

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20231129008

水稻品种兴粳 8 号的丰产性、稳产性、适应性及产量相关农艺性状分析

海日汗¹ 田淑华² 丁海彬³ 徐兴健¹ 温丽¹ 孙乌日娜¹ 王晓晶¹ 韩磊¹
张子慧¹ 陈海江¹ 梁爽¹ 薛海楠¹ 刘季聪¹ 梁依¹ 白璐¹

(¹兴安盟农牧科学研究所/内蒙古自治区北方寒地水稻育种创新重点实验室,内蒙古乌兰浩特 137400;

²内蒙古兴安盟农牧技术推广中心,乌兰浩特 137400; ³扎赉特旗佰东农业科技有限公司,内蒙古扎赉特旗 137600)

摘要:以内蒙古自治区水稻品种中熟组区域试验和生产试验原始数据为基础,对兴粳 8 号(乌兰 4)的丰产性、稳产性、适应性、产量及相关农艺性状进行分析,探究了该品种的产量特性及合理的增产途径。结果表明,兴粳 8 号在各年度产量水平均显著高于对照绥粳 18,表现出良好的丰产性;各年度的产量高稳系数均高于对照绥粳 18 且变异系数较低(<20%),表现出良好稳产性;各年度参试的试验点具有良好的适应性,回归系数 $bi < 1$,在不同环境下适应性强。综上所述,兴粳 8 号在内蒙古自治区水稻品种区域试验和生产试验当中,产量表现突出,具有良好的丰产性、稳产性、适应性,品种推广意义和前景较大,研究内容可为兴粳 8 号的大面积推广应用工作提供及时有效的科学依据。

关键词:水稻;兴粳 8 号;丰产性;稳产性;适应性

Analysis on Yielding Ability, Stability, Adaptability and Yield Related Agronomic Traits of a Rice Variety Xingeng No.8

HAI Rihan¹, TIAN Shuhua², DING Haibin³, XU Xingjian¹, WEN Li¹, SUN Wurina¹,
WANG Xiaojing¹, HAN Lei¹, ZHANG Zihui¹, CHEN Haijiang¹, LIANG Shuang¹,
XUE Hainan¹, LIU Jicong¹, LIANG Yi¹, BAI Lu¹

(¹Research Institute of Agriculture and Animal Husbandry of Hinggan League/Key Laboratory of Rice Breeding Innovation in Northern Cold Region in Inner Mongolia, Ulanhot 137400, Inner Mongolia; ²Agricultural and Animal Husbandry Technology

Extension Center of Hinggan League, Ulanhot 137400, Inner Mongolia; ³Baidong Agricultural Technology

Limited Liability Company of Jalaid Banner, Jalaid Banner 137600, Inner Mongolia)

蒙东地区处于寒地稻作区,地处松花江上游流域,水资源丰富,夏季炎热,立秋后昼夜温差大,非常适合优质、高端稻米产业链的建设和发展^[1]。近年来,随着内蒙古自治区和当地政府部门扶持政策的出台和众多企事业单位对品种选育及推广工作的重视和推进,蒙东地区自主选育的品种逐渐崭露头角,

市场占有率稳步提升。其中兴粳 6 号、兴粳 8 号、乌兰 105、哲稻 1 号、兴育 13A04 等品种深受农户的青睐。

兴粳 8 号是扎赉特旗佰东农业科技有限公司在 2009 年以优质长粒主栽品种龙洋 16 为母本,黑龙江省苗氏种业有限责任公司自主创制的多抗型资源材料 07-93 为父本进行杂交后,通过单株传递混合选种圃的方式培育的品种,其丰产性、稳产性和适应性均达到大面积有效推广的基本要求。2014 年 F₂

基金项目:内蒙古科技计划项目(2023YFDZ0041);国家水稻产业技术体系兴安盟综合试验站(CARS-01-86)

通信作者:徐兴健

材料在育成品系间产量表现突出。2015–2016年于兴安盟农牧科学研究所进行品种比较试验,表现出良好的丰产性和抗逆性。2017–2018年参加内蒙古自治区水稻品种异地生态适应性鉴定试验。2019–2020年参加内蒙古自治区水稻品种区域试验。2021年参加内蒙古自治区水稻品种生产试验。2022年通过内蒙古自治区农作物品种审定委员会审定(审定编号:蒙审稻 2022009号)。兴粳8号全生育期137d左右,具有苗期耐寒性强、插秧后返青快、分蘖水平中上、株型紧凑、抗倒伏能力强、结实率高、穗部较长、穗粒数较多和抗稻瘟病能力强等特点。

本研究以内蒙古自治区水稻品种中熟组区域试验和生产试验数据为基础,利用方差分析(ANOVA)、高稳系数法(HSC)、变异系数(CV)等分析方法,对兴粳8号的丰产性、稳产性、适应性、产量及相关农艺性状进行了研究,讨论了其重要的栽培技术和增产途径,旨在为兴粳8号在生产上的推广应用提供有效的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验材料为参试品种兴粳8号和对照品种绥粳18。试验数据为2019–2020年内蒙古自治区水稻品种区域试验(简称2019年、2020年区域试验)和2021年内蒙古自治区水稻品种生产试验(简称2021年生产试验)的汇总原始数据。其中2019年区域试验为4个试验点,2020年区域试验为5个试验点,2021年生产试验为5个试验点。区域试验和生产试验分布于蒙东地区,从南向北为赤峰、通辽、保安召、好力保、乌兰浩特,覆盖蒙东地区赤峰、通辽、兴安盟3个盟市。对3年3组试验共计14个点次的试验数据进行了汇总,并对其产量和相关农艺性状进行了分析。

1.2 试验方法 各试验点均按照内蒙古自治区水稻品种试验方案统一实施,按要求进行整地、播种、插秧、防虫和水肥管理,对试验材料适时收获、脱粒、考种。其中区域试验采用随机区组排列方式进行,2次重复,小区面积 20m^2 ,试验各点均为小区全部收获后进行测产;生产试验采用随机排列方式进行,不设重复点位,种植面积为 300m^2 ,试验点均为随机3点进行收获测产,每个点面积为 20m^2 。采用人工插秧的方式进行移栽,插秧密度为行距 \times 穴距: $30\text{cm}\times 13.3\text{cm}$,每穴3~5株3.5叶期秧龄幼苗。为

避免边际效应对试验数据的影响,应选择参试品种中间行,并从池埂边顺着行向内依次数3穴后,固定10穴进行调查及取样考种,考种性状为基本苗、最高苗、分蘖率、有效穗数、成穗率、每穗总粒数、每穗实粒数、结实率、千粒重。

1.3 分析方法 丰产性分析采用了陈杰等^[2]的方法对试验材料按各试点每年度的小区折合产量进行方差分析。若参试品种的产量水平显著高于对照品种的产量水平($P<0.05$),则被看作其丰产性好。稳产性分析采用了高稳系数法(HSC)^[3]和变异系数法进行分析和参考。若参试品种的产量高稳系数值越大,则被看作稳产性越好,变异系数越低,稳产性也越好。适应性分析采用了适应度、增产点率和回归系数法。适应度参照了曹燕燕等^[4]的方法进行了分析,适应度数值越高,表明参试品种适应性越好。增产点率参照了陈杰等^[2]的方法,按照每年参试品种比对照品种增产的点次占试验点次的百分率计算。回归系数参照了周凤云等^[5]的方法,以在各试验点的参试品种材料的平均产量为自变量,各参试点所有供试品种材料的平均产量为因变量进行回归分析。以回归系数值(b_i)的高低来评价参试品种的适应性,评价标准为当 $b_i>1$ 时低于平均产量稳定性水平值, $b_i=1$ 时等于平均产量稳定性水平值, $b_i<1$ 时高于平均产量稳定性水平值,回归系数和变异系数越小,参试品种适应性越好,面对不同环境的稳定性越强。对产量及相关农艺性状的分析采用了变异系数及相关性分析^[4]。

2 结果与分析

2.1 兴粳8号丰产性分析 根据2019–2021年内蒙古自治区水稻品种区域试验和生产试验产量汇总原始数据分析可知(表1),2019年区域试验中兴粳8号折合平均产量为 $606.9\text{kg}/667\text{m}^2$,产量显著高于对照品种绥粳18,增产幅度为13.6%;2020年区域试验中兴粳8号折合平均产量为 $532.2\text{kg}/667\text{m}^2$,产量显著高于对照品种绥粳18,增产幅度为8.5%;2021年生产试验中兴粳8号折合平均产量为 $555.2\text{kg}/667\text{m}^2$,产量显著高于对照品种绥粳18,增产幅度为10.0%。可以看出兴粳8号在各年度产量水平均显著高于对照绥粳18,表现出良好的丰产性。

2.2 兴粳8号稳产性分析 从表2可以看出,2019年区域试验中,兴粳8号和绥粳18的产量高稳系

表1 兴梗8号在区域试验和生产试验中的产量表现

年份	品种名称	各试验点折合产量(kg/667m ²)					折合平均产量 (kg/667m ²)	比对照 ± (%)
		赤峰	保安召	好力保	乌兰浩特	通辽		
2019 (区域试验)	兴梗8号	556.9	608.0	573.0	689.7	—	606.9 ± 59.2b	13.6
	绥梗18	490.2	534.3	515.9	597.3	—	534.4 ± 45.6a	—
2020 (区域试验)	兴梗8号	533.6	657.0	598.3	398.5	473.6	532.2 ± 101.5b	8.5
	绥梗18	450.2	618.6	539.9	345.8	496.9	490.3 ± 101.8a	—
2021 (生产试验)	兴梗8号	565.6	634.7	540.1	445.6	590.0	555.2 ± 70.5b	10.0
	绥梗18	508.2	585.7	493.2	395.3	540.1	504.5 ± 70.6a	—

同列不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著;绥梗 18 为对照;下同

表2 兴梗8号稳产性相关指标分析结果

年份	品种名称	各试验点折合平均产量(kg/667m ²)	高稳系数 HSC (%)	变异系数 CV (%)
2019 (区域试验)	兴梗8号	606.9 ± 59.2	93.2	9.75
	绥梗18	534.4 ± 45.6	83.1	8.54
2020 (区域试验)	兴梗8号	532.2 ± 101.5	80.1	19.08
	绥梗18	490.3 ± 101.8	73.3	20.76
2021 (生产试验)	兴梗8号	555.2 ± 70.5	87.3	12.70
	绥梗18	504.5 ± 70.6	78.2	13.99

数为 93.2% 和 83.1%,兴梗 8 号产量高稳系数比对照绥梗 18 高 10.1 个百分点;2020 年区域试验中,兴梗 8 号和绥梗 18 的产量高稳系数为 80.1% 和 73.3%,兴梗 8 号产量高稳系数比对照绥梗 18 高 6.8 个百分点;2021 年生产试验中,兴梗 8 号和绥梗 18 的产量高稳系数为 87.3% 和 78.2%,兴梗 8 号产量高稳系数比对照绥梗 18 高 9.1 个百分点。兴梗 8 号在各年度中的产量高稳系数均高于对照绥梗 18,其变异系数较低(<20%),表现出良好的稳产性。

2.3 兴梗 8 号适应性分析 由表 3 可以看出,2019 年区域试验中兴梗 8 号在 4 个试验点比对照绥梗 18 增产,增产点率为 100%,适应度为 100%,回归系数 $bi=0.808<1$;2020 年区域试验兴梗 8 号在 4 个试验点比对照绥梗 18 增产,1 个试验点减产,增产

点率为 80%,适应度为 80%,回归系数 $bi=0.960<1$;2021 年生产试验兴梗 8 号在 5 个试验点比对照绥梗 18 增产,增产点率为 100%,适应度为 100%,回归系数 $bi=0.826<1$ 。以上结果说明兴梗 8 号在各年度参试的试验点具有良好的适应性,在不同环境下适应性强。

2.4 兴梗 8 号产量及相关农艺性状分析

2.4.1 产量及相关农艺性状的变异系数分析 由表 4 可知,3 年试验中,兴梗 8 号产量及相关农艺性状变异系数排名前 3 位的是有效穗数、分蘖率和成穗率,排名最后 3 位的是千粒重、结实率、基本苗。有效穗数、分蘖率、成穗率、最高苗在不同环境中的变化大(18.52%~63.42%),易受栽培条件等外部环境的影响,栽培环节当中应尽量使其成为可控因素,

表3 兴梗8号适应性相关指标分析结果

年份	品种名称	增产点率(%)	回归系数(bi)	适应度(%)
2019 (区域试验)	兴梗8号	100	0.808	100
	绥梗18	—	0.972	—
2020 (区域试验)	兴梗8号	80	0.960	80
	绥梗18	—	0.987	—
2021 (生产试验)	兴梗8号	100	0.826	100
	绥梗18	—	0.823	—

表4 兴梗8号产量及相关农艺性状变异系数

项目	基本苗 (万/667m ²)	最高苗 (万/667m ²)	分蘖率 (万/667m ²)	有效穗数 (万/667m ²)	成穗率 (%)	每穗 总粒数	每穗 实粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)	折合产量 (kg/667m ²)
平均值	5.88	29.74	4.06	29.99	82.01	110.59	98.01	89.24	25.38	561.75
标准差	0.45	5.51	0.84	19.02	15.61	16.74	11.64	6.87	2.14	80.56
变异系数 (%)	7.63	18.52	20.64	63.42	19.03	15.14	11.88	7.70	8.45	14.34

规避其对产量的负面影响;每穗总粒数、折合产量、每穗实粒数、千粒重和结实率变异系数较小,说明这5个性状比较稳定,为提升兴梗8号的增产潜力,可通过改变当前栽培技术手段,提升其对产量的贡献。

2.4.2 产量及相关农艺性状的相关性分析 内蒙古东部地区由于积温的限制,供水稻分蘖的时间非常有限。当地多数栽培稻品种穗粒数在75~95粒之间。但兴梗8号穗部较长,着粒点较稀疏,每穗平均粒数110粒,较当地品种属于大穗型品种。由表5可以看出,兴梗8号产量与各因素相关系数由大到小依次为结实率>分蘖率>最高苗>千粒重>每穗实粒数>有效穗数>基本苗>成穗率>每穗总粒数。其中产量三要素(有效穗数、每穗实粒数、千粒重)都与产量呈正相关关系。大穗型水稻品种在保证分蘖的有效成穗数和结实率是产量形成的关键^[6]。由表5可以看出兴梗8号除了成穗率和每穗总粒数,各因素均与产量呈正相关,只有结实率与产量达到显著相关,说明在现有栽培水平下,结实率是制约兴梗8号产量最主要的因素。

由表5可以看出兴梗8号分蘖率与有效穗数、最高苗呈显著、极显著正相关关系,与成穗率和每穗总粒数呈显著负相关。根据叶片与分蘖发生的同

伸关系(n-3理论),水稻4叶期发生第一个分蘖节位^[7]。所以4叶期前插秧,可以保证兴梗8号分蘖率提高,从而提高有效穗数。兴梗8号每穗实粒数与成穗率、每穗总粒数呈显著、极显著正相关关系,与有效穗数呈显著负相关。从水稻栽培学理论可知,提早晒田控蘖可以减少分蘖率,提高成穗率,减少高节位分蘖产生的短穗,降低成穗数。所以,提早晒田控蘖可以提高兴梗8号的大穗成穗率和每穗总粒数。兴梗8号有效穗数和每穗总粒数、每穗实粒数呈显著负相关。所以通过提早晒田控蘖可以降低有效穗数,从而提高兴梗8号的每穗总粒数和实粒数。另外,结实率是实粒数和总粒数的商值。所以,晒田控蘖时间的掌握对兴梗8号结实率高低的影响非常大。

因此栽培措施中,大穗型水稻品种兴梗8号保证早期低节位分蘖,并适时提早晒田控蘖是保证高产的关键。

3 结论与讨论

蒙东地区处于寒地稻作区,地处东北松花江上游流域,水资源丰富,夏季炎热,立秋后昼夜温差大,非常适合优质稻米产业的发展。近年来,随着政府政策的大力支持,当地自主研发品种市场占有率

表5 兴梗8号产量及相关农艺性状的相关性分析

性状	基本苗	最高苗	分蘖率	有效穗数	成穗率	每穗总粒数	每穗实粒数	结实率	千粒重	产量
基本苗	1									
最高苗	0.464	1								
分蘖率	0.056	0.908**	1							
有效穗数	-0.211	0.395	0.574*	1						
成穗率	0.123	-0.488	-0.631*	-0.914**	1					
每穗总粒数	0.271	-0.385	-0.553*	-0.538*	0.529	1				
每穗实粒数	0.330	-0.251	-0.459	-0.628*	0.585*	0.840**	1			
结实率	0.048	0.381	0.362	0.078	-0.133	-0.648*	-0.135	1		
千粒重	-0.138	-0.477	-0.508	-0.299	0.315	-0.089	0.129	0.328	1	
产量	0.022	0.488	0.508	0.104	-0.097	-0.185	0.192	0.573*	0.244	1

*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平下达到显著、极显著差异

逐年提高。但是优质水稻产业发展的同时,土地地租也逐年提高,种植户为了提高效益对优质水稻品种的产量要求变得非常苛刻。单位面积提高产量首先考虑的因素是分蘖率、成穗率、千粒重和穗粒数。兴安盟地区气候条件可供水稻分蘖的时间有限,育种上高分蘖品种后期成穗率不能得到保障,所以提高千粒重和选育穗粒数较多的大穗型品种成为了该地区当前育种目标。但是,适合当地种植的大穗型品种少之又少,可供种植户选择的余地非常有限。针对这一市场需求,兴安盟农牧科学研究所和扎赉特旗佰东农业科技有限公司联合制定育种目标,加大了对大穗型材料的选育工作。通过多年的努力,水稻品种兴梗8号的选育提高了当地市场上大穗型品种的多样性。由以上结论和分析可知,兴梗8号在内蒙古自治区水稻品种区域试验和生产试验当中,产量表现突出,具有良好的丰产性、稳产性,适应性较强,推广意义和前景较大。

兴梗8号为大穗型水稻品种,灌浆时间较长。低节位分蘖成穗是保障其产量的关键因素,而高节位分蘖成穗会导致灌浆不充分,千粒重降低,影响产量。所以,栽培技术上建议保证每穴基本苗5株以上,适时提早晒田控蘖,保证低节位分蘖成穗数,降低高节位分蘖成穗数。另外,大穗型水稻品种结实率是影响其产量的另一个关键因素。在拔节孕穗期通过天气预报预知低温天气($<17^{\circ}\text{C}$)时,建议提前灌溉。保证水层在15cm以上,防止突发性低温冷害导致空壳率上升。

近年来,随着蒙东地区水稻产业链的逐步完善,长粒型水稻主要作为高端米原料进行生产。当

地参与育种的企事业单位认识到稻米加工对香稻品种的需求渐渐提高。稻米香味主要由编码甜菜碱醛脱氢酶基因 *Badh2* 控制,该基因功能突变能够导致稻米香气成分 2-乙酰-1-吡咯啉(2AP)的积累^[8]。随着水稻功能基因组学的发展,香稻资源中 *Badh2* 基因单倍型的挖掘工作已经有了初步的成果。未来将高产、稳产的大穗型水稻品种兴梗8号改良为香稻品种是非常值得去尝试的一项工作,分子标记技术和基因编辑技术的日益完善和普及也会大大加速香稻育种的进程。

参考文献

- [1] 海日汗,田淑华,左慧忠,张志刚,李志新,徐兴健. 蒙东地区旱作水稻浅埋滴灌栽培技术研究. 中国稻米,2023,29(2): 85-87
- [2] 陈杰,王子君,李红斐,白冬,胡向尚,宋佳静,宋全昊,金艳,赵立尚,朱统泉. 国审小麦新品种驻麦305的产量、品质及抗病性分析. 种子,2022,41(3): 107-110
- [3] 温振民,张永科. 用高稳系数法估算玉米杂交种高产稳产性的探讨. 作物学报,1994(4): 508-512
- [4] 曹燕燕,巴磊,张璐,黄杰,葛昌斌,李雷雷,卢雯莹,廖平安. 小麦新品种漯麦47丰产稳产性分析. 中国种业,2023(9): 86-90,95
- [5] 周风云,李伯群,余国东,马强,高志宏,杨明. 小麦新品种渝麦13号丰产性、稳产性及适应性分析. 西南农业学报,2013,26(3): 894-898
- [6] 陈建珍. 大穗型水稻品种的物质生产、灌浆及结实稳定性研究. 荆州:长江大学,2016
- [7] 赵志龙. 寒地12片叶水稻叶龄诊断指导施肥技术. 黑龙江农业科学,2019(4): 169-170
- [8] 潘阳阳,黄道强,王重荣,李宏,周德贵,王志东,陈宜波,赵雷,龚蓉,周少川. 香稻 *Badh2* 基因单倍型及香气成分 2-乙酰-1-吡咯啉代谢通路的研究进展. 广东农业科学,2021,48(7): 9-16

(收稿日期: 2023-11-29)

(上接第62页)

- [19] Botstein D, White R L, Skolnick M, Davis R W. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. American Journal of Human Genetics, 1980, 32(3): 314-331
- [20] 田红丽,杨扬,王璐,王蕊,易红梅,许理文,张云龙,葛建镛,王凤格,赵久然. 兼容型 maizeSNP384 标记筛选与玉米杂交种 DNA 指纹图谱构建. 作物学报,2020,46(7): 1006-1024
- [21] Liu Y Q, Wu H, Chen H, Liu Y L, He J, Kang H Y, Sun Z G, Pan G, Wang Q, Hu J L, Zhou F, Zhou K N, Zheng X M, Ren Y L, Chen L G, Wang Y H, Zhao Z G, Lin Q B, Wu F Q, Zhang X, Guo X P, Cheng X N, Jiang L, Wu C Y, Wang H Y, Wan J M. A gene cluster encoding lectin receptor kinases confers broad-spectrum and durable

- insect resistance in rice. Nature Biotechnology, 2015, 33(3): 301-305
- [22] 曹妮,陈渊,季芝娟,曾宇翔,杨长登,梁燕. 水稻抗稻瘟病分子机制研究进展. 中国水稻科学,2019,33(6): 489-498
- [23] Bryan G T, Wu K S, Farrall L, Jia Y, Hershey H P, Mcadams S A, Faulk K N, Donaldson G K, Valent T B. A single amino acid difference distinguishes resistant and susceptible alleles of the rice blast resistance gene *Pi-ta*. The Plant Cell, 2000, 12(11): 2033-2045
- [24] Luo Y C, Sangha J S, Wang S H, Li Z F, Yang J B, Yin Z C. Marker-assisted breeding of *Xa4*, *Xa21* and *Xa27* in the restorer lines of hybrid rice for broad-spectrum and enhanced disease resistance to bacterial blight. Molecular Breeding, 2012, 30(4): 1601-1610

(收稿日期: 2023-11-29)