。E-mail: luzhaocheng2003@hotmail.com。

季节变化 2 个方面,分析豫南粳稻晚播后病虫害发生变化规律。

2 结果与分析

2.1 晚播粳稻不同生长发育时期气候变化

在豫南稻区,传统的中粳稻一般 4 月中下旬播种,5 月中下旬移栽,7 月上中旬拔节孕穗,8 月上旬以前齐穗,9 月上中旬成熟。而粳稻推迟播种后,根据栽培技术要求,一般 5 月中下旬播种,6 月上中旬移栽,7 月中下旬拔节孕穗,8 月下旬齐穗,10 月上中旬成熟。按此划分生育时期,分析从 1999—2018 年近 20 年不同生长发育时期的气候变化(表 1)。从表 1 可以看出,粳稻推迟播种后不同生长发育时

期气候条件发生了较大变化,其中苗期和分蘖期平均气温、平均湿度、旬降水量均升高,日照时数减少,分蘖期降水时间增多。其中,以苗期气温升高最为明显,从 19.7℃ 升至 23.0℃,升高了 4.1℃,分蘖期次之,升高了 2.0℃。拔节孕穗期平均气温和平均湿度基本没有变化,但晚播粳稻降水量减少,日照时数增加较多,降水时间略有减少;抽穗扬花期平均气温和湿度均下降,其中温度从 27.7℃ 下降至 24.9℃,降水量增多,从旬平均 41.7 mm 增加到 70.6 mm,日照时数减少,降水时间增多;灌浆成熟期平均气温、平均湿度下降,降水量、日照时数和降水时间均减少。

表 1 1999—2018 年水稻不同生育时期气候条件

气象因素	苗期		分蘖期		拔节孕穗期		抽穗扬花期		灌浆成熟期	
	中粳稻	粳稻	中粳稻	粳稻	中粳稻	粳稻	中粳稻	粳稻	中粳稻	粳稻
平均气温(℃)	19.7	23.8	24.9	26.9	27.6	27.7	27.9	24.9	25.0	20.7
平均湿度(%)	65.8	69.5	72.2	79.6	78.2	78.2	80.2	78.6	79.5	76.1
旬降水量(mm)	31.0	33.8	50.8	82.6	69.6	47.5	41.7	70.6	53.3	28.4
旬日照时数(h)	56.4	55.8	52.6	47.2	56.4	59.6	54.5	49.4	47.2	41.3
旬降水时间(d)	3.8	3.5	3.8	4.7	4.5	4.2	4.4	5.0	4.4	3.9

2.2 因气候变化引起病虫害发生规律变化

2.2.1 苗期温度升高,低温病害减轻 粳稻推迟播种期后苗期温度显著升高,有些因低温阴雨天气而导致的低温病害明显减轻或不发生。在豫南稻区,中粳稻播种期主要集中在 4 月中下旬,5 月上中旬移栽,豫南粳稻生产过程中苗期主要低温病害,有稻苗疫霉病、立枯病、烂秧病等。根据气候资料分析结果表明,从 1999—2018 年 4 月中下旬平均气温为 18.1℃,加上阴雨天气较多,容易引起低温病害的发生,而晚播粳稻播种期在 5 月中下旬,平均气温上升到 21.9℃,虽然也会遇到阴雨天气,但气温较高,幼苗生长较快,抗性增强。有关研究表明,低温是造成早稻死苗的主要诱发条件,在低温、阴雨和日照少等不良气候条件下,根系吸收力弱,光合作用合成能力差,生理机能减弱,抗逆性差,根部容易受腐霉菌等病菌浸染<sup>[14-15]</sup>。从整个苗期来看,粳稻推迟播种后苗期平均气温由 19.7℃ 增加到 23.8℃,温度条件更加适合幼苗生长,植株健壮,抗性增强,不容易发生低温病害。从田间调查结果来看,推迟播种后,粳稻秧田期发育速度快,生长旺盛,稻苗疫霉病、立枯病、烂秧病等基本上没有发生,个别年份尤其明显。如 2014 年 4 月中旬至 5 月

月上旬持续低温阴雨天气,4 月中下旬平均气温只有 15.9℃,日照时数远少于常年,而 5 月中下旬平均气温则达到 23.1℃,降水时间和数量减少,日照时数较长,部分播种较早、露天育秧的中粳稻出现烂秧病危害,而当年晚播粳稻苗期基本没有受到影响。

2.2.2 苗期适温使稻蓟马危害加重 稻蓟马是豫南水稻秧苗 3 叶期至分蘖期的重要害虫,在豫南稻区发生世代较多,粳稻均会受稻蓟马危害,而稻蓟马世代历期与温度关系密切,低温条件下世代历期长,对水稻的危害较轻,在 23~25℃ 时,稻蓟马世代历期短,完成 1 代只需 15~18 d。传统播种条件下,由于苗期温度偏低,稻蓟马发生发展较慢,分蘖期温度适中,水稻生产较快,危害较轻。粳稻除个别年份有轻微稻蓟马危害外,基本不会发生大的危害,一般年份不予防治。粳稻推迟播种后,苗期和分蘖期气温均上升到稻蓟马生长和繁殖的适宜温度范围内,且秧苗嫩绿,从秧苗期到分蘖末期一直处在稻蓟马的危害期内。田间调查结果表明,近几年在晚播粳稻上,稻蓟马均会发生危害,个别年份尤其严重。如 2014 年在河南省信阳市浉河区吴家店镇和正阳县部分粳稻种植户,稻蓟马危害严重,造成秧苗返青慢,萎缩不发。

2.2.3 水稻纹枯病偏轻发生 纹枯病发生与气候条件关系密切<sup>[16]</sup>。当气温 20℃ 以上、相对湿度大于 90% 时,纹枯病开始发生;气温在 28~32℃ 且遇连续降雨,病害则发展迅速;气温降至 20℃ 以下且田间相对湿度小于 85% 时,发病迟缓或停止发病<sup>[17]</sup>。李桦等的研究表明,水稻纹枯病性发病程度与品种成熟期有关,熟期越早,纹枯病越严重<sup>[18]</sup>。易亮等对豫南水稻纹枯病发病规律与气象条件的关系进行分析时发现,在豫南地区,春稻一般在移栽后 28~30 d 开始发病,时间约在 6 月中旬末,麦茬稻一般在移栽后 15~20 d 开始发病,时间集中在 6 月下旬末<sup>[19]</sup>。盛夏高温季节非常适合纹枯病的传播,气温不是纹枯病的限制性因素,纹枯病的危害程度主要取决于 7 月的相对湿度、降水量及 8 月的降水量和日照时数。吴骞等以 2002—2006 年 6 月中旬至 8 月中旬气候条件为自变量进行逐步回归分析,结果表明,信阳市水稻纹枯病发生与降水量呈显著正相关<sup>[20]</sup>。宋世枝等利用 1951—2000 年 6—10 月平均温度和湿度研究豫南粳稻调整播期对纹枯病发病条件的影响,研究发现,豫南粳稻推迟播种后,最易感病的水稻拔节孕穗期由 7 月中旬至 8 月上旬推迟到了 8 月上中旬,抽穗扬花期由 8 月上旬推迟到了 8 月下旬,避过了高温高湿季节,纹枯病危害较轻<sup>[21]</sup>。而从近 20 年气候资料分析来看,中粳稻和晚播粳稻拔节孕穗期平均气温均为 27.7℃ 左右,平均湿度 78.2%,但晚播粳稻降水量和降水时间明显减少,日照时数增加。灌浆成熟期日平均气温和湿度均明显低于中粳稻,平均气温只有 20.7℃,降水量也较少,晚播粳稻拔节孕穗至灌浆成熟期气候条件不利于纹枯病发生流行。从近几年多品种多年份分期播种试验来看,同一品种播期推迟后,纹枯病发病明显减轻。

2.2.4 穗颈瘟有加重趋势,稻曲病成为穗期主要病害 穗颈瘟是稻瘟病危害穗颈的表现,和稻曲病均为典型的气象型病害,这 2 种病害发生发展与气温、降水、湿度、光照等气象条件关系密切<sup>[22-23]</sup>。稻瘟病菌丝的生长、分生孢子的形成和萌发、芽管的生长等最适宜的温度均为 25~28℃<sup>[9]</sup>。豫南粳稻播期推迟后,抽穗扬花期也由 7 月下旬至 8 月上旬推迟到 8 月下旬至 9 月上旬,温度虽然有所下降,但在穗颈瘟发生流行的适宜范围内,降水量、阴雨时间增多,容易遇到阴雨天气,适宜病菌侵染危害。抽穗期如遇到低温阴雨天气,抽穗期延长,感病机

会增加,易造成穗颈瘟的流行<sup>[24]</sup>,且粳型水稻品种抗稻瘟病比籼稻弱<sup>[9]</sup>,晚播粳稻穗颈瘟有加重的趋势。近几年田间观察记载,晚播粳稻部分品种在不同年份均有不同程度的穗颈瘟危害,部分年份个别品种受害较为严重。稻曲病菌在 24~32℃ 发育良好,最适温度为 26~28℃,在水稻孕穗至抽穗扬花期适温、多雨、少日照等条件均能促进该病的发病流行<sup>[10]</sup>,水稻孕穗—破口—抽穗—开花期是稻曲病菌的侵染敏感期,适温高湿有利于稻曲病菌孳生繁殖,易导致稻曲病流行,破口至扬花期阴雨天气能明显加重稻曲病的危害程度<sup>[12,25]</sup>。豫南粳稻播期推迟后,孕穗至抽穗扬花期推迟,抽穗扬花期日平均气温由 27.9℃ 降至 24.9℃,但降水量显著增加,由旬平均降水量 41.7 mm 增加至 70.6 mm,日照减少,田间湿度大,灌浆成熟期延长 15 d 左右,常遇阴雨天气,旬降水时间平均增加 0.6 d,客观上为稻曲病的发生流行创造了条件。同时,稻曲病的发生流行,与施氮量关系密切,一般氮肥使用过多,稻曲病发病重<sup>[26]</sup>。而豫南粳稻高产栽培技术要求增加施氮量,强调氮肥后移,也增加了稻曲病发生流行的可能。近几年在试验和大田生产中,晚播粳稻大部分品种均不同程度地感染稻曲病,部分抗性差、抽穗期晚的品种感染严重,稻曲病已成为晚播粳稻最为严重的病害。

### 2.3 因生长季变化引起病虫害发生规律变化

2.3.1 晚播粳稻完全避开 1 代螟虫危害 在豫南地区,三化螟、二化螟和大螟的越冬代成虫盛发于 5 月中下旬,危害期一般在 6 月上中旬,中粳稻此时正处于分蘖期,容易受到 1 代螟虫危害,而此时晚播粳稻还处于幼苗期,不利于越冬代螟蛾产卵,田间调查未见第 1 代螟虫危害。2013 年二化螟 1 代在豫南稻区中粳稻中暴发成灾,而晚播粳稻则鲜有危害。

2.3.2 稻纵卷叶螟危害有加重趋势 稻纵卷叶螟是我国水稻上的重要迁飞性害虫之一,在豫南稻区常年发生 3 代,第 1 代因迁入数量少,不会造成危害,第 2、第 3 代为主害代,主要危害时期为 6 月中下旬至 8 月上旬<sup>[27-28]</sup>,第 3 代以后由于当地籼稻叶片老化,不适于其取食。而粳稻由于播种晚,叶片较嫩,叶色浓绿,稻纵卷叶螟成虫产卵具有趋嫩特性,在籼粳共存时期,大部分迁出危害粳稻,晚播粳稻危害重于籼稻,危害期长达 70~80 d,危害集中而持久,致使本应迁出的第 4 代变为滞留型,进一步加剧了稻纵卷叶螟的危害。如 2010 年,由于 7 月持续

阴雨天气,为随雨迁入豫南稻区的稻纵卷叶螟提供了有利的因素,第 3 代稻纵卷叶螟偏重发生,而此时粳稻正处于拔节期,叶片嫩绿,危害程度明显重于籼稻,受害重的田块叶片被害率高达 90% 以上。

2.3.3 避过三化螟 3 代孵化高峰期,三化螟 3 代发生较轻 三化螟 3 代一直是豫南水稻生产中须特别预防的虫害,其危害时期一般在 8 月上中旬,此时籼稻正处于抽穗期,易受其危害。前人研究结果表明,水稻圆秆期三化螟的侵入率比分蘖期和怀苞抽穗期要低 3~4 倍<sup>[29-30]</sup>。粳稻推迟播种后,成功避过三化螟第 1 代幼虫孵化高峰期,第 2 代和第 3 代幼虫孵化高峰期,粳稻分别处于拔节期和孕穗期,在形态上均处于水稻圆秆期,侵入较为困难<sup>[31]</sup>,三化螟第 3 代危害较轻。但也难以完全避过,跟踪观察发现,推迟播种后粳稻抽穗期虽然避开了三化螟第 3 代的孵化高峰期,但由于三化螟第 2 代成虫发生期从 7 月下旬持续到 8 月下旬,长达 30~40 d,粳稻的抽穗期部分地落入了三化螟第 3 代发生期内,受到三化螟 3 代危害,少数受害严重田块白穗率可达到 3% 左右。

### 3 结论与讨论

#### 3.1 粳稻晚播后水稻生长季变化,病虫害发生规律发生相应变化

豫南是传统的水稻种植区,历年以籼稻种植为主,籼粳共存的局面必然长期存在,由于粳稻高产栽培技术要求推迟播种期和灌浆成熟期,粳稻的生长季节发生了变化,不同生长发育时期的气候条件也有所变化,病虫害发生规律发生了相应变化,苗期低温病害减轻,原本不会构成危害的稻蓟马成为晚播粳稻的苗期和分蘖期的主要害虫;拔节孕穗期纹枯病减轻,抽穗扬花期和灌浆成熟期穗颈瘟加重,稻曲病则成为灌浆期主要病害;虽然避过 1 代螟虫危害和三化螟 3 代孵化高峰期,三化螟 3 代发生较轻,而稻纵卷叶螟危害有加重趋势。

#### 3.2 部分害虫繁殖世代发生变化,并可能会导致一些病害加重

豫南粳稻推迟播种后,在籼稻进入拔节孕穗期叶片老化、害虫不易取食时,而粳稻正处于分蘖期,叶片嫩绿,利于害虫取食,使本应停止取食进行越冬期的害虫,继续危害。苗期适温和丰富的食物来源,给稻蓟马提供了很好的繁殖机会,造成稻蓟马世代增加。二化螟在豫南稻区一般 1 年发生 2 代,

籼稻成熟较早,收获后,二化螟没有食料来源,幼虫在稻秆中越冬,大面积推广粳稻晚播后,籼稻收获后粳稻正处于灌浆期,二化螟转移到粳稻上继续危害,危害代数由原来的 2 代变为 3 代<sup>[32]</sup>。2013、2019 年,在部分县(区)发现二化螟第 3 代危害晚播粳稻。中后期的气候条件增加了稻瘟病和稻曲病的危害概率,引起病原菌基数增加,增加了感病的可能性,会导致稻瘟病和稻曲病危害加重。

#### 3.3 防治对策要适应粳稻晚播后病虫害发生规律变化

豫南粳稻晚播后整个生育时期、气候条件、肥水管理发生了改变,引起病虫害发生规律变化,防治对策也要有针对性地进行调整,根据粳稻的生理特性、栽培措施和病虫害发生规律的变化,综合考虑防治对策。将选择利用抗性强、生育期适中的品种与科学运筹肥水相结合,针对品种合理安排播种期和灌浆成熟期,综合利用病虫害测报预报技术,合理使用化学农药,与生物防治和物理防治相结合,实现粳稻生产的绿色、安全、优质、高效。

3.3.1 化学防治技术 采用药剂浸种。每 5 kg 种子用 16% 咪鲜·杀螟乳油 3 mL 兑清水 6 kg 配成药液浸种 48 h,防治恶苗病和干尖线虫病;秧田期和返青分蘖期注意防治稻蓟马,可选用 10% 烯啶虫胺水剂、10% 吡虫啉可湿性粉剂或噻虫嗪可湿性粉剂按说明书用量兑水 40 kg 喷雾。7 月上中旬重点防治稻纵卷叶螟,8 月上旬和抽穗前各防治 1 次三化螟,螟虫防治可选用氯虫苯甲酰胺、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐等药剂喷雾防治;破口前 5~7 d 可采用氯虫苯甲酰胺、噻嗪酮、噻呋酰胺三元复合,于破口前 5~7 d 和破口期连续用 2 次药,防治稻曲病和纹枯病以及三化螟 3 代(一喷多防);在水稻始穗期和齐穗期,可选用茚虫·戊唑醇或三环唑等预防穗颈瘟。

3.3.2 物理防治技术 (1)晒种或温汤浸种,减少种子带菌。(2)利用害虫对光的趋性,设置诱虫灯,诱杀二化螟、三化螟、大螟、稻飞虱、稻纵卷叶螟等害虫的成虫,减少田间落卵量,降低虫口基数。(3)在二化螟、稻纵卷叶螟每代成虫始盛期,放置性诱剂、诱捕器诱杀成虫,降低害虫产卵量和孵化率。

3.3.3 生物防治技术 (1)保护生态环境,保护和利用水稻害虫的各种天敌,发挥天敌自然控害作用,实现水稻病虫害可持续治理。(2)在水稻生长的中后期利用生物农药防治病虫害,如苏云金杆菌(简称 *Bt*)防治螟虫和稻纵卷叶螟技术、枯草芽孢杆

菌防治稻瘟病技术、井冈霉素、蜡质菌芽孢杆菌防治稻瘟病、稻曲病和纹枯病等。(3)在二化螟、稻纵卷叶螟蛾高峰期,人工释放稻螟赤眼蜂压低害虫种群数量。

#### 参考文献:

[1] 高军波,韩勇,喻超,等. 河南省县域农作物生产空间格局演变及专业化分区研究[J]. 中国农业资源与区划,2019,40(7): 152-163.

[2] 张志高,娄延军,张玉,等. 2003—2015 年河南省粮食增产格局与贡献因素研究[J]. 中国农业资源与区划,2018,39(6): 28-34.

[3] 宋世枝,段斌,何世界. 豫南粳稻高产优质障碍因子与栽培对策[J]. 中国农学通报,2005,21(5):206-208.

[4] 宋世枝,段斌,扶定,等. 粳稻在豫南晚播的生长发育及增产效果研究[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版),2002,15(1): 104-106.

[5] 叶彩玲,霍治国,丁胜利,等. 农作物病虫害气象环境成因研究进展[J]. 自然灾害学报,2005,14(1):90-97.

[6] 李伟君,王春乙,赵蓓,等. 气候变化对中国农业气象灾害与病虫害的影响[J]. 农业工程学报,2010,26(1):263-271.

[7] 霍治国,李茂松,王丽,等. 气候变暖对中国农作物病虫害的影响[J]. 中国农业科学,2012,45(10):1926-1934.

[8] 葛道阔,金之庆. 气候变化对江苏省水稻主要虫害影响初探[J]. 江苏农业科学,2006(4):36-38,162.

[9] 王道泽,洪文英,吴燕君,等. 水稻主栽品种和气象因素对稻瘟病田间流行的影响[J]. 浙江农业学报,2017,29(5):791-798.

[10] 徐敏,高苹,刘文菁,等. 水稻稻曲病气象等级预报模型及集成方法[J]. 江苏农业科学,2017,45(17):95-98.

[11] 王洪凯,林福呈. 稻曲病研究进展[J]. 浙江农业学报,2008,20(5):385-390.

[12] 任义方,朱凤,高苹,等. 稻曲病气象适宜度等级精细化预报技术[J]. 植物保护,2018,44(5):217-223.

[13] 白基恒,徐刚,周婷婷,等. 重庆市水稻病虫害的时间分布规律与重灾年份预测研究[J]. 自然灾害学报,2016,25(2):26-34.

[14] 张明年,杨国祥,王玉富. 论信阳地区水稻“粳改粳”[J]. 河南农业科学,1993(7):6-8.

[15] 浙江农业大学. 实用水稻栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,1981:380-384.

[16] 朱凤,张燕,易红娟,等. 不同始病期水稻纹枯病消长动态及防治适期[J]. 江苏农业学报,2020,36(1):63-69.

[17] 李涛,路雪君,廖晓兰,等. 水稻纹枯病的发生及其防治策略[J]. 江西农业学报,2010,22(9):91-93.

[18] 李桦,宋成艳,丛万彪,等. 粳稻品种抗纹要在病性鉴定与筛选[J]. 植物保护,2000,26(1):19-21.

[19] 易亮,刘常青. 豫南水稻纹枯病发病规律与气象条件的关系[J]. 现代农业科技,2005(21):32-33.

[20] 吴骞,易亮,温涛,等. 信阳市水稻主要病虫害预测预报研究[J]. 科技信息(学术研究),2008(32):389-390.

[21] 宋世枝,方玲,段斌,等. 调整播期对豫南粳稻稻瘟病及纹枯病发病条件的影响[J]. 中国农学通报,2005,21(4):276-277,288.

[22] 刘天华,白姣姣,吕东平. 农业气象因素影响稻瘟病发生分子机制初探[J]. 中国生态农业学报,2016,24(1):1-7.

[23] 苏荣瑞,刘凯文,冯明,等. 2014 年江汉平原水稻稻曲病促病气象条件指数分析[J]. 中国植保导刊,2015,35(9):44-49.

[24] 宁万光,谢瑛,史洪中,等. 信阳水稻稻瘟病发生规律及基于灰色预测模型的预测预报[J]. 江苏农业科学,2014,42(6): 102-104.

[25] 任义方,高苹,朱凤,等. 稻曲病气象风险评估及适宜度等级预测技术[J]. 植物保护,2017,43(1):61-67.

[26] 季宏平,张匀华,王芊,等. 黑龙江省水稻稻曲病发生规律与防治技术研究[J]. 植物保护,2002,28(3):24-26.

[27] 张凯,刘红敏. 豫南地区稻纵卷叶螟的发生规律及防治技术[J]. 安徽农学通报,2010,16(9):137-138.

[28] 卢兆成,赵海英,朱庆松,等. 稻纵卷叶螟发生的影响因素及防治措施[J]. 安徽农业科学,2005,33(5):787-811.

[29] 农业实用技术百科全书编撰委员会. 农业实用技术百科全书[M]. 北京:中国致公出版社,1996.

[30] 中国农作物病虫害编撰委员会. 中国农作物病虫害:上册[M]. 北京:农业出版社,1999.

[31] 宋世枝,卢兆成,段斌,等. 豫南粳稻夏播避三化螟机理及其效果[J]. 植物保护,2005,31(2):73-74.

[32] 陈俊华,郭世保,熊建伟,等. 信阳中粳稻、粳稻害虫调查初报[J]. 河南农业科学,2014,43(9):110-115.