

# 栽培方式对水稻生育进程、主要病害严重度及产量的影响

张佑宏<sup>1,3</sup> 王治虎<sup>2</sup> 张舒<sup>1</sup> 张瑞洋<sup>4</sup> 杨小林<sup>1</sup>

1. 农作物重大病虫害防控湖北省重点实验室/湖北省农业科学院植保土肥研究所, 武汉 430064;  
2. 湖北省崇阳县农业局, 崇阳 437500; 3. 湖北省生物农药工程研究中心, 武汉 430064;  
4. 湖北工业大学工业设计学院, 武汉 430068

**摘要** 采用早育免耕抛栽、小苗机插、盘育免耕抛栽、油林免耕套播、直播、常规栽插6种栽培方式, 比较水稻发育进程、主要病害严重程度以及产量的差异, 探讨不同栽培方式对稻瘟病、稻曲病、水稻纹枯病发生程度的影响, 为不同栽培方式下水稻主要病害的防控提供理论依据。结果显示: 直播和常规栽插稻叶龄发育进程总体快过免耕抛栽方式; 不同栽培方式之间稻瘟病、纹枯病和稻曲病发生程度均有差异, 产量从高到低顺序为常规栽插、小苗机插、直播、盘育免耕抛栽、早育免耕抛栽和油林免耕套播。不同栽培方式对水稻的生育进程、主要病害的发生程度和产量均有一定程度的影响, 常规栽插和小苗机插方式病害发生的总体情况优于其余4种栽培方式。

**关键词** 水稻; 栽培方式; 生育进程; 病害严重度; 产量

**中图分类号** S 511 : S 435.111.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2019)03-0001-06

近年来由于农村劳动力相对不足, 一些轻简栽培方式在农业生产中得到广泛应用, 相比传统种植方式, 栽培方式的改变会影响栽培区域内作物的农学特性。学者们就不同栽培方式对水稻产量、生育期、光照利用、干物质积累等方面的影响开展了研究。李杰等<sup>[1]</sup>通过研究稻麦两熟制下太湖稻区手栽、机插和直播3种栽培方式对水稻生育期、产量和温光利用的影响, 发现不同栽培方式对水稻产量的影响有极显著差异, 手栽最高, 直播最低; 机插和直播会使部分品种生育进程延迟, 生育期缩短; 机插和直播使品种全生育期积温和光照时数显著减少, 且对积温和光照时数的利用率因品种类型有较大影响。唐海明等<sup>[2]</sup>研究了洞庭湖平原稻区塑料软盘育秧抛栽、手插、机插3种栽培方式对早稻生育期、干物质积累和产量的影响, 指出与机插相比, 抛栽和手插促进了早稻生育进程, 全生育期缩短; 抛栽、手插和机插的群体根系和地上部干物质质量依次减少, 且差异达显著水平; 水稻叶面积指数表现为抛栽、手插、机插依次减少; 3种栽培方式间水稻产量差异显

著, 抛栽最高, 机插最低。有关栽培方式对水稻生长特性与产量影响的研究还有不少<sup>[3-4]</sup>, 虽然由于试验条件和方法的不同, 学者们针对某一栽培技术得出的结果不尽相同, 但是这些研究结果证实栽培方式会影响水稻的生长空间、生育进程、生育期、温光利用率, 进而最终影响产量。不同的栽培方式影响水稻生长环境, 势必会对病虫害的发生和危害产生影响。随着水稻生产机械化技术水平的提升及推广, 水稻早育免耕抛栽、小苗机插等轻简栽培方式在湖北省的一些稻区得到了推广和应用, 本研究探讨早育免耕抛栽、小苗机插、盘育免耕抛栽、油林免耕套播及直播等6种栽培方式对水稻生长的影响, 旨在进一步明确不同栽培方式下水稻产量和重要病害发生严重度的异同, 进而为重要病害的有效防控以及高效轻简栽培方式的进一步推广应用提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验田设置于湖北省崇阳县青山镇吴城村, 面

收稿日期: 2018-11-05

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0200807); 湖北省技术创新专项重大项目(2017ABA146); 湖北省农业科技创新中心项目(2016-620-000-001-017)

张佑宏, 助理研究员, 研究方向: 有机肥研发及作物病虫害防控技术, E-mail: 2430204775@qq.com

通信作者: 杨小林, 博士, 研究员, 研究方向: 植物病原菌致病性及水稻病虫害防控技术, E-mail: 1205600908@qq.com

积 0.4 hm<sup>2</sup>, 壤土, 有机质含量 2.95%, pH 值 5.9, 速效磷含量 7.1 mg/kg, 速效钾含量 82 mg/kg, 碱解氮含量 86 mg/kg。试验田地势平坦, 周边环境开阔, 水利设施良好, 可保证灌溉用水。

## 1.2 试验设计

试验共采用 6 种栽培方式: ①早育免耕抛栽(以下简称早育); ②小苗机插(简称机插); ③盘育免耕抛栽(简称盘育); ④油林免耕套播(简称油林); ⑤直播; ⑥常规栽插(简称常规)。每种方式各 666.7 m<sup>2</sup>。

## 1.3 供试品种、用种量、播期、栽插期

供试水稻品种为中谷优 1361。

用种量: 参照中谷优 1361 的栽培特性, 秧田播种量同常规用量, 直播田用种量 2.5 kg。

播期: 早育免耕抛栽、盘育免耕抛栽、直播、常规栽插 4 月 19 日播种; 小苗机插、油林免耕套播 4 月 24 日播种。

栽插期: 早育免耕抛栽、小苗机插栽插时间为 5 月 18 日; 常规栽插时间为 5 月 19 日。

## 1.4 田间管理

试验田全生育期尽量不用药剂治虫, 不用任何药剂防病, 但为保证获得一定产量, 分别在水稻生长期稻飞虱重发生时(7 月 1 日和 8 月 3 日), 用 25% 吡蚜酮防治 2 次; 田间化学除草、水肥管理依常规进行。

## 1.5 调查方法

1) 稻瘟病。调查方法及分级标准参见 GB/T 15790—2009<sup>[5]</sup>。

2) 纹枯病。调查方法及分级标准参见 GB/T 15791—1995<sup>[6]</sup>。

3) 稻曲病。参见唐春生等<sup>[7]</sup>方法进行稻曲病

调查及分级。

4) 测产。每处理随机选取 3 蔸, 测算穗总粒数、穗实粒数、结实率、总有效穗, 小样自然烘干后称千粒重, 计算每 667 m<sup>2</sup> 理论产量; 每处理实收 1 m<sup>2</sup>, 获取实产, 折算出每 667 m<sup>2</sup> 实际产量。

## 1.6 统计方法

运用 DMRT 法<sup>[8]</sup>进行统计分析, 比较试验各处理间的差异显著性。

# 2 调查与分析

## 2.1 水稻叶龄

从表 1 可以看出, 由于小苗机插和油林免耕套播 2 种栽培方式水稻的播种期(4 月 24 日)要迟于其他 4 种栽培方式水稻的播种期(4 月 19 日)5 d, 所以其叶龄发育进度相对较慢。到 5 月 18 日后, 早育免耕抛栽、盘育免耕抛栽、油林免耕套播、直播 4 种轻筒栽培方式的叶龄发育进度基本一致, 小苗机插、常规栽插 2 种方式受移栽影响, 叶龄发育进程较慢。6 月 24 日后 6 种栽培方式叶龄发育进度基本一致, 7 月 11 日后, 直播和常规栽插叶龄发育进度快于其他 4 种方式(表 1)。

## 2.2 水稻苗瘟病

水稻苗瘟病共调查 3 次(5 月 10 日、5 月 15 日、5 月 18 日), 每次每处理 3 次重复。从表 2 可以看出, 5 月 10 日 6 种栽培方式的病株率和病情指数均为 0; 5 月 15 日 6 种栽培方式苗瘟均有发生, 病株率和病情指数趋势基本一致, 且都呈轻发生, 没有显著差异; 5 月 18 日不同栽培方式苗瘟同样为轻发生, 早育免耕抛栽方式与小苗机插方式有显著差异( $P < 0.05$ ), 与盘育免耕抛栽和常规栽插方式没有显著差异(表 2)。

表 1 水稻苗叶瘟调查时段的叶龄

Table 1 Leaf age at the time of rice blast being investigated

栽培方式 Cultivation modes	调查日期(月/日) Investigation date(Month/day)									
	05/10	05/15	05/18	06/11	06/17	06/24	07/01	07/11	07/17	07/28
早育 DR	3.3	4.7	5.6	9.2	10.2	11.6	12.9	13.9	14.8	16.2
机插 MP	2.4	3.5	5.3	8.6	9.5	11.1	12.8	13.9	14.8	16.1
盘育 TR	3.2	4.6	5.5	9.2	10.2	11.5	12.9	13.8	14.8	16.1
油林 RR	1.9	3.1	5.1	9.1	10.2	11.4	12.9	13.8	14.8	16.1
直播 DS	3.1	4.5	6.1	9.3	10.3	11.8	13.2	14.3	15.4	16.3
常规 CP	3.2	4.5	6.2	8.7	9.6	11.2	12.7	14.5	15.6	16.6

注 Note: DR: No-tillage dry-raising seeding; MP: Seedling machine planting; TR: No-tillage tray-raising seeding; RR: No-tillage rape-seed-rice interplant; DS: Direct seeding; CP: Conventional planting; 下同。The same as follows.

表 2 不同调查时期水稻苗瘟病发生情况

Table 2 Occurrence of rice seedling blast at different time

栽培方式 Cultivation modes	病株率/% Diseased plant rate			病情指数 Disease index		
	05/10	05/15	05/18	05/10	05/15	05/18
早育 DR	0	0.30a	4.10aA	0	0.03a	0.46aA
机插 MP	0	0.10a	2.30bA	0	0.01a	0.25A
盘育 TR	0	0.30a	3.90aA	0	0.03a	0.43aA
油林 RR	0	0.10a	2.50bA	0	0.01a	0.27bA
直播 DS	0	0.30a	3.40abA	0	0.03a	0.37abA
常规 CP	0	0.20a	3.20abA	0	0.02a	0.35abA

2.3 水稻叶瘟病

水稻叶瘟病共调查 3 次(6 月 11 日、6 月 24 日、7 月 11 日),每次每处理 3 次重复。结果显示,不同栽培方式的稻叶瘟发生程度随着时间的推移,病情程度之间有显著差异(表 3)。7 月 11 日早育免耕抛栽病叶率 7.20%,病情指数 2.44;小苗机插病叶率 6.40%,病情指数 1.87;盘育免耕抛栽病叶率 6.80%,病情指数 2.17;油林免耕套播病叶率 7.40%,病情指数 2.51;直播病叶率 6.60%,病情指数 2.07;常规栽插病叶率 5.80%,病情指数 1.71。

2.4 水稻穗颈瘟病

稻穗颈瘟病共调查 3 次(8 月 14 日、8 月 21 日、8 月 29 日),各栽培方式均调查 500 株稻穗。8 月 14 日首次调查,各栽培方式穗颈瘟病均有发生,8 月 29 日早育免耕抛栽病穗率 7.00%,病情指数 1.62;小苗机插病穗率 4.80%,病情指数 1.11;盘育免耕抛栽病穗率 6.60%,病情指数 1.49;油林免耕套播病穗率 10.80%,病情指数 2.22;直播病穗率 5.20%,病情指数 1.20;常规栽插病穗率 4.60%,病情指数 0.73(图 1)。6 种水稻栽插方式按病情指数划分穗颈瘟病发生程度从轻到重依次为:常规栽插、小苗机插、盘育免耕抛栽、早育免耕抛栽、油林免耕套播、直播。

表 3 不同调查时间水稻叶瘟病的发生情况

Table 3 Occurrence of rice leaf blast at different time

栽培方式 Cultivation modes	病叶率/% Diseased leaf rate			病情指数 Disease index		
	06/11	06/24	07/11	06/11	06/24	07/11
早育 DR	2.60a	5.80a	7.20aA	0.14a	1.76a	2.44aA
机插 MP	1.60a	4.80a	6.40abA	0.08a	1.42a	1.87abA
盘育 TR	2.20a	5.20a	6.80aA	0.12a	1.47a	2.17aA
油林 RR	2.80a	6.40a	7.40aA	0.15a	1.95a	2.51aA
直播 DS	1.80a	5.00a	6.60aA	0.10a	1.44a	2.07aA
常规 CP	1.20a	4.20a	5.80bA	0.06a	1.05a	1.71bA

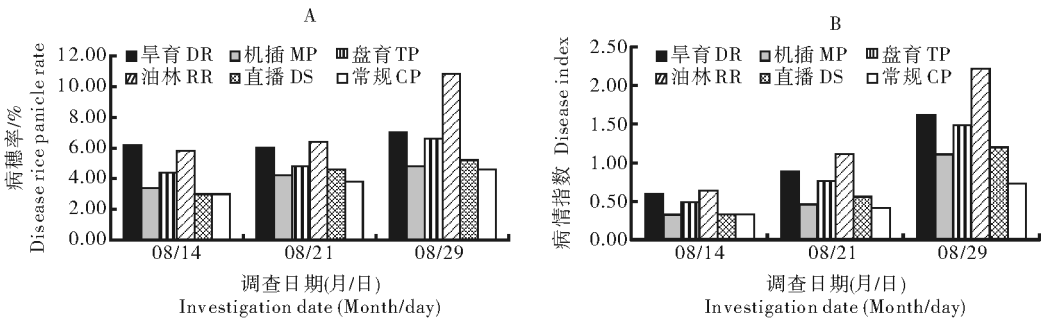


图 1 不同栽培方式下水稻稻颈瘟病病穗率(A)及病情指数(B)

Fig.1 Disease rice panicle rate(A) and disease index(B) of rice neck blast under different cultivation modes

2.5 水稻纹枯病

水稻分蘖盛期至抽穗期间对纹枯病进行了 3 次调查(7 月 2 日、7 月 15 日、8 月 3 日)。从表 4 可以

看出,7 月 2 日小苗机插、油林免耕套播和常规栽插纹枯病未见发生,早育免耕抛栽、盘育免耕抛栽和直播已见发生;7 月 15 日各栽培方式纹枯病均有发

生;8月3日纹枯病发生程度加重,早育免耕抛栽病丛率 42.60%,病情指数 14.33;小苗机插病丛率 30.60%,病情指数 1.87;盘育免耕抛栽病丛率 37.40%,病情指数 12.64;油林免耕套播病丛率 45.40%,病情指数 15.27;直播病丛率 67.60%,病情

指数 22.49;常规栽插病丛率 25.00%,病情指数 8.20。6种水稻栽插方式按病情指数划分纹枯病发生程度从轻到重依次为:常规栽插、小苗机插、盘育免耕抛栽、早育免耕抛栽、油林免耕套播、直播(表 4)。

表 4 不同调查时间水稻纹枯病的发生情况

Table 4 Occurrence of rice sheath blight at different time

栽培方式 Cultivation modes	病丛率/% Diseased cluster rate			病情指数 Disease index		
	07/02	07/15	08/03	07/02	07/15	08/03
	早育 DR	1.40aA	10.20abA	42.60bB	0.16aA	3.07abA
机插 MP	0.00bA	9.20bAB	30.60cB	0.00bA	2.71bAB	11.09cB
盘育 TR	1.20aA	9.60abA	37.40bcB	0.13aA	2.75abA	12.64bcB
油林 RR	0.00bA	9.40bA	45.40bB	0.00bA	3.27bA	15.27bB
直播 DS	1.60aA	12.20aA	67.60aA	0.18aA	3.53aA	22.49aA
常规 CP	0.00bA	8.40cB	25.00dC	0.00bA	2.22cB	8.20dC

## 2.6 水稻稻曲病

稻曲病的调查和穗颈瘟病同时进行,共调查 3 次(8月14日、8月21日、8月29日),各栽培方式均调查 500 株稻穗。各栽培方式稻曲病均有发生,8月29日最后一次调查时早育免耕抛栽病穗率 5.80%,病情指数 1.80;小苗机插病穗率 5.20%,病

情指数 1.60;盘育免耕抛栽病穗率 5.40%,病情指数 1.74;油林免耕套播病穗率 6.60%,病情指数 1.98;直播病穗率 7.00%,病情指数 2.22;常规栽插病穗率 4.60%,病情指数 1.36(图 2)。6种水稻栽插方式稻曲病发生程度从轻到重依次为:常规栽插、小苗机插、盘育免耕抛栽、早育免耕抛栽、油林免耕套播、直播。

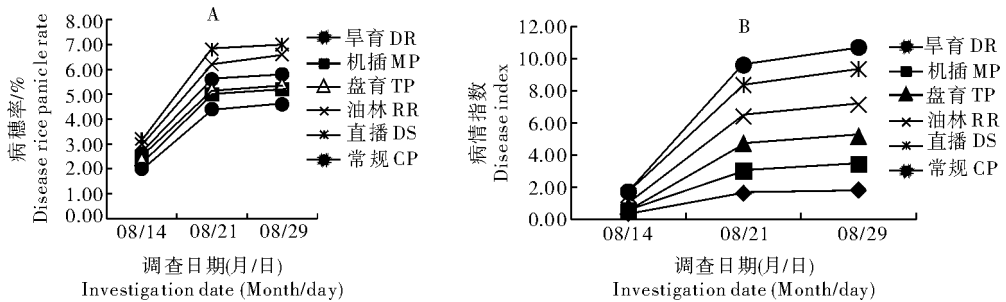


图 2 不同栽培方式下稻曲病病穗率(A)和病情指数(B)

Fig.2 Disease rice panicle rate(A) and disease index(B) of rice false smut under different cultivation modes

## 2.7 水稻产量

于 9月3日收获时进行测产,结果显示:6种栽培方式的单产有差异;单产最高的是直播田(453.28 kg/667 m<sup>2</sup>),其次是油林免耕套播(433.90 kg/667 m<sup>2</sup>)和小苗机插(429.30 kg/667 m<sup>2</sup>),三者之间无显

著差异。3种免耕方式中单产最高是油林免耕套播,其次是盘育免耕抛栽(407.26 kg/667 m<sup>2</sup>)和早育免耕抛栽(390.27 kg/667 m<sup>2</sup>),油林免耕套播的单产显著高于早育免耕抛栽( $P < 0.05$ )。相比常规栽培方式,另 5种栽培方式均有不同程度的增产。

表 5 不同栽培方式下的产量

Table 5 Rice yield under different cultivation modes

栽培方式 Cultivation modes	有效穗数/万穗 Number of productive ear per 667 m <sup>2</sup>	穗实粒数 Average number of grains per ear of rice	千粒重/g 1 000-grain weight	理论产量/kg Theoretical yield	实测产量/kg Actual yield	增产率/% Increment
早育 DR	15.96b	105.13b	25.01a	419.64bc	390.27bc	
机插 MP	16.73a	113.24ab	24.63b	466.62ab	429.30ab	15.92
盘育 TR	16.52a	108.27b	24.48b	437.85ab	407.26ab	9.97
油林 RR	16.02ab	117.34a	25.09a	471.63a	433.90a	
直播 DS	16.21a	120.52a	25.20a	492.31a	453.28a	
常规 CP	14.87c	105.35b	25.42a	398.22c	370.35c	

### 3 讨论

本研究采用早育免耕抛栽、小苗机插、盘育免耕抛栽、油林免耕套播、直播、常规栽插6种栽培方式探讨各栽培方式下水稻发育进程、主要病害严重度以及产量的差异,发现直播和常规栽插叶龄发育进程总体快过小苗机插、油林免耕套播、早育免耕抛栽、盘育免耕抛栽方式。不同栽培方式之间稻叶瘟、纹枯病和稻曲病发生程度均有差异,稻叶瘟病情从轻到重依次为常规栽插、小苗机插、直播、盘育免耕抛栽、早育免耕抛栽、油林免耕套播;穗颈瘟病情从轻到重依次为常规栽插、小苗机插、盘育免耕抛栽、早育免耕抛栽、油林免耕套播、直播;不同栽培方式下纹枯病和稻曲病发生的轻重次序与穗颈瘟的相同。6种栽培方式下水稻产量从高到低依次为常规栽插、小苗机插、直播、盘育免耕抛栽、早育免耕抛栽、油林免耕套播。综上,常规栽插和小苗机插方式病害发生的总体情况优于其余4种栽培方式,直播和油林免耕套播病害的发生较其他4种栽培方式严重。

本研究选择的几种水稻栽培方式是近年水稻轻简栽培技术与农机的整合,包括早育秧技术、软盘育秧技术、抛秧技术、直播技术、免耕技术、套播技术以及小苗机插技术,不仅简便易行、容易操作,而且有利于降低劳动强度、减少劳动力投入。相比传统的人工插秧,5种轻简栽培方式各有其自身的农艺特点,影响水稻的生育进程和产量<sup>[9-11]</sup>,本研究中小苗机插、油林免耕套播、早育免耕抛栽、盘育免耕抛栽、直播方式同样也影响水稻生育进程和产量。Chen等<sup>[12]</sup>通过2a的试验,研究了常规插秧和直播2种栽培模式下6个超级稻品种在秧苗分蘖、叶面积指数、水稻不同生长期干物质积累以及光合作用效率等方面的差异,发现直播稻田在水稻生长早期有分蘖快、根系强、生物学产量积累多等特性,认为品种特性结合栽培方式及肥水管理对产量的提升有促进作用。轻简栽培方式不仅影响水稻的生长期、分蘖、光合作用效率、生物量积累,进而影响产量<sup>[13]</sup>,而且在技术实施的过程中因为各自农机与农艺的特点,稻田病虫害的发生与危害各有其特点。王凯学等<sup>[14]</sup>研究了常规插秧、免耕抛秧和常规抛秧3种栽培方式下水稻病虫害的发生特点,发现抛秧栽培纹枯病的发生明显重于插秧栽培。谢雪梅等<sup>[15]</sup>以常规人工插秧栽培作为对照,研究了油菜秸秆还田覆

盖免耕抛秧栽培(简称免耕稻田)对水稻病虫害发生的影响,结果显示:免耕稻田病虫并重,前期发生较轻,中后期发生较严重,纹枯病重于对照。这些研究结果与本研究免耕抛秧栽培下稻叶瘟、穗颈瘟、纹枯病等病害相比常规栽培要严重是相符的。本研究中直播栽培在水稻生长中后期纹枯病、稻曲病的发生不仅重于常规插秧和小苗机插秧苗移栽稻田,而且重于免耕稻田。魏永娜<sup>[16]</sup>的研究也表明直播稻田水稻生长中后期群体密度大,空气不流通,稻曲病和纹枯病发病重于移栽稻田。轻简栽培方式相比常规插秧改变了水稻群体的通风透光和协调生长特性<sup>[17-18]</sup>,这些对水稻生长小生态环境的影响或许是同一品种在不同栽培方式下水稻病虫害的发生各有特点的原因。

本研究对6种栽培方式下水稻的生长特性、产量及病害的发生进行了研究,发现在4种免耕栽培中,直播田块除了早期叶瘟发病程度轻于盘育抛栽、早育抛栽和油林套播,发生于水稻生长后期的稻穗颈瘟、纹枯病、稻曲病的发病程度相比要重,在最终的产量上直播田高于其余3种免耕栽培模式。直播田由于可有效缓解农村劳动力不足,并且栽培成本降低,近年在湖北各地区的应用面积快速增长,伴随着技术的普及推广,农民对这一栽培方式的技术要领和生育特性逐渐掌握,直播田的产量也逐步提高,单产接近或超过其他栽培方式<sup>[19]</sup>。本研究中直播田产量高于其他栽培方式,可能是由于直播田苗量合适,试验田所在的咸宁地区当年气候适宜,肥水得当,苗全苗齐,倒伏少,克服了一般直播田因为草害重、温光气协调性不好导致产量不如移栽田等的不足,因此,虽然病害对比其他免耕栽培方式相对严重,但不足以影响其最终产量。由于气候及品种的原因,二化螟、稻纵卷叶螟等虫害的发生不严重,各栽培方式间没有显示差异。6种栽培方式,尤其是机插和直播下重要虫害的发生与危害是否有新的特点还需进一步的研究。

### 参 考 文 献

- [1] 李杰,张洪程,董洋阳,等.不同生态区栽培方式对水稻产量、生育期及温光利用的影响[J].中国农业科学,2011,44(13):2661-2672.
- [2] 唐海明,逢焕成,肖小平,等.双季稻区不同栽培方式对早稻生育期、干物质积累及产量的影响[J].作物学报,2014,40(4):711-718.
- [3] RASHID M H, ALAM M M, HOSSAIN KHAN M A, et al. Productivity and resource use of direct-(drum)-seeded and transplanted

- rice in puddled soils in rice-rice and rice-wheat ecosystems[J].Field crops research,2009,113:274-281.
- [4] 姜心录,杨永波,付明全,等.直播方式和播种方式对直播稻生长发育及产量形成的影响[J].中国稻米,2018,24(3):58-61.
- [5] 农业部全国农业技术推广服务中心.稻瘟病测报调查规范:GB/T 15790—2009[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [6] 农业部农作物病虫测报站:湖南省植保站.稻纹枯病测报调查规范:GB/T 15791—1995[S].北京:中国标准出版社,1995.
- [7] 唐春生,高家樟,曹国平,等.稻曲病病情分级标准的研究和应用[J].湖南农业大学学报,2000,26(2):122-125.
- [8] DUNCAN J M, CHANG C Y. Nonlinear analysis of stress and strain in soils[J]. Journal of the soil mechanics and foundations division ASCE, 1970, 96(SM5):1629-1653.
- [9] NAKLANG K, SHU F, NATHABUT K. Growth of rice cultivars by direct seeding and transplanting under upland and lowland conditions[J]. Field crops research, 1996, 48:115-123.
- [10] SANO H Y, MANO Y, OOKAWA T, et al. Comparison of dry matter production and associated characteristics between direct-sown and transplanted rice plants in a submerged paddy field and relationships to planting patterns[J]. Field crops research, 2004, 87:43-58.
- [11] 顾掌根,王岳钧.水稻直播栽培高产机理研究初报[J].作物研究,2001(2):5-12.
- [12] CHEN S, CAI S G, CHEN X, et al. Genotypic differences in growth and physiological responses to transplanting and direct seeding cultivation in rice[J]. Rice science, 2009, 16(2):143-150.
- [13] 李春寿,叶胜海,陈炎忠,等.高产粳稻品种的产量构成因素分析[J].浙江农业学报,2005,17(4):177-181.
- [14] 王凯学,王华生,石桥德,等.免耕抛秧稻田病虫害发生特点[J].广西农学报,2006,21(6):10-12.
- [15] 谢雪梅,肖晓华,刘春,等.油-稻免耕抛栽水稻病虫害发生特点及防治对策[J].南方农业,2007(6):30-33.
- [16] 魏永娜.不同栽培方式对水稻病虫害产生的影响[J].农业与技术,2017,37(16):22.
- [17] 邹应斌,李克勤,任泽民.水稻的直播和免耕直播栽培研究进展[J].作物研究,2003(1):53-59.
- [18] 程建平,吴建平,王友根,等.机插对籼型杂交水稻生育特性和产量的影响[J].中国农机化,2009,226(6):45-48.
- [19] 齐国峰.水稻直播栽培方式发展现状及存在问题[J].北方水稻,2017,47(4):61-64.

## Effects of cultivation modes on growth process, severity of main diseases and yield of rice

ZHANG Youhong<sup>1,3</sup> WANG Zhihu<sup>2</sup> ZHANG Shu<sup>1</sup> ZHANG Ruiyang<sup>4</sup> YANG Xiaolin<sup>1</sup>

1. Hubei Key Laboratory of Crop Disease, Insect Pests and Weeds Control/Institute of Plant Protection and Soil Science, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China;
2. Agricultural Bureau of Chongyang County, Hubei Province, Chongyang 437500, China;
3. Hubei Biological Pesticide Engineering Research Center, Wuhan 430064, China;
4. School of Industry Design, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China

**Abstract** Six cultivation modes including no-tillage dry-raising seedling, seedling machine planting, no-tillage tray-raising seedling, no-tillage rapeseed-rice interplant, direct seedling and conventional planting were used to compare the rice growth process, severity of main rice diseases including rice blast, rice false smut and sheath blight, and differences of rice yield. Results showed that the growth process of leaf age under direct seedling and conventional planting was generally faster than that under small seedling machine cultivation. The severity of rice blast, sheath blight and rice false smut under different cultivation modes was different. The order of yield per 667 m<sup>2</sup> under different cultivation modes from high to low was the conventional planting, followed by seedling machine planting, direct seedling, no-tillage tray-raising seedling, no-tillage dry-raising seedling and no-tillage rapeseed-rice interplant. Different cultivation modes affected the rice growth process, the severity of disease and rice yield to some extent. Comprehensive diseases occurrence under conventional planting and seedling machine planting was superior to that under the other four cultivation modes.

**Keywords** rice; cultivation mode; growth process; severity of disease; yield

(责任编辑:张志钰)