

两种穗型品种粒重和结实率在 穗上不同粒位的分布差异

陈书强

(黑龙江省农业科学院 佳木斯水稻研究所, 黑龙江 佳木斯 154026)

摘要:为了探索不同穗型品种米质差异形成的原因,研究了3个直立穗型和3个弯曲穗型粳稻品种,两种不同穗型水稻穗上不同粒位籽粒粒重和结实率的差异。结果表明:直立穗型品种和弯曲穗型品种的穗部性状差异明显,穗型特征与品种间的粒重和结实率高低没有较大联系,因品种而异。同一稻穗内不同籽粒间的粒重和结实率高低与其颖花在穗上的开花顺序有密切联系;不同部位间籽粒相比,粒重和结实率基本都表现为上部>中部>下部;不同枝梗间相比表现为一次枝梗>二次枝梗;同一枝梗不同着粒部位相比,一次枝梗上6个粒位籽粒的粒重和结实率基本以第4、5、6粒位较高,第2粒位最低,二次枝梗上3个粒位以第1粒位最高,第2粒位最低。一次和二次枝梗与上部、中部和下部枝梗这两类粒位之间的互作对粒重有显著影响。直立穗型品种单一稻穗不同粒位间粒重和结实率的变异大于弯曲穗型品种。

关键词: 粳稻; 穗型; 粒位; 粒重; 结实率

中图分类号: S511.2⁺2

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2014)04-0018-09

我国水稻育种的实践证明,每次产量突破均有赖于有利基因的发现和利用。直立穗基因(EP)的发现和利用将对北方粳稻育种具有重大的意义,它能引起稻穗变短、直立、着粒密集,使水稻产量增加^[1-4]。同时直立穗型具有改善灌浆结实期群体结构、受光态势和其它微气象环境,降低群体冠层反射辐射损失,增强抗倒伏性,并可以提高群体生长率等生理生态特性,直立穗型被认为是继水稻矮秆和理想株型育种后又一粳稻适应高产要求的重要形态改良^[5-8]。

近年来,直立、半直立穗型品种的推广应用使水稻单产上了一个新台阶^[9],但是对于直立穗型品种的米质普遍看法是稍差于弯曲穗型品种^[10]。因此,改善东北稻区直立穗型粳稻的米质,对于提高东北大米的市场竞争力具有重要的意义,也是北方粳稻优质育种需要解决的一个关键问题。对于一个稻穗内部而言,由于各枝梗上的籽粒以及同一枝梗上不同粒位间的籽粒存在着开花时间以及发育上的差异,因而不同部位间的籽粒形成了粒重和米质性状的差异^[11-12]。关于直立与弯

曲穗型粳稻穗内不同粒位间粒重和结实率差异较深入的研究略少。该研究将两种穗型品种的稻穗按颖花开花顺序分为27个粒位,研究了直立穗型品种和弯曲穗型品种穗内不同粒位的粒重和结实率差异与粒位分布特征,以及不同粒位粒重和结实率与穗型特征的关系,以为不同穗型品种的米质差异形成原因提供一定的依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为不同穗型的6个粳稻品种,生育期155~158 d。直立穗型品种3个,分别为千重浪1号、辽粳5号和直立穗品系ZF₁₃[辽粳5号与丰锦杂交代(13代)分离出的稳定纯合直立穗型株系],弯曲穗型品种3个,分别为沈农315、丰锦和弯曲穗品系WF₁₃[辽粳5号与丰锦杂交代(13代)分离出的稳定纯合弯曲穗型株系]。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2006年在沈阳农业大学水稻研究所试验田进行,试验采用随机区组设计,3次重复,小区行长4 m,每区8行,小区面积约9.6 m²。试验地土质为棕壤土,地势平坦,肥力中等,井水灌溉。于4月10日左右播种,播种量0.2 kg·m⁻²,营养土保温早育苗,5月20日左右移栽,插植行株距为30.0 cm×13.3 cm,每穴插1苗。各品种于8月6日左右开始抽穗,8月10号左右齐穗。施底肥尿素150 kg·hm⁻²,返青

收稿日期:2013-12-22

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划“粮食丰产科技工程”资助项目(2011BAD16B11-02YJ01);黑龙江省博士后经费资助项目(LBH-Z10038)

作者简介:陈书强(1976-),男,黑龙江省阿城市人,博士,副研究员,从事水稻高产高效优质栽培研究。E-mail:chenshu-qiang@163.com。

肥 60 kg·hm⁻² (5 月 24 日), 分蘖肥 75 kg·hm⁻² (6 月 1 日), 穗肥 60 kg·hm⁻² (7 月 26 日) 施用。磷、钾肥以磷酸二铵 150 kg·hm⁻² 和硫酸钾 112.5 kg·hm⁻² 作底肥一次性施入。其它栽培管理同常规生产田。

1.2.2 取样 于抽穗期各小区选取同日抽穗、穗型大小一致的穗约 800 个, 并挂上纸牌做标记, 其中一部分穗观察并记载各粒位开花日期。成熟期

将各小区标记的穗摘取, 按穗上枝梗部位及粒位分类取样。供试 6 个品种的穗部粒位划分标准参照 Liu 等^[13] 的方法 (见表 1), 同一枝梗上粒位划分标准是将一次枝梗上的 6 个粒分为第 1~6 个粒位, 将二次枝梗上的 3 个粒分为第 1~3 个粒位。穗上同一部位、同一粒位的籽粒合并作为一个样本, 测定粒重和结实率。

表 1 供试 6 个品种的穗部粒位划分

Table 1 Classification of grain position within a panicle

穗型 Panicle type	品种 Varieties	一次枝梗总数 Total numbers of primary branches	一次枝梗划分 Classification of primary branches		
			上部 Upper	中部 Middle	下部 Lower
直立 Erect panicle	千重浪 1 号	15	5	5	5
	辽梗 5 号	13	4	5	4
	直立穗品系 ZF ₁₃	13	4	5	4
弯曲 Curved panicle	沈农 315	11	3	4	4
	丰锦	13	4	5	4
	弯曲穗品系 WF ₁₃	12	4	4	4

1.2.3 数据分析 数据分析采用 Excel 和 SPSS11.5 软件进行统计分析。

2 结果分析

2.1 不同穗型品种的农艺性状比较

由表 2 可以看, 直立穗型品种和弯曲穗型品种在穗部性状上有显著差异, 尤其在着粒密度、一

次枝梗密度和二次枝梗密度上的差异较为明显。直立穗型品种相较弯曲穗型品种总体表现为穗长较短, 一次枝梗数、二次枝梗数和穗粒数较多, 一次枝梗密度、二次枝梗密度和着粒密度较大, 粒重较小, 结实率偏低, 产量较高。

表 2 6 个粳稻品种的穗部性状

Table 2 Panicle traits of six japonica rice varieties

品种 Varieties	穗数 Panicles number	穗长/cm Panicle length	穗粒数/ 个·穗 ⁻¹ Grains number per panicle	一次枝 梗数 Primary branches number	二次枝 梗数 Second branches number	着粒密度/ 粒·cm ⁻¹ Grain density	一次枝梗 密度/ 条·cm ⁻¹ Primary branches density	二次枝梗 密度/ 条·cm ⁻¹ Second branches density	结实率/ % Seed setting rate	千粒重/ g 1000- grain weight	产量/ kg·hm ⁻² Yield
直立穗型 Erect panicle type											
千重浪 1 号	13.60 a	19.22 c	191.1 a	15.07 a	33.07 a	99.48 a	0.79 a	1.69 a	92.06 a	23.80 ab	10511.10 a
Qianchonglang 1											
辽梗 5 号	14.40 a	16.33 e	163.4 b	12.53 c	27.93 b	100.30 a	0.78 a	1.68 a	92.23 a	22.85 bc	944.60 ab
Liaojing 5											
ZF ₁₃	14.40 a	16.53 e	157.0 bc	13.07 b	26.80 b	95.07 a	0.79 a	1.69 a	91.61 a	22.68 c	8798.55 bc
平均值 Mean	14.13	17.36	170.5	13.56	29.27	98.28	0.78	1.69	91.97	23.11	9584.70

续表 2

Continuing Table 2

品种 Varieties	穗数 Panicles number	穗长/cm Panicle length	穗粒数/ 个·穗 ⁻¹ Grains number per panicle	一次枝 梗数 Primary branches number	二次枝 梗数 Second branches number	着粒密度/ 粒·cm ⁻¹ Grain density	一次枝梗 密度/ 条·cm ⁻¹ Primary branches density	二次枝梗 密度/ 条·cm ⁻¹ Second branches density	结实率/ % Seed setting rate	千粒重/ g 1000- grain weight	产量/ kg·hm ⁻² Yield
弯曲穗型 Curved panicle type											
沈农 315 Shennong 315	15.20 a	17.74 d	112.9 e	11.13 e	19.33 d	63.76 b	0.63 b	1.12 b	92.57 a	24.67 a	7716.00 c
丰锦 Fengjin	14.60 a	20.00 b	138.5 d	13.13 b	20.27 cd	69.35 b	0.65 b	1.08 b	93.45 a	24.35 a	8489.10 bc
WF ₁₃	13.20 a	21.64 a	149.7 cd	12.00 d	22.27 c	69.39 b	0.56 c	1.02 b	92.60 a	23.87 ab	7836.90 c
平均值 Mean	14.33	19.79	133.7	12.09	20.62	67.50	0.61	1.07	92.88	24.30	8013.90

注:不同小写字母表示在 5%水平上的差异显著性。下同。
Note;Different lowercases indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2 粒重在穗上不同部位的差异

由表 3 可见,供试 6 个品种的千粒重为 22.00~25.09 g,其变化趋势与品种的穗型特征差异无较大联系,粒重的大小因品种而异,其中沈农 315、WF₁₃ 和千重浪 1 号的粒重略高一些。同一品种不同枝梗间籽粒相比,着生在一次枝梗上籽粒的千粒重相对较高,二次枝梗相对较低,两种穗型(直立和弯曲)品种的表现基本一致。同一品

表 3 两种穗型粳稻穗上不同部位籽粒千粒重的差异

Table 3 Difference of 1000-grain weight of grains at the different positions in a panicle between two panicle types of japonica rice

穗上部位 Part of the panicle	直立穗型品种千粒重/g 1000-grain weight of erect panicle				弯曲穗型品种千粒重/g 1000-grain weight of curved panicle			
	千重浪 1 号 Qianchonglang 1	辽梗 5 号 Liaojing 5	直穗品系 ZF ₁₃	均值 Mean	沈农 315 Shennong 315	丰锦 Fengjin	弯穗品系 WF ₁₃	均值 Mean
一次枝梗 Primary rachis								
上部 Top	25.18 a	24.93 a	24.96 a	25.02	27.14 a	25.36 a	26.04 a	26.18
中部 Middle	24.92 a	23.97 b	24.25 b	24.38	26.86 a	25.18 a	25.87 ab	25.97
下部 Bottom	24.89 a	23.21 c	24.06 c	24.05	26.12 b	25.15 a	25.66 b	25.64
平均 Mean	24.99	24.03	24.42	24.48	26.71	25.23	25.86	25.93
二次枝梗 Secondary rachis								
上部 Top	23.35 a	22.24 a	24.19 a	23.26	24.55 a	23.13 a	24.28 a	23.99
中部 Middle	22.96 b	20.12 ab	20.66 b	21.25	23.86 b	22.18 b	22.21 b	22.75
下部 Bottom	22.90 b	17.55 b	19.46 c	19.97	22.02 c	20.02 c	20.59 c	20.88
平均 Mean	23.07	19.97	21.44	21.49	23.48	21.78	22.36	22.54
平均 Mean	24.03 B	22.00 D	22.93 CD	22.99	25.09 A	23.51 BC	24.11 B	24.24
变异系数/%CV	9.47	12.43	9.93		7.90	9.12	9.32	

注:不同的大写字母表示在 1%水平上的差异显著性。下同。
Note;Different capital letters indicate significant difference at 0.01 level. The same below.

表 4 穗内籽粒粒重粒位效应的方差分析

Table 4 Variance analysis on influence of grain weight and grain position within a panicle

变异来源 Source of variance	自由度 <i>df</i>	直立穗型品种 Variety with erect panicle			弯曲穗型品种 Variety with curved panicle		
		千重浪 1 号	辽梗 5 号	直穗品系	沈农 315	丰锦	弯穗品系
		Qianchonglang 1	Longjing 5	ZF ₁₃	Shennong 315	Fengjin	WF ₁₃
一次枝梗-二次枝梗 Primary rachis- secondary rachis	1	777.72**	129.48**	83.52**	663.39**	1073.66**	352.19**
上部-中部-下部 Top-middle-bottom	2	11.47**	26.81**	26.79**	71.42**	85.12**	39.88**
交互 Interaction	2	0.57	5.87*	12.26**	12.87**	67.63**	26.38**

注:表中所列数据为 *F* 值。* 和 ** 分别表示 0.05 和 0.01 水平下显著。
Note: The datas in the table are *F*-values, * and ** indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively.

种穗上不同部位间籽粒比较,不论是一次枝梗上籽粒还是二次枝梗上籽粒的千粒重都表现为上部>中部>下部,两种穗型(直立和弯曲)品种的表现也基本一致。除千重浪 1 号外,其余 5 个品种的一次和二次枝梗与上部、中部和下部枝梗这两类粒位之间的交互对粒重的影响均达显著或极显著水平(见表 4)。直立穗型品种穗内不同部位间籽粒千粒重的变异系数要大于 3 个弯曲穗型品种。

由表 5 可知,同一品种枝梗上不同粒位间籽粒相比,着生在一次枝梗上的 6 个粒位的千粒重基本上以第 6、5、4 粒位较高,第 2 粒位最低;而二

次枝梗上 3 个粒位的千粒重基本上以第 1 粒位最高,第 2 粒位最低,两种穗型(直立和弯曲)品种的这一表现基本一致。其它粒位相对于上部一次枝梗上第 1 粒位的千粒重的相对变化值与粒位特征存在着一定的联系,一次枝梗上的相对变化值第 4、5、6 粒位较高,第 2 粒位最低,二次枝梗上的相对变化值以第 1 粒位最高,第 3 粒位次之,第 2 粒位最低。表明同一稻穗不同籽粒的千粒重变化与其相应的粒位有关,两种穗型品种都以上部一次枝梗第 6 粒位相对较高,下部二次枝梗第 2 粒位相对最低。3 个直立穗型品种穗内不同粒位间籽粒千粒重的变异系数大于 3 个弯曲穗型品种。

表 5 两种穗型梗稻穗上不同粒位籽粒千粒重的差异

Table 5 Difference of 1000-grain weight of grains at the different positions in a panicle between two panicle types of japonica rice

穗上粒位 Position of the panicle	直立穗型品种千粒重/g			均值 Mean	相对值/ % Relative ratio	弯曲穗型品种千粒重/g			均值 Mean	相对值/ % Relative ratio
	1000-grain weight of erect panicle					1000-grain weight of curved panicle				
	千重浪 1 号	辽梗 5 号	直穗品系			沈农 315	丰锦	弯穗品系		
	Qianchonglang 1	Liaojing 5	ZF ₁₃			Shennong 315	Fengjin	WF ₁₃		
上部 Upper										
一次枝梗 Primary branch										
1	24.96 bc	24.17 c	24.67 c	24.60	100.00	26.90 bc	24.30 c	25.35 c	25.51	100.00
2	24.71 c	23.03 d	23.32 d	23.68	96.27	26.04 c	24.46 c	24.59 d	25.03	98.11
3	25.54 ab	24.99 b	25.03 b	25.19	102.38	27.00 bc	25.47 b	26.15 b	26.21	102.71
4	25.82 a	26.02 a	25.55 a	25.79	104.85	27.58 ab	26.07 a	26.84 a	26.83	105.16
5	24.53 c	25.66 a	25.70 a	25.30	102.83	28.56 a	25.93 a	26.56 a	27.02	105.89
6	25.51 ab	25.68 a	25.48 a	25.56	103.89	26.77 bc	25.95 a	26.75 a	26.49	103.84

续表 5

Continuing Table 5

穗上粒位 Position of the panicle	直立穗型品种千粒重/g 1000-grain weight of erect panicle			均值 Mean	相对值/ % Relative ratio	弯曲穗型品种千粒重/g 1000-grain weight of curved panicle			均值 Mean	相对值/ % Relative ratio
	千重浪 1 号	辽梗 5 号	直穗品系			沈农 315	丰锦	弯穗品系		
	Qianchonglang 1	Liaojing 5	ZF ₁₃			Shennong 315	Fengjin	WF ₁₃		
二次枝梗 Secondary branch										
1	23.69 b	23.28 a	23.79 a	23.59	95.87	25.77 a	24.12 a	24.92 a	24.94	97.75
2	22.48 c	20.36 b	21.43 c	21.42	87.08	23.50 c	21.73 c	22.00 c	22.41	87.83
3	23.88 a	23.09 a	21.90 b	24.77	100.69	24.38 b	23.54 b	23.37 b	24.61	96.46
中部 Middle										
一次枝梗 Primary branch										
1	24.09 d	23.38 d	23.7 b	23.74	96.49	25.88 c	24.16 d	25.21 e	25.08	98.31
2	23.82 d	21.87 e	22.45 c	22.71	92.33	25.48 d	23.61 e	24.09 f	24.39	95.60
3	25.02 c	23.60 c	24.00 b	24.20	98.39	26.81 b	25.35 c	25.69 d	25.95	101.71
4	25.81 a	24.76 b	24.93 a	25.17	102.30	27.73 a	26.12 a	26.60 c	26.82	105.10
5	25.51 ab	25.02 a	25.15 a	25.23	102.54	27.56 a	26.12 a	26.75 b	26.81	105.08
6	25.25 bc	25.19 a	25.22 a	25.22	102.52	27.70 a	25.74 b	26.91 a	26.78	104.96
二次枝梗 Secondary branch										
1	23.28 b	23.11 a	22.74 a	23.04	93.66	25.42 a	24.04 a	24.32 a	24.59	96.39
2	22.08 c	17.65 c	18.71 c	19.48	79.18	22.55 c	19.96 c	20.37 c	20.96	82.15
3	23.51 a	19.61 b	20.55 b	21.22	86.26	23.62 b	22.54 b	21.93 b	22.70	88.96
下部 Basal										
一次枝梗 Primary branch										
1	24.14 c	22.89 c	23.76 c	23.59	95.91	24.98 c	24.90 c	25.30 b	25.06	98.23
2	24.15 c	20.63 d	22.01 d	22.27	90.51	24.58 c	23.14 d	23.91 c	23.88	93.59
3	24.95 b	22.69 c	24.03 c	23.89	97.11	25.98 b	25.20 bc	25.60 b	25.59	100.29
4	25.30 a	24.01 b	24.53 b	24.61	100.05	27.15 a	25.61 ab	26.40 a	26.38	103.41
5	25.46 a	24.40 ab	25.21 a	25.02	101.72	26.93 a	25.94 a	26.43 a	26.44	103.61
6	25.33 a	24.62 a	24.81 b	24.92	101.29	27.09 a	26.14 a	26.29 a	26.51	103.89
二次枝梗 Secondary branch										
1	23.39 a	22.10 a	22.45 a	22.65	92.06	24.41 a	23.87 a	23.67 a	23.98	94.00
2	22.22 b	15.30 b	17.33 c	18.29	74.33	19.96 c	16.85 c	17.96 c	18.26	71.56
3	23.10 a	15.23 b	18.61 b	18.98	77.15	21.70 b	19.35 b	20.13 b	20.39	79.93
平均 Mean	24.35	22.68	23.43			25.63	24.08	24.69		
变异系数 CV/%	10.57	12.79	10.20			7.94	9.59	9.47		

注:相对值表示其它粒位相对一次枝梗上第 1 粒位的百分值,下同。

Note:Relative ratio of 1000-grain weight means the percentile of other grains to the first grain on the primary branches at the upper part of panicle. The same below.

2.3 结实率在穗上不同部位的差异

由表 6 可知,供试 6 个品种的结实率为 89.63%~95.45%,其变化趋势与品种的穗型特征差异无较大联系,结实率的大小因品种而异,其中辽梗 5、WF₁₃ 和沈农 315 的结实率略高一些。同一品种不同枝梗间籽粒相比,着生在一次枝梗上籽粒的结实率相对较高,二次枝梗相对较低,两

种穗型(直立和弯曲)品种的这一表现基本一致。同一品种穗上不同部位间比较,一次枝梗和二次枝梗上籽粒的结实率基本上表现为上部>中、下部,两种穗型(直立和弯曲)品种的这一表现也基本一致。3 个直立穗型品种穗内不同部位间籽粒结实率的变异系数要大于 3 个弯曲穗型品种。

表 6 两种穗型梗稻穗上不同部位籽粒结实率的差异

Table 6 Difference of seed setting rate of grains at the different positions in a panicle between two panicle types of japonica rice

穗上部位 Part of the panicle	直立穗型品种结实率 Setting rate of erect panicle				弯曲穗型品种结实率 Setting rate of curved panicle			
	千重浪 1 号 Qianchonglang 1	辽梗 5 号 Liaojing 5	直穗品系 ZF ₁₃	均值 Mean	沈农 315 Shennong315	丰锦 Fengjin	弯穗品系 WF ₁₃	均值 Mean
一次枝梗 Primary rachis								
上部 Top	92.75 a	97.56 a	97.28 a	95.87	97.27 a	97.16 a	96.01 a	95.17
中部 Middle	93.04 a	96.25 a	95.33 b	94.88	95.68 b	97.43 a	96.34 a	96.48
下部 Bottom	90.67 b	98.78 a	94.08 c	94.51	92.34 c	95.33 b	95.44 a	96.02
平均 Mean	92.15	97.53	95.56	95.08	95.10	96.64	95.93	95.89
二次枝梗 Secondary rachis								
上部 Top	87.11 a	96.07 a	93.58 a	92.25	95.00 a	95.78 a	97.29 a	96.02
中部 Middle	87.24 a	92.65 b	88.65 b	89.51	94.92 a	93.48 b	93.62 b	94.01
下部 Bottom	86.98 a	91.40 c	90.01 b	89.46	93.44 b	86.64 c	92.85 b	90.98
平均 Mean	87.11	93.37	90.75	90.41	94.45	91.97	94.59	93.67
平均 Mean	89.63 C	95.45 A	93.16 B	92.75	94.78 A	94.30 AB	95.26 A	94.78
变异系数/% CV	3.22	2.99	3.49		1.82	2.26	1.78	

由表 7 可见,同一品种枝梗上不同粒位间籽粒相比,着生在一次枝梗上的 6 个粒位的结实率大小排列顺序不太规律,基本上以第 6 粒位较高,第 2 粒位较低;而二次枝梗上 3 个粒位的结实率基本上以第 1 粒位较高,第 2、3 粒位较低,其它粒位相对于上部一次枝梗第 1 粒位的结实率的相对

变化值是按照穗内粒位的排序从上向下逐渐降低的趋势,以下部二次枝梗第 2 粒位最低,两种穗型(直立和弯曲)品种的这一表现基本一致。3 个直立穗型品种穗内不同粒位间籽粒结实率的差异幅度和变异系数要大于 3 个弯曲穗型品种。

表 7 两种穗型梗稻穗上不同粒位籽粒结实率的差异

Table 7 Difference of seed setting rate of grains at the different positions in a panicle between two panicle types of japonica rice

穗上粒位 Position of the panicle	直立穗型品种结实率/% Setting rate of erect panicle				均值 Mean	相对值/ % Relative ratio	弯曲穗型品种结实率/% Setting rate of curved panicle			均值 Mean	相对值/ % Relative ratio
	千重浪 1 号 Qianchonglang 1	辽梗 5 号 Liaojing 5	直穗品系 ZF ₁₃	沈农 315 Shennong 315			丰锦 Fengjin	弯穗品系 WF ₁₃			
上部 Upper											
一次枝梗 Primary branch											
1	91.43 bc	97.56 b	100.00 a	96.33	100.00	91.84 c	98.36 ab	97.83 ab	96.01	100.00	
2	95.71 a	92.68 c	92.45 c	93.62	97.18	93.48 b	98.36 ab	91.30 b	94.38	98.31	
3	90.00 c	100.00 a	100.00 a	96.67	100.35	93.75 b	96.77 b	97.83 ab	96.12	100.11	

续表 7

Continuing Table 7

穗上粒位 Position of the panicle	直立穗型品种结实率/% Setting rate of erect panicle			均值 Mean	相对值/ % Relative ratio	弯曲穗型品种结实率/% Setting rate of curved panicle			均值 Mean	相对值/ % Relative ratio
	千重浪 1 号	辽梗 5 号	直穗品系			沈农 315	丰锦	弯穗品系		
	Qianchonglang 1	Liaojing 5	ZF ₁₃			Shennong 315	Fengjin	WF ₁₃		
4	95.71 a	97.56 b	98.11 ab	97.13	100.83	93.75 b	100.00a	97.83 ab	97.19	101.23
5	92.75 b	97.56 b	96.15 b	95.49	99.13	100.00 a	98.36 ab	91.30 b	96.56	100.57
6	90.91 c	100.00 a	96.97 b	95.96	99.62	87.84 d	91.12 c	100.00 a	92.99	96.85
二次枝梗 Secondary branch										
1	93.14 a	95.08 b	96.51 a	94.91	98.53	92.50 b	98.48 a	96.88 a	95.95	99.94
2	85.29 b	95.00 b	95.35 a	91.88	95.38	92.50 b	90.91 b	96.88 a	93.43	97.31
3	82.89 c	98.11 a	88.89 b	89.97	93.39	100.00 a	97.94 a	98.11 a	98.69	102.79
中部 Middle										
一次枝梗 Primary branch										
1	92.41 b	98.88 b	94.37 b	95.22	98.84	95.31 b	95.52 b	98.55 ab	96.46	100.47
2	88.61 c	96.63 bc	91.55 c	92.26	95.78	100.00 a	92.19 c	94.12 b	95.44	99.40
3	92.41 b	92.13 c	97.18 a	93.91	97.49	98.44 ab	98.44 ab	92.65 c	96.51	100.52
4	96.20 a	96.63 bc	97.18 a	96.67	100.35	93.75 b	98.44 ab	97.10 ab	96.43	100.44
5	92.41 b	93.26 c	97.06 a	94.24	97.83	96.83 ab	100.00a	95.65 b	97.49	101.55
6	96.23 a	100.00 a	94.64 b	96.96	100.65	89.74 c	100.00a	100.00 a	96.58	100.60
二次枝梗 Secondary branch										
1	91.67 a	96.10 a	95.72 a	94.50	98.10	95.28 a	97.71 a	94.58 a	95.85	99.84
2	85.65 b	89.57 c	85.48 b	86.90	90.21	96.03 a	90.84 b	93.37 a	93.41	97.30
3	84.41 b	92.27 b	84.76 b	87.14	90.46	93.46 b	91.89 b	92.91 b	92.75	96.61
下部 Basal										
一次枝梗 Primary branch										
1	92.21 a	100.00 a	97.22 a	96.48	100.15	98.18 ab	95.83 b	93.85 b	95.95	99.94
2	87.01 b	100.00 a	91.67 c	92.89	96.43	98.18 ab	90.28 c	98.46 a	95.64	99.62
3	90.91 ab	100.00 a	94.44 b	95.12	98.74	94.55 b	93.06 bc	96.92 a	94.84	98.79
4	88.31 b	100.00 a	91.67 c	93.33	96.88	94.55 b	97.18 ab	93.94 b	95.22	99.18
5	93.24 a	94.83 c	91.43 c	93.17	96.72	98.18 ab	95.65 b	93.85 b	95.89	99.88
6	92.31 a	97.87 b	98.04 a	96.07	99.73	100.00 a	100.00 a	95.65 ab	98.55	102.65
二次枝梗 Secondary branch										
1	87.64 a	95.28 a	96.12 a	93.01	96.56	97.56 a	95.33 a	96.15 a	96.35	100.35
2	83.82 b	88.19 c	87.30 b	86.44	89.73	87.70 b	76.92 c	91.26 b	85.30	88.84
3	89.47 a	90.72 b	86.60 b	88.93	92.32	95.05 ab	87.67 b	91.14 b	91.29	95.08
平均 Mean	90.47	96.14	93.96			95.13	95.08	95.49		
变异系数/ % CV	4.22	3.63	4.59			3.67	3.33	2.85		

3 结论与讨论

有研究认为开花早迟是造成籽粒粒重差异的主要原因^[14]。该研究表明,粒重的高低与开花的早迟有密切关系,一般早开花的粒重高,迟开花的粒重低,但是粒重和结实率高低与穗型特征没有必然联系,而因品种而异。不同部位间籽粒相比,粒重和结实率基本都表现为上部>中部>下部;不同枝梗间相比表现为一次枝梗上籽粒>二次枝梗上籽粒;同一枝梗不同着粒部位相比,一次枝梗上6个粒位籽粒的粒重和结实率基本以第6、5、4粒位较高,第2粒位最低,二次枝梗上3个粒位以第1粒位最高,第2粒位最低。该研究还发现,一次和二次枝梗与上部、中部和下部枝梗这两类粒位之间的互作对粒重有显著的影响。直立穗型品种单一稻穗不同粒位间粒重和结实率的变异大于弯曲穗型品种,其主要原因可能是直立穗型品种着粒密度大于弯曲穗型。

由于直立穗型品种着粒密度较大,粒间成熟度差异较大,尤其是穗基部弱势粒的灌浆过程受到强、中势籽粒的抑制,致使籽粒成熟不足,最终造成弱势粒的结实率、粒重和外观品质均明显不及强、中势粒^[15-16]。已有研究表明,二次枝梗籽粒偏向穗轴中上部分布有利于改善二次枝梗籽粒结实性,减少穗轴不同部位籽粒粒重、结实性及品质的差异,其也是协调大穗型品种产量与品质矛盾的有效途径^[17-19]。因此,在育种中通过籼粳稻杂交选育穗颈维管束发达、一次枝梗数偏多和二次枝梗偏向穗轴中上部分布的品种,将有助于提高水稻结实率,减少穗内不同粒位间粒重的差异,是北方粳稻高产优质育种遗传改良的有效途径。在栽培方面,通过外喷激素等化控方式或者通过调节源库关系,提高根系活力、增加同化物的供应强度、促进胚乳细胞的分裂、提高籽粒中激素含量和与淀粉合成有关的关键酶活性、促进编码碳水化合物代谢酶基因的表达,使水稻活秆成熟,有望改善直立穗型品种籽粒的充实度和稻米品质。

参考文献:

[1] Wang J Y, Tetsuya N, Chen S G, et al. Identification and characterization of the erect-panicle gene. *EP* conferring high grain yield in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. *Theor Appl Genet*, 2009, 119: 85-91.

- [2] Huang X Z, Qian Q, Liu Z B, et al. Natural variation at the *DEP1* locus enhances grain yield in rice [J]. *Nature Genetics*, 2009, 41(4): 494-497.
- [3] Zhou Y, Zhu J Y, Li Z Y, et al. Deletion in a quantitative trait gene *qPE9-1* associated with panicle erectness improves plant architecture during rice domestication [J]. *Genetics*, 2009, 183(1): 315-324.
- [4] Yan C J, Zhou J H, Yan S, et al. Identification and characterization of a major QTL responsible for erect panicle trait in japonica rice (*Oryza sativa* L.) [J]. *Theoretical and Applied Genetics*, 2007, 115(8): 1093-1100.
- [5] 徐正进, 陈温福, 张龙步, 等. 水稻不同穗型群体冠层光分布的比较研究 [J]. *中国农业科学*, 1990, 23(3): 6-11.
- [6] 徐正进, 陈温福, 张龙步, 等. 直立穗型水稻生理生态特性及其利用前景 [J]. *科学通报*, 1996, 41(12): 1122-1126.
- [7] 徐正进, 张树林, 周淑清, 等. 水稻穗型与抗倒伏性关系的初步分析 [J]. *植物生理学通讯*, 2004, 40(5): 561-563.
- [8] 陈温福, 徐正进, 张龙步. 水稻超高产育种生理基础 [M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1995: 120-158.
- [9] 孔祥斗, 张洪熙, 刘晓静. 江苏省粳稻品种经济性状的演变及高产育种的设想 [J]. *江苏农业科学*, 1997(3): 2-16.
- [10] 吕文彦, 曹萍, 邵国军, 等. 辽宁省主要水稻品种品质性状研究 [J]. *辽宁农业科学*, 1997(5): 7-11.
- [11] 张佩莲, 钟旭华, 曾宪江, 等. 穗上不同部位籽粒的稻米垩白度差异的研究 [J]. *江西农业大学学报*, 1995, 17(4): 396-399.
- [12] 钟旭华, 张佩莲, 曾宪江, 等. 强弱势粒的稻米垩白度差异及其与谷粒粒重的关系 [J]. *江西农业大学学报*, 1996, 18(2): 154-159.
- [13] Liu Z H, Cheng F M, Cheng W D, et al. Positional variations in phytic acid and protein content within a panicle of japonica rice [J]. *J Cereal Sci*, 2005, 41: 297-303.
- [14] 长户一雄. 穗上位置に依る米粒成熟の差异に就いて [J]. *日本作物学会纪事*, 1941, 13(2): 156-159.
- [15] 姚海根, 姚坚, 汤美玲. 近20年来浙江省晚粳稻和晚糯稻品种推广应用概况及今后育种方向 [J]. *浙江农业科学*, 2000(4): 155-159.
- [16] 程旺大, 张国平, 姚海根, 等. 密穗型水稻品种的籽粒灌浆特性研究 [J]. *作物学报*, 2003, 29(6): 841-846.
- [17] 徐正进, 陈温福, 孙占惠, 等. 辽宁水稻籽粒在穗轴上分布特点及其与结实性的关系 [J]. *中国农业科学*, 2004, 37(7): 963-967.
- [18] 徐正进, 陈温福, 张树林, 等. 辽宁水稻穗型指数品种间差异及其与产量和品质的关系 [J]. *中国农业科学*, 2005, 38(9): 1926-1930.
- [19] 徐正进, 陈温福, 韩勇, 等. 辽宁水稻穗型分类及其与产量和品质的关系 [J]. *作物学报*, 2007, 33(9): 1411-1418.

Difference Analysis on Grain Weight and Seed Setting Rate of Different Grain Positions at Panicle Between Two Panicle Types of *Japonica* Rice

CHEN Shu-qiang

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

Abstract: In order to explore the formation causes of rice quality differences of different panicle varieties, taking three *japonica* varieties with erect panicle and three with curved panicle as materials, the differences of grain weight and seed setting rate between different grain positions of two panicle types were analyzed. The results showed that the difference of panicle traits between erect panicle type and curved panicle varieties was obvious; panicle types had no direct correlation with varieties for grain weight and seed setting rate. The variation in grain weight and seed setting rate of grains at the different positions within a panicle was closely related to the flowering order of rice grains on the rachis branches. Generally, grain weight and seed setting rate on the branches at the upper part of a panicle exhibited the greatest, at the middle part the middle, and at the basal part the least. Grain weight and seed setting rate for the grains on a primary branch were greater than those on a secondary branch at the same part of a panicle. Grain weight and seed setting rate for the grain 4, 5 and 6 on the primary branch showed the highest, the grain 2 showed the lowest. Grain weight and seed setting rate were the least for the second grain and the greatest for the first grain on a secondary branch within a panicle. The significant difference was found in grain weight among grains located on different rachises (primary and secondary rachises) and panicle position (top, middle and bottom) of rice. The variation in grain weight and seed setting rate of grains at the different positions within a panicle in erect panicle type varieties was greater than that of the curved panicle type varieties.

Key words: *Japonica* rice; panicle type; grain position; grain weight; seed setting rate

测土配方施肥

测土配方施肥是以土壤测试和肥料田间试验为基础,根据作物需肥规律、土壤供肥性能和肥料效应,在合理施用有机肥料的基础上,提出氮、磷、钾及中、微量元素等肥料的施用数量、施肥时期和施用方法。通俗地讲,就是在农业科技人员指导下科学施用配方肥。测土配方施肥技术的核心是调节和解决作物需肥与土壤供肥之间的矛盾。同时有针对性地补充作物所需的营养元素,作物缺什么元素就补充什么元素,需要多少补多少,实现各种养分平衡供应,满足作物的需要。

测土配方施肥可以提高化肥利用率 5%~10%,降低农业生产成本,增产增收效果显著,一般可增产 375~750 kg·hm⁻²,节肥成本在 75~150 元·hm⁻²,可以增加收入 675~1 350 元·hm⁻²,有利于提高农产品品质,促进正常生长发育,改善农田生态环境,避免过量施肥造成对农田的污染,具有较好的生态效益。

测土配方施肥步骤:(1)采集土壤样品。(2)由专业部门化验分析。(3)根据土壤化验结果,确定肥料的配方,根据配方购买肥料,或者由肥料生产厂家根据配方生产配方肥。