

主茎为 11 或 12 片叶的寒地早粳稻品种作为供试材料,进行水条播(水条播是水直播的方式之一,在水下将种子成条播下)试验,以水稻品质性状为分析对象,对水稻品质水条播适应性进行系统研究,以期为黑龙江地区直播水稻品种选用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

本研究选用寒地早粳稻品种 29 份,编号及品种名称见表 1。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2017 年在黑龙江省大庆市王家围子水稻试验基地(46°40′49N, 125°07′39E)大田条件下进行。水稻生育期平均气温 18.35℃,年降雨量 476.1 mm。

试验以水条播为处理,以常规插秧为对照,对两者进行比较。5 月 3 日整地、施底肥、封闭除草。5 月 5 日护苗种衣剂包衣。5 月 6 日浸种。5 月 11 日区划。5 月 12 日催芽。5 月 13 日人工条播。行距 25 cm,水条播芽谷,播量为 150 kg·hm⁻²;每品种 6 行,行长 8 m;随机区组排列,2 次重复。对照 5 月 21 日插秧,行距 30.0 cm,穴距 13.3 cm。

表 1 供试品种名称及编号

Table 1 Name and number of tested varieties

编号 No.	品种 Varieties	编号 No.	品种 Varieties	编号 No.	品种 Varieties
T01	绥粳 4 号	T11	龙庆稻 1 号	T21	龙粳 48
T02	绥粳 8 号	T12	龙庆稻 2 号	T22	龙粳 50
T03	绥粳 15	T13	龙庆稻 3 号	T23	龙粳 51
T04	绥粳 17	T14	龙庆稻 5 号	T24	龙粳 52
T05	垦鉴稻 5 号	T15	龙庆稻 20	T25	龙粳 55
T06	垦鉴稻 6 号	T16	垦粳 3 号	T26	龙粳 57
T07	垦稻 12	T17	龙粳 64	T27	龙粳 58
T08	垦稻 17	T18	龙粳 20	T28	龙粳 59
T09	垦稻 23	T19	龙粳 21	T29	龙粳 60
T10	垦粳 6 号	T20	龙粳 47		

供试土壤为草甸土,土壤碱解氮 175.01 mg·kg⁻¹,速效磷 26.45 mg·kg⁻¹,速效钾 90.62 mg·kg⁻¹,有机质 3.05%,pH8.38。

1.2.2 测定项目及方法 品质测定:水稻收获后脱粒,自然阴干 3 个月,按照中华人民共和国国家标准——优质稻谷(GB/T/17891-2017)测定加工

品质、外观品质,营养品质及食味品质。用 FC-2 K 型实验砬谷机(YAMAMOTO,离心式)加工成糙米,用日本公司生产的 VP-32 型实验碾米机(YAMAMOTO,直立式)加工精米;外观品质用日本静冈机械株式会社生产的 ES-1000 便携式品质分析仪测定精米,测定指标有精米长、精米宽、垩白率、垩白度等;用 FOSS 1241 近红外谷物分析仪测定糙米的直链淀粉含量和蛋白质含量;食味品质用日本佐竹公司(SATAKE)生产的米饭食味计(STA1A)进行测定,测定指标有米饭光泽、米饭香气、米饭完整性、米饭味道、米饭口感、米饭综合值。

水条播适应性反应指数(Adaptation of rice sowing in line under water response index, ARI)(%)=(水条播处理区性状表型值/对照区性状表型值)×100。ARI 值越大,则说明对水条播的反应比较迟钝,否则相反。

1.2.3 数据分析 利用 Excel 2013 和 DPS 7.05 统计软件进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 水条播对稻谷碾磨品质的影响

水条播下各品种的精米率和整精米率发生了变化(图 1),与常规插秧相比,其中精米率和整精米率降低,ARI<100%的材料均为 22 份;精米率和整精米率提高,ARI>100%的材料均为 7 份。以上结果说明,水条播对精米率和整精米率的影响是双向的,均以 ARI<100%的材料分布最多,均占参试材料总数的 76%,水条播下水稻精米率和整精米率更偏向于负向影响。

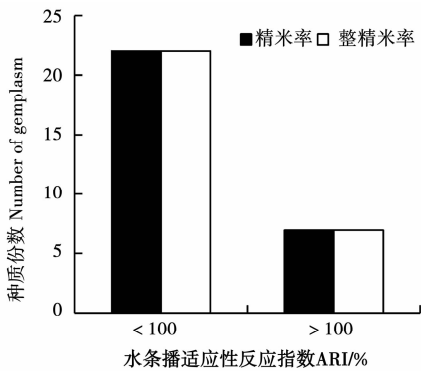


图 1 精米率和整精米率的水条播适应性反应指数分布
Fig. 1 Distribution of ARI of milled rice rate and head rice rate

水条播下精米率、糙米率和整精米率的变异系数均小于常规插秧,说明水条播降低了上述性状的变异程度。从水条播适应性反应指数的变异系数来看,整精米率的变异系数最大为 6.13%,糙米率和精米率的变异系数都较小,分别为 1.37%和 3.31%,说明整精米率对水条播较敏感,精米率和糙米率对水条播较迟钝,且与精米率相比糙米率对水条播的更迟钝(表 2)。

表 2 常规插秧条件和水条播下碾磨品质的差异

Table 2 Difference of milling quality under conventional transplanting and sowing in line under water

项目 Items	常规插秧 Conventional transplanting		水条播 Rice seed drilling on paddy soil slurry		水条播适应性反应指数 ARI	
	M	CV/%	M	CV/%	M	CV/%
糙米率 Brown rice rate/%	81.3	1.6	79.5	1.41	97.8	1.37
精米率 Milled rice rate/%	73.0	3.89	70.8	2.93	97.1	3.31
整精米率 Head rice rate/%	67.8	7.84	64.3	6.95	95.1	6.13

2.2 水条播对稻米外观品质的影响

水条播下各品种的精米粒长、精米粒宽和精米长宽比发生了变化(图 2),与常规插秧相比,其中粒长、粒宽和长宽比减小,ARI<100%的材料分别为 14、10 和 17 份;粒长、粒宽和长宽比增加,ARI>100%的材料分别为 12、15 和 12 份;粒长、粒宽和长宽比不变,ARI=100%的材料分别为 3、4 和 0 份。以上结果说明,水条播对粒长、粒宽和长宽比的影响为双向性,粒长以 ARI<100%的材料分布最多,占参试材料的 48%;粒宽以 ARI>100%的材料分布最多,占参试材料的 52%;长宽比以 ARI<100%的材料分布最多,占参试材料的 59%;说明粒长和长宽比偏负向影响、对粒宽偏正向影响。

水条播下各品种的精米垩白粒率和精米垩白度发生了变化(图 3),与常规插秧相比,其中垩白粒率和垩白度降低,ARI 在 <100%之间的材料

分别有 19 和 17 份;垩白粒率和垩白度增加,ARI>100%的材料分别为 10 和 12 份。以上结果说明,水条播对垩白粒率和垩白度的影响是双向的,且均以 ARI<100%的材料分布最多,分别占参试材料总数的 66%和 59%,水条播下水稻精米垩白粒率和精米垩白度,且均偏向负向影响。

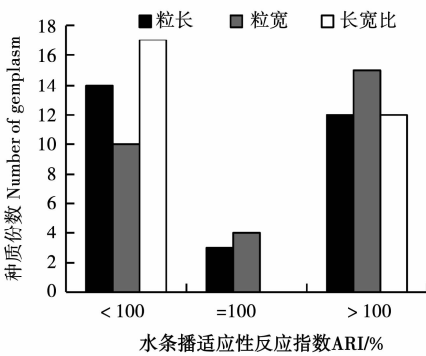


图 2 精米粒长、精米粒宽和精米长宽比的水条播适应性反应指数分布

Fig. 2 Distribution of ARI of grain length of milled rice, grain width of milled rice and ratio of length and width of milled rice

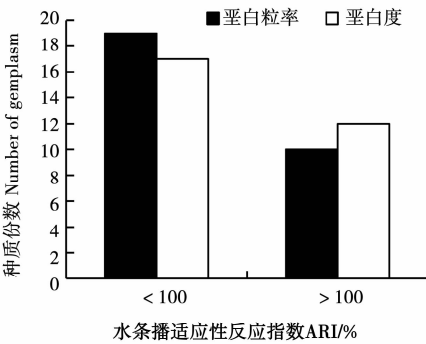


图 3 精米垩白率和精米垩白度的水条播适应性反应指数分布

Fig. 3 Distribution of ARI of chalkiness rate and chalkiness degree of milled rice

水条播下精米粒长和精米长宽比的变异系数均小于常规插秧,说明水条播减小了粒长和长宽比的变异度,水条播下精米粒宽的变异系数大于常规插秧,说明水条播增加了该性状的变异程度。从水条播适应性反应指数的变异系数可以看出,粒长、粒宽和长宽比的变异系数都较小,分别为 2.47%、2.72%和 2.44%,说明粒长、粒宽和长宽比对水条播较迟钝;其中粒长对水条播的反应最迟钝,其次为长宽比,粒宽对水条播的反应最敏

感。水条播下精米垩白粒率和垩白度的变异系数均小于常规插秧下的,说明水条播降低上述性状的变异系数。从水条播适应性反应指数的变异系数来看,垩白率和垩白度的变异系数较大,说明对水条播非常敏感(表 3)。

表 3 常规插秧条件和水条播下外观品质的差异
Table 3 Difference of appearance quality under conventional transplanting and sowing in line under water

项目 Items	常规插秧		水条播		水条播适应性反应指数	
	Conventional transplanting		Rice seed drilling on paddy soil slurry		ARI	
	M	CV/%	M	CV/%	M	CV/%
精米粒长 GLMR	4.9	5.10	4.9	4.33	99.5	2.47
精米粒宽 GWMR	2.9	5.66	2.9	6.59	100.3	2.72
精米长宽比 L/W	1.7	10.19	1.7	10.00	99.3	2.44
精米垩白率 CR	10.7	133.85	5.5	49.61	78.8	68.82
精米垩白度 CD	6.9	165.99	3.6	49.31	86.5	68.15

2.3 水条播对稻米营养品质的影响

水条播下各品种的直链淀粉含量发生了变化(图4),与常规插秧相比,其中直链淀粉含量降低,ARI<100%的材料有 2 份;直链淀粉含量增加,ARI≥100%的材料有 27 份。以上结果说明,水条播对直链淀粉含量的影响具有双向性,且以 ARI≥100%的材料分布最多,占参试材料总数的 93%,水条播下水稻直链淀粉含量更偏向正向影响。

水条播下各品种的蛋白质含量发生了变化(图 4),与常规插秧相比,其中蛋白质含量降低,ARI<100%的材料有 25 份;蛋白质含量增加,ARI≥100%的材料仅有 4 份。上述结果说明,水条播对蛋白质含量的影响具有双向性,且以 ARI≥100%的材料分布最多,占参试材料总数的 86%,水条播下水稻蛋白质含量更偏向负向影响。

水条播下直链淀粉含量的变异系数小于常规插秧,说明水条播降低了直链淀粉含量的变异程度。水条播下蛋白质含量的变异系数大于常规插秧,说明水条播增加了蛋白质含量的变异程度。

从水条播适应性反应指数的变异系数来看,直链淀粉含量和蛋白质含量的变异系数都较小,分别为 5.38%和 3.95%,说明对水条播的反应较迟钝(表4)。

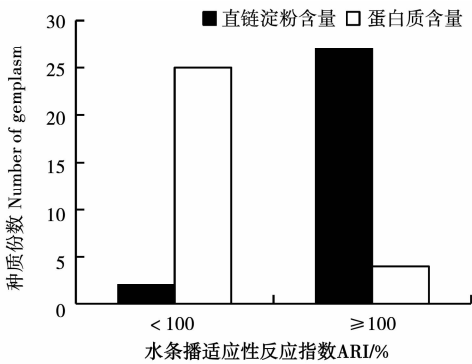


图 4 直链淀粉和蛋白质含量的水条播适应性反应指数分布
Fig. 4 Distribution of ARI of amylose content and protein content

表 4 常规插秧条件和水条播下营养品质的差异
Table 4 Difference of nutrient quality under conventional transplanting and sowing in line under water

项目 Items	常规插秧		水条播		水条播适应性反应指数	
	Conventional transplanting		Rice seed drilling on paddy soil slurry		ARI	
	M	CV/%	M	CV/%	M	CV/%
直链淀粉含量 Amylose content	17.0	7.08	17.9	4.7	105.3	5.38
蛋白质含量 Protein content	8.6	4.05	8.1	4.44	94.5	3.95

2.4 水条播对米饭食味的影响

水条播下各品种的米饭特征值发生了变化(图5),与常规插秧相比,其中香气值、光泽值、完整性值、味道值和口感值降低,ARI<100%的材料分别有 25、27、1、27 和 27 份;香气值、光泽值、完整性值、味道值和口感值增加,ARI≥100%的材料分别有 4、2、28、2 和 2 份。上述结果说明,水条播对米饭特征值的影响具有双向性,香气值、光泽值、味道值和口感值均以 ARI<100%的材料分布最多,分别占参试材料的 86%、93%、97%和 97%,说明水条播下水稻香气值、光泽值、味道值和口感值更偏向负向影响,完整性值以 ARI≥

响。水条播对粒宽、完整性值、直链淀粉含量的影响具有双向性,均更偏向于正向影响。水条播降低了糙米率、精米率、整精米率、精米粒长、精米长宽比、精米垩白粒率和、垩白度和直链淀粉含量的变异程度;水条播增加了粒宽、蛋白质含量、米饭食味特征值和米饭食味评分值的变异程度。整精米率、粒宽、垩白率、垩白度、光泽、口感、米饭食味评分对水条播反应较敏感,精米率、糙米率、粒长、长宽比、直链淀粉含量、蛋白质含量、香气、完整性和味道对水条播反应较迟钝。

参考文献:

[1] 姚国新,高山,陈素生. 水稻旱直播的国内外研究进展[J]. 宁夏农学院学报,2003(2):63-67.

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

[3] 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):52-59.

[4] 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.

[5] 王鹤璎,郭晓红,张钦明,等. 水条播对寒地水稻农艺性状和产量构成因素的影响[J/OL]. 作物杂志:1-8[2019-12-03]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail//11.1808.S.20191105.1123.004.html>.

[6] 许恩龙,夏孝勤,施祺祺,等. 我国水稻直播机发展现状与对策研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(21):9136-9137,9158.

[7] 张洪程. 水稻栽培学研究若干进展及发展探讨[J]. 作物杂志,2012(6):3-5.

[8] 赵广欣,罗盛国,刘元英,等. 栽培方式对寒地水稻稻米品质的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):111-114.

[9] 陈峰,赵庆雷,尹秀波,等. 山东省直播稻的发展现状及对策[J]. 山东农业科学,2018,50(5):156-159.

[10] 徐国伟,王朋,唐成,等. 旱种方式对水稻产量与品质的影响[J]. 作物学报,2006(1):112-117.

[11] 程方民,刘正辉,张嵩午. 稻米品质形成的气候生态条件评价及我国地域分布规律[J]. 生态学报,2002(5):636-642.

[12] 任万军,杨文钰,徐精文,等. 弱光对水稻籽粒生长及品质的影响[J]. 作物学报,2003(5):785-790.

[13] 翟超群,张洪程,谢正荣,等. 播期和移栽密度对徐稻3号产量及品质的影响[J]. 中国农学通报,2008(2):144-149.

[14] 李广宇,彭显龙,刘元英,等. 前氮后移对寒地水稻产量和稻米品质的影响[J]. 东北农业大学学报,2009,40(3):7-11.

[15] 金军,徐大勇,蔡一霞,等. 施氮量对水稻主要米质性状及RVA谱特征参数的影响[J]. 作物学报,2004(2):154-158.

[16] 徐国伟,谈桂露,王志琴,等. 秸秆还田与实地氮肥管理对直播水稻产量、品质及氮肥利用的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(8):2736-2746.

[17] 刘凯,张耗,张慎凤,等. 结实期土壤水分和灌溉方式对水稻产量与品质的影响及其生理原因[J]. 作物学报,2008(2):268-276.

[18] 瞿华香,赵萍,刘洋,等. 栽培模式对稻米品质特性的影响[J]. 中国稻米,2017,23(1):31-35.

[19] 谢成林,唐建鹏,姚义,等. 栽培措施对稻米品质影响的研究进展[J]. 中国稻米,2017,23(6):13-18,22.

[20] 程方民,刘正辉,张嵩午. 稻米品质形成的气候生态条件评价及我国地域分布规律[J]. 生态学报,2002(5):636-642.

[21] 霍中洋,李杰,许钊,等. 高产栽培条件下种植方式对不同生育类型梗稻米质的影响[J]. 中国农业科学,2012,45(19):3932-3945.

Effects of Sowing in Line Under Water on Rice Quality in Cold Region

WANG He-ying¹, GUO Xiao-hong¹, LI Meng², MA Yan³, ZHANG Qin-ming³, JIANG Hong-fang¹, SUN Liu¹, LYU Yan-dong¹

(1. College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Heilongjiang Provincial Key Laboratory of Modern Agricultural Cultivation and Crop Germplasm Improvement, Daqing 163319, China; 2. Agricultural Technology Extension Station of Mudanjiang, Mudanjiang 150090, China; 3. Agricultural and Rural Bureau of Chengwu County of Shandong Province, Heze 274200, China)

Abstract: In order to screen rice varieties suitable for sowing in line under water in cold regions, 29 rice varieties from Heilongjiang Province were used as experimental materials, random block design was adopted. By comparing the milling quality, appearance quality, nutritional quality and taste quality of rice sowing in line under water and analyzing the adaptability of sowing in line under water, the effects of sowing in line under water on rice quality in cold region were studied. The results showed that the effects of sowing in line under water on grain width, integrity value and amylose content of rice were positive, while the effects on milled rice rate, head rice rate, chalky grain rate, chalkiness, grain length, aspect ratio, rice taste score, protein content, aroma value, gloss value, taste value and taste value were negative. Whole milled rice rate, grain width, chalkiness rate, chalkiness, gloss, taste and taste score of rice are sensitive to sowing in line under water.

Keywords: cold region; rice; sowing in line under water; quality; adaptability