

灌浆结实期持续高强度控水对水稻籽粒灌浆的影响

薛菁芳^{1,2}, 陈书强^{1,2}, 张献国², 刁鹤楠³

(1. 黑龙江省农业科学院 博士后科研工作站/东北林业大学 博士后科研流动站, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院 佳木斯水稻研究所, 黑龙江 佳木斯 154026; 3. 黑龙江省农业科学院 作物育种研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为探明土壤水分持续胁迫对水稻籽粒灌浆特性的影响,通过盆栽控水试验,以上育397和绥粳3号为材料,应用Richards方程比较了灌浆结实期1~30 d土壤水势0 kPa(正常供水)和-65~-60 kPa(水分胁迫)两个处理水稻优、劣势粒籽粒灌浆特性。结果表明:灌浆结实期持续-65~-60 kPa控水对两品种产量没有显著影响。控水使两品种优势粒和劣势粒最大灌浆速率和平均灌浆速率降低,粒重增量减少,但持续控水延长了籽粒有效灌浆时间,因而千粒重并未显著降低。控水使上育397优势粒起始生长势增加,劣势粒起始生长势降低,而使绥粳3号各部位起始生长势 R_0 均降低;使两品种各部位到达最大灌浆速率的时间均拖后。控水使两品种优势粒前期灌浆时间缩短,劣势粒前期灌浆时间延长,中、后期灌浆时间延长。

关键词:灌浆结实期;持续控水;水稻;籽粒灌浆特性

中图分类号:S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)04-0013-06 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.04.0013

黑龙江省是我国重要的水稻粮食主产区,随着水稻种植面积的逐年增加,对水资源的需求也逐渐增多,因此研究水稻节水灌溉栽培技术,对高效利用水资源,促进水稻优质、高产、高效生产具有重要意义。以往的研究多注重于某一生育时期土壤水分亏缺胁迫对水稻的影响,拔节孕穗至灌浆结实期的水分亏缺对水稻影响极大,是其关键水分敏感期^[1],因此研究此阶段水稻生育、产量、品质将更具有实际意义。穗生长发育至灌浆结实阶段不同水分条件下,籽粒灌浆特性存在明显差异^[2],但对灌浆结实期持续低土水势胁迫下水稻同一穗上不同部位籽粒灌浆影响的研究相对较少。本研究以抗旱性不同的两个水稻品种为材料,采用负压式土壤湿度计进行盆栽控水试验,探索不同水稻品种在灌浆结实期持续高强度水分胁迫条件下不同部位籽粒灌浆特性,为发展水稻优质高产灌溉技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种有上育397(S)和绥粳3号(Y)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 2002-2003年在黑龙江八一农垦大学科研所防雨棚中进行2 a盆栽控水试验。供试土壤为草甸白浆土,速效氮 $203.43 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷 $76.88 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾 $353.00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有机质 $81.80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,pH7.05。在抽穗后1~30 d进行控水处理,试验设4个处理,SCK:0 kPa(有水层),S控水:-65~-60 kPa,YCK:0 kPa(有水层),Y控水:-65~-60 kPa。根据情况对于控水的处理应该提前2~3 d停止浇水,以达到控水要求。每日7:30、9:30、11:30、13:30及16:30时3~5次读表,根据处理要求及时补水,大约每降5 kPa需浇水50 mL左右,浇水后大约10~20 min表值降回控水要求,并记录浇水量。

4月5日浸种,4月12日播种(水 $9 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$,可溶性育苗专用肥 $60 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,移栽灵 $2 \text{ mL} \cdot \text{m}^{-2}$,三者混匀喷施苗盘),4月21日出苗,秧田管理正常进行,5月26日进行移栽,每盆3穴,选叶龄均为3.1~3.5的秧苗,均匀分布。6月4日施分蘖肥尿素 $0.40 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ ($60 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)。6月23日施调节肥硫酸铵 $0.24 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ ($37.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)。7月4日施穗肥尿素 $0.19 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ ($30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)。开始控水时安装负压式土壤湿度计,安装时陶头中部离土表10 cm,在土表湿度计管的周围用泥将缝隙塞严,以免影响试验效果。

收稿日期:2014-12-10

基金项目:国家科技支撑计划“粮食丰产科技工程”资助项目(2011BAD16B11-02YJ03);黑龙江省科技攻关重大资助项目(GA13B101)

第一作者简介:薛菁芳(1978-),女,黑龙江省肇源县人,博士,副研究员,从事水稻高产优质育种研究。E-mail: xuejingfang147@163.com。

通讯作者:陈书强(1976-),男,博士,副研究员,从事水稻高产高效优质栽培研究。E-mail: chenshuqiang@163.com。

1.2.2 测定项目及方法 从每个处理中选具有代表性的植株 8 穴,调查穗数、穗粒数和结实率,测定千粒重,实收测产。将上部 3 个一次枝梗上的籽粒划分为优势粒,下部 3 个一次枝梗上所有二次枝梗上的籽粒划分为劣势粒,摘下每穗中的优势粒和劣势粒,调查优势粒和劣势粒结实率,测定千粒重。

在抽穗时将同日始花、生长整齐一致的稻穗挂牌标记 80 个,开花到成熟每隔 5 天取标记穗,共取样 6 次。分别摘下优势粒和劣势粒,剔除空粒,然后去壳称实粒重。参照朱庆森等^[3]方法应用 Richards 方程 $W=A/(1+Be^{-Kt})^{1/N}$ 对两个粒位的籽粒灌浆过程进行拟合,计算导出相关灌浆参数及各次级参数,式中 A 为最终生长量、B 为初值参数、K 为生长速率参数、N 为形状参数,W 为生长量,t 为开花后天数;各次级参数包括 R^2 为决定系数, R_0 为起始生长势、 V_{max} 为最大灌浆速率、 $t-V_{max}$ 为达最大灌浆速率时间、 T_{99} 为有效灌浆时间(达到最终粒重 99%的时间)、 V_a 为平均灌浆

速率。将灌浆过程分为 3 个阶段,分别为前期($0\sim t_1$)、中期($t_1\sim t_2$)和后期($t_2\sim t_{99}$),令 t 的二阶导数为零,求出各时期灌浆持续时间(T)、平均灌浆速率(MGR)和贡献率(RGC)。

2 结果与分析

2.1 持续控水对水稻产量和构成因素的影响

从表 1 可以看出,与 CK 比较,灌浆结实期持续-65~-60 kPa 控水对两品种经济产量没有显著影响,对产量构成四要素穗数、穗粒数、千粒重和结实率也没有显著影响,对两品种优势粒和劣势粒千粒重也没有显著影响;但从结实率看,无论控水与否,结实率都较低,并且优势粒结实率明显低于劣势粒,表明这两个品种在花器官形成期发生了障碍性冷害,对优势粒结实率影响显著大于劣势粒;从两个品种来看 Y 品种结实率相对较低,表明 Y 品种对低温敏感,灌浆结实期持续-65~-60 kPa 控水提高了 Y 品种优势粒结实率。

表 1 持续控水对水稻产量和构成因素的影响

Table 1 Effect of continuous water-controlled on yield and its components

处理 Treatments	穗数 Panicle number per hole	穗粒数 Grain number per panicle	千粒重/g 1 000-grain weight	结实率/% Seed setting rate	经济产量/ (g·穴 ⁻¹) Economic Yield	优势粒		劣势粒	
						Upper primary		Basal secondary	
						branches grains		branches grains	
						千粒重/g 1 000-grain weight	结实率/% Seed setting rate	千粒重/g 1 000-grain weight	结实率/% Seed setting rate
SCK	18.1 a	52.81 a	24.65 a	81.32 a	19.91 a	25.31 a	74.60 a	23.79 a	84.93 a
S 控水	20.1 a	51.97 a	24.03 a	81.76 a	20.57 a	24.83 a	76.82 a	23.38 a	85.34 a
YCK	11.6 a	91.18 a	24.69 a	58.57 a	15.60 a	25.81 a	43.54 b	23.26 a	71.04 a
Y 控水	10.1 a	101.29 a	24.65 a	64.96 a	16.60 a	25.68 a	53.81 a	23.43 a	72.46 a

同列中数据不同小写字母表示在 5%水平上差异显著。
Different lowercases indicate significant difference at 0.05 level.

2.2 持续控水对水稻灌浆特征的影响

2.2.1 籽粒增重动态和灌浆速率 两个品种不同部位的籽粒增重在两个拐点之间差别较大,持续控水使上育 397(s)劣势粒和绥梗 3 号优势粒籽粒增重曲线的形状发生一些变化,但籽粒增重的模拟方程和决定系数表明(数据未列出),两品种不同部位籽粒灌浆的所有模拟方程决定系数在 0.991 5 以上,均较大,说明不同控水条件下水稻不同部位籽粒的灌浆过程可用 Richards 模型描述。

由图 1 可知,灌浆结实期控水对两个品种不同部位籽粒增重的影响程度不同。与 CK 比较,

上育 397 控水处理的劣势粒灌浆受到显著抑制,在花后 12~18 d 出现一个明显的缓慢增重期,优、劣势粒间差距加大。这 6 d 中,CK 优势粒和劣势粒百粒重分别增加 40.76%和 32.42%,控水处理百粒重分别增加 38.45%和 16.72%。绥梗 3 号控水处理不同部位籽粒增重与上育 397 不同,在花后 12~18 d 未出现缓慢增重期,但优势粒增重变缓,优、劣势粒间差距变小,CK 优势粒和劣势粒百粒重分别增加 36.87%和 47.05%,控水处理百粒重分别增加 34.00%和 35.69%。因此在 11~20 d 籽粒体积快速增大的主要时期,控

水处理对上育 397 劣势粒的影响较大,对绥梗 3

号劣势粒的影响相对较小。

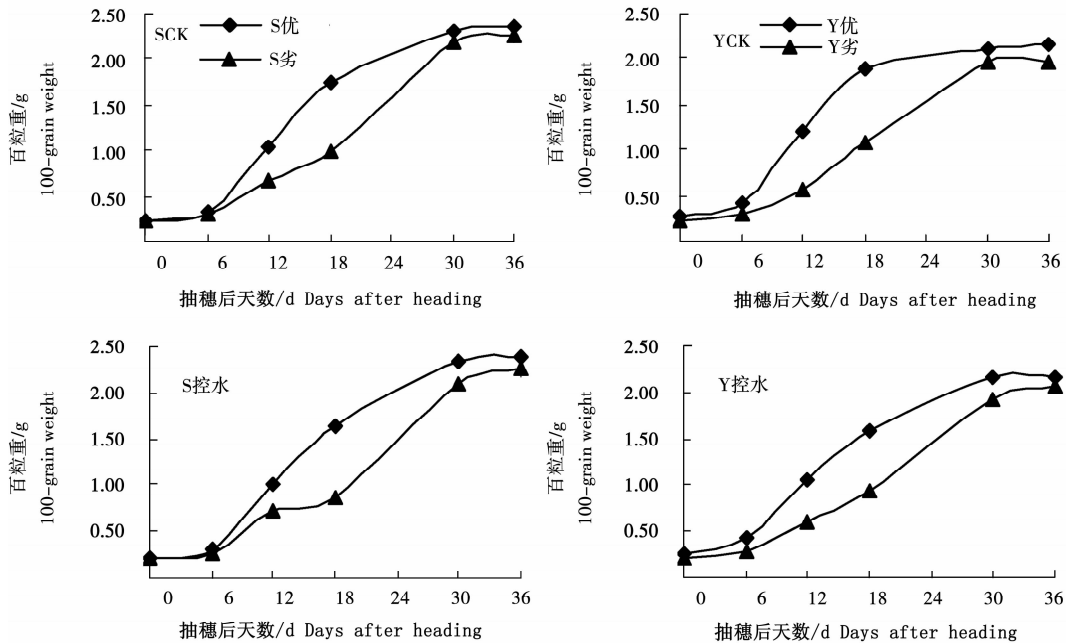


图 1 两品种各处理不同部位籽粒增重曲线

Fig. 1 Curves of grain weight for different grain positions in two rice varieties under the treatments

从图 2 可以看出,灌浆结实期控水处理对两个品种不同粒位籽粒灌浆速率的影响不同。控水处理明显影响了上育 397 劣势粒灌浆速率,使劣势粒双峰曲线间的低谷变得更低,这表明当优势粒快速灌浆时劣势粒灌浆速率降低的更大。抽穗后 18 d 时 CK 优势粒和劣势粒灌浆速率分别为 0.118 、 $0.053 \text{ g} \cdot (100 \text{ 粒} \cdot \text{d})^{-1}$,控水处理分别为 0.105 、 $0.024 \text{ g} \cdot (100 \text{ 粒} \cdot \text{d})^{-1}$,降低幅度分别为 11.0% 和 54.7% ,控水后劣势粒的降低幅度明显大于优势粒,这主要是由于控水处理加剧了灌浆中期优、劣势粒间营养竞争的矛盾,使处于竞争弱勢的劣势粒灌浆明显受到抑制。绥梗 3 号抽穗后 18 d 时 CK 优势粒和劣势粒灌浆速率分别为 0.116 、 $0.084 \text{ g} \cdot (100 \text{ 粒} \cdot \text{d})^{-1}$,控水处理分别为 0.090 、 $0.056 \text{ g} \cdot (100 \text{ 粒} \cdot \text{d})^{-1}$,降低幅度分别为 22.4% 和 33.3% ,控水后优势粒和劣势粒降低幅度相差不大。因此控水处理对上育 397 劣势粒灌浆速率的影响较大,对绥梗 3 号劣势粒的影响相对较小。

2.2.2 籽粒灌浆特征参数 由表 2 可以看出,S、Y 品种优、劣势粒 CK 的形状参数(N)值均大于 1,各处理劣势粒 N 值大于优势粒,S 品种优、劣势粒间 CK 的 N 值差为 3.1,而 Y 品种为 2.1,S

品种各处理间变幅为 $1.6 \sim 4.1$,而 Y 品种为 $0.2 \sim 2.7$ 。与 CK 比较,控水处理上育 397 最终生长量(A)优势粒和劣势粒均增加,绥梗 3 号的最终生长量 A 各部位籽粒均增加。控水处理上育 397 劣势粒起始生长势(R_0)降低,优势粒增加,绥梗 3 号起始生长势 R_0 各部位均降低,说明水分胁迫降低了上育 397 劣势粒起始生长势,但却增加了优势粒起始生长势,这可能是不同部位籽粒增重不同的一个原因。与 CK 相比,控水使得两品种不同部位最大灌浆速率(G_{\max})和平均灌浆速率(G)均减小。控水处理两品种达到最大灌浆速率的时间均表现劣势粒 > 优势粒,绥梗 3 号达最大生长速率的时间 $13.82 \sim 22.99 \text{ d}$,明显短于上育 397 的 $14.24 \sim 24.90 \text{ d}$ 。上育 397 优势粒和劣势粒拖后 0.29 、 1.82 d ,绥梗 3 号各部位籽粒拖后 $1 \sim 2 \text{ d}$ 。控水处理籽粒有效灌浆时间均比 CK 延长,上育 397 各部位延长 $2.68 \sim 3.02 \text{ d}$,绥梗 3 号各部位延长 $6.99 \sim 8.94 \text{ d}$ 。因此持续高强度控水延长了籽粒有效灌浆时间,而寒地水稻生育期短,受温度影响较大,这可能会使籽粒的活跃生长期并不都是在适宜的温度下,这对寒地水稻生产来说是十分不利的。

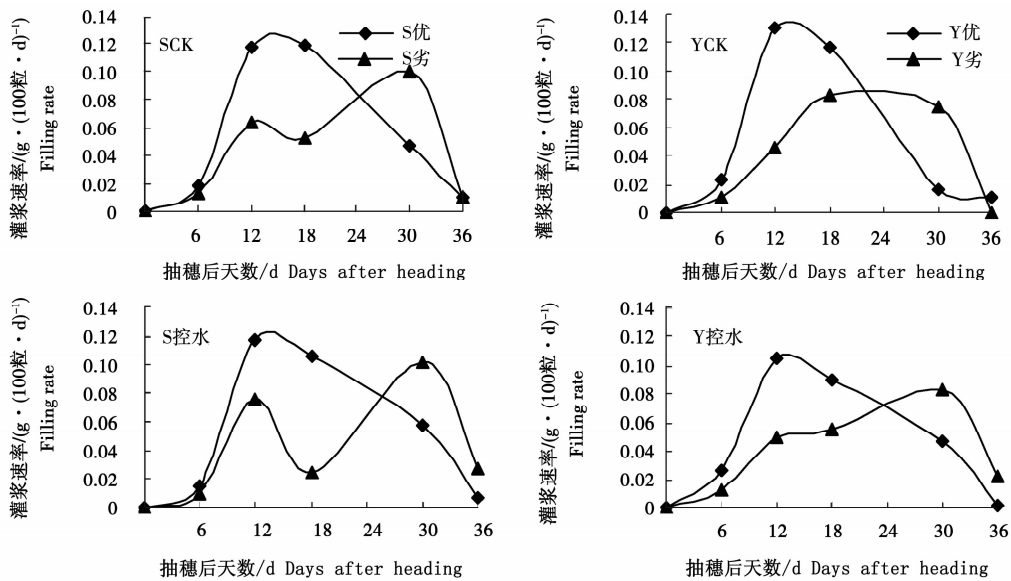


图 2 两品种各处理不同部位籽粒灌浆速率曲线
Fig.2 Curves of grain-filling rate for different grain positions in two rice varieties under the treatments

表 2 两品种不同部位籽粒灌浆特征参数

Table 2 Filling parameters for grains on different positions of a panicle in two rice varieties								
处理 Treatments	决定系数 R ² Determination coefficient	形状参数 N Shape parameter of the equation	最终生长量/ (g·(100粒) ⁻¹)A The final weight of a kernel	起始生长 势 R ₀ The initial growth potential	达最大灌浆速率 时间/d t-V _{max} Time to reach the maximum grain-filling rate	平均灌浆速率/ (g·(100粒·d) ⁻¹)V _a The mean grain-filling rate	最大灌浆速率/ (g·(100粒·d) ⁻¹)V _{max} The maximum grain-filling rate	有效灌浆时 间/d T ₉₉ Effective grain-filling time
SCK 优	0.9969	1.3698	2.3498	0.184	13.95	0.088	0.133	26.79
SCK 劣	0.9974	4.5063	2.2721	0.092	23.08	0.072	0.117	31.46
S 控水优	0.9960	1.1165	2.4070	0.189	14.24	0.082	0.123	29.47
S 控水劣	0.9915	4.8589	2.2972	0.082	24.90	0.067	0.108	34.48
YCK 优	0.9958	2.4789	2.1296	0.161	12.82	0.095	0.148	22.43
YCK 劣	0.9988	4.5814	1.9784	0.103	20.70	0.071	0.115	27.99
Y 控水优	0.9970	1.5459	2.1915	0.146	13.82	0.070	0.106	31.37
Y 控水劣	0.9990	3.9550	2.0828	0.086	22.99	0.060	0.095	34.98

由表 3 可知,两品种各处理平均灌浆速率均为中期最大,前期次之,后期最小;CK 处理的上育 397 各部位前期平均灌浆速率表现为:优势粒>劣势粒,中后期表现为:优势粒≥劣势粒;CK 处理的绥梗 3 号前、中、后期平均灌浆速率均表现为:优势粒>劣势粒;与 CK 比较,控水处理降低了两品种各时期平均灌浆速率,上育 397 前中期平均灌浆速率均表现为优势粒>劣势粒,后期优、

劣势粒平均灌浆速率相近;绥梗 3 号前、中、后期平均灌浆速率均表现为优势粒>劣势粒。控水处理使两品种劣势粒前期灌浆时间延长,优势粒前期灌浆时间缩短,各部位中、后期都延长。与对照比较,控水处理提高上育 397 劣势粒前期贡献率,降低中、后期贡献率,优势粒则与之相反。绥梗 3 号各部位贡献率均表现为前期降低,中、后期增高。

表3 不同控水条件下两品种不同部位前、中、后期持续天数、平均速率及贡献率
Table 3 Grain filling characteristics difference at three stages on different positions
of a panicle in two rice varieties

处理 Treatments	前期 Early stage			中期 Middle stage			后期 Late stage		
	时间/d Time	平均灌浆速率 The average filling rate	贡献率/% Rate of contribution	时间/d Time	平均灌浆速率 The average filling rate	贡献率/% Rate of contribution	时间/d Time	平均灌浆速率 The average filling rate	贡献率/% Rate of contribution
SCK 优	8.32	0.054	25.07	11.27	0.117	56.05	19.59	0.033	17.88
SCK 劣	18.25	0.046	45.66	9.66	0.104	44.29	27.91	0.033	9.05
S 控水优	7.86	0.051	22.43	12.77	0.108	57.21	20.63	0.030	19.36
S 控水劣	19.76	0.044	47.16	10.28	0.097	43.29	30.04	0.031	8.55
YCK 优	8.65	0.063	34.37	8.34	0.131	51.26	17.00	0.039	13.36
YCK 劣	16.43	0.045	45.99	8.54	0.102	44.08	24.97	0.032	8.94
Y 控水优	7.35	0.051	26.77	12.93	0.094	55.26	20.29	0.027	16.97
Y 控水劣	17.36	0.040	43.09	11.27	0.085	45.97	28.62	0.026	9.94

3 结论与讨论

有研究认为干旱胁迫对产量的影响效应由弱到强依次为:无效分蘖期、灌浆成熟期、有效分蘖期、拔节孕穗期、开花灌浆期^[4]。也有研究认为,不同生育期干旱对产量的影响程度依次为穗分化后期>抽穗期>穗分化前期>有效分蘖期>灌浆期>无效分蘖期^[5]。王成瑗认为抽穗前干旱胁迫的敏感时期主要是孕穗中期、孕穗后期和分蘖中期。抽穗后,抽穗到乳熟期均较蜡熟期对干旱敏感,但对土壤水分变化较抽穗前迟钝^[6]。郑桂萍研究^[7]认为长穗期控水对产量的影响程度较大,其次是分蘖期和抽穗后1~10 d控水;分蘖期控水对茎数影响最大,长穗期控水使分枝数显著增加,从而导致穗部性状的变化,进而影响产量,因而节水栽培要充分注意控水处理对分蘖和分枝的影响。并提出抽穗前尤其是长穗期不宜持续进行土壤水势为-35~-30 kPa 以下的控水,这与杨建昌等低限土壤水势控制在-40~-20 kPa 的报道不一致^[8]。研究表明水分胁迫对灌浆结实期影响相对较轻,对抽穗后产量的影响也只表现在抽穗的1~15 d较明显,产量降低主要是由于这一时期水分胁迫使结实率和千粒重显著降低^[9]。陆建飞等^[10]认为土壤水势在-80~-75 kPa 时,水稻产量显著下降。而有的研究认为在结实期持续进行土壤水势-20~-18 KPa 以下的控水处理,产量才明显降低^[11]。本试验中抽穗后持续控水的处理(-65~-60 kPa)已属于土壤较干旱程度,千粒重和产量并没有显著降低,相反产量有增

加趋势。千粒重不减少可能是由于较重的水分亏缺虽使灌浆速率下降,粒重增量减少,但持续控水延长了有效灌浆期时间,因而千粒重并未显著降低。而产量的不降低可能是水稻植株在持续水分亏缺条件下所表现出的一种自我调节能力^[12-13]。因此,对持续水分亏缺条件下根系的形态功能、植株生理生化方面进行研究将有助于揭示内在的响应机制。在各时期衡量影响产量显著降低土壤水势控制的下限标准并不一致,研究结果的差异可能是由品种耐旱性、气候条件、土壤类型和质地、盆栽或大田土壤环境等原因造成,因此确定各时期水势的下限指标以及控水影响产量的内在机理对于指导节水栽培技术的改进具有重要的意义。

朱庆森等^[3]研究表明当强弱势粒的N值均小于1时,其灌浆类型为同步灌浆型(弱势粒的N<1,其灌浆曲线向左偏);当强势粒N<1而弱势粒N>1时,其灌浆类型为异步灌浆型(弱势粒的N>1,其灌浆曲线向右偏),并认为这是品种所具有的固有特征。顾世梁等^[14]将强弱势粒达到最大灌浆速率的时间间隔大于5~10 d以上的划分为异步灌浆型,小于5 d的划分为同步灌浆型。袁继超等^[15]将强弱势粒达到最大灌浆速率的时间间隔大于10 d以上的划分为异步灌浆型,小于8 d的划分为同步灌浆型。本试验与他们的结果不同,两品种优、劣势粒对照和控水处理N值均大于1,因此不能仅据N值趋势是否一致来判断灌浆类型。上育397优劣势粒达到最大灌浆速率的时间间隔(对照为9.13 d)大于绥粳3号(对照

为 7.88 d),控水处理下优劣势粒达到最大灌浆速率的时间间隔分别为 10.66 和 9.17 d。上育 397 优、劣势粒灌浆高峰不同步,优、劣势粒间 N 的差值较大, R_0 值的变幅较大;绥梗 3 号优、劣势粒达灌浆高峰的时间相近,优、劣势粒间 N 的差值较小, R_0 值的变幅较小;优、劣势粒间 N 值、 R_0 差值与强弱势粒达到最大灌浆速率的时间间隔具有相同规律,因此本研究结合灌浆速率图认为上育 397 属于异步灌浆型品种,绥梗 3 号属于同步灌浆型品种。但是否可以根据优、劣势粒间 N 的差值、 R_0 差值以及达到最大灌浆速率时间差值大小来判断其灌浆类型是同步还是异步灌浆型需要更多的品种进行验证。

参考文献:

- [1] 张卫星,朱德峰.水分亏缺对水稻生长发育、产量和稻米品质影响的相关研究[J].中国稻米,2007(5):1-4.
- [2] 张卫星.4 超级稻品种穗生长发育和灌浆结实对水分亏缺的响应及其机理[D].北京:中国农业科学院,2008.
- [3] 朱庆森,曹显祖,骆亦其.水稻籽粒灌浆的生长分析[J].作物学报,1988,14(3):182-193.
- [4] 郑秋玲.不同生育阶段干旱胁迫下的水稻产量效应[J].河北农业科学,2004,8(3):83-85.
- [5] 丁友苗,黄文江,王继华,等.水稻旱作对产量和产量构成因素的影响[J].干旱地区农业研究,2002,20(4):50-54.
- [6] 王成媛,王伯伦,张文香,等.不同生育时期干旱胁迫对水稻产量与碾米品质的影响[J].中国水稻科学,2007,21(6):643-649.
- [7] 郑桂萍,李红宇,刘丽华,等.土壤水势对寒地水稻穗部性状及产量的影响[J].中国水稻科学,2006,20(4):417-423.
- [8] 杨建昌,王维,王志琴,等.水稻旱秧大田期需水特性与节水灌溉指标研究[J].中国农业科学,2000,33(2):34-42.
- [9] 解文孝,张文忠,史鸿儒,等.不同时期土壤水分胁迫对水稻产量及食味品质影响的研究[J].辽宁农业科学,2007(2):30-33.
- [10] 陆建飞,丁艳锋,黄丕生.持续土壤水分胁迫对水稻生育与产量构成的影响[J].江苏农学院学报,1998,19(2):43-48.
- [11] 黄富才,吕艳东,郭晓红,等.结实期水分供应对寒地水稻灌浆动态和产量的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,2013,25(1):12-18.
- [12] 周广生,徐才国,靳德明,等.分蘖期节水处理对水稻生物学特性的影响[J].中国农业科学,2005,38(9):1767-1773.
- [13] 胡田田,康绍忠.植物抗旱性中的补偿效应及其在农业节水中的应用[J].生态学报,2005,25(4):865-891.
- [14] 顾世梁,朱庆森,杨建昌,等.不同水稻材料籽粒灌浆特性的分析[J].作物学报,2001,27(1):7-14.
- [15] 袁继超,丁志勇,俄胜哲,等.源库关系对水稻籽粒灌浆特性的影响[J].西南农业学报,2005,18(1):15-19.

Effect of Continuous Water-controlled Irrigation on Grain-filling Characteristics of Rice

XUE Jing-fang^{1,2}, CHEN Shu-qiang^{1,2}, ZHANG Xian-guo², DIAO He-nan³

(1. Postdoctoral Programme of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Postdoctoral Programme of Jiamusi Rice Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154026; 3. Institute of Crop Breeding, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to investigate the effect of continuous controlling water on rice grain-filling characteristics, taking two rice varieties Shangyu 397 and Suijing 3 as materials, effect of continuous controlling water treatments at $-65 \sim -60$ kPa of soil water potential during 1~30 days after heading on grain-filling characteristics were studied with pots under rainproof shelter. The results showed that continuous controlling water treatments at $-65 \sim -60$ kPa of soil water potential during grain filling period had no significantly effect on economic yield of the two rice varieties. Continuous controlling water reduced the maximum rate of grain filling and mean rate of grain filling, decreased grain weight increment, extended effective grain-filling time, and therefore 1 000 grain weight for upper primary branches grains and basal secondary branches grains was not significantly reduced. Continuous controlling water made initial growth potential of upper primary branches grains for Shangyu 397 increasing, initial growth potential of basal secondary branches grains for Shangyu 397 decreasing, initial growth potential of each part for Suijing 3 decreasing, and time to reach the maximum grain-filling rate for each part of two rice varieties extend. Continuous controlling water shorted duration of the early periods for upper primary branches grains of two rice varieties, extended duration of the early periods for basal secondary branches grains of two rice varieties, and extended duration of the middle and later periods for grains on different positions of a panicle in two rice varieties.

Keywords: grain filling stage; continuous water-controlled; rice; grain-filling characteristics