

水稻种子特性与直播栽培出苗状况的关系研究

陈丽, 孙建昌*

(宁夏农林科学院农作物研究所, 银川 750002)

摘要:为探明水稻种子特性与直播栽培出苗状况间的关系,以15份水稻种子为试验材料,通过暗处理、盐水处理和低温处理,测定种子胚轴长度、胚芽鞘长度和种子发芽情况,比较了两种不同直播栽培条件下水稻种子出苗率与幼苗生长情况。结果表明,胚芽鞘和中胚轴越长,越有利于水稻种子在盐碱、低温逆境条件下幼芽的伸长。播后上水条件下,中胚轴长度与苗期长势等级呈极显著正相关关系,而保墒旱直播条件下,两者相关性不显著,说明水稻直播出苗和水稻品种自身特征特性有关,还与直播深度和灌水方式有关。

关键词:水稻;种子特性;中胚轴长度;胚芽鞘长度;旱直播;出苗状况

中图分类号:S511.04

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2024)05-0001-05

The Relationship Between Seed Characteristics and Seedling Emergence in Direct Seeding Cultivation

CHEN Li, SUN Jianchang*

(Institute of Crop Sciences, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

Abstract: In order to clarify the correlation between the characteristics of rice seeds and direct seedling emergence, 15 rice seeds were used as test materials. Seed hypocotyl length, coleoptile length and germination were measured by dark treatment, salt water treatment and low temperature treatment. The seed germination under different conditions was determined simultaneously with the emergence rate and seedling growth under two different direct seeding cultivation conditions. The results showed that the length of the coleoptile and mesocotyl was closely related to the salt and low temperature tolerance of the seed. The longer the coleoptile and mesocotyl, the more favorable the rice seed was under the conditions of saline-alkali and low temperature stress. Under the conditions of direct seedling protection and drought-seeding and sowing after seeding, the mesocotyl length of seeds were significantly correlated with seedling growth, but there was no significant correlation between the two under the condition of moisture conservation and drought. The results showed that direct seeding of rice was related to the characteristics of rice varieties, depth of direct seeding and irrigation conditions.

Key words: Rice; Seed characteristics; Mesocotyl length; Direct seeding cultivation; Seedling emergence

水稻是重要的粮食作物,稻米作为人类的主食口粮在粮食安全中占有举足轻重的地位^[1-2]。水稻的栽培方式主要为插秧和直播。直播栽培是水稻最古老的一种栽培技术,随着水稻栽培技术的进步,这种栽培方式出现过萎缩^[3]。但伴随着城镇化的加速、劳动力成本迅速上升,水稻直播

以其省工、省力、节水的特点,顺应了当下轻简化与机械化发展的方向,已成为部分水稻产区的主要栽培方式^[4-8]。宁夏直播稻面积占水稻种植面积的90%以上,随着直播稻种植面积的扩大,生产中出苗不齐、保苗难等问题日渐凸显^[9-10]。

研究表明,直播稻不仅需要具备优质、高产、多抗等性状,还需要有耐低温低氧发芽,短期淹水环境下具有较强发芽出苗力,根系分布深,活力强,植株茎秆伸长节间长度比例适宜,发芽出苗阶段及幼苗期对除草剂反应不敏感,苗期生长快,对杂草有竞争性抑制作用等特征特性^[11-14]。目前,关于直播稻的研究多集中在直播的机械、生育期养管理、植株分蘖及物质积累转运与分配等方面^[15-18],关于种子自身特性与直播稻栽培

收稿日期:2024-02-22

基金项目:宁夏回族自治区自然科学基金项目(2024AAC02059);
农业高质量发展和生态保护科技创新示范项目
(NGSB-2021-13);宁夏回族自治区重点研发计划项目
(2023BCF01010)

作者简介:陈丽(1985-),女,副研究员,硕士,主要从事水稻遗传育种研究。

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

出苗及苗期生长关系方面的研究还未见报道。因此,本试验采用室内种子特性检测与直播栽培方式相结合,开展水稻种子特性与直播栽培条件下的出苗状况关系进行研究,以期为水稻直播栽培提供理论依据与技术支持。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

利用富源4号、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、181、1481、节15、花129和宁粳51为试验材料,共计15份。耐盐性试验选取宁夏大田生产中耐盐性较好的品种宁粳41为对照,耐冷性试验和直播试验选取富源4号为对照。

1.2 试验设计与方法

芽期的耐冷特性、耐盐性和暗处理条件下中胚轴长度、胚芽鞘长度等的测定在宁夏农林科学院农作物研究所实验室内进行。

大田直播试验于2020-2021年在宁夏贺兰县通义乡通义村试验基地进行,土壤质地为黏土,0~20 cm土壤养分为全盐含量4.54 g/kg, pH值7.88,有机质含量14.4 g/kg,全氮、全磷、全钾含量分别为0.91 g/kg、0.88 g/kg、18.5 g/kg,速效氮、速效磷、速效钾含量分别为81.0 mg/kg、46.6 mg/kg、228.0 mg/kg,电导率1.51 Ms/cm。试验设置保墒早直播和播后上水两种直播栽培方式,其中保墒早直播于4月10日采用人工开沟撒播,播深5 cm,每份材料设20行区,行长2 m,行宽0.264 m,随机区组排列,播量15 kg/667 m²,3次重复;播后上水于5月11日采用人工开沟撒播,试验设计同保墒早直播。

1.3 测定项目与方法

耐盐性测定:在培养皿底部垫2~4层吸水纸,加入浓度1.4%的盐水湿润并保持一定水层,以淹没种子为宜,每个水稻品种挑选饱满、无病的种子50粒,均匀地摆放在放有盐水的培养皿内,重复3次,宁粳41为对照,同时每份材料设清水对照,重复3次,种子充分吸水3 d后置于25℃光照培养箱中,每天换水1次,避免发霉腐烂,9 d后测量根长、芽长,统计出苗率和成苗率(同时满足芽长达种子长度1/2,根长达到种子长度方可计数)。

耐冷特性测定:每个水稻品种挑选饱满、无病的种子50粒,均匀地摆放在垫有湿润吸水纸的培养皿里(重复3次,富源4号为对照),使种子充分吸水3 d后,置于15℃光照培养箱中,每隔1 d换水1次,15 d后测量根长、芽长,统计出苗率和成

苗率(同时满足芽长达种子长度1/2,根长达到种子长度方可计数)。

中胚轴长度测定:每个水稻品种挑选饱满、无病的种子50粒,均匀地摆放在垫有湿润吸水纸的培养皿里(重复3次,富源4号为对照),每个培养皿用不透光锡箔纸包裹严实,置于光照培养箱内,25℃黑暗培养10 d,出箱后用游标卡尺测量幼苗中胚轴长度。

胚芽鞘长度测定:种子处理和试验设计同中胚轴长度测定,暗培养7 d后,即可测量幼苗胚芽鞘长度。

出苗率和成苗率测定:每小区(除边行外)随机选取1 m行长进行调查,出苗率=(实际出苗数/实际播种数)×100%,成苗率=(实际成苗数/实际出苗数)×100%。

苗期长势评价:苗期长势按5级标准进行评价,以相邻对照为参考标准^[9]。1级:长势明显优于对照;3级:长势优于对照;5级:与对照相当;7级:长势不如对照;9级:长势明显不如对照。

2 结果与分析

2.1 种子特性

2.1.1 种子耐盐特性

由表1可知,参试材料经1.4%盐水处理后的根长、芽长、出苗率和成苗率均明显低于清水对照组,且不同品种各参数变化幅度较大。其中,根长为0.26~0.52 cm,根长最长的为78-1190、最短的为宁粳27,15份材料中,根长超过对照(宁粳41)的材料有5份,分别是78-1190、宁粳23、宁粳38、花129和181;芽长为0.68~1.15 cm,除富源4号、宁粳27、花129、宁粳51外,其余11份材料的芽长均超过对照(宁粳41);出苗率为26.00%~88.00%,最高的是181,最低的是宁粳50,出苗率超过对照的有12份;成苗率为11.00%~45.00%,成苗率最高的是78-1190,成苗率最低的材料有3份,分别是宁粳50、宁粳51和富源4号。

2.1.2 种子中胚轴长度、胚芽鞘长度及耐冷性

参试材料经过暗处理后的中胚轴长度和胚芽鞘长度见表2。其中,胚芽鞘长度为15.25~26.15 cm,胚芽鞘最长是宁粳23,最短的是宁粳12,15份材料中除宁粳12胚芽鞘长度低于对照外,其余材料均超过对照;中胚轴最长是78-1190,最短为花129,除宁香稻2号、宁粳48、宁粳49、花129和宁粳51外,其余9份材料的中胚轴长度均高于对照。参试材料的出苗率均低于对照,其中花129

表1 种子耐盐性处理试验

品种	盐水处理				清水对照			
	根长/cm	芽长/cm	出苗率/%	成苗率/%	根长/cm	芽长/cm	出苗率/%	成苗率/%
富源4号	0.28	0.68	36.00	11.00	6.26	3.93	100.00	98.00
宁香稻2号	0.36	0.94	82.00	19.00	7.67	3.96	98.00	90.00
78-1190	0.52	1.00	56.00	45.00	6.61	4.92	100.00	97.00
宁粳12	0.37	1.08	65.00	23.00	6.92	3.29	100.00	90.00
宁粳23	0.38	1.15	74.00	17.00	7.11	4.31	100.00	96.00
宁粳27	0.26	0.82	30.00	13.00	6.61	4.04	100.00	95.00
宁粳38	0.48	0.92	38.00	21.00	6.99	4.56	100.00	96.00
宁粳48	0.36	1.03	64.00	41.00	7.31	4.37	99.00	98.00
宁粳49	0.35	0.90	54.00	21.00	6.59	2.99	96.00	85.00
宁粳50	0.31	0.92	26.00	11.00	7.89	5.53	99.00	98.00
181	0.41	0.94	88.00	27.00	7.20	4.49	99.00	93.00
1481	0.35	1.10	56.00	14.00	8.32	6.64	100.00	98.00
节15	0.34	0.97	54.00	12.00	6.56	2.24	99.00	95.00
花129	0.40	0.86	69.00	33.00	6.66	2.15	98.00	89.00
宁粳51	0.36	0.83	68.00	11.00	7.66	3.14	97.00	90.00
宁粳41(CK)	0.37	0.88	36.00	11.00	6.01	3.70	100.00	98.00

表2 中胚轴长度、胚芽鞘长度及耐冷性

品种	暗处理			耐冷处理		
	胚芽鞘长度/cm	中胚轴长度/cm	出苗率/%	根长/cm	芽长/cm	成苗率/%
宁香稻2号	24.78	0.58	96.00	2.61	2.08	85.00
78-1190	23.21	3.06	95.00	2.96	2.26	71.00
宁粳12	15.25	1.20	92.00	1.81	1.39	91.00
宁粳23	26.15	2.74	97.00	2.33	2.07	82.00
宁粳27	18.45	1.44	98.00	1.63	1.79	89.00
宁粳38	19.05	1.84	92.00	1.89	1.47	81.00
宁粳48	19.72	0.83	94.00	2.60	1.52	88.00
宁粳49	18.12	1.04	90.00	1.43	1.45	82.00
宁粳50	16.61	2.12	98.00	2.51	2.10	71.00
富源4号(CK)	15.29	1.18	99.00	1.81	1.39	91.00
181	19.00	1.82	94.00	2.38	1.27	84.00
1481	20.32	1.56	98.00	3.27	2.19	95.00
节15	20.68	1.54	91.00	1.77	1.30	85.00
花129	15.97	0.35	79.00	2.46	1.26	84.00
宁粳51	16.22	0.99	93.00	2.78	1.81	93.00

的出苗率最低(79.00%)。

耐冷处理后的种子发芽表现见表2。各参试材料的根长、芽长及成苗率差异较大。根长变异幅度为1.43~3.27 cm,最长的材料是1481,最短的是宁粳49,15份材料中除宁粳27、宁粳49、节15外,根长均超过对照(富源4号);芽长最长的是78-1190(2.26 cm)、最短的是花129(1.26 cm),除181、节15、花129、宁粳12外,其余10份材料的芽长均超过对照;成苗率最高的材料是宁粳51,最

低的是78-1190和宁粳50。

2.2 直播条件下参试材料的苗期表现

参试材料在保墒早直播和播后上水条件下的苗期综合表现见表3。其中,保墒早直播栽培条件下,出苗率变幅为15.19%~33.75%,有10个品种出苗率较对照高,占参试材料的71.43%,其中宁粳48、宁粳50出苗率较高,分别是33.44%、33.75%;播后上水条件下,出苗率为16.38%~30.13%,出苗率高于对照的品种有7份,占参试材

表3 不同直播栽培条件下各参试材料出苗情况

品种	保墒早直播			播后上水		
	出苗率/%	成苗率/%	苗期长势等级	出苗率/%	成苗率/%	苗期长势等级
宁香稻2号	17.00a	70.03a	1d	30.13a	63.10a	5d
78-1190	21.75a	65.41a	3bcd	24.13a	58.80a	3bcd
宁粳12	29.00a	58.63a	3abc	17.13a	62.31a	5abc
宁粳23	25.06a	60.28a	3d	23.25a	68.52a	3d
宁粳27	19.31a	61.64a	5ab	29.88a	50.80a	5ab
宁粳38	25.25a	58.80a	5bcd	21.88a	64.52a	3bcd
宁粳48	33.44a	58.57a	5abc	23.00a	67.03a	5abc
宁粳49	26.44a	66.09a	3ab	18.44a	55.92a	7ab
宁粳50	33.75a	62.60a	3bcd	24.63a	59.34a	3bcd
富源4号(CK)	21.00a	65.38a	5a	22.81a	65.85a	5a
181	26.00a	53.63a	5ab	16.38a	75.86a	5ab
1481	15.19a	75.91a	5abc	21.06a	84.52a	3abc
节15	21.13a	60.57a	3bcd	26.75a	64.34a	5bcd
花129	19.31a	78.02a	3ab	22.19a	62.41a	7ab
宁粳51	28.13a	49.48a	5ab	19.50a	61.11a	5ab

注:小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

料50.0%。保墒早直播栽培条件下,成苗率变幅为49.48%~78.02%,较对照成苗率高的品种有5个,其中,花129的成苗率最高为78.02%;播后上水条件下,成苗率最低的为宁粳27(50.80%),最高的为1481(84.52%),成苗率高于对照的材料分别是宁粳23、宁粳48、181和1481。

保墒早直播条件下,苗期长势等级为1~5级,与对照相比,有8个品种苗期长势较好,其中宁香稻2号苗期长势为1级,78-1190、宁粳12、宁粳23、宁粳49、宁粳50、节15和花129苗期长势为3级;播后上水条件下,苗期长势等级为1~7级,有5个品种长势好于对照,均为3级,分别是78-1190、宁粳23、宁粳38、宁粳50和1481。方差分析结果表明:两种直播栽培方式下,各参试材料的出苗率、成苗率差异不显著,苗期长势存在显著差

异性。可见直播栽培方式对水稻苗期长势影响较大。

2.3 种子特性与幼苗表现的相关性分析

种子特性间的相关关系见表4。种子的胚芽鞘长度和中胚轴长度均与盐水处理和耐冷处理后的芽长存在显著或极显著相关关系。其中胚芽鞘长度与盐水处理后的芽长存在极显著正相关关系(0.65),与出苗率呈显著正相关关系(0.48),与耐冷处理后的芽长呈显著正相关关系(0.58);中胚轴长度与盐水处理后的芽长呈显著正相关关系(0.51),与耐冷处理后的芽长呈显著正相关关系(0.50),与成苗率呈显著正相关关系(0.59)。可见胚芽鞘长度和中胚轴长度与种子耐盐、耐低温特性存在密切关系,胚芽鞘和中胚轴越长,越有利于水稻种子在盐碱、低温逆境条件下幼芽的伸长。

表4 种子特性间的相关性

特性	盐水处理				耐冷处理		
	根长	芽长	出苗率	成苗率	根长	芽长	成苗率
胚芽鞘长度	0.29	0.65**	0.48*	0.28	0.36	0.58*	0.33
中胚轴长度	0.12	0.51*	0.04	0.17	0.18	0.50*	0.59*

注:“*”表示显著相关($P<0.05$),“**”表示极显著相关($P<0.01$),下同

胚芽鞘长度和中胚轴长度与直播苗期情况的相关性见表5。在保墒早直播条件下,胚芽鞘长度和中胚轴长度与出苗率、成苗率和苗期长势等级间未达到显著相关;播后上水条件下,胚芽鞘

长度和中胚轴长度与出苗率和成苗率未达到显著相关,中胚轴长度与苗期长势等级间呈极显著正相关关系(0.77)。由此可见,直播出苗率、成苗率和苗期长势不仅仅由种子综合特性决定,可能还

表5 种子特性与直播苗期综合表现的相关性分析

特性	保墒早直播			播后上水		
	出苗率	成苗率	苗期长势等级	出苗率	成苗率	苗期长势等级
胚芽鞘长度	0.29	0.17	0.45	0.47	0.20	0.43
中胚轴长度	0.11	0.20	0.00	0.02	0.08	0.77**

与外界气候条件、播种深度及灌水方式等有关^[20]。

3 讨论与结论

陈健等^[3]认为,要选择高产、优质、耐肥、抗倒伏的水稻品种作为直播品种。适合直播栽培的品种发芽后,中胚轴伸长的品种能将幼叶顶出水面消除低氧低温的胁迫,从而提高出苗率,还能增加植株基部茎秆壁厚和支撑能力,增强中后期抗倒伏能力^[6,21-22]。因此适宜直播栽培的品种往往会具有较高的发芽能力和幼苗成活率。陈东等^[20]研究认为,中胚轴伸长的水稻品种顶土能力强,出苗相对容易,反之顶土能力弱,幼苗存活率低。

本研究通过种子在盐水处理、低温处理条件下发芽情况的结果表明,胚芽鞘长度和中胚轴长度与种子耐盐、耐低温特性存在密切关系,胚芽鞘和中胚轴越长,越有利于水稻种子在盐碱、低温逆境条件下幼芽的伸长。该结论与陈东等^[20]的研究结论相一致。

种子胚芽鞘和中胚轴越长,顶土能力越强,且水稻中胚轴伸长长度与覆土的深度成正比^[23]。研究表明,中胚轴和胚芽鞘伸长受遗传和环境因素的影响^[24-25],本研究通过对保墒早直播和播后上水两种直播条件下出苗情况与种子胚芽鞘长度和中胚轴长度的相关性分析表明,在两种直播方式下,种子的胚芽鞘长度和中胚轴长度与出苗率和成苗率间均未达到显著相关。可能与试验参试材料特性以及直播后土层温度、灌水方式等有关。因此要想提高直播水稻种子出苗率、保全苗能力,还需要配套的栽培技术。只有良种结合良方,才能提高水稻直播出苗率,从而解决水稻直播出苗不齐、保苗难等问题,最终实现直播水稻的高产和稳产。

参考文献:

[1] Pandey S, Velasco L. Economics of direct seeding in Asia: patterns of adoption and research priorities[J]. International Rice Research Notes, 1999, 24(2): 6-11.

[2] 邹应斌. 亚洲直播稻栽培的研究与应用[J]. 作物研究, 2004, 18(3): 133-136.

[3] 陈健, 何如林, 陈兆金, 等. 水稻直播栽培技术及存在问题[J]. 大麦与谷类科学, 2008(1): 27-28.

[4] 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.

[5] 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.

[6] 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.

[7] 陈丽, 贺奇, 王兴盛, 等. 不同直播栽培方式对水稻产量及其构成的影响[J]. 东北农业科学, 2021, 46(3): 10-14.

[8] 刘亮, 侯立刚, 齐春艳, 等. 吉林省水稻直播技术初探[J]. 东北农业科学, 2017, 42(6): 1-3, 27.

[9] 殷本华, 孙作林. 水稻直播技术应用现状、难点问题及对策[J]. 中国稻米, 2005(2): 28.

[10] 胡国强, 陈正龙, 周铭成. 麦茬少免耕直播稻生育特性及栽培策略研究[J]. 江苏农业科学, 2004(1): 19-21.

[11] 金千瑜, 欧阳由男, 陆永良, 等. 我国南方直播稻若干问题及其技术对策研究[J]. 中国农学通报, 2001, 17(5): 44-48.

[12] 刘伟明. 日本等国的水稻直播栽培技术[J]. 中国稻米, 1995(4): 34-36.

[13] 金千瑜. 韩国的直拔水稻生产与技术[J]. 世界农业, 1997(9): 16-18.

[14] 屈振国. 浅谈水稻轻简高产栽培中的品种应用问题[J]. 中国稻米, 1998(1): 7-8.

[15] 王在满, 罗锡文, 唐湘如, 等. 基于农机与农艺相结合的水稻精量穴直播技术及机具[J]. 华南农业大学学报, 2010, 31(1): 91-95.

[16] 张祖建, 谢成林, 谢仁康, 等. 苏中地区直播水稻的群体生产力及氮肥运筹的效应[J]. 作物学报, 2011, 37(4): 677-685.

[17] 张文忠, 苏悦, 殷延勃, 等. 北方水稻直播栽培的农艺问题与对策[J]. 沈阳农业大学学报, 2012, 43(6): 699-703.

[18] 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.

[19] 陈丽, 贺奇, 王兴盛, 等. 直播栽培方式下水稻苗期综合评价分析[J]. 宁夏农林科技, 2019, 60(6): 1-3.

[20] 陈东, 毛毕刚, 彭彦, 等. 水稻中胚轴伸长机制研究进展[J]. 杂交水稻, 2018, 33(2): 1-6.

[21] 李贵勇, 袁平荣, 杨从党, 等. 韩国直播稻栽培技术概况[J]. 云南农业科技, 2005(2): 47-48.

[22] 信彩云, 周学标, 刘奇华, 等. 不同直播方式对水稻出苗状况的影响[J]. 山东农业科学, 2017, 49(3): 69-72.

[23] 张光恒, 林建荣, 吴明国, 等. 水稻出苗顶土动力源研究[J]. 中国水稻科学, 2005, 19(1): 59-62.

[24] Takahashi N. Adaptive importance of mesocotyl and coleoptile growth in rice under different moisture regimes[J]. Australian Journal of Plant Physiology, 1978, 5(4): 511-517.

[25] Takahashi N. Seed Germination and Seedling Growth[J]. Developments in Crop Science, 1984(7): 71-88.

(责任编辑:范杰英)