

鲍海波,刘宝生,周长勇,等. 江淮地区机械旱直播粳稻与机插秧粳稻病虫害发生差异[J]. 江苏农业科学,2023,51(23):124-131.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.23.019

# 江淮地区机械旱直播粳稻与机插秧粳稻 病虫害发生差异

鲍海波<sup>1</sup>, 刘宝生<sup>1</sup>, 周长勇<sup>2</sup>, 徐晴玉<sup>1</sup>, 鞠佳菲<sup>1</sup>, 罗光华<sup>1</sup>, 王利华<sup>1</sup>, 方继朝<sup>1</sup>

(1. 江苏省农业科学院植物保护研究所,江苏南京 210014; 2. 江苏徐淮地区淮阴农科所,江苏淮安 223001)

**摘要:**随着我国经济不断发展和城镇化建设的持续推进,农村劳动力大量转向第二和第三产业,导致农村优质劳动力日益短缺,因此省工、省力、节约成本和便于操作的直播水稻栽培面积逐渐上升,成为主要的水稻栽培方式之一。移栽稻病虫害发生规律的监测和防控有大量的相关研究和数据积累,然而对于直播稻病虫害发生等的发生与防控却缺乏相应的研究,尤其是直播稻的病虫害发生情况与移栽稻相比是否存在显著差异还不清楚。对江淮地区机械旱直播种植和机械插秧移栽的粳稻从苗期到结实期的主要病虫害的发生情况进行调查比较。结果表明,旱直播种植的粳稻病虫害总体上比机插秧偏重发生,而及时防控有利于减少直播稻与移栽稻间的危害差异。水稻生长初期,机械旱直播粳稻病害显著重于机插秧粳稻,适时防控后,在水稻生长中后期,两者间的杂草发生情况没有显著差异;调查期内二化螟、稻飞虱和稻纵卷叶螟的危害机械旱直播粳稻总体重于机插秧粳稻,但防控之后,二化螟的危害程度两者间没有显著差异;在水稻生长后期机械旱直播粳稻的稻瘟病比机插秧粳稻发生严重;机械旱直播粳稻的纹枯病重于机插秧粳稻,防控后,无显著差异;施药后稻曲病在机械旱直播和机插秧粳稻间的发生没有显著差异。

**关键词:**江淮地区;粳稻;旱直播;机插秧;移栽;病虫害;发生差异

**中图分类号:**S435.11 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2023)23-0124-08

水稻栽培方式主要为直播和育秧移栽等 2 种,其中育秧移栽可进一步分为精细操作的手栽、较为粗放的抛秧及效率更高的机插秧<sup>[1]</sup>。在温饱问题为主要矛盾的阶段,精耕细作提高单位面积产量是人们的主要需求,因此手栽等育秧移栽为主要采用的栽培方式<sup>[1-2]</sup>。随着我国经济的不断发展,水稻种植从过去单纯的追求产量向追求效益、生态、环保等综合产出转变;同时,随着城镇化建设程度越来越高,农村青壮劳动力向第二、第三产业转移,导致农业劳动力短缺,机插、抛秧、直播等轻简高效、机械化的栽培方式逐渐占据主导地位<sup>[3-4]</sup>。在这些栽培方式中,水稻直播不需要育秧、移栽,省工、省

力,节约成本,便于操作,在农村优质劳动力日益短缺的情况下,越来越多的农户选择水稻直播的栽培方式<sup>[4-6]</sup>。

水稻直播方式有水直播、旱直播和湿润直播等 3 种类型,其中湿润直播和旱直播应用较广<sup>[1,7]</sup>。水稻直播相比移栽插秧更容易实现机械化,机械直播得到成功应用,目前较为常用的有机械条播和机械穴播<sup>[8]</sup>。

江淮地区是江苏省水稻的主要产区,粳稻在该地区的种植面积多于籼稻,是主要的种植品种<sup>[2]</sup>。虽然农业部门在稻作方式选择上,对直播稻抱着“不提倡、不宣传、不推广”的态度,然而,近年来水稻直播面积已经占据相当规模,成为主要的水稻栽培方式之一<sup>[2,9]</sup>。

无论是育秧移栽还是直播的栽培方式,水稻的安全生产均受到病虫害等的威胁。育秧移栽一直为主要的水稻栽培方式,移栽稻病虫害发生规律的监测和防控有大量的相关研究和数据积累,建立了较为成熟的防控技术体系。直播稻由于原种植面积较小,对于其病虫害的防控缺乏系统深入的研究和相关数据积累,而同时对比直播稻和移栽稻病虫害发生差异的报道更少<sup>[1]</sup>。目前仅查阅

收稿日期:2023-02-28

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(20)1004];国家水稻产业技术体系(编号:CARS-01);江苏省碳达峰碳中和科技创新专项资金(编号:BE2022424);青年科技人员生产实践与调研项目[编号:SJ(2021)01]。

作者简介:鲍海波(1987—),男,河北承德人,博士,副研究员,从事水稻害虫发生规律与防控技术研究。Tel:(025)84390172;E-mail:baohaiibo@jaas.ac.cn。

通信作者:罗光华,博士,研究员,从事水稻害虫发生规律与防控技术研究,E-mail:luogh\_cn@163.com;王利华,博士,研究员,从事水稻害虫发生规律与防控技术研究,E-mail:wlyang@sohu.com。

到郑宏海等同时对直播和移栽种植的籼稻病虫草害进行了比较,报道中没有说明具体的直播和移栽方式,推测为人工手栽和撒播,廖璇刚等报道了直播稻田病虫草的发生特点,具体的直播和移栽方式没有说明,水稻品种没有说明<sup>[10-12]</sup>。其他报道仅比较了病虫草害中的 1 种或 2 种危害在直播和移栽中的差异,如比较了草害或虫害或病害或病虫等,而且研究多停留在实践总结中,没有说明数据调查方法,缺乏具体的数据和统计分析<sup>[11,13-22]</sup>。

总之,对于直播稻病虫草害等发生与防控的研究依然缺乏,尤其是直播稻的病虫草害发生情况与移栽稻相比是否存在显著差异还很不清楚。因此,本研究在江淮地区试验田定点观察机械旱直播粳稻和机插秧移栽粳稻,从播种(插秧)到水稻结实期,施肥和农药施用等农艺操作相同情况下,同时对病虫草等危害进行比较研究,明确机械旱直播粳稻与机插秧粳稻的病虫草害发生差异,为建立直播稻主要病虫草害集约化、绿色化防控技术体系的建立提供数据支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试水稻同为粳稻,具体分别是苏绣 867、金粳 818、南粳 58、临稻 16、徐稻 9 号、淮稻 5 号、南粳 5718、南粳 2728、圣稻 22 等共 9 个粳稻品种。

### 1.2 小区设置

项目实施地位于江苏省淮安市淮阴区凌桥乡原种场村,共播种 10 个田块,每个田块面积为 640 m<sup>2</sup>,其中 9 个田块为条播机旱直播,每个田块播种 1 个水稻品种,播种量为 12.5 kg/667 m<sup>2</sup>,于 2021 年 6 月 12 日完成播种;另一个田块为机插秧田,水稻品种为淮稻 5 号,于 2021 年 6 月 25 日完成插秧(表 1)。

### 1.3 施肥情况

基肥每 667 m<sup>2</sup> 施用复合肥 40 kg(总含量为 45%,其中氮、磷、钾的比例各 15%),苗期每 667 m<sup>2</sup> 施用尿素 15 kg(46%),复合肥 15 kg(总含量为 45%,其中氮、磷、钾的比例各 15%);齐穗期每 667 m<sup>2</sup> 施用磷酸二氢钾 50 g。

### 1.4 施药情况

1.4.1 除草剂 于 7 月 12 日每 667 m<sup>2</sup> 施用 3% 氯氟吡啶酯乳油 50 mL,防除田间杂草。

表 1 田块设置及播种方式

田块编号	水稻品种	播种方式
1	苏绣 867	机械旱直播
2	金粳 818	机械旱直播
3	南粳 58	机械旱直播
4	临稻 16	机械旱直播
5	徐稻 9 号	机械旱直播
6	淮稻 5 号	机械旱直播
7	南粳 5718	机械旱直播
8	南粳 2728	机械旱直播
9	圣稻 22	机械旱直播
10	淮稻 5 号	机插秧

1.4.2 杀虫杀菌剂 第 1 次施药主要用于防治稻飞虱、稻螟虫、稻瘟病和纹枯病。于 7 月 25 日每 667 m<sup>2</sup> 施用 100 mL 40% 稻瘟灵乳油、40 mL 240 g/L 噻呋·酰胺悬浮剂、10 g 40% 氯虫·噻虫嗪水分散粒剂;第 2 次施药主要用于防治稻螟虫和纹枯病。于 8 月 20 日每 667 m<sup>2</sup> 施用 40 mL 240 g/L 噻呋·酰胺悬浮剂、50 mL 10% 甲维·茚虫威可分散油悬浮剂;第 3 次施药主要用于防治稻飞虱、卷叶螟、穗颈瘟、稻曲病。于 9 月 10 日每 667 m<sup>2</sup> 施用 80 mL 40% 氟环唑·稻瘟灵悬浮剂、10 g 40% 氯虫·噻虫嗪水分散粒剂;第 4 次施药主要用于防治稻飞虱、穗颈瘟、稻曲病。于 9 月 20 日每 667 m<sup>2</sup> 施用 40 mL 325 g/L 苯甲·嘧菌酯悬浮剂、20 g 25% 吡蚜酮悬浮剂。

### 1.5 调查时间

1.5.1 杂草调查 分别于 2021 年 7 月 10 日(施用除草剂前 2 d)、7 月 25 日和 8 月 9 日进行调查。

1.5.2 虫害调查 分别于 2021 年 7 月 20 日、8 月 3 日、8 月 9 日、8 月 24 日、9 月 5 日和 10 月 5 日进行调查。

1.5.3 病害调查 分别于 8 月 9 日、8 月 24 日、9 月 5 日和 10 月 5 日进行调查。

### 1.6 调查方法

本研究的调查对象主要包括:(1)稻田杂草:稗草(*Echinochloa crusgalli*)、千金子(*Leptochloa chinensis*)、异型莎草(*Cyperus difformis*)、鳢肠(*Eclipta prostrata*)、鸭舌草(*Monochoria vaginalis*)、雨久花(*Monochoria korsakowii*)、丁香蓼(*Ludwigia prostrata*)等优势杂草;(2)水稻害虫:稻飞虱、二化螟(*Chilo suppressalis*)和稻纵卷叶螟(*Cnaphalocrocis medinalis*)等主要害虫;(3)水稻病害:纹枯病、叶瘟、穗颈瘟和稻曲病等主要病害。其中,稻飞虱包括灰

飞虱 (*Laodelphax striatellus*)、白背飞虱 (*Sogatella furcifera*)、褐飞虱 (*Nilaparvata lugens*), 在田间常混合发生, 本研究中调查时没有区分, 都记为稻飞虱。

1.6.1 杂草调查 参照 GB/T 17980.40—2000《农药田间药效试验准则(一) 除草剂防治水稻田杂草》, 每块田选取 5 个样方, 每个样方为 1 m<sup>2</sup>, 调查杂草种类和数量。

1.6.2 稻飞虱数量调查 调查方法参照 GB/T 17980.4—2000《农药田间药效试验准则(一) 杀虫剂防治水稻飞虱》, 调查时采用平行跳跃式取点调查, 每块田取 10 个点, 每点调查 2 穴水稻, 记录活虫数。

1.6.3 二化螟、稻纵卷叶螟情况调查 二化螟、稻纵卷叶螟等调查方法参照 GB/T 17980.1—2000《农药田间药效试验准则(一) 杀虫剂防治水稻鳞翅目钻蛀性害虫》。平行跳跃式取样, 每块田取 10 个点, 每点调查 5 穴水稻, 记录螟害株数及虫数并计算每块田调查总株数。

稻纵卷叶螟调查参照 GB/T 17980.2—2000《农药田间药效试验准则(一) 杀虫剂防治稻纵卷叶螟》。每块田取 5 个点, 共调查 25 穴水稻, 记录活虫数。

1.6.4 病害调查 参照 GB/T 17980.19—2000《农药田间药效试验准则(一) 杀菌剂防治水稻叶部病害》, 叶瘟每块田调查 5 个点, 每个点调查 10 穴水稻, 调查旗叶及旗叶以下 2 张叶片。穗瘟每点调查 10 穴水稻。

纹枯病参照 GB/T 17980.20—2000《农药田间药效试验准则(一) 杀菌剂防治水稻纹枯病》, 每块田调查 5 个点, 每点调查 5 穴水稻。

稻曲病参照 NY/T 1464.54—2014《农药田间药效试验准则 第 54 部分: 杀菌剂防治水稻稻曲病》, 每块田调查 5 个点, 每点调查 10 穴水稻。

## 1.7 数据分析

数据分析和作图使用 R 软件(4.2.2)完成。数据正态性检验使用夏皮罗 - 威尔克正态性检验 (Shapiro - Wilk Normality Test) 方法完成。受试验规模限制, 数据样本较小, 因此, 若各田块病虫害的发生数量符合正态分布, 病虫害等的发生数量在机械早直播和机插种植方式中是否存在显著差异的分析使用单样本  $t$  检验; 若各田块病虫害等的发生数量不符合正态分布, 则使用单样本威尔科克森 (Wilcoxon) 符号秩检验进行显著性分析。具体分析时, 差异显著性检验的原假设是机械早直播种植方式的水稻发生病虫害的程度高于机插种植

方式的水稻。机械早直播种植方式 9 个田块的数据作为样本量为 9 的病虫害等的发生量数据 (正态性检验也通过这些数据完成), 机插种植方式的田块即田块 10 的数据作为显著性检验的参照数值 (即认为是总体均值)。所有检验的显著性水平设定为 0.05。

## 2 结果与分析

### 2.1 数据正态性及显著差异性分析

利用夏皮罗 - 威尔克正态性检验 (Shapiro - Wilk Normality Test) 方法对不同调查日期获得的不同田块的病虫害等的发生数量是否为正态分布进行了检验。

稻飞虱 2021 年 8 月 9 日、8 月 24 日和 10 月 5 日各田块发生数量的数据不符合正态分布, 稻纵卷叶螟 2021 年 8 月 3 日和 10 月 5 日各田块发生数量的数据不符合正态分布 (表 2)。因此, 这 5 次调查结果的差异显著性分析通过单样本威尔科克森 (Wilcoxon) 符号秩检验方法完成; 其他病虫害等各田块的调查数据都符合正态分布, 差异显著性分析通过单样本  $t$  检验方法完成 (表 3)。

### 2.2 杂草发生差异

杂草调查记录稻田中发生数量占优势的 7 种杂草, 分别为稗草、千金子、异型莎草、鳢肠、鸭舌草、雨久花、丁香蓼。第 1 次调查时期为水稻苗期, 此时还没有施用任何除草剂; 无论是机械早直播田还是机插秧田, 稗草、千金子和异型莎草都是发生数量最多的 3 种杂草。在 7 种调查杂草中, 机械早直播种植田块 1、3、4、6 和机插种植田块 10 只调查到了其中的 6 种。田块 5 的杂草发生总量最多, 达到了 156 株/样方; 田块 8 的杂草发生总量最少, 为 86 株/样方 (图 1)。单样本  $t$  检测表明, 在苗期施用除草剂前机械早直播田的杂草发生总量显著高于机插田的杂草发生总量 (121 株/样方) (表 3)。

第 1 次杂草调查 2 d 后, 同时对所有田块进行除草。施用除草剂后, 分别对各田块杂草发生情况进行调查。第 2 次调查结果显示, 稗草、千金子和异型莎草依然是发生量最多的 3 种杂草; 机械早直播田块中, 田块 8 杂草发生总量最多 (82 株/样方), 田块 4 杂草发生总量最小 (63 株/样方)。统计分析表明, 机械早直播田杂草发生总量没有显著高于机插田杂草发生总量 (表 3)。

第 3 次调查结果表明, 鳢肠在一些田块中上升

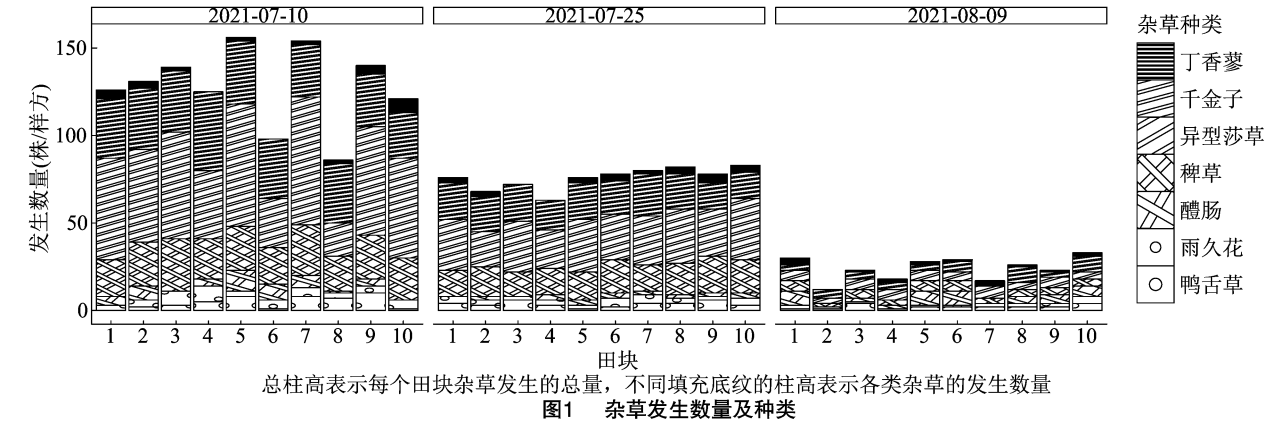
表 2 各田块病虫草害等发生数量的数据分布

危害种类	细分种类	调查时间 (年-月-日)	Shapiro - Wilk 正态性检验 P 值	各田块危害 发生数量是否 符合正态分布 ( $\alpha=0.05$ )
草害		2021-07-10	0.364 2	是
		2021-07-25	0.361 4	是
		2021-08-09	0.509 7	是
虫害	稻飞虱	2021-07-20	0.439 2	是
		2021-08-03	0.232 4	是
		2021-08-09	0.042 4	否
	二化螟	2021-08-24	0.015 4	否
		2021-09-05	0.267 0	是
		2021-10-05	0.012 3	否
	稻纵卷叶螟	2021-07-20	0.055 1	是
		2021-08-03	0.195 4	是
		2021-08-09	0.112 9	是
		2021-08-24	0.139 4	是
		2021-07-20	0.135 7	是
		2021-08-03	0.037 3	否
		2021-08-09	0.220 4	是
		2021-08-24	0.732 1	是
		2021-09-05	0.240 6	是
病害	纹枯病	2021-10-05	0.003 8	否
		2021-08-09	0.892 7	是
		2021-08-24	0.546 0	是
	稻瘟病	2021-09-05	0.103 9	是
		2021-10-05	0.234 8	是
		2021-08-09	0.102 3	是
	稻曲病	2021-08-24	0.511 2	是
		2021-09-05	0.226 6	是
		2021-10-05	0.099 6	是
		2021-09-05	0.766 7	是
		2021-10-05	0.376 2	是

为发生最多或次多的杂草。统计分析结果表明,机械早直播田杂草发生总量没有显著高于机插田杂草发生总量(表 3)。

表 3 水稻机械早直播种植与机插种植方式危害发生差异显著性分析结果汇总

危害种类	细分种类	调查时间 (年-月-日)	P 值	水稻机械早直播种植发生的危害是否显著高于机插种植 ( $\alpha=0.05$ )
草害		2021-07-10	0.811 9	是
		2021-07-25	0.001 8	否
		2021-08-09	0.000 1	否
虫害	稻飞虱	2021-07-20	0.102 5	是
		2021-08-03	0.000 0	否
		2021-08-09	0.276 1	是
	二化螟	2021-08-24	0.004 5	否
		2021-09-05	0.336 6	是
		2021-10-05	0.452 8	是
	稻纵卷叶螟	2021-07-20	0.021 6	否
		2021-08-03	0.107 2	是
		2021-08-09	0.866 7	是
		2021-08-24	0.008 3	否
		2021-07-20	0.173 3	是
		2021-08-03	0.997 1	是
		2021-08-09	0.872 9	是
		2021-08-24	0.002 3	否
病害	纹枯病	2021-09-05	0.944 7	是
		2021-10-05	0.304 1	是
		2021-08-09	0.711 4	是
	稻瘟病	2021-08-24	0.932 4	是
		2021-09-05	0.991 7	是
		2021-10-05	0.004 6	否
	稻曲病	2021-08-09	0.001 0	否
		2021-08-24	0.005 3	否
		2021-09-05	0.998 0	是
		2021-10-05	0.295 2	是
		2021-09-05	0.000 5	否
		2021-10-05	0.015 3	否



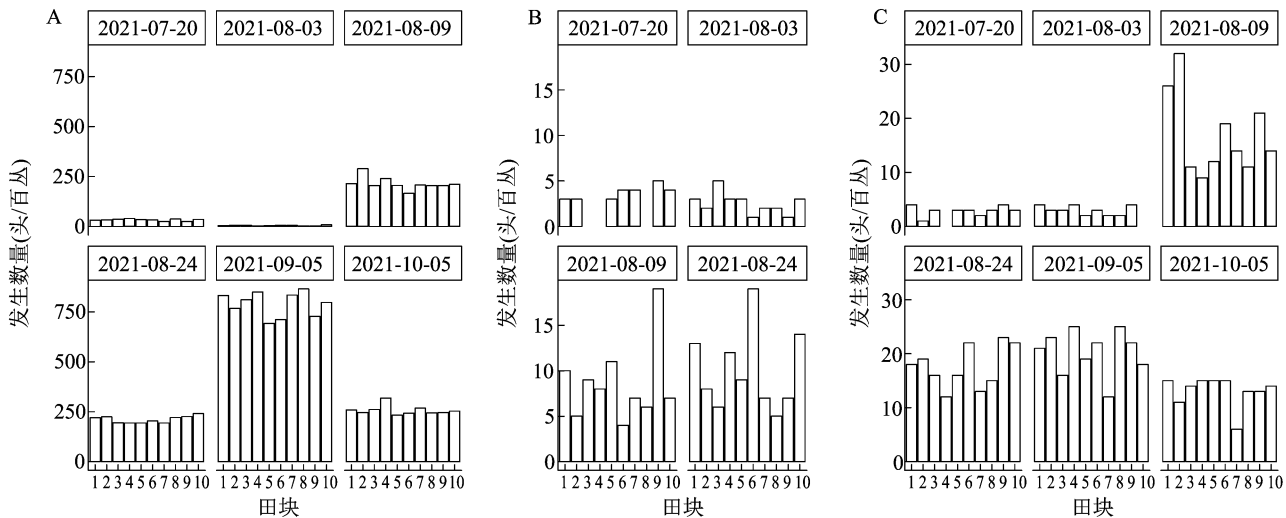
2.3 害虫发生差异

水稻虫害调查了该地区主要的 3 类害虫,分别为稻飞虱、二化螟、稻纵卷叶螟。稻飞虱共调查了 6 次(图 2 - A)。该地区 7 月 20 日即有稻飞虱发生,此时水稻已经进入分蘖期。田块 4 稻飞虱发生数量最多,为 40 头/百丛,田块 7 和田块 9 发生数量最少(25 头/百丛)。7 月 25 日针对稻飞虱施药防治 1 次。而后 8 月 3 日调查,各田块稻飞虱的发生数量都已经低于 10 头/百丛。8 月 9 日调查,各田块稻飞虱的发生数量开始上升,除田块 6(165 头/百丛)外,其他田块的发生量都已经高于 200 头/百丛。8 月 24 日调查,稻飞虱发生数量与 8 月 9 日结果类似。然而到 9 月 5 日,各田块稻飞虱的发生数量都急剧增加,田块 8 最多,达到 865 头/百丛,田块 5 最低,达到了 692 头/百丛。在 9 月 10 日和 20 日针对稻飞虱进行了 2 次施药防治。10 月 5 日调查,稻飞虱数量明显下降(233 ~ 318 头/百丛)。统计分析结果显示,在 6 次调查中,除 8 月 3 日和 8 月 24 日这 2 次机械旱直播田稻飞虱发生量没有显著高于机插田外,其他 4 次稻飞虱的发生量机械旱直播田都显著高于机插田(表 3)。

二化螟共调查 4 次(图 2 - B)。7 月 20 日调查,田块 3、4、8 没有发现二化螟,田块 9 发生数量最多,为 5 头/百丛。7 月 25 日施药防治二化螟 1 次。

8 月 3 日调查,各田块都有二化螟发生,发生数量为 1 ~ 5 头/百丛。8 月 9 日调查,各田块二化螟发生数量差异较大,田块 9 发生数量最多,达到 19 头/百丛,田块 6 发生数量最低,为 4 头/百丛。8 月 20 日继续施药防治二化螟 1 次。8 月 24 日调查,二化螟的发生数量为 5 ~ 19 头/百丛。统计分析结果显示,4 次调查结果中,有 2 次机械旱直播田的二化螟发生量显著高于机插田,另外 2 次则没有显著高于机插田。

稻纵卷叶螟共调查了 6 次(图 2 - C)。7 月 20 日调查,田块 4 没有发现稻纵卷叶螟,其他田块均有发生,最高 4 头/百丛。7 月 25 日施药防治 1 次。8 月 3 日调查,田块 10 没有发现稻纵卷叶螟,其余田块都有发生,数量最高为 4 头/百丛。8 月 9 日调查,稻纵卷叶螟各田块都有发生且数量有明显上升,田块 2 发生数量最多,为 32 头/百丛。8 月 20 日施药进行防治。8 月 24 日调查,各田块稻纵卷叶螟的数量为 13 ~ 22 头/百丛,9 月 5 日调查结果与之类似(12 ~ 25 头/百丛)。9 月 10 日施药进行防治(同时防治稻飞虱)。10 月 5 日调查,各田块稻纵卷叶螟的发生量略有降低,为 6 ~ 15 头/百丛。统计分析结果显示,6 次调查中有 5 次的调查结果显示,机械旱直播田块稻纵卷叶螟的发生量显著高于机插田块(表 3)。



A. 稻飞虱发生数量; B. 二化螟发生数量; C. 稻纵卷叶螟发生数量, 方框中的日期为害虫发生量的调查时间

图2 害虫发生数量

2.4 病害发生差异

水稻病害主要调查了纹枯病、稻瘟病(叶瘟和穗颈瘟)和稻曲病。水稻纹枯病共调查 4 次(图 3 - A)。第 1 次调查为 8 月 9 日,水稻处于分蘖期。各

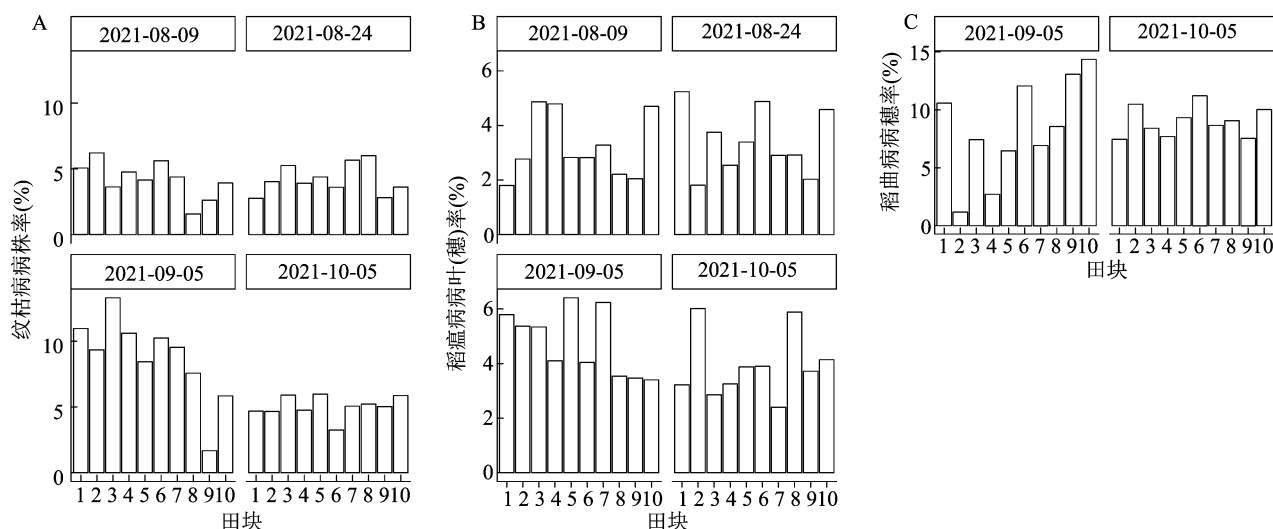
田块纹枯病均有发生,田块 8 病株率最低,为 1.57%,田块 2 病株率最高,为 6.21%。8 月 20 日针对纹枯病施药 1 次。8 月 24 日调查,各田块纹枯病的病株率为 2.77% ~ 6.01%。9 月 5 日调查,多

数田块病株率明显升高,田块 3 病株率最高,达到 13.3%。10 月 5 日调查,各田块发病率比上一次有所降低,病株率为 3.25%~5.98%。统计检验结果表明,在 4 次调查中有 3 次机械早直播田块的病株率显著高于机插田块(表 3)。

稻瘟病共调查了 4 次,前 3 次主要调查(8 月 9 日、8 月 24 日和 9 月 5 日)叶瘟,最后 1 次(10 月 5 日)调查穗颈瘟(图 3-B)。8 月 9 日调查,各田块叶瘟均有发生,病叶率为 1.8%~4.87%。8 月 24 日调查,各田块病叶率为 1.81%~5.24%。9 月 5 日调查,各田块水稻发病率有所上升,病叶率为 3.40%~6.41%。9 月 10 日施药 1 次,用于防治稻瘟病和稻曲病。10 月 5 日调查,病穗率最高为

6.02%(田块 2),最低为 2.4%(田块 7)。前 2 次调查结果显示,机械早直播田块稻瘟病发病率并未显著高于机插田块,水稻发育后期的 2 次调查结果显示机械早直播田块的稻瘟病发病率显著高于机插田块(表 3)。

稻曲病共调查 2 次(图 3-C)。9 月 5 日调查,各田块水稻发病率相差较大,其中田块 2 病穗率最低,为 1.19%,田块 10 病穗率最高,为 14.37%。9 月 10 日和 9 月 20 日各施药 1 次,用于稻曲病防治。10 月 5 日调查,各田块水稻发病率趋于相近,病穗率为 7.46%~11.21%。统计分析结果表明,2 次调查都显示机械早直播田块发病率没有显著高于机插田块(表 3)。



B 图中 2021-10-05 调查的为稻瘟病穗率,其余为病叶率

图3 不同时期水稻病害发生情况

### 3 讨论与结论

水稻直播种植方式同移栽种植方式相比,无需准备秧田,同时省去了育秧、移栽、插秧等程序,降低了水稻初期的种植成本。然而,水稻全生育期都需要精心管理,尤其是水稻病虫草害等的发生与防治对于水稻的最终产量有很大影响。此前虽有关于直播和移栽不同栽培方式对水稻病虫草害影响的研究,但多限于其中的 1 种或 2 种,而且多停留于经验总结,缺乏具体数据和统计分析。本研究采用机插秧和机械早直播 2 种代表性的水稻种植方式,对广泛种植的粳稻病虫草害的发生情况同时进行了全面的比较和分析,为直播种植水稻的田间管理提供了数据参考。

前期实践表明,田地播种前如果翻耕田地不够深或者泡田灌水不足,草害就会发生较重<sup>[5,7]</sup>。本研究中 7 月 10 日调查的杂草发生量,机械早直播田显著高于机插秧田,原因与其类似。机插秧田因插秧的需要水层建立较早,因此在未进行杂草防治时,机插秧田的杂草发生总量要显著低于机械早直播田块的杂草发生总量。有报道称直播种植水稻草害会更严重,但笔者所在课题组的试验结果表明,只要做好草害的及时防控,在水稻生长中后期,机械早直播田的草害并没有显著高于机插秧田<sup>[12-14]</sup>。

水稻害虫对水稻的危害巨大,水稻害虫大发生时,常常造成水稻的大幅减产甚至绝收。本试验主要调查了稻飞虱、二化螟和稻纵卷叶螟等主要害虫

的发生情况。稻飞虱包括褐飞虱、白背飞虱和灰飞虱等 3 种,在田间常混合发生,在水稻的不同生育期占优势的飞虱种类不同,在此次调查中没有做详细区分,统称为稻飞虱。从水稻苗期到结实期共调查稻飞虱发生情况 6 次,其中有 4 次机械早直播田稻飞虱发生数量明显高于机插秧田(表 2);虽然另外 2 次机械早直播田的稻飞虱发生数量没有明显高于机插秧田,但实际调查结果显示,稻飞虱在各田块的发生数量都相对较少(图 2)。综合来看,在相同的防控措施下,机械早直播田的稻飞虱发生程度仍然高于机插秧田。稻纵卷叶螟从水稻分蘖期到结实期共调查 6 次,其中 5 次的调查结果表明机械早直播田块稻纵卷叶螟的发生数量显著高于机插秧田的数量,表明机械早直播田块稻纵卷叶螟的总体发生情况显著高于机插田块。二化螟从水稻分蘖期到拔节孕穗期共调查 4 次,其中 2 次(第 2 次和第 3 次)机械早直播田二化螟的发生量显著高于机插秧田。考虑到这 2 次调查处于 2 次防治之前,2 次防治之后的第 4 次调查,机械早直播田的二化螟发生危害程度没有显著高于机插秧田。这说明在适当的防控措施下,机械早直播田的二化螟发生数量没有显著高于机插秧田。整个调查期内,9 月 5 日的调查结果表明稻飞虱、稻纵卷叶螟的发生数量都比较高,说明不同害虫有同时暴发的趋势,这个时间段需要着重注意对水稻害虫的监测与防控。

水稻病害主要调查了纹枯病、稻瘟病和稻曲病。纹枯病从水稻分蘖期到结实期共调查 4 次,其中前 3 次结果表明机械早直播田纹枯病的病株率显著高于机插秧田,最后一次结果显示机械早直播田纹枯病发生情况没有显著高于机插秧田。这表明在合理的防治措施下,水稻生长后期,纹枯病发生数量不会有显著的差异。稻瘟病从水稻分蘖期到结实期同样共调查了 4 次,前 2 次结果表明机械早直播田稻瘟病的发生数量没有显著高于移栽田,但后 2 次的调查结果表明机械早直播田的病叶率(第 3 次调查)和病穗率(第 4 次调查)都显著高于机插秧田,表明相同防控措施下稻瘟病在后期机械早直播田比机插秧田发生严重。稻曲病从水稻破口期到结实期共调查 2 次,结果表明机械早直播田稻曲病的病穗率没有显著高于机插秧田。

笔者对此前报道的直播与移栽方式对病虫害草害影响的相关试验调查结果进行了梳理和比较。贡佰兴等的调查表明,在不采取防控措施的情况

下,直播田的草害明显重于移栽田<sup>[13-14]</sup>,本研究中防控前杂草发生情况与之相一致,但采取防控措施后,本研究结果表明两者间的草害没有显著差异。冯克强等在浙北的定点调查表明,直播稻中稻飞虱的发生量明显重于移栽稻,二化螟危害直播稻和移栽稻总体上差异不显著,稻纵卷叶螟只在后期直播稻会偏重发生,纹枯病早稻直播稻轻于移栽稻,晚稻直播稻重于移栽稻<sup>[23]</sup>,本研究结果虫害情况与之基本一致。黄次伟等在浙江宁海县定点调查了直播和移栽方式病虫害的发生情况,调查的田块虽没有用药,其中二化螟、稻飞虱、稻纵卷叶螟、纹枯病等发生情况直播方式重于移栽方式<sup>[24]</sup>,本研究结果与之相类似。林美新等上海青浦区的害虫调查显示,二化螟、稻飞虱和稻纵卷叶螟的发生情况直播稻重于移栽稻<sup>[25]</sup>,本研究虫害发生情况与之相似。张海英等在江苏泗洪县的病虫害调查显示,稻纵卷叶螟和稻飞虱的发生频率和发生程度直播稻都高于移栽稻,水稻稻瘟病直播稻高于移栽稻,水稻纹枯病在水稻生长前期直播稻轻于移栽稻,中后期重于移栽稻,本研究虫害发生情况与之类似,本研究病害中稻瘟病发生情况与之相似,但纹枯病发生情况与之不同,可能是施药措施不同导致<sup>[26]</sup>。李茹等在淮安的调查发现,稻瘟病和稻曲病直播稻重于移栽稻,水稻纹枯病前期直播稻轻于移栽稻,后期重于移栽稻,本研究结果除纹枯病外其余病害发生情况与之类似;在虫量大的年份稻飞虱直播稻明显重于移栽稻,但如果虫量较少的年份,直播稻与移栽稻差异不明显;前期稻纵卷叶螟直播稻与移栽稻差异不显著,后期 4 代稻纵卷叶螟发生直播稻重于移栽稻<sup>[27]</sup>,本研究结果虫害发生情况与之基本一致。张璐在江苏响水县的试验表明,纹枯病、稻曲病和稻瘟病的发生程度直播稻明显重于机插稻,稻飞虱、二化螟和稻纵卷叶螟等发生程度直播稻重于机插稻<sup>[28]</sup>,本研究结果与之类似。秦玉金等在扬州调查了水稻栽培方式变化对病虫害的影响,其中纹枯病前期直播稻轻于移栽稻,后期重于移栽稻<sup>[3]</sup>,本研究结果发生情况与之不同;稻曲病直播稻重于移栽稻<sup>[3]</sup>,本研究结果与之相似。高荣等在湖北沙阳县比较了不同栽培方式下水稻生长前中期病虫害的发生危害情况,纹枯病、穗颈瘟和稻曲病直播稻较轻<sup>[29]</sup>,本研究结果与之相反,其不同处理的种植面积偏小(约 100 m<sup>2</sup>/处理)可能是主要原因;二化螟、稻纵卷叶螟和稻飞虱直播稻都重于移栽稻<sup>[29]</sup>,本研

究结果与之类似。蔡武宁等调查发现,相比于移栽稻,直播稻中的纹枯病、稻瘟病发生偏重,稻纵卷叶螟和稻飞虱发生偏重,但二化螟发生较轻,杂草发生偏重<sup>[12]</sup>,本研究结果与之基本一致。上述研究中,对于具体的直播方式、水稻品种、施药情况等大多没有明确的描述,同时,多数报道缺乏具体的数据描述和统计分析,给不同研究结果间的比较分析造成了很大阻碍。尽管如此,各研究结果表明直播稻病虫害草害的发生多重于移栽稻这一趋势,而本研究结果与之前的研究报道基本一致,为此,生产上对直播稻的病虫害草害防控需更加重视。

综上所述,机械早直播稻的病虫害草害发生情况与机插秧水稻的情况存在显著差异,总体上偏重发生。对于草害,如果水稻种植前能够做好田地的翻耕整理,在水稻生长初期做好草害的防控,机械早直播稻的草害便不会显著高于机插秧水稻,两者间没有显著差异。虫害中,稻飞虱和稻纵卷叶螟的发生程度机械早直播稻显著高于机插秧水稻,而且有同时暴发的趋势;二化螟总体上偏重发生,但情况比较多变,应根据具体情况采取及时的防控措施。病害中,稻瘟病和稻曲病在机械早直播稻中发生较移栽稻偏重,纹枯病在中后期往往发生较重。总之,机械早直播稻与机插秧水稻病虫害草害的发生情况整体存在显著差异,生产上对直播稻的病虫害草害防控需要更加地重视。

#### 参考文献:

- [1]冯延江,王麒,赵宏亮,等.我国水稻直播技术研究现状及展望[J].中国稻米,2020,26(1):23-27.
- [2]丁国霞,何善成,陈川.淮安市机插水稻生产现状及对策[J].现代农业科技,2016(23):60-63.
- [3]秦玉金,刘学儒,杨进.不同栽培方式对水稻病虫害发生的影响[J].上海农业科技,2012(6):123-125.
- [4]罗观长,陈春桦,陈风波,等.中国南方稻作方式选择——基于长江中下游地区稻农的样本分析[J].新疆农垦经济,2019(1):23-30.
- [5]陈为周.杂交水稻机械化直播种植技术要点[J].南方农机,2022,53(19):57-59,74.
- [6]刘利成,闵军,刘三雄,等.直播稻生产概况与品种选育策略[J].中国稻米,2022,28(5):44-48,56.
- [7]宁裕南,杨树东.水稻机直播技术的优缺点及推广建议[J].现代农业科技,2020(6):43,45.
- [8]王美华,冷光辉,唐伟峰,等.水稻机械化直播技术研究[J].乡村科技,2019(25):99-101.
- [9]张涛,黄秀华,贾军.江淮地区直播稻生产现状及高产栽培措施[J].农业科技通讯,2008(4):91-93.
- [10]廖璇刚,陈帮群,华阿清,等.直播早稻的病、虫、草、鼠发生特点及防治技术[J].浙江农业科学,1996,37(6):278-280.
- [11]郑宏海,黄根元,潘贤志,等.直播稻田杂草发生特点及化学除草技术[J].杂草科学,1996,14(1):30-31.
- [12]蔡武宁,于海艳,张晗.直播稻田病虫害草发生特点、原因及防控对策[J].中国农业信息,2016(15):89.
- [13]贡伯兴,赵建平,董百舒.免耕早直播水稻田杂草的发生特点和防除[J].江苏农业科学,1987,15(6):24-25.
- [14]李沛元.早直播稻田杂草发生及防除技术研究[J].杂草科学,1989,7(2):1-4.
- [15]虞轶俊,王植杏,吴春,等.直播稻田杂草发生特点成因与综合治理对策[J].植保技术与推广,1997,17(1):26-27.
- [16]董立尧,武淑文,沈晋良.水直播稻田杂草发生及其防除[J].世界农业,2002(5):34-35.
- [17]许美昌,庄学泉.早直播水稻主要害虫发生的特点及其防治[J].昆虫知识,1990,27(5):275-277.
- [18]吴小兵,顾庆红,袁小华,等.直播稻田条纹叶枯病发生与防治的初步研究[J].上海农业科技,2007(5):128-129.
- [19]陈建生,顾月兰,陆保理,等.上海水直播稻病虫害发生趋势及防治对策探讨[J].上海农业学报,1999,15(4):72-75.
- [20]叶峰,王万友,张萍,等.单季直播、移栽稻主要病虫害发生危害特点的调查分析[J].上海农业科技,2005(2):56-57.
- [21]韩伟斌,丁栋,魏栋梁,等.直播稻主要病虫害发生特点及防治对策[J].现代农业科技,2008(24):148-149.
- [22]王拓,李秋平,周文玲,等.田间不同淹水深度对耐低氧水稻和杂草生长的影响[J].江苏农业科学,2023,51(3):111-117.
- [23]冯克强,黄次伟,叶海英,等.浙北直播水稻主要虫害和稻纹枯病发生趋势研究[J].浙江农业学报,1998,10(6):316-319.
- [24]黄次伟,钱久谦,葛为彬,等.轻简栽培水稻病虫害发生特点[J].浙江农业学报,1999,11(6):287-292.
- [25]林美新,蒋耀培.直播水稻主要害虫的发生与防治技术[J].植保技术与推广,2001,21(10):14-15.
- [26]张海英,王小燕,沈红艳,等.直播稻田病虫害发生及防治对策[J].农民科技培训,2009(11):32-33.
- [27]李茹,郭小山.直播稻田主要病虫害的发生及防治[J].农业科技通讯,2009(12):144-145.
- [28]张璐.江苏省主要水稻种植模式对比分析[D].南京:南京农业大学,2011.
- [29]高荣,陈小山,方述清,等.不同栽培方式对水稻主要病虫害发生为害的影响[J].湖北植保,2013(3):29-30.