



赵海新. 水直播与移栽对水稻穗部性状及籽粒形态的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2021(6):13-19.

# 水直播与移栽对水稻穗部性状及籽粒形态的影响

赵海新

(黑龙江省农业科学院 水稻研究所, 黑龙江 佳木斯 154026)

**摘要:**为明确寒地稻田水直播最佳生产技术方案,本研究对适合黑龙江省第三、第四积温带栽培的10个水稻品种,进行了移栽和水直播两种栽培技术试验,调查水直播稻穗部性状相对移栽稻穗部变化和籽粒形态差异。结果表明:栽培方式能够影响水稻穗部性状和籽粒的外观形态。水直播稻穗部一、二次枝梗数量和着生粒数均显著或极显著低于移栽稻,空粒数较移栽稻显著或极显著增加,穗长变化不显著,着粒密度显著下降。两种栽培方式穗部二次枝梗空秕率均高于一次枝梗。水直播稻穗千粒重极显著低于移栽稻,二次枝梗千粒重下降幅度高于一次枝梗,达极显著水平。水直播稻一、二次枝梗稻谷粒长增加,稻谷和糙米粒宽度未产生明显影响,稻谷厚度均有下降。使用水直播技术生产水稻,大部分品种其穗部和籽粒指标性状低于移栽方式,因此筛选和使用适合水直播的品种和提高单位面积收获实粒数的管理方式,是提高水直播稻产量的最有效途径。

**关键词:**水稻;水直播;移栽;穗部形态;籽粒形态

在我国寒地稻作区,水稻直播生产具有生育期内根系无伤害,温光反应提前,生育期缩短<sup>[1]</sup>,能够正常成熟等优点。黑龙江省虽然相比全国其他稻区有效积温低,但是直播技术具有悠久的历史,从1895年开始,因朝鲜难民涌入,黑龙江省随之引入了水稻种植,直到20世纪80年代,黑龙江省水稻种植均以水直播方式为主<sup>[2]</sup>。近年来,由于稻谷市场价格逐年降低,农资和人工成本却不断上涨,水稻种植的利润空间逐年缩小,因此高投入低产出的移栽生产方式弊端越发显露,农民逐渐开始重视直播这种轻减低成本的生产方式<sup>[3]</sup>。水稻水直播技术就是不进行育秧、移栽而直接将种子播于经过水整地的地块上的一种栽培方式<sup>[4]</sup>,直播生产仅前期投入即节省3 000~5 000元·hm<sup>-2</sup>。

一直以来,寒地稻作区对直播稻生产重视不足,研究不够深入,因此生产中直播技术水平很低,由此造成化肥、农药和水资源使用不当,产生严重浪费<sup>[5]</sup>。近年来,直播稻大田生产中倒伏、肥害、药害、减产和劣质等现象逐年增加<sup>[6]</sup>。为加快寒地水稻水直播技术在适宜地区的推广应用,探明水直播稻和移栽稻穗部产量要素及籽粒形态差异,本研究设计了水直播技术和移栽技术试验方案,探明直播稻穗部形成及籽粒形态特点。以期

为研究水直播技术的科研工作者在直播稻群体调控技术研究中提供思路,即在明确了水直播稻固有特点的前提下,探明稻田水直播最佳生产技术方案,使农民在水稻生产中实现肥水药应用合理、绿色防控、操控简单、提质增效、节约成本的目标。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2018年在黑龙江省农业科学院水稻研究所进行,地理位置为46°49'N,130°22'E,属于典型的温带大陆性季风气候,年均气温3℃左右,≥10℃活动积温2 521℃,无霜期130~140 d;年均降水量510 mm。试验地土壤养分状况,土壤为草甸土,有机质含量为20.00 g·kg<sup>-1</sup>,pH6.4,碱解氮126.46 mg·kg<sup>-1</sup>、土壤速效磷39.78 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾202.76 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.2 材料

供试10个品种(系)均来自黑龙江省农业科学院水稻研究所,包括龙粳20、龙粳21、龙粳31、龙粳46、龙粳47、龙粳48、龙粳50、龙粳52、龙生02015和龙丰12393。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 水直播栽培5月10日播种,播种前种子使用咪鲜胺浸种消毒5 d,泡田整地前施基肥,基肥磷酸二铵150 kg·hm<sup>-2</sup>,钾肥75 kg·hm<sup>-2</sup>;使用小型人工水条播机播种,播种行距为25 cm,播种量为150 kg·hm<sup>-2</sup>;6月10日追施尿素150 kg·hm<sup>-2</sup>,追肥伴施草克星250 g·hm<sup>-2</sup>。10 d后,

收稿日期:2021-03-17

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFD0300504,2018YFD0200200)。

作者简介:赵海新(1977—),男,博士,副研究员,从事水稻栽培与抗逆生理研究。E-mail:zhaohaixin2005@163.com。

使用排草丹 2 000 mL·hm<sup>2</sup> + 五氟·氰氟草酯 2 000 mL·hm<sup>2</sup> + 二氯喹啉酸 500 g·hm<sup>2</sup> 进行茎叶除草。6 月 22 日追施尿素 75 kg·hm<sup>2</sup>, 硫酸钾 75 kg·hm<sup>2</sup>。使用湿润及浅水灌溉管理, 病虫害防治与移栽田基本一致。8 月 15 日后停灌雨养, 直至收获。

试验设水直播和移栽两种生产方式, 按品种设置小区, 不设重复, 每处理小区面积 1 000 m<sup>2</sup>, 试验用地面积共计 2 hm<sup>2</sup>。4 月 15 日育苗, 5 月 15 日机插秧移栽, 移栽行穴距为 30 cm×12 cm。肥料使用磷酸二铵含氮 18%、含磷 46%, 尿素含氮 46. 4%, 硫酸钾含氧化钾 50%。泡田整地前施基肥, 基肥磷酸二铵 150 kg·hm<sup>2</sup>, 钾肥 75 kg·hm<sup>2</sup>, 尿素 75 kg·hm<sup>2</sup>; 移栽后 7 d 追施分蘖返青肥, 尿素 75 kg·hm<sup>2</sup>, 6 月 10 日追施二次分蘖肥, 尿素 200 kg·hm<sup>2</sup>, 7 月 1 日追施穗肥, 尿素 50 kg·hm<sup>2</sup>, 硫酸钾 75 kg·hm<sup>2</sup>。其他管理如灌溉及病虫害防治同常规管理。

1. 3. 2 测定项目及方法 水稻成熟时每个品种的处理选取连续的 25 穴左右、对照选取有代表性

的植株 6 穴, 带回室内考察形态指标, 测定项目为一、二次枝梗各项指标, 如枝梗数, 空秕率、稻谷长宽厚、稻谷千粒重、糙米长宽厚。

1. 3. 3 数据分析 利用 Excel 2013 和 DPS 18. 01 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2. 1 水直播与移栽对水稻一次枝梗与二次枝梗性状的影响

2. 1. 1 一次枝梗性状 由表 1 可知, 龙粳 47 和龙粳 50 使用水直播方式一次枝梗数未产生显著变化, 其他参试材料均表现为插秧显著或极显著高于水直播; 多数参试材料水直播一次枝梗实粒数发生减少趋势, 龙粳 21、龙粳 31、龙粳 52 和龙生 02015 等参试材料一次枝梗实粒数减少未达显著水平, 仅龙粳 50 水直播极显著高于移栽, 其他参试材料均较移栽显著或极显著降低; 水直播龙粳 20 和龙粳 21 一次枝梗空粒数极显著低于移栽, 其他参试材料均高于移栽, 且差异达显著或极显著水平; 所有参试材料移栽的一次枝梗实粒重均高于水直播。

表 1 水直播与移栽对水稻穗部一次枝梗性状的影响

品种(系)	一次枝梗数		一次枝梗实粒数		一次枝梗空粒数		一次枝梗实粒重/g	
	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽
龙粳 20	7. 33	7. 80 *	40. 53	43. 07 *	1. 07	1. 80 * *	1. 05	1. 26 * *
龙粳 21	8. 84	10. 00 * *	47. 12	49. 27	1. 52	3. 27 * *	1. 29	1. 45 *
龙粳 31	10. 12	10. 53 *	55. 92	58. 20	2. 72 *	2. 40	1. 39	1. 49 *
龙粳 46	11. 40	12. 67 * *	62. 10	66. 73 *	6. 20 * *	2. 13	1. 76	1. 85
龙粳 47	8. 33	8. 60	39. 80	44. 33 * *	6. 40 * *	3. 47	1. 02	1. 24 * *
龙粳 48	6. 53	9. 27 * *	30. 47	52. 20 * *	4. 87 * *	1. 07	0. 86	1. 53 * *
龙粳 50	9. 93	9. 93	57. 40 * *	52. 30	2. 27 * *	1. 73	1. 40	1. 55 *
龙粳 52	10. 93	11. 47 *	62. 53	63. 27	10. 00 * *	2. 33	1. 19	1. 63 * *
龙丰 12393	8. 13	9. 67 *	46. 13	54. 73 * *	2. 33 * *	1. 27	1. 27	1. 70 * *
龙生 02015	9. 47	10. 53 * *	53. 67	55. 00	2. 20 * *	1. 33	1. 27	1. 46 * *
平均值	9. 10	10. 05 *	49. 57	53. 91 *	3. 96 * *	2. 08	1. 25	1. 50 * *

注: \* 与 \* \* 分别表示直播与移栽相比差异达显著和极显著水平, 下同。

2. 1. 2 二次枝梗性状 水直播龙丰 12393 二次枝梗数和二次枝梗实粒数极显著高于移栽方式, 除龙粳 50 二次枝梗实粒数下降趋势未产生差异, 其他参试材料上述两项指标水直播均极显著低于移栽; 二次枝梗空粒数龙粳 21 和龙粳 47 移栽生产高于水直播, 龙粳 47 空粒增加不显著, 而龙粳 21 增加达极显著水平, 其他材料均表现为移栽方式空粒数显著或极显著低于水直播; 所有参试材料使用水直播技术二次枝梗实粒重均显著或极显著低于移栽方式(表 2)。

由表 1 和表 2 中平均值分析可知, 水直播稻穗部一次枝梗数、一次枝梗实粒数及一次枝梗实粒重的平均值均低于移栽方式, 差异达显著或极显著水平。无论移栽稻还是直播稻, 二次枝梗产量性状均低于一次枝梗。相对移栽技术, 水直播稻一次枝梗数量减少了 9. 45%, 二次枝梗数减少 23. 44%; 一次枝梗实粒数减少 8. 05%, 二次枝梗实粒数减少 34. 76%; 一次枝梗实粒重减少 16. 67%, 二次枝梗实粒重减少 53. 91%; 一次枝梗空粒数增加 90. 38%, 二次枝梗空粒数增加

109.18%。上述数据表明水直播稻枝梗分生数量、枝梗实粒数、枝梗实粒重均显著和极显著低于移栽稻,并且空粒数极显著增加。表明水直播稻穗部产量性状均低于移栽稻,因此提高单位面积收获实粒数是提高水直播稻产量的最有效途径。

表 2 水直播与移栽对水稻穗部二次枝梗性状的影响

品种(系)	二次枝梗数		二次枝梗实粒数		二次枝梗空粒数		二次枝梗实粒重/g	
	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽
龙粳 20	8.53	15.53**	22.07	42.27**	9.20*	7.64	0.31	1.14**
龙粳 21	11.72	16.53**	32.52	40.87**	2.92	6.80**	0.75	1.09**
龙粳 31	9.92	13.27**	25.40	38.80**	9.48**	4.73	0.37	0.80**
龙粳 46	13.20	13.73	19.54	40.60**	18.60**	1.67	0.45	1.01**
龙粳 47	11.27	16.80**	23.90	35.93**	14.87	15.67	0.37	0.96**
龙粳 48	9.67	13.53**	12.33	39.67**	14.67**	1.47	0.30	1.04**
龙粳 50	20.73	22.60*	61.47	64.67	19.33**	7.73	0.95	1.66**
龙粳 52	13.20	15.80**	35.20	43.20**	20.13**	5.00	0.31	0.87**
龙丰 12393	14.00**	11.80	38.93**	33.07	7.27**	1.20	0.82	0.92*
龙生 02015	15.67	27.60**	43.47	91.47**	11.13*	9.07	0.65	1.96**
平均值	12.80	16.72**	30.70	47.06**	12.76**	6.10	0.53	1.15**

2.2 水直播与移栽对水稻穗长及结实性的影响

由表 3 可知,水直播和移栽稻穗部长度平均值变化不显著,个别品种穗长变化有差异。移栽稻穗颖花数平均值显著高于水直播,多数品种变化趋势与平均值一致;水直播稻穗空秕率、一次枝梗空秕率与二次枝梗空秕率平均值极显著高于移

栽稻,仅龙粳 21 移栽处理上述 3 项指标极显著高于水直播。与表 1 和表 2 数据结合可以看出,龙粳 21 品种耐寒性较强,且能适应水直播技术生产。所有品种移栽稻穗着粒密度均极显著高于水直播,分析认为是水直播稻穗长度未显著下降,而颖花数显著减少,结实率下降所导致。

表 3 水直播与移栽对水稻穗部结实性的影响

品种(系)	穗长/cm		穗颖花数		穗空秕率/%		一次枝梗空秕率/%		二次枝梗空秕率/%		穗着粒密度/(g·cm <sup>-1</sup> )	
	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽
龙粳 20	16.81	17.83*	72.9	94.8**	14.09**	9.96	2.56	4.01**	29.42**	15.31	0.08	0.13**
龙粳 21	16.65*	15.40	84.1	100.2**	5.28	10.05**	3.13	6.22**	8.24	14.27**	0.12	0.16**
龙粳 31	15.11	15.19	93.5	104.1*	13.05**	6.85	4.64*	3.96	27.18**	10.87	0.12	0.15**
龙粳 46	15.77	15.25	109.4	106.5	22.67**	3.57	8.50**	3.32	51.01**	3.94	0.15	0.18**
龙粳 47	15.16	14.87	81.6	99.4**	26.06**	19.25	13.85**	7.25	42.00**	30.36	0.09	0.15**
龙粳 48	15.84	16.67	61.2	94.4**	31.92**	2.68	13.77**	2.00	56.70**	3.57	0.07	0.15**
龙粳 50	16.22*	15.14	140.5**	126.4	15.38**	7.49	3.80*	3.21	23.93**	10.68	0.14	0.21**
龙粳 52	14.00	13.61	127.9**	113.8	23.57**	6.44	13.79**	3.56	36.39**	10.37	0.11	0.18**
龙丰 12393	15.54*	14.37	94.7	90.3	10.14**	2.73	4.81**	2.26	15.73**	3.50	0.13	0.18**
龙生 02015	14.86	16.09*	110.5	156.9**	12.07**	6.63	3.94**	2.37	20.39**	9.02	0.13	0.21**
平均值	15.60	15.44	97.6	108.7*	17.42**	7.57	7.28**	3.82	31.10**	11.19	0.11	0.17**

综合表中数据可知,寒地稻作区使用移栽技术,穗部产量性状具有更多的优势,主要表现在穗颖花数更多,结实率更高,因此寒地水稻水直播生产想获得更高的产量,应该选用适合水直播的水稻品种,以收获单位面积更多的实粒为目标。

2.3 水直播与移栽对水稻千粒重的影响

由表 4 可知,移栽稻一次枝梗、二次枝梗和穗千粒重平均值均显著或极显著高于水直播稻。一

次枝梗和二次枝梗千粒重分别平均下降 9.87%和 26.17%,穗千粒重平均下降 14.76%。有 3 份品种一次枝梗千粒重下降不显著(龙粳 46、龙粳 31 和龙粳 48),其他品种达显著或极显著水平;水直播稻二次枝梗千粒重平均值相对移栽稻下降极显著,仅龙粳 46 和龙粳 48 变化不显著,其他材料均呈极显著下降趋势;平均值显示水稻移栽穗千粒重极显著高于水直播,仅龙粳 46 和龙粳 48 穗千粒重变化不显著。

表 4 水直播与移栽对水稻千粒重的影响

(g)

品种(系)	一次枝梗粒千粒重		二次枝梗粒千粒重		穗千粒重	
	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽
龙粳 20	25.91	29.15**	14.26	26.86**	21.80	28.02**
龙粳 21	27.46	29.44*	23.15	26.71**	25.70	28.20*
龙粳 31	24.89	25.62	14.47	20.49**	21.63	23.57*
龙粳 46	27.73	28.28	25.38	24.90	27.23	26.94
龙粳 47	25.73	27.92*	17.99	26.70**	23.09	27.37**
龙粳 48	28.22	29.31	26.84	26.31	27.85	28.02
龙粳 50	24.41	29.60**	15.43	25.70**	19.77	27.44**
龙粳 52	19.03	25.77**	8.79	20.18**	15.34	23.50**
龙丰 12393	27.56	30.99**	21.13	27.86**	24.62	29.81**
龙生 02015	23.74	26.56*	15.03	21.44**	19.84	23.36**
平均值	25.47	28.26*	18.25	24.72**	22.69	26.62**

综上数据表明,直播稻千粒重显著低于移栽稻,品种之间变化幅度存在差异,且差异主要来源于二次枝梗千粒重的减小幅度。但是有个别品种未因栽培方式不同而产生显著变化,表明水直播千粒重下降问题可以通过种植适合水直播的品种来解决。

2.4 水直播与移栽对水稻稻谷的影响

2.4.1 稻谷粒型 由表 5 可知,水直播稻相对移栽稻一次枝梗和二次枝梗稻谷长度平均值略有增加,但不显著。仅龙粳 20 和龙丰 12393 水直播稻谷长度显著增加。两种栽培方式一次枝梗稻谷长度均大于二次枝梗,水直播稻一次枝梗稻谷粒长比二次枝梗增加 0.03 mm,移栽稻一次枝梗稻谷粒长比二次枝梗增加 0.02 mm,表明水直播对稻谷粒长增加作用更加明显。移栽稻一次枝梗粒宽平均值比二次枝梗增加 0.01 mm,水直播稻数值

相同。移栽稻与直播稻一、二次枝梗粒厚度平均值未发生改变。

2.4.2 稻谷长宽厚比值 由表 6 可知,水直播稻一次枝梗谷粒长宽比、长厚比和宽厚比的平均值均高于移栽稻,参试材料水直播长宽比和长厚比均高于移栽,其中水直播的龙粳 20、龙粳 50 和龙丰 12393 长宽比显著高于移栽,水直播的龙丰 12393 宽厚比略低于移栽生产,其他参试材料水直播的宽厚比均高于移栽。二次枝梗粒的 3 项指标平均值均为水直播高于移栽,有 3 份材料长宽比显著高于移栽,分别是龙粳 20、龙粳 52 和龙丰 12393,其他材料变化不显著;有 4 份材料水直播的长厚比显著高于移栽,分别是龙粳 48、龙粳 52、龙丰 12393 和龙生 02015,其他材料变化不显著;有 2 份材料水直播的宽厚比显著高于移栽,分别是龙粳 47 和龙生 02015,其他材料变化不显著。

表 5 水直播与移栽对一、二次枝梗稻谷粒型的影响

(mm)

品种(系)	一次枝梗						二次枝梗					
	粒长		粒宽		粒厚		粒长		粒宽		粒厚	
	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽
龙粳 20	0.76*	0.70	0.34	0.34	0.24	0.24	0.72*	0.68	0.33	0.34	0.24	0.24
龙粳 21	0.78	0.77	0.34	0.34	0.24	0.24	0.76	0.75	0.34	0.33	0.24	0.23
龙粳 31	0.71	0.70	0.34	0.35	0.23	0.24	0.68	0.67	0.34	0.34	0.23	0.24
龙粳 46	0.71	0.73	0.35	0.36	0.24	0.27**	0.69	0.72	0.34	0.35	0.24	0.26*
龙粳 47	0.71	0.69	0.34	0.34	0.24	0.25	0.68	0.68	0.34*	0.32	0.23	0.25
龙粳 48	0.71	0.72	0.35	0.37	0.24	0.27**	0.69	0.69	0.34	0.36*	0.24	0.26*
龙粳 50	0.72	0.69	0.33	0.33	0.23	0.24	0.68	0.67	0.33	0.32	0.23	0.24
龙粳 52	0.67	0.67	0.34	0.35	0.23	0.24	0.65	0.63	0.33	0.35	0.22	0.24
龙丰 12393	0.74*	0.70	0.36	0.36	0.25	0.25	0.72*	0.68	0.34	0.36*	0.25	0.25
龙生 02015	0.69	0.67	0.35	0.35	0.24	0.26*	0.66	0.65	0.36	0.35	0.23	0.26**
平均值	0.72	0.70	0.34	0.35	0.24	0.25	0.69	0.68	0.34	0.34	0.24	0.25

表 6 水直播与移栽对稻谷长宽厚比值的影响

品种(系)	一次枝梗稻粒						二次枝梗稻粒					
	长宽比		长厚比		宽厚比		长宽比		长厚比		宽厚比	
	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽
龙粳 20	2.25*	2.04	3.17*	2.86	1.41	1.40	2.16*	2.03	2.98	2.86	1.38	1.41
龙粳 21	2.29	2.27	3.27	3.21	1.43	1.41	2.27	2.27	3.12	3.23	1.37	1.42
龙粳 31	2.07	2.02	3.06	2.94	1.48	1.46	2.01	1.98	2.98	2.80	1.48	1.41
龙粳 46	2.04	2.00	2.92*	2.69	1.44*	1.34	2.04	2.05	2.85	2.81	1.40	1.37
龙粳 47	2.11	2.05	2.97*	2.78	1.41	1.35	1.99	2.11	2.88	2.79	1.45*	1.32
龙粳 48	2.02	1.97	2.94	2.70	1.45	1.37	2.02	1.91	2.93*	2.64	1.45	1.38
龙粳 50	2.19*	2.07	3.17*	2.91	1.45	1.40	2.06	2.07	2.94	2.82	1.43	1.36
龙粳 52	1.99	1.90	2.92*	2.76	1.47	1.45	1.95*	1.82	2.91*	2.68	1.49	1.47
龙丰 12393	2.09*	1.93	2.95*	2.79	1.41	1.45	2.11*	1.88	2.90*	2.71	1.38	1.44
龙生 02015	1.98	1.89	2.90*	2.61	1.46*	1.38	1.82	1.88	2.83*	2.55	1.56*	1.36
平均值	2.10	2.01	3.03*	2.83	1.44	1.40	2.04	2.00	2.93	2.79	1.44	1.39

综合数据分析表明,对于大部分品种,水直播粒长增加,粒宽和粒厚略有下降趋势,但是不同品种表现略有差异。以上分析认为影响最大的是粒长,应是水直播稻籽粒性状特点之一。

2.5 水直播与移栽对糙米的影响

2.5.1 糙米粒型 由表 7 可知,两种生产方式下糙米的各个指标平均值均没有显著差异,两种生产方式的一次枝梗糙米粒长、二次枝梗糙米粒长、

二次枝梗糙米粒宽的平均值数值一致,其他指标移栽生产仅比水直播多 0.01 mm。结合表 6 分析认为,稻谷的粒长与糙米的粒长相关性并不明显,如龙粳 20、龙粳 21 和龙粳 50,虽然水直播生产稻谷的一次枝梗粒长相比移栽增加,但是水直播生产的糙米粒长低于移栽是造成水直播稻出米率低的不利因素,管理中应注意肥水调控,提高水直播稻稻米籽粒的长度。

表 7 水直播与移栽对一、二次枝梗糙米粒型的影响 (mm)

品种(系)	一次枝梗糙米						二次枝梗糙米					
	粒长		粒宽		粒厚		粒长		粒宽		粒厚	
	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽
龙粳 20	0.54	0.55	0.30	0.31	0.21	0.22	0.52	0.53	0.30	0.30	0.21	0.22
龙粳 21	0.59	0.61	0.29	0.29	0.21	0.22	0.56	0.59*	0.28	0.29	0.21	0.21
龙粳 31	0.53	0.53	0.30	0.30	0.22	0.22	0.51	0.50	0.29	0.30	0.21	0.22
龙粳 46	0.54	0.53	0.32	0.32	0.23	0.24	0.53	0.53	0.30	0.30	0.25	0.23
龙粳 47	0.53	0.54	0.30	0.31	0.22	0.23	0.52	0.55*	0.30	0.30	0.22	0.23
龙粳 48	0.56	0.53	0.32	0.32	0.22	0.24	0.52*	0.49	0.31	0.31	0.22	0.24
龙粳 50	0.51	0.52	0.30	0.30	0.21	0.22	0.51	0.51	0.30	0.30	0.21	0.22
龙粳 52	0.49	0.49	0.30	0.31	0.21	0.22	0.47	0.47	0.29	0.30	0.21	0.22
龙丰 12393	0.55	0.53	0.31	0.32	0.23	0.23	0.54	0.52	0.30	0.32	0.23	0.24
龙生 02015	0.49	0.49	0.30	0.31	0.21	0.23*	0.48	0.48	0.29	0.30	0.21	0.23*
平均值	0.53	0.53	0.30	0.31	0.22	0.23	0.52	0.52	0.30	0.30	0.22	0.23

2.5.2 糙米长宽厚比值 糙米是水稻光合作用形成的直接产物,由表 8 可知,水直播一、二次枝梗糙米 3 项指标平均值均大于移栽,但不显著。仅龙丰 12393 水直播的一次枝梗粒长宽比显著高于移栽稻,其他品种差异不显著。有 5 份参试材料水直播稻一次枝梗粒长厚比显著高于移栽,分别是龙粳 46、龙粳 47、龙粳 48、龙丰 12393 和龙

生 02015;有 2 份材料水直播稻一次枝梗粒宽厚比显著高于移栽生产,分别是龙粳 48 和龙生 02015。二次枝梗糙米粒长宽比有两份材料水直播显著高于移栽,分别是龙粳 48 和龙丰 12393,有 1 份材料移栽显著高于水直播,为龙粳 47;有 5 份材料二次枝梗糙米粒长厚比水直播显著高于移栽,分别是龙粳 31、龙粳 48、龙粳 52、龙丰 12393

和龙生 02015,仅龙粳 46 为移栽方式二次枝梗糙米粒长厚比显著高于水直播;龙粳 48 水直播的二次枝梗糙米粒宽厚比显著高于移栽,龙粳 46 移栽显著高于水直播,其他品种表现都差异不显著。

表 8 水直播与移栽对糙米长宽厚比值的影响

品种(系)	一次枝梗糙米粒						二次枝梗糙米粒					
	长宽比		长厚比		宽厚比		长宽比		长厚比		宽厚比	
	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽	水直播	移栽
龙粳 20	1.81	1.76	2.52	2.47	1.40	1.40	1.73	1.77	2.42	2.41	1.40	1.36
龙粳 21	2.06	2.08	2.78	2.83	1.35	1.36	1.99	2.04	2.63	2.76	1.32	1.36
龙粳 31	1.79	1.75	2.46	2.41	1.37	1.37	1.74	1.69	2.39*	2.25	1.38	1.33
龙粳 46	1.70	1.67	2.36*	2.17	1.39	1.30	1.74	1.78	2.08	2.28*	1.19	1.28*
龙粳 47	1.74	1.73	2.40*	2.37	1.38	1.37	1.72	1.84*	2.39	2.45	1.39	1.33
龙粳 48	1.74	1.68	2.51*	2.22	1.44*	1.32	1.69*	1.58	2.41*	2.08	1.43*	1.32
龙粳 50	1.71	1.72	2.42	2.39	1.41	1.39	1.72	1.72	2.41	2.35	1.40	1.37
龙粳 52	1.64	1.59	2.32	2.22	1.42	1.40	1.62	1.55	2.29*	2.14	1.41	1.38
龙丰 12393	1.78*	1.66	2.42*	2.29	1.36	1.38	1.77*	1.63	2.37*	2.17	1.34	1.32
龙生 02015	1.60	1.60	2.28*	2.12	1.40*	1.32	1.61	1.58	2.27*	2.11	1.41	1.34
平均值	1.76	1.72	2.45	2.35	1.39	1.36	1.73	1.72	2.37	2.30	1.37	1.34

综合表 7 和表 8 数据分析表明,水直播稻糙米粒型变化相对移栽稻稳定,应是选择水直播品种的指标之一,对于大多数材料,水直播将造成一、二次枝梗糙米粒宽和粒厚下降,同时也会造成千粒重下降,甚至会影响稻米品质。综上分析认为,龙粳 20、龙粳 21 和龙粳 50 粒型变化相对稳定,更适合水直播种植。

3 讨论

农民采用直播方式生产水稻的主要动因就是获取最大的经济效益,研究表明轻简的栽培模式降低了劳动强度,减少了用工,降低了生产成本<sup>[7]</sup>,尽管由于各种因素有时会造成减产,但直播稻纯收益并不减少,满足了农民增收的追求。直播稻的经济效益比抛秧稻、人工插秧稻乃至机插秧都高<sup>[3]</sup>。所以即使直播稻减产一般也不减收,而移栽稻有时会出现增产未必增收的现象。直播稻与移栽稻在生育特点上存在明显差异,如直播稻生育期比移栽稻明显缩短<sup>[1,8]</sup>,直播增加了单位面积总实粒数,分蘖发生快,分蘖位点低且成穗率高,易获得足够的穗数,收获指数大幅度提高<sup>[8]</sup>,这是水稻直播技术能够在我国北方特别是寒地稻区使用的最重要理论基础。

在比较各种栽培技术水稻产量及产量构成分析研究中,高波等<sup>[9]</sup>认为单位面积穗数、结实率、千粒重表现为手栽稻>抛秧稻>乳抛稻>水直播稻,每穗颖花数表现为抛秧稻>手插秧稻>乳抛稻>水直播稻,分析结果为栽移稻产量最高,直播

种植产量低,本研究认为,水稻最终产量是多因素构成,最终决定因素应由平均单位面积收获的实粒数和这些实粒的千粒重决定,穗颖花量和结实率不是决定因素。池忠志等<sup>[10]</sup>认为水稻采取机械直播的方式产量大于机械移栽方式。程建平<sup>[11]</sup>认为机械精量穴直播水稻产量大于手插移栽方式。陈翻身等<sup>[12]</sup>发现,直播稻抽穗后物质生产量与产量并不低于移栽稻,研究认为水稻直播有可能获得高产,高产关键技术操作使用要到位并合理应用,影响直播稻产量的因素很多,如品种选择、整地水平、水肥药使用合理等。丁涛等<sup>[13]</sup>研究认为机械精量穴直播稻每公顷有效穗远高于人工撒播和手插处理。杨波等<sup>[14]</sup>认为直播方式水稻的千粒重和结实率显著低于手插方式,与本研究结果一致。金军等<sup>[15]</sup>认为使用不同种植方式水稻结实率和千粒重差异比较小,而本研究在寒地稻区的试验结果为种植方式能够影响水稻结实率和千粒重,因此与其观点不一致。曾波等<sup>[16]</sup>研究认为适宜的播种量,水直播稻每穗粒数、千粒重和结实率均较高,较高播种量基本苗、最大茎蘖数、有效穗数增加,但成苗率和成穗率下降。陈明<sup>[17]</sup>认为过高的播种量会造成出糙率、精米率和整精米率下降,稻米垩白粒率和垩白度增加,蛋白质含量下降。

4 结论

本研究结果表明,栽培方式能够影响水稻穗部性状和籽粒外观形态,水直播稻穗部一、二次枝

梗数量和着生粒数相对移栽稻下降,同时空秕粒增加,穗长变化不显著,穗部着粒密度下降。两种生产方式穗部二次枝梗空秕率均高于一次枝梗,水直播稻空秕率极显著高于移栽稻,且穗千粒重极显著低于移栽稻。相对一次枝梗,水直播稻二次枝梗千粒重极显著低于移栽稻。水直播稻一、二次枝梗稻谷相对移栽稻谷粒长增加,但是糙米粒长没有差异,栽培技术对稻谷和糙米宽度未产生明显影响,但水直播稻谷和糙米厚度均有下降。

参考文献:

[1] 毛永兴. 直播水稻生长发育特性及其配套栽培技术研究[J]. 耕作与栽培,2003(1):30-31.

[2] 潘国君. 寒地旱粳稻生产使用技术 1000 问[M]. 北京:中国农业出版社,2020.

[3] 孔有利,周建涛,邵明灿,等. 农户直播稻经济分析及启示[J]. 江苏农业科学,2012,40(8):385-387.

[4] 王丹英,褚光,陈松,等. 水稻机械精量湿润直播技术的创新与发展[J]. 中国稻米,2020,26(5):19-21.

[5] 罗锡文,王在满,曾山,等. 水稻机械化直播技术研究进展[J]. 华南农业大学学报,2019,40(5):1-13.

[6] 汪勇. 水稻高产直播栽培技术中国农业文摘[J]. 农业工程,2020(1):76-77.

[7] 曾文涛. 水稻直播、移栽、机插的效益对比[J]. 农机使用与维修,2019(6):8-10.

[8] 项亚威,邓尧,邱颖波,等. 不同种植方式对水稻农艺性状的影响研究进展[J]. 天津农业科学,2017,23(7):89-93.

[9] 高波,朱宏宇,张苏萍,等. 不同移栽方式对水稻产量及效益的影响[J]. 安徽农业科学,2007,35(29):9188-9190.

[10] 池忠志,姜心禄,郑家国. 不同种植方式对水稻产量的影响及其经济效益比较[J]. 作物杂志,2008(2):73-75.

[11] 程建平,罗锡文,樊启洲,等. 不同种植方式对水稻生育特性和产量的影响[J]. 华中农业大学学报,2010,29(1):1-5.

[12] 陈翻身,许四五. 水稻直播栽培三个技术瓶颈问题形成原因及对策[J]. 中国稻米,2006(2):33-34.

[13] 丁涛,秦玉金. 水稻不同栽培方式对产量效益及生育特性的影响[J]. 安徽农业科学,2006,34(14):21-23.

[14] 杨波,徐大勇,张洪程. 直播机插与手栽水稻生长发育产量及稻米品质比较研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),2012,33(2):39-44.

[15] 金军,薛艳凤,于林惠,等. 水稻不同种植方式群体质量差异比较[J]. 中国稻米,2006(6):31-33.

[16] 曾波,李爱宏,黄年生,等. 不同播种量对直播水稻品比试验的影响研究[J]. 种子,2020,39(2):12-155.

[17] 陈明. 直播水稻群体生产力的形成特点及其品种类型差异研究[D]. 扬州:扬州大学,2012.

Effects of Direct Seeding and Transplanting on Panicle Traits and Grain Morphology of Rice

ZHAO Hai-xin

(Rice Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154026, China)

**Abstract:** In order to clarify the best production technology of direct seeding in paddy field of cold region, the experiment of transplanting and direct seeding was carried out on 10 rice varieties suitable for cultivation in the third and fourth accumulated temperature zones of Heilongjiang Province, and the differences of panicle characters and grain morphology between the transplanted rice and the direct seeding rice were investigated. The results showed that the cultivation methods could affect the panicle characters and grain appearance of rice. The number of primary and secondary branches and grains per panicle of direct seeding rice were significantly or extremely significantly lower than that of transplanting rice, the number of empty grains was significantly or extremely significantly higher than that of transplanting rice, the change of panicle length was not significant, and the grain density was significantly decreased. The rate of empty grain in the secondary branch of panicle was higher than that in the primary branch. The 1000-grain weight of direct seeding rice was significantly lower than that of transplanting rice, and the decrease of 1000-grain weight of secondary branch was significantly higher than that of primary branch. The grain length of primary and secondary branches of direct seeding rice increased, but the width of rice and brown rice had no significant effect, but the thickness of rice decreased. In the production of rice with water direct seeding technology, the index characters of panicle and grain of most varieties were lower than those of transplanting methods. Therefore, the most effective way to improve the yield of water direct seeding rice is to select and use varieties suitable for water direct seeding and improve the management mode of harvested grains per unit area.

**Keywords:** rice; direct seeding; transplanting; panicle morphology; grain morphology