

# 播种方式对米粉加工专用型杂交稻品种 农艺性状及产量的影响

周传猛 梁 琳 李科冰 黄晓琴 王彩先 陈海凤

(广西农业科学院玉林分院/玉林市农业科学院, 玉林 537000)

**摘要:**以广西米粉加工专用型杂交稻品种特优 269 为试验材料,设计了无人机精量条直播、无人机精量撒播、手工撒播和人工移栽 4 种播种方式,采用大区对比法,研究不同播种方式对特优 269 农艺性状及产量的影响。结果表明无人机精量条直播、无人机精量撒播和手工撒播 3 种播种方式间在株高、有效穗数差异不显著,但均与人工移栽有显著性差异,实现直播稻的高产首先要在保证足够有效穗数的基础上,发展大穗。其中无人机精量条直播有效穗数最高,达到了 306.2 万/hm<sup>2</sup>,最低为人工移栽,为 268.5 万/hm<sup>2</sup>。无人机精量条直播播种方式与人工移栽的产量没有显著性差异,二者每 hm<sup>2</sup> 产量分别为 7231.8kg 和 7563.2kg。无人机精量条直播的产量比无人机精量撒播、手工撒播分别高 294.2kg 和 377.5kg,增幅达到了 4.24% 和 5.51%。通径分析表明不同播种方式下与产量的相关系数大小依次为千粒重(0.929) > 结实率(0.863) > 有效穗数(-0.582),直接通径系数依次为结实率(0.558) > 千粒重(0.341) > 有效穗数(-0.346)。可见不同播种方式下特优 269 栽培过程中都应该采用栽培措施提高千粒重和结实率,以达到高产稳产的目标。

**关键词:**水稻;播种方式;直播;农艺性状;产量

玉林市是广西最重要的粮食生产基地之一,也是我国华南地区双季稻高产种植区,优质水稻常年播种面积 25.33 万 hm<sup>2</sup>,总产量达 160 万 t<sup>[1]</sup>。近年来,随着社会经济的快速发展,玉林市面临着农村劳动力老龄化和用工价格不断攀升等问题,农忙时节劳动力短缺问题日渐显现,开展水稻机械化直播可缓和水稻栽种时期劳动力不足的矛盾<sup>[2]</sup>。《国务院关于进一步推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见》(国发〔2018〕42 号)指出要加快补齐全

程机械化生产短板,加大试验示范和服务支持力度,着力提升双季稻地区的水稻机械化种植水平<sup>[3]</sup>。水稻无人机直播技术作为新兴水稻播种方式,具有作业效率和智能化程度高,劳动强度低,节本省工,适应规模化生产等优势,能够显著提高水稻机械直播技术的标准化和智能化水平<sup>[4]</sup>。在玉林地区进行水稻直播生产时要综合考虑农艺性状与产量的关系,协调好各农艺性状的发育,这是水稻轻简化栽培高产的基础性研究课题<sup>[5]</sup>。目前,关于玉林地区水稻无人机直播种植试验暂未见报道,本研究以米粉加工专用型杂交稻特优 269 为试验材料,通过研究无人机精量条直播、无人机精量撒播、手工撒播和人

**基金项目:**广西科技基地和人才专项(桂科 AD21238003);玉林市自然科学基金基金项目(玉市科基 202033002)

**通信作者:**陈海凤

[9] 王汉霞,单福华,田立平,马巧云,赵昌平,张风廷. 北部冬麦区冬小麦区试品种(系)的稳定性和适应性分析. 作物杂志,2018(5): 40-44

[10] 刘博,卫玲,樊云茜,杨海峰,段学艳,肖俊红,陈爱萍,任瑞兰,肖磊. 基于 AMMI 模型的黄淮海夏大豆国家区试产量分析. 中国农学通报,2015,31(27): 69-74

[11] 刘浩,周闲容,于晓娜,杨修仕,刘三才,么杨,任贵兴. 作物种质资源品质性状鉴定评价现状与展望. 植物遗传资源学报,2014,15(1): 215-221

[12] 胡学旭,王步军. 北部冬麦区和黄淮冬麦区小麦区试品种品质改良现状及建议. 中国种业,2016(11): 14-16

[13] 何中虎,夏先春,陈新民,庄巧生. 中国小麦育种进展与展望. 作物学报,2011,37(2): 202-215

[14] 陈雪燕,王灿国,程敦公,李豪圣,宋健民,刘爱峰,王利彬,董爽,赵振东,刘建军,曹新有. 小麦加工品质相关贮藏蛋白、基因及其遗传改良研究进展. 植物遗传资源学报,2018,19(1): 1-9

(收稿日期: 2022-01-07)

工移栽4种播种方式对水稻的农艺性状、产量构成因素的影响,以期明确不同播种方式下水稻生长发育特点,为玉林地区水稻直播提供理论参考和技术支撑。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 供试水稻品种为特优269,是玉林市农业科学院自主选育出的米粉加工专用型杂交稻品种。该品种为广西首个产量指标达超级稻的米粉加工专用型杂交水稻品种<sup>[6]</sup>,米粉加工专用型高产杂交水稻特优269的选育与应用于2019年荣获广西科技进步三等奖<sup>[7]</sup>。

**1.2 试验方法** 试验在广西玉林市玉州区大塘镇大塘村进行,试验田肥力中等、排灌方便。试验采用大区对比法,大区随机排列,试验设无人机精量条直播、无人机精量撒播、手工撒播和人工移栽4种播种方式,每种方式试验田面积为667m<sup>2</sup>,播种量均为2.5kg。其中无人机精量条直播和人工移栽行距为30cm;人工移栽在秧龄4.5~5.0叶时进行,每兜2粒谷苗,试验于2020年3月15日进行水稻直播作业,4种播种方式的播种作业均在当天上午完成,病虫害

防控与施肥管理措施均按照水稻高产栽培要求进行,各播种方式田间管理一致。具体的生育期进程和农艺性状测定方法见表1。

**1.3 数据统计与分析** 采用Excel 2007软件和SPSS 18.0对数据进行处理与统计分析,通径分析采用杜家菊等<sup>[8]</sup>的方法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同播种方式对特优269生育进程的影响

从表2可以看出在不同播种方式下米粉加工专用稻品种特优269呈现不同的生育进程。人工移栽方式需要有返青期,而无人机精量条直播、无人机精量撒播、手工撒播都不需要返青期。人工移栽的始穗期比无人机精量条直播、无人机精量撒播、手工撒播分别迟7d、6d和7d,齐穗期分别迟6d、6d和7d,成熟期分别迟5d、7d和8d。人工移栽方式播种到始穗的时间经历94d,比无人机精量条直播、无人机精量撒播、手工撒播方式分别长7d、6d和7d。人工移栽方式全生育期为130d,比无人机精量条直播、无人机精量撒播、手工撒播分别长5d、7d和8d。4种播种方式齐穗到成熟期相差不大,在29~31d之间。

表1 生育期进程和农艺性状测定方法

性状	调查方法	计量单位
始穗期	田间水稻有10%穗子露出叶鞘的时间	月/日
齐穗期	田间水稻有80%穗子露出叶鞘的时间	月/日
成熟期	田间每个稻穗有90%谷粒黄熟,基部青谷粒呈现有硬实的时间	月/日
全生育期	水稻直播下地第2天开始计算到水稻成熟时的天数	d
株高	在水稻成熟期选代表性的20个植株,测量植株最高穗从茎基部至穗顶(不包括芒)的长度	cm
有效穗数	水稻成熟期考察,抽穗结实少于5粒的穗不算有效穗(白穗算有效穗),取2个重复的平均值后折算	万/hm <sup>2</sup>
穗长	测量穗颈节至穗顶(不连芒)长度,精确到0.1cm,取5穴全部稻穗的平均值	cm
穗粒数	随机选取正常饱满稻穗,5穴总粒数与5穴总穗数的比值	
实粒数	充实度1/3以上的谷粒数和落粒数的总和	
结实率	每穗实粒数与穗粒数的百分比	%
千粒重	稻谷收获风干后,随机取1000粒发育良好的谷粒称重,差值不大于平均值的3%,取2个重复的平均值	g
产量	每个播种方式分别采用5点取样法进行收割取样,分不同播种方式进行晒干、扬净、称重后测定含水量,并按13.5%的标准含水量折算大区产量	kg/hm <sup>2</sup>

表2 不同播种方式对生育进程的影响

播种方式	播种期	移栽期	返青期	始穗期	齐穗期	成熟期	播种至始穗期(d)	齐穗至成熟期(d)	全生育期(d)
无人机精量条直播	3/15	-	-	6/10	6/17	7/18	87	31	125
无人机精量撒播	3/15	-	-	6/11	6/17	7/16	88	29	123
手工撒播	3/15	-	-	6/10	6/16	7/15	87	29	122
人工移栽	3/15	3/31	4/2	6/17	6/23	7/23	94	30	130

**2.2 不同播种方式对特优 269 农艺性状及产量的影响** 对米粉加工专用稻品种特优 269 不同播种方式下的株高、有效穗数、穗长、穗粒数、实粒数、结实率、千粒重和产量进行田间调查统计(表 3),4 种播种方式对穗长、结实率和千粒重无显著性差异;人工移栽的株高、有效穗数、穗粒数、实粒数和产量性状与其他处理间多呈显著差异(人工移栽和无人机精量撒播穗粒数差异不显著;人工移栽与无人机精量条直播产量差异不显著)。无人机精量条直播、无人机精量撒播和手工撒播 3 种播种方式的株高、有效穗数差异不显著,但均与人工移栽有显著性差异。人工移栽方式下的株高最高,无人机精量撒播条件下株高最低,相差 3.8cm;无人机精量条直播有效穗数为最高,达到了 306.2 万/hm<sup>2</sup>,人工移栽最低,为 268.5 万/hm<sup>2</sup>。无人机精量条直播与人工移栽的产量没有显著性差异,每 hm<sup>2</sup> 产量分别为 7231.8kg 和

7563.2kg。无人机精量条直播每 hm<sup>2</sup> 的产量比无人机精量撒播、手工撒播分别高 294.2kg 和 377.5kg,增幅达到了 4.24% 和 5.51%。

不同播种方式下特优 269 品种农艺性状与产量的相关性分析结果见表 4。与产量的相关程度从大到小依次为千粒重(0.929) > 实粒数(0.905) > 穗长(0.897) > 株高(0.894) > 结实率(0.863) > 穗粒数(0.784) > 有效穗数(-0.582)。由相关性分析可见千粒重、实粒数与产量的相关性达到显著性水平,说明保证千粒重和实粒数是获得高产稳产的关键因素。

**2.3 不同播种方式对产量的通径分析** 应用统计分析软件 SPSS 18.0 按照杜家菊等<sup>[8]</sup>的方法对不同播种方式农艺性状对产量进行通径分析,剔除株高、穗长、穗粒数和实粒数数据得到最优回归方程,故在通径分析中选择有效穗数、结实率和千粒重这 3 个农艺性状。从表 5 可知,对产量的直接通径系数中,

表 3 不同播种方式对农艺性状及产量的影响

播种方式	株高(cm)	有效穗数(万/hm <sup>2</sup> )	穗长(cm)	穗粒数	实粒数	结实率(%)	千粒重(g)	产量(kg/hm <sup>2</sup> )
无人机精量条直播	120.1b	306.2a	21.2a	135.6b	109.3b	80.6a	26.3a	7231.8a
无人机精量撒播	119.7b	286.1a	20.7a	143.2ab	110.6b	77.2a	26.0a	6937.6b
手工撒播	119.9b	298.4a	21.1a	132.1b	103.4c	78.3a	25.6a	6854.3b
人工移栽	123.5a	268.5b	22.8a	156.9a	126.8a	80.8a	26.5a	7563.2a

同列不同小写字母表示 0.05 水平差异显著

表 4 不同播种方式下农艺性状与产量间相关性分析

相关性	株高	有效穗数	穗长	穗粒数	实粒数	结实率	千粒重	产量
株高	1							
有效穗数	-0.815	1						
穗长	0.988**	-0.725	1					
穗粒数	0.878	-0.945	0.796	1				
实粒数	0.941*	-0.867	0.888	0.973*	1			
结实率	0.664	-0.132	0.740	0.368	0.573	1		
千粒重	0.706	-0.475	0.681	0.737	0.834	0.758	1	
产量	0.894	-0.582	0.897	0.784	0.905*	0.863	0.929*	1

\*\* 和 \* 分别表示在 0.01 和 0.05 水平上显著相关

表 5 不同播种方式农艺性状对产量的通径分析

性状	相关系数	直接通径系数	间接通径系数			
			有效穗数	结实率	千粒重	合计
有效穗数	-0.582	-0.346	-	-0.074	-0.162	-0.236
结实率	0.863	0.558	0.046	-	0.259	0.305
千粒重	0.929	0.341	0.164	0.424	-	0.588

农艺性状结实率的直接通径系数最大,为 0.558;有效穗数对产量的直接通径系数最小,为 -0.346。通过分析农艺性状间接通径系数可知,千粒重通过结实率对产量的间接通径系数最大,为 0.424;有效穗数通过千粒重对产量的间接通径系数最小,为 -0.162。不同播种方式下直接通径系数依次为结实率(0.558)>千粒重(0.341)>有效穗数(-0.346)。可见不同播种方式下特优 269 栽培过程中都应该着重注意采取栽培措施提高千粒重和结实率以达到高产稳产的目标。

### 3 结论与讨论

水稻产量除受其自身基因调控外,不同播种方式对产量有一定的影响。罗友谊等<sup>[9]</sup>以水稻品种甬优 4949 和 Y 两优 911 为试验材料进行不同播种方式对比试验研究,发现移栽比机插秧、直播产量要高。周正权等<sup>[10]</sup>以水稻品种武运梗 23 号为材料,研究机插、移栽、机条播和手撒播 4 种播种方式对产量的影响,结果表明产量从高到低为移栽>机插>机条播>手撒播。本试验结果也表明人工移栽播种方式下产量最高,为 7563.2kg/hm<sup>2</sup>,这与罗友谊等<sup>[9]</sup>和周正权等<sup>[10]</sup>研究结果相同;本试验中人工移栽播种方式虽比无人机精量条直播产量高,但差异不显著。唐志强等<sup>[11]</sup>指出水稻移栽与直播播种方式相比,直播播种方式的有效穗数会增加,穗粒数下降。本研究中发现移栽播种方式的有效穗数显著小于直播播种方式,移栽的有效穗数为 268.5 万 /hm<sup>2</sup>,显著低于无人机精量条直播、无人机精量撒播和手工撒播。与移栽播种方式比较,直播播种方式减少了育秧和移栽两个环节,直接进入苗期而减少了返青期,群体分蘖势强,高峰苗数的大幅度增长可能是导致直播稻群体穗数增加的主要原因,这就要求在水稻直播种植中要注意发挥多穗的产量构成特点,采取农艺措施以保证高产稳产,直播生产中使用精量直播机械进行精量播种,前期通过轻晒田控制田间群体基本苗,中期适时适量施放穗肥保证大穗形成,抓好粒肥(叶面肥)保证结实率和千粒重。需要注意的是无人机直播种子裸露在表面,且直播田间前期不能有水,通常会导致直播田杂草危害严重,今后如果能配套无人机专用药剂进行前期杂草防护,将会是水稻无人机直播技术综合应用的一个关键植保

要点。

水稻无人机飞播技术体系是地面水稻无人播种机械化体系的重要补充,为我国水稻种植“无人化”提供强大动力<sup>[12]</sup>。随着农业生产规模化、智能化、自动化的不断发展,水稻无人机飞播播种方式将成为水稻播植的重要播种方式之一。尽管直播稻产量方面的竞争力暂时不如移栽稻,但其省时省力、节本增效的优势是移栽稻无法相比的,并且随着现代农业生产技术、现代水稻栽培管理技术的支持下将得到更多的发展空间。同时需要指出的是目前广西的水稻品种都是以移栽播种方式进行品种评价,选育适配机直播水稻新品种将是今后一段时间内重要的研发方向。

### 参考文献

- [1] 周传猛,李科冰,古彪,黄金勇,陈海凤. 玉林市现代种业发展的 SWOT 分析研究. 中国种业,2019(6): 25-27
- [2] 周传猛,梁琳,李科冰,黄晓琴,陈海凤,古彪,黄金勇. 玉林市水稻机械化直播发展现状与对策. 耕作与栽培,2020,40(5): 66-68
- [3] 国务院. 国务院关于加快推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见. 中华人民共和国国务院公报,2019(1): 34-39
- [4] 刁友,朱从桦,任丹华,余俊奇,罗桢,欧阳裕元,郑家国,李旭毅. 水稻无人机直播技术要点及展望. 中国稻米,2020,26(5): 22-25
- [5] 周传猛,古彪,周国列,黄金勇,黄晓琴,梁琳,李科冰,廖莉莉. 不同播种期对直播优质稻玉美占农艺性状和产量的影响. 中国种业,2021(11): 71-74
- [6] 梁琳,黄晓琴,周传猛,王彩先,李科冰,陈海凤,古彪,黄金勇. 米粉加工专用型高产杂交水稻特优 269 主要农艺性状与产量的相关性和通径分析. 农业与技术,2020,40(21): 12-14
- [7] 陈明兰,蓝常斌. 撑起玉林农业科研“一片天”. 玉林日报,2020-06-21(A01)
- [8] 杜家菊,陈志伟. 使用 SPSS 线性回归实现通径分析的方法. 生物学通报,2010,45(2): 4-6
- [9] 罗友谊,王慰亲,郑华斌,刘功义,巢英,徐彩,郑志刚,李雪倩,韦银兰,唐启源. 不同机械有序播种方式对水稻生长特性及产量的影响. 中国农业科技导报,2021,23(7): 162-171
- [10] 周正权,赵刚,赵丽丽,徐子强,许小芳. 不同轻简栽培方式对水稻生长发育、产量及效益的影响. 中国稻米,2015,21(3): 53-56
- [11] 唐志强,张丽颖,何娜,马作斌,赵明珠,王昌华,郑文静,银永安,王辉. 机械旱直播对水稻生育进程、光合特性及产量的影响. 作物杂志,2021(5): 87-94
- [12] 朱海滨,马中涛,徐栋,凌宇飞,魏海燕,高辉,邢志鹏,胡群,张洪程. 无人飞播水稻优质丰产“无人化”栽培技术体系探讨与展望. 中国稻米,2021,27(5): 5-11

(收稿日期: 2022-01-06)