

# 不同直播栽培方式对水稻产量及其构成的影响

陈丽, 贺奇, 王兴盛, 孙建昌\*

(宁夏农林科学院农作物研究所, 宁夏 永宁 750105)

**摘要:**通过对15个水稻品种(系)在保墒旱直播、播后上水两种直播栽培方式下的比较试验,研究其茎蘖消长、产量及构成之间的差异。结果表明,各参试材料的株高在播后上水条件下最高,其次是插秧,保墒旱直播株高最低,分蘖表现为插秧栽培方式下明显高于播后上水和保墒旱直播;穗数、穗长、穗粒数在播后上水和保墒旱直播方式下明显高于插秧对照的有8份,结实率和千粒重在保墒旱直播栽培条件下最高,其次是插秧方式,播后上水栽培方式下最低;与插秧对照相比,除宁粳38、宁粳49、181外其余参试材料产量在播后上水和保墒旱直播下表现较低。

**关键词:**水稻;保墒旱直播;播后上水;性状比较

中图分类号:S511

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2021)03-0010-05

## Effects of Different Direct Seeding Cultivation Methods on Rice Yield and Its Composition

CHEN Li, HE Qi, WANG Xingsheng, SUN Jianchang\*

(Institute of Crop Sciences, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yongning 750105, China)

**Abstract:** Through the comparative experiment of 15 rice varieties (lines) under the two direct seeding cultivation methods of dry direct seeding with soil moisture conservation and water supply after sowing, the differences of tiller growth and decline, yield and composition were studied. The results showed that the plant height of the tested materials was the highest under the condition of water supply after sowing, followed by transplanting, and the plant height of dry direct seeding with moisture conservation was the lowest. The tillering performance of transplanting cultivation mode was significantly higher than that of water supply after sowing and dry direct seeding with moisture conservation. The number of panicles, ear length and grains per panicle were significantly higher than those of transplanting control in water supply and soil moisture conservation dry direct seeding after sowing. The seed setting rate and 1 000 grain weight were the highest under the condition of soil moisture conservation and dry direct seeding, followed by the transplanting method, and the lowest under the above water cultivation mode after sowing. Compared with the control, except for Ningjing 38, Ningjing 49 and 181, the yield of other tested materials was lower under the condition of water supply after sowing and direct seeding with moisture conservation.

**Key words:** Rice; Dry direct seeding with soil moisture conservation; Water after sowing; Comparison of traits

直播稻(Direct Seeding of Rice, DSR)是指直接将种子播种在土地之上,而不需要在苗圃育苗再经过移栽的播种方法<sup>[1]</sup>。根据其播种时的水浆管理情况,又可分为水直播、旱直播和湿润直播。直播稻以其省工省力、节约成本、经济效益高<sup>[2-8]</sup>

的特点越来越受青睐。随着直播稻的大力推广与应用,美国和澳大利亚水稻已全部采用机械化直播<sup>[6]</sup>,意大利、俄罗斯水稻种植也几乎全部采用旱直播种植技术,我国河南、河北、黑龙江、宁夏等地直播面积也在不断扩大,其中宁夏水稻直播面积已达到水稻种植面积的95%。然而随着直播面积不断增加,生产中直播水稻出苗率低、保苗难、草害严重、易倒伏等问题突出,成为限制水稻直播生产的主要技术瓶颈。

目前国内外学者在直播稻的品种选育、生长发育特性、物质积累与转运、结实期衰老生理特性、抗倒伏特性、全苗壮苗、肥水管理、病虫草害

收稿日期:2019-08-24

基金项目:宁夏农林科学院青年基金项目(NKYQ-18-07);宁夏回族自治区基金项目(2019AAC03154);宁夏农林科学院科技创新引导项目(NKYJ-18-15-5)

作者简介:陈丽(1985-),女,助理研究员,硕士,主要从事水稻新品种选育工作。

通讯作者:孙建昌,男,博士,研究员,E-mail: nxsjch@163.com

技术等耕作栽培技术方面做了大量研究<sup>[9-11]</sup>,但保墒早直播和播后上水两种直播间的产量及其构成的差异还未见报道。因此,本文采用保墒早直播和播后上水两种直播栽培方式,开展不同水稻品种直播栽培条件下的产量及构成方面的研究,以期为直播稻栽培提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

供试材料共 15 份,分别是宁香稻 2 号、78-1190、宁粳 12、宁粳 23、宁粳 27、宁粳 38、宁粳 48、宁粳 49、宁粳 50、富源 4 号、181、1481、节 15、花 129、宁粳 51,其中富源 4 号为试验对照(CK)。

田间试验设计:试验在宁夏贺兰进行,采用保墒早直播和播后上水方式进行播种,插秧为对照栽培方式。三种栽培方式均采用随机区组设计,每份材料种植 2 m 行长,20 行,行距 0.264 m。保墒早直播于 4 月 14 日人工开沟撒播播种,以当地直播品种富源 4 号为对照,每隔 9 份材料设对照,随机排列,3 次重复,每行播种 400 粒(187.5 kg/hm<sup>2</sup>),播深 2~3 cm,播后镇压保墒。播后上水于 5 月 6 日人工开沟撒播播种,试验设计、播量同上,播种后灌水。插秧于 5 月 26 日进行,其他栽培管理一致。

### 1.2 指标测定

每区分直播和插秧各取 1 m 行长,定点观察株高、分蘖数等农艺性状。成熟期每试验每个材料选取小区中间一行稻株,单独测量株高、穗长、穗粒数、千粒重等产量构成要素。

### 1.3 统计分析

数据处理采用 Excel 2017 及 SAS 8.1 软件分析。

## 2 结果与分 析

### 2.1 不同栽培方式水稻茎蘖动态比较分析

不同栽培方式水稻株高变化趋势如图 1 所示。第一次茎蘖动态调查时,保墒早直播株高最

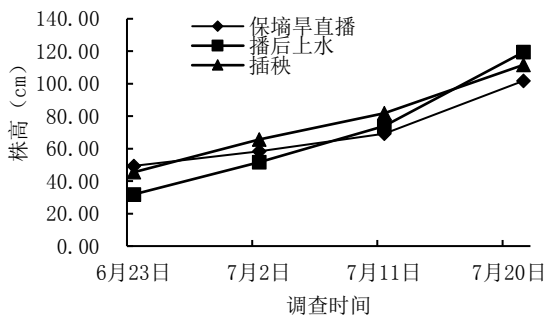


图 1 不同栽培方式水稻株高变化趋势

高,其次是插秧,播后上水最低;随着水稻快速生长,播后上水的株高由最低逐渐增高,在三种栽培方式中居高、插秧次之,保墒早直播株高最低。

分蘖数对比(图 2)结果表明,各参试材料分蘖数变化整体趋势是由低到高,再由高向低的变化,其中插秧栽培方式整体分蘖数高于保墒早直播和播后上水,且变化幅度较大。保墒早直播和播后上水两种直播方式的分蘖明显增加出现在 7 月 2 日,7 月 11 日开始分蘖逐渐减少,直至 7 月 21 日分蘖不再变化。插秧分蘖由 6 月 23 日开始逐渐增加,7 月 2 日已经达到分蘖高峰,此后缓慢下降。该变化趋势与三种栽培方式关系紧密,尤其是种植密度。

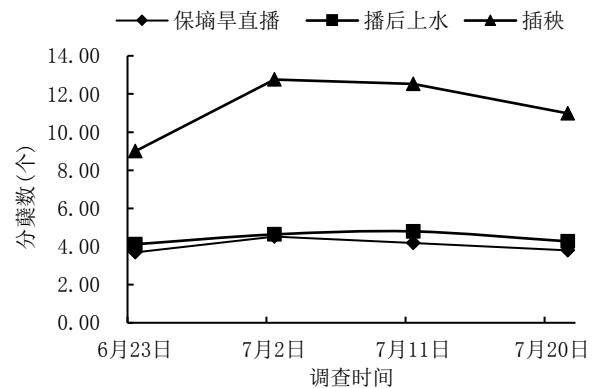


图 2 不同栽培方式水稻分蘖变化趋势

### 2.2 不同栽培方式水稻的产量比较分析

从图 3 可以看出,不同水稻品种(系)在保墒早直播、播后上水两种直播方式下产量差异比较明显,与插秧对照相比,除部分品种产量表现增产外,其余均低于插秧栽培方式。保墒早直播栽培方式下,14 份参试材料中较对照增产的有 9 份,分别是宁粳 12、宁粳 23、宁粳 38、宁粳 48、宁粳 49、宁粳 50、节 15、花 129 和宁粳 51,其中宁粳 38 的增产幅度最大,较对照增产 36.36%,折合公顷产量

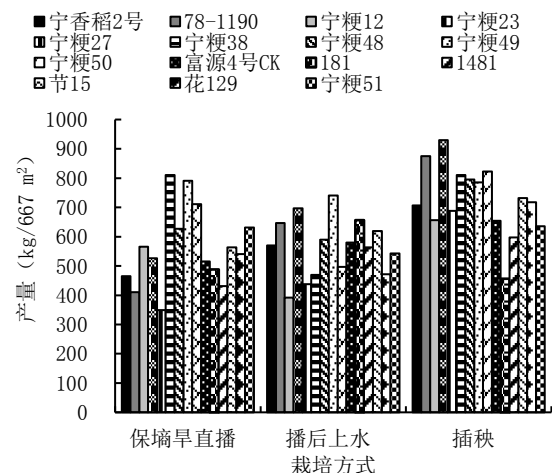


图 3 不同栽培方式水稻产量比较

12 153.45 kg。其次是宁粳 49(34.84%)和宁粳 50(27.51%),公顷产量分别为 11 869.35 kg 和 10 669.8 kg。播后上水条件下参试材料较对照增产的有 6 份(78-1190、宁粳 23、宁粳 48、宁粳 49、181 和节 15),但整体增产幅度较小。其中宁粳 49 增产幅度最大(21.73%),其次是宁粳 23,增产幅度为 16.77%。各参试材料插秧条件下产量与对照相比,181、1 481 和宁粳 51 表现出减产,其余材料均增产。其中宁粳 23 增产幅度最大(31.90%),其次是宁粳 50,增产幅度为 23.02%,宁粳 38 和宁粳 48 增产幅度也较大,分别是 21.82% 和 20.37%,宁粳 51 增幅最小。在两种直播栽培方式下,均表现增产的品种有 3 份,分别是宁粳 23、宁粳 48、宁粳

49,且与插秧对照相比均表现增产,分别增产 31.90%、20.37% 和 19.30%。

同一品种在不同栽培方式下产量表现差异较大,宁粳 38 的产量在保墒早直播和插秧两种栽培方式下相同;与插秧栽培方式相比,宁粳 49 在保墒早直播栽培方式下表现增产,181 在播后上水栽培条件下表现增产。

参试水稻产量的方差分析(表 1)表明,各品种间、栽培方式间存在极显著差异,多重比较表明播后上水和保墒早直播两种直播栽培方式间差异不显著,但与插秧栽培方式(对照)间存在极显著差异。

表 1 不同栽培方式水稻产量方差分析与多重比较

| 变异来源    | 自由度 | 产量        |          | 栽培方式  | 产量      |
|---------|-----|-----------|----------|-------|---------|
|         |     | 均方        | F 值      |       | 均值      |
| 区组间     | 1   | 632.43    |          | 插秧    | 720.13A |
| 品种      | 15  | 38 225.34 | 17.82**  | 播后上水  | 565.91B |
| 栽培方式    | 2   | 264 376.1 | 123.28** | 保墒早直播 | 559.67B |
| 品种×栽培方式 | 30  | 21 803.79 |          |       |         |
| 误差      | 47  | 2 144.59  |          |       |         |
| 总变异     | 95  | 19 554.47 |          |       |         |

### 2.3 不同栽培方式水稻产量构成比较分析

不同栽培方式不同品种(系)产量构成方差分析(表 2)结果表明,不同参试材料在三种栽培方式下的穗数、穗长、穗粒数、结实率和千粒重均表现出较大差异。其中,穗数、穗长、结实率和千粒重均存在极显著差异。各参试材料的穗数、穗粒数和千粒重间也存在极显著差异。穗数在保墒早直播和播后上水栽培方式下均高于插秧对照方式的有 9 份材料,且播后上水栽培方式下各参试材料的穗数均高于保墒早直播栽培方式。其中,

78-1190 的穗数在保墒早直播、播后上水、插秧三种方式间差异最大,变异幅度为 10.08%~24.30%;穗长在保墒早直播和播后上水栽培方式下均高于插秧对照方式的品种有 11 份;穗粒数在保墒早直播和播后上水栽培方式下均高于插秧对照方式的品种有 8 份;结实率和千粒重变化趋势在三种栽培方式间基本相同,除宁粳 38 和 181 外,其余 13 份材料在保墒早直播栽培条件下的结实率和千粒重最高,其次是插秧方式,播后上水栽培方式下结实率和千粒重最低。

表 2 不同栽培方式水稻产量构成方差分析

| 变异来源    | 自由度 | 穗数     |         | 穗长      |         | 穗粒数      |        | 结实率   |        | 千粒重    |         |
|---------|-----|--------|---------|---------|---------|----------|--------|-------|--------|--------|---------|
|         |     | 均方     | F 值     | 均方      | F 值     | 均方       | F 值    | 均方    | F 值    | 均方     | F 值     |
| 区组间     | 1   | 11.46  |         | 2 965.6 |         | 3.87     |        | 179.8 |        | 1.92   |         |
| 品种      | 15  | 42.92  | 3.17**  | 9 700.9 | 2.35*   | 2 581.6  | 4.73** | 59.65 | 1.12   | 19.1   | 4.49**  |
| 栽培方式    | 2   | 179.43 | 13.24** | 51 394  | 12.43** | 2 768.31 | 5.08*  | 4 234 | 79.7** | 319.46 | 75.16** |
| 品种×栽培方式 | 30  | 19.31  | 1.43    | 6 423.1 | 1.55    | 539.23   | 0.99   | 78.79 | 1.48   | 3.49   | 0.82    |
| 误差      | 47  | 13.55  |         | 4 135.6 |         | 545.3    |        | 53.12 |        | 4.25   |         |
| 总变异     | 95  | 23.48  |         | 6 719.3 |         | 906.01   |        | 151.6 |        | 12.97  |         |

表3 不同栽培方式水稻产量构成多重比较

| 栽培方式  | 穗数     | 穗长      | 穗粒数      | 结实率    | 千粒重    |
|-------|--------|---------|----------|--------|--------|
|       | 均值     | 均值      | 均值       | 均值     | 均值     |
| 插秧    | 16.5A  | 296.25A | 122.17A  | 87.97B | 26.27B |
| 播后上水  | 17.78A | 312.98A | 116.06AB | 95.66A | 29.02A |
| 保墒旱直播 | 13.19B | 236.73B | 103.9B   | 73.04C | 22.72C |

对参试材料产量构成进行多重比较(表3),结果表明:穗数、穗长、穗粒数、结实率和千粒重在保墒旱直播、播后上水和插秧间的差异真实存在。与插秧对照栽培方式相比,穗数、穗长、穗粒数在播后上水栽培方式下差异不显著,在保墒旱直播条件下存在极显著差异;结实率、千粒重在保墒旱直播和播后上水两种直播条件下存在极显著差异。

综上所述,各参试材料在保墒旱直播、播后上水和插秧三种栽培方式下的产量及其构成均存在不同程度的差异性。其中,结实率和千粒重在三种栽培方式间均存在极显著差异,各参试材料的穗数、穗粒数和千粒重间存在极显著差异,穗长间存在显著差异。

### 3 讨论

#### 3.1 不同直播方式对水稻茎蘖动态变化的影响

采用保墒旱直播、播后上水、插秧三种栽培方式,对参试材料的株高、分蘖进行对比分析,结果表明,播后上水条件下的株高变化最大,最终在三种栽培方式中居高、插秧次之,保墒旱直播株高最低。分蘖在插秧栽培方式整体高于保墒旱直播和播后上水,且插秧栽培条件下各材料的分蘖持续时间较长,变化幅度较大。

#### 3.2 不同直播栽培方式对水稻产量及其构成因素的影响

前人关于不同栽培方式对水稻产量及其构成因素的影响已做过很多研究,但研究结果不尽相同。李杰等<sup>[12]</sup>研究表明,不同纬度生态区不同类型品种的水稻产量均是人工插秧最高,机插次之,直播最低。刘元英等<sup>[13]</sup>研究结果表明,在选择合适品种和利用优化施肥技术的情况下,直播稻能够具有更好的产量结构,并能够实现直播稻产量与插秧稻持平。郑洪帆<sup>[14]</sup>研究认为,插秧稻的穗长高于直播。刘立中和黄示喻等<sup>[15-16]</sup>认为直播稻田群体密度比移栽田的大,有效穗多,直播稻产量整体高于插秧。本文研究结果则表明,直播栽培方式对水稻产量及其构成因素的影响因品种

而异,宁香稻2号、78-1190、宁粳12、宁粳23、宁粳27、宁粳48、宁粳50、1481、节15、花129和宁粳51在插秧条件下的产量均高于保墒旱直播和播后上水,然而,宁粳38的产量在保墒旱直播和插秧两种栽培方式下相同;与插秧栽培方式相比,宁粳49在保墒旱直播栽培方式下表现增产,181在播后上水栽培条件下表现增产。

与插秧对照栽培方式相比,宁香稻2号、宁粳12、宁粳48的穗数在保墒旱直播条件下表现较低,而在播后上水栽培方式的穗数表现较高;宁粳49和花129的穗长在保墒旱直播条件下高于插秧对照方式,播后上水栽培方式穗长表现较低;宁粳48和花129的穗粒数在保墒旱直播条件下高于插秧对照方式,播后上水栽培方式下穗粒数却表现较低,宁粳50的穗粒数表现趋势则相反,在播后上水栽培方式穗粒数最高、插秧栽培下穗粒数次之,保墒旱直播下穗粒数最低。结实率和千粒重变化趋势基本相同,除宁粳38和181外,其余13份材料在保墒旱直播栽培条件下的结实率和千粒重最高,其次是插秧方式,播后上水栽培方式下结实率和千粒重最低。

由此可知,在直播品种选择过程中,应根据材料在不同栽培方式间产量及其构成因素的差异性,有针对性地选择适宜不同直播栽培条件的品种(系),满足直播品种匮乏的现状。

#### 参考文献:

- [1] M Farooq, Kadambot H M Siddique, H Rehman, et al. Rice direct seeding: Experiences, challenges and opportunities [J]. Soil & Tillage Research, 2011, 111(2): 87-98.
- [2] 章秀福,朱德峰.中国直播稻生产现状与前景展望[J].中国稻米,1996(5):1-4.
- [3] 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.
- [4] 赵步洪,戴正元,谢成林,等.直播水稻的研究与应用进展及发展策略[J].江苏农业科学,2010(5):13-15.
- [5] 吴文革,陈 焯,钱银飞,等.水稻直播栽培的发展概况与研究进展[J].中国农业科技导报,2006,8(4):32-36.
- [6] 杜 鹏,刘国华.水稻栽培方式研究进展[J].作物研究,2007,21(5):593-597.

[ 7 ] 邹应斌,李克勤,任泽民.水稻的直播与免耕直播栽培研究进展[J].作物研究,2003(1):52-58.

[ 8 ] 王 洋,张祖立,张亚双,等.国内外水稻直播种植发展概况[J].农机化研究,2007(1):48-50.

[ 9 ] 董光书.早稻直播轻型高产栽培技术[J].安徽农业科学,2000,28(1):9-12.

[10] 王人豪,罗利敏.水稻直播的生育特点及主要栽培技术[J].浙江农业科学,2002(1):12-13.

[11] 吕和平,范友胜,宛晓萍,等.耐低温早籼稻新品系播期比较试验[J].安徽农业科学,2004,32(4):625-627.

[12] 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.

[13] 刘元英,吴振雨,彭显龙,等.养分管理对寒地直播稻生长发育及产量的影响[J].东北农业大学学报,2014,45(7):1-8.

[14] 郑洪楨.不同直播栽培方式对水稻生长发育特性及产量形成的影响[D].成都:四川农业大学,2012.

[15] 刘立中,陈再高,刘建华.两优培九直播栽培的表现及配套栽培技术[J].安徽农业科学,2003,31(2):250-251.

[16] 黄示喻,吴洁远,蒋兴龙,等.直播稻的生育特点和增产因素分析[J].广西农业科学,2003(5):23-25.

(责任编辑:王 昱)



(上接第6页)

[ 2 ] 岳尧海,路 明,张建新,等.玉米DH系规模化筛选、评价技术流程初探[J].东北农业科学,2016,41(2):13-15.

[ 3 ] 姜 龙,张 野,李继竹,等.吉林省玉米主推品种杂交模式的耐密性分析[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2014,42(11):39-46,60.

[ 4 ] 李继竹,王 贺,尹日成,等.不同种植密度条件下玉米自交系最佳选系的研究[J].华南农业大学学报(自然科学版),2012,33(4):434-437.

[ 5 ] 段民孝,赵久然,李云伏,等.高产早熟耐密抗倒伏宜机收玉米新品种‘京农科728’的选育及配套技术研究[J].农学报,2015,5(2):10-14.

[ 6 ] 徐晓红,舒坤良,王洪丽,等.吉林省玉米种业现状与发展战略[J].吉林农业科学,2013,38(5):12-14.

[ 7 ] 马占林,张建华,李大勇,等.国外Iodent玉米种质WY11对塘四平头群自交系“四287”的改良效果[J].吉林农业大学学报,2016,38(6):663-670.

[ 8 ] 邢吉敏,蔡春泉,王维真,等.国外种质×国内种质玉米单交种产量构成性状的遗传分析[J].玉米科学,2005,13(1):55-59.

[ 9 ] Vasal S K, Srinivasan G, Beck D L, et al. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical and temperate early-maturity maize germplasm[J]. Crop Sci., 1992(32): 884-890.

[10] 李继竹,胡 洋,张焕欣,等.美国玉米种质改良系的应用潜力研究[J].吉林农业大学学报,2012,34(1):19-23.

[11] 李 营,韩秀云,王 博,等.玉米自交系穗部性状配合力及遗传参数分析[J].农业科技通讯,2018(11):56-59.

[12] 闫海霞,柳家友,付家锋,等.10个自选玉米自交系的穗部性状配合力及遗传参数分析[J].山东农业科学,2018,50(10):30-32.

[13] 进茜宁,付志远,丁 冬,等.玉米杂交种先玉335及其亲本种子萌发过程中胚芽蛋白质组学分析[J].作物学报,2011,37(9):1689-1694.

[14] 刘日尊,赵文媛.5份美国先锋玉米种质资源的配合力分析[J].辽宁农业科学,2013(2):9-12.

[15] 陈中赫,刘敬娟,贾德涛.自交系铁C8605-2在我国玉米育种中的地位和作用[J].安徽农业科学,2008,36(15):6244-6246.

[16] 孙 琦,李文才,张发军,等.2001~2012年国审玉米品种亲本自交系系谱来源分析[J].玉米科学,2014,22(6):6-11,15.

[17] 金明华,李继竹,于 铁,等.不同密度条件玉米株系间的杂种优势及配合力研究[J].华南农业大学学报,2009,30(2):1-5.

[18] 刘来福,毛盛贤,黄远樟.作物数量遗传[M].北京:农业出版社,1984:206-250.

[19] 刘文国,李春雷,刘宏伟,等.吉林省不同时期骨干玉米黄改系主要性状配合力分析[J].东北农业大学学报,2016,47(1):9-14.

[20] Muhammad Bashir Alvi, Muhammad Rafique, Muhammad Shafiq, et al. Hybrid vigour of some quantitative characters in maize(*Zea mays* L.)[J].Pakistan Journal of Biological Sciences, 2003, 6(2): 139-141.

[21] Tsaftaris A S, Kafka M. Mechanisms of heterosis in crop plants [J]. Journal of Crop Production, 1997, 1(1): 95-111.

[22] 高 翔,曹绍书,罗仕文,等.浅谈塘四平头杂优群选系及其改良系在中国玉米育种和生产中的作用[J].玉米科学,2005,13(增刊):20-22,25.

[23] 宁家林,高洪敏,曲 岗,等.旅大红骨种群在我国玉米育种与生产中的利用[J].杂粮作物,2002,22(2):63-65.

(责任编辑:刘洪霞)