

结实前水分供应对寒地水稻穗部性状和产量的影响

郭晓红¹, 郑桂萍¹, 殷大伟², 李明杰³, 王德斌³,
钱海霞¹, 魏长凯¹, 吕艳东^{1*}

(1. 黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 沈阳农业大学水稻研究所, 辽宁 沈阳 110161;
3. 黑龙江省肇源农场, 黑龙江 大庆 166517)

摘 要: 以垦鉴稻 5 号和垦稻 12 号为材料, 采用负压式土壤湿度计监测盆栽控水试验土壤水势。研究了结实前水分供应对寒地水稻穗部性状和产量的影响。结果表明: 结实前进行-8~-10 kPa 的间歇控水处理, 两品种的收获穗数减少, 穗粒数极显著地减少, 结实率和千粒重增加; 垦鉴稻 5 号的经济产量增加, 垦稻 12 号的经济产量降低。结实前进行-18~-20 kPa 和-28~-30 kPa 的持续控水处理, 两品种的穗长极显著地缩短; 一次枝梗退化数增加; 单穗重一次枝梗数、二次枝梗数、穗数、穗粒数和千粒重显著或极显著降低; 两品种的产量均极显著降低。结实前进行-8~-10 kPa 的间歇控水处理可作为寒地水稻增产保优灌溉的土壤水势指标; 结实前不宜持续进行土壤水势为-18~-20 kPa 以下的控水处理。

关键词: 水分供应; 寒地水稻; 穗部性状; 产量

中图分类号: Q945.78 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)06-0031-07

土壤干旱是影响作物产量最重要的胁迫因素之一^[1,2]。在我国因干旱造成水稻歉收已经成为生产中的一个突出问题^[3], 尤其是我国北方地区, 年度间降雨量差异较大, 干旱发生频繁, 而且随着水田面积增加, 灌溉水资源日趋匮乏, 导致一些地区由于缺水, 使水稻产量和品质下降。国内外研究结果表明, 水稻具有一定的水旱两栖性^[4,5]。因此, 在满足水稻高产生理需水的前提下, 实行节水栽培潜力很大。研究土壤水分状况对水稻生长发育及产量的影响, 是确定合理灌溉指标的基础。为此, 人们从生理、栽培及育种等多角度对水稻与水分胁迫间的关系进行了大量研究^[6,7], 但因土壤水分控制的时间和处理的强度不同, 使得结果不尽相同^[8~13], 且寒地水稻节水方面的研究报道较少。针对这一情况, 本研究选用抗旱性不同的两个水稻品种, 以浅水层灌溉为对照, 探讨了结实前水分供应对寒地水稻穗部性状及产量的影响, 以期水稻节水、高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料及设计

试验于 2009 年在黑龙江八一农垦大学盆栽场进行, 在防雨棚中人工控水, 晴天时打开防雨棚。供

试土壤为草甸土。土壤的基础条件是: 碱解氮 200.0 mg/kg, 有效磷 15.2 mg/kg, 速效钾 170.2 mg/kg, 有机质 2.51%, pH 7.61。

供试品种垦鉴稻 5 号(J)和垦稻 12 号(D), 主茎均为 12 片叶。两品种处理及表示方法如表 1。2009 年 4 月 10 日浸种, 4 月 19 日播种, 4 月 26 日出苗, 秧田管理正常进行, 5 月 20 日进行移栽, 每盆 3 穴, 每穴 3 苗, 选叶龄均为 3.1~3.5 的秧苗, 均匀分布。盆栽基肥氮肥为尿素, 用量 0.76 g/盆(以纯 N 计); 磷肥为磷酸二铵, 用量 0.49 g/盆(以 P₂O₅ 计); 钾肥为硫酸钾, 用量 1.16 g/盆(以 K₂O 计), 5 月 30 日施分蘖肥尿素 0.27 g/盆(以纯 N 计)。7 月 20 日施穗肥尿素 0.06 g/盆(以纯 N 计), 硫酸钾 0.17 g/盆(以 K₂O 计)。

采用盆栽人工控制水分方法, 盆钵直径为 28 cm, 高 30 cm, 每盆装过筛混匀土 10 kg, 移栽前模拟水耙地搅浆, 沉降几日后插秧。用南京土壤研究所生产的负压式土壤湿度计监测土壤水势。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。每处理用 4 支土壤湿度计监测土壤水势, 每日 8:00 和 14:00, 2 次读表, 根据处理要求及时补水。处理 1: 插秧后浅水层 3~5 cm, 返青

收稿日期: 2011-05-16
基金项目: 黑龙江省科技攻关重点项目(GA10B102); 黑龙江省教育厅科学技术研究面上项目(11551318); 黑龙江八一农垦大学博士启动基金(B2010-5)
作者简介: 郭晓红(1980-), 女, 讲师, 黑龙江宁安人, 主要从事水稻生理研究。E-mail: dongjingcheng2002@yahoo.com.cn.
* 通讯作者: 吕艳东(1978-), 男, 副研究员, 黑龙江大庆人, 主要从事水稻节水栽培研究。E-mail: luyandong336@sohu.com.
(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

后,自然落干至 $-8\sim-10$ kPa(土壤体积含水量 46%左右);然后覆水至 $3\sim5$ cm,再自然落干至 $-8\sim-10$ kPa,如此反复直至出穗;处理 2:插秧后浅水层 $3\sim5$ cm,返青后,自然落干至 $-18\sim-20$ kPa(土壤体积含水量 31%左右);持续控水 $-18\sim-20$ kPa 直至出穗;处理 3:插秧后浅水层 $3\sim5$ cm,返青后,自然落干至 $-28\sim-30$ kPa(土壤体积含水量 27%左右);持续控水 $-28\sim-30$ kPa 直至出穗。对照:插秧后至蜡熟末期浅水层 $3\sim5$ cm。供试盆数为两品种每处理各 35 盆,随机排列。9 月末收获,晾干后考种测产。

表 1 两品种的不同处理及表示方法

Table 1 Treatments and symbols of two varieties used			
处理时期 Treating time	水分管理 Water management	处理表示方法 Code	
		垦鉴稻 5 号 Kenjiandao 5	垦稻 12 号 Kendao 12
结实前	处理 1	J1	D1
Before heading	Treatment 1		
结实前	处理 2	J2	D2
Before heading	Treatment 2		
结实前	处理 3	J3	D3
Before heading	Treatment 3		
整个生育期	对照	JCK	DCK
Whole growth period	Control		

1.2 测试指标与方法

每个处理选有代表性的植株 7 穴,测定项目主要有每株穗数、穗长、单穗重,根据每穗上的一次枝梗数,将每个单穗分为上、中、下三部分,如果一次枝梗数能被 3 整除,上、中、下部平均分配,如果不能被 3 整除,下部优先分配,其次中部分配;将每穗分成优势粒(上部一次枝梗上的粒)、中势粒(枝梗上除了优势粒和劣势粒的所有粒)和劣势粒(下部二次枝梗上的粒)3 部分,分别计数各部分的一次枝梗数、二次枝梗数、实粒数、空秕粒数,并称取粒重,计算结实率、千粒重。

1.3 数据分析

利用 EXCEL 和 DPS 统计软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 结实前水分供应对水稻穗部性状的影响

2.1.1 结实前水分供应对水稻穗长、单穗重的影响

结实前进行不同强度控水,使水稻的穗长发生了变化。由图 1、2 可以看出控水处理不同程度地缩短了两品种的穗长,随着控水强度的增强,两品种的穗长随之缩短。与 JCK 相比,J1 穗长减少了 0.05 cm,两者差异不显著;J2 穗长减少了 3.27 cm,两者差异达极显著水平;J3 穗长减少了 3.54 cm,两者差异达

极显著水平。与 DCK 相比,D1 穗长减少了 0.73 cm,两者差异不显著;D2 穗长减少了 3.15 cm,两者差异达极显著水平;D3 穗长减少了 4.84 cm,两者差异达极显著水平。

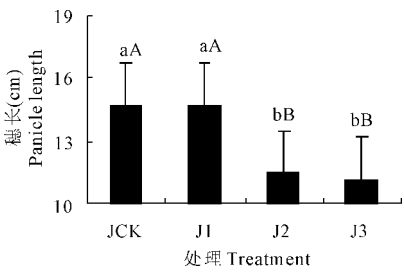


图 1 垦鉴稻 5 号各处理穗长的比较

Fig.1 Comparison of panicle length of Kenjiandao 5 under different treatments

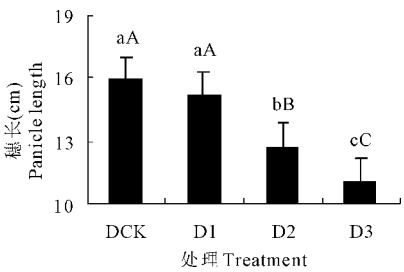


图 2 垦稻 12 号各处理穗长的比较

Fig.2 Comparison of panicle length of Kendao 12 under different treatments

结实前进行不同强度控水,水稻的单穗重发生了变化。由图 3 可以看出,与 JCK 相比,J1 的单穗重增加 2.54%,两者差异不显著;J2 单穗重减小了 65.41%,两者差异达极显著水平;J3 单穗重减小了 69.29%,两者差异达极显著水平。由图 4 可以看出,控水处理不同程度地减小了垦稻 12 号的单穗重,随着控水强度的增强,垦稻 12 号的单穗重随之减小。与 DCK 相比,D1 的单穗重减小了 3.63%,两者差异不显著;D2 的单穗重减小了 62.95%,两者差异达极显著水平;D3 的单穗重减小了 79.46%,两者差异达极显著水平。

2.1.2 结实前水分供应对水稻枝梗数的影响

结实前进行不同强度控水,水稻的一次枝梗退化数发生了变化。由图 5 可以看出,控水处理不同程度地增加了垦鉴稻 5 号的一次枝梗退化数,随着控水强度的增强,垦鉴稻 5 号的一次枝梗退化数随之增多。与 JCK 相比,J2 的一次枝梗多退化了 0.63 个,两者差异达极显著水平;J3 的一次枝梗数多退化了 0.74 个,两者差异达极显著水平。由图 6 可以看出,控水处理不同程度地增加了垦稻 12 号的一次枝梗退化

数,随着控水强度的增强,垦稻 12 号的一次枝梗退化数随之增多。与 DCK 相比,D2 的一次枝梗多退化 0.14 个,两者差异不显著;D3 一次枝梗数多退化 0.46 个,两者差异达极显著水平。

化了 0.14 个,两者差异不显著;D3 一次枝梗数多退化 0.46 个,两者差异达极显著水平。

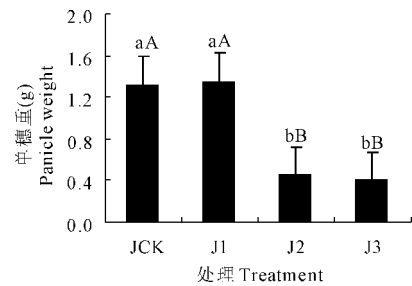


图 3 垦鉴稻 5 号各处理单穗重的比较
Fig. 3 Comparison of panicle weight of Kenjiandao 5 under different treatments

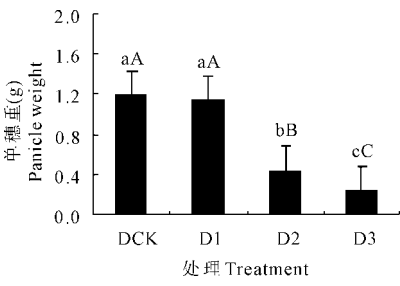


图 4 垦稻 12 号各处理单穗重的比较
Fig. 4 Comparison of panicle weight of Kendao 12 under different treatments

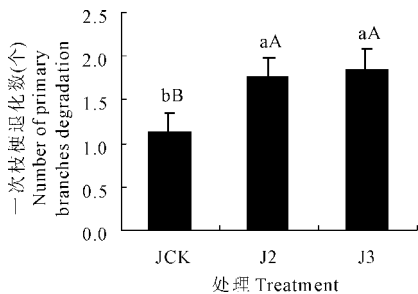


图 5 垦鉴稻 5 号各处理一次枝梗退化数的比较
Fig. 5 Comparison of the number of primary branches degradation of Kenjiandao 5 under different treatments

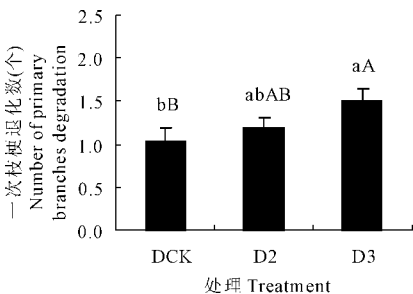


图 6 垦稻 12 号各处理一次枝梗退化数的比较
Fig. 6 Comparison of the number of primary branches degradation of Kendao 12 under different treatments

结实前进行不同强度控水,水稻的一次枝梗数发生了变化。由图 7 可以看出,与 JCK 相比,J1 的一次枝梗数增加了 0.38 个,两者差异不显著;J2 和 J3 的一次枝梗数分别减少了 3.52 和 3.93 个,且与 CK 的差异均达极显著水平。由图 8 可以看出,控水

处理不同程度地减少垦稻 12 号的一次枝梗数,随着控水强度的增强,垦稻 12 号的一次枝梗数随之减少。与 DCK 相比,D1、D2 和 D3 的一次枝梗数分别减少了 0.76、2.55 和 3.59 个,其中 D2 和 D3 与 CK 的差异均达极显著水平。

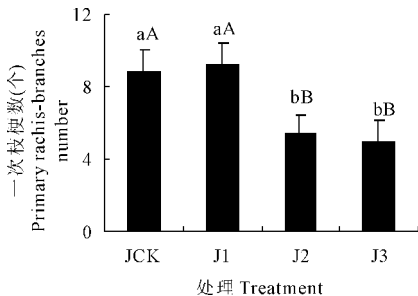


图 7 垦鉴稻 5 号各处理一次枝梗数的比较
Fig. 7 Comparison of primary rachis-branches number of Kenjiandao 5 under different treatments

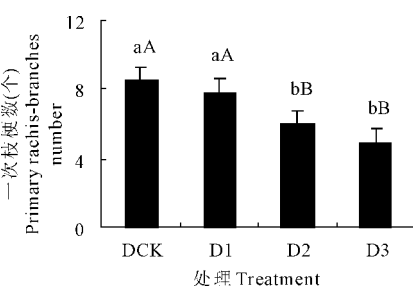


图 8 垦稻 12 号各处理一次枝梗数的比较
Fig. 8 Comparison of primary rachis-branches number of Kendao 12 under different treatments

结实前进行不同强度控水,使水稻的二次枝梗数发生了变化。由图 9、图 10 可以看出,控水处理不同程度地减少了两品种的二次枝梗数,随着控水强度的增强,两品种的二次枝梗数随之减少。与 JCK 相比,J1、J2 和 J3 的二次枝梗数分别减少了

0.29、8.12 和 8.34 个,其中 J2 和 J3 与 CK 差异达极显著水平。与 DCK 相比,D1、D2 和 D3 的二次枝梗数分别减少了 3.14、6.66 和 8.59 个,且与 CK 的差异均达极显著水平。

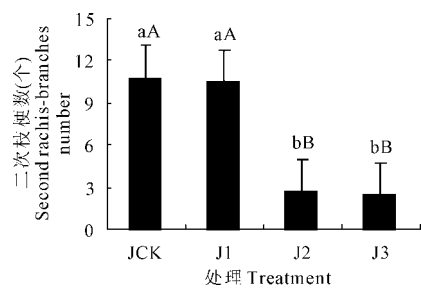


图 9 垦鉴稻 5 号各处理二次枝梗数的比较
Fig.9 Comparison of second rachis-branches number of Kenjiandao 5 under different treatments

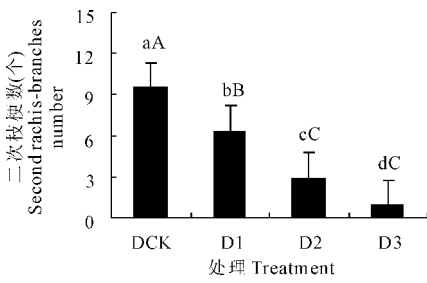


图 10 垦稻 12 号各处理二次枝梗数的比较
Fig.10 Comparison of second rachis-branches number of Kendao12 under different treatments

将稻穗上的枝梗分成六部分,分别为上部、中

部、下部一次枝梗和二次枝梗,结实前不同程度的控水对两品种不同部位枝梗数的影响见表 2。J1 的上部、中部、下部一次枝梗数均高于 JCK,但未达显著水平;J1 的上部二次枝梗数高于 JCK,中部、下部二次枝梗数均低于 JCK,均未达显著水平。J2、J3 的上部、中部、下部一次枝梗数和二次枝梗数均低于 JCK,均达差异极显著水平,同时 J3 的上部、中部、下部一次枝梗数和二次枝梗数均低于 J2,但未达显著水平。D1、D2、D3 的上部、中部、下部一次枝梗数均低于 DCK。其中 D1 的上部、中部、下部一次枝梗数与 DCK 相比,均未达显著水平;D1 的上部二次枝梗数与 DCK 相比,两者差异不显著,D1 的中部、下部二次枝梗数与 DCK 相比,差异达显著水平。D2 的上部、中部、下部一次枝梗数和上部、中部二次枝梗数与 DCK 相比,均达差异极显著水平;D2 的下部二次枝梗数与 DCK 相比,两者差异不显著。D3 的上部、中部、下部一次枝梗数和二次枝梗数与 DCK 相比,均达差异极显著水平。同时 D3 的上部、中部、下部一次枝梗数和二次枝梗数均低于 D2,除了 D3 的上部一次枝梗数与 D2 相比未达显著水平,其余部分差异均达显著水平。

表 2 两品种不同部位各处理枝梗数分布比较

Fig.2 Comparison of rachis-branches number of different positions in two varieties under different treatments

处理 Treatment	上部一次 枝梗数 Top primary branches number	5%和 1% 显著水平	处理 Treatment	中部一次 枝梗数 Middle primary branches number	5%和 1% 显著水平	处理 Treatment	下部一次 枝梗数 Bottom primary branches number	5%和 1% 显著水平
J1	2.67	a A	J1	3.10	a A	J1	3.48	a A
JCK	2.62	a A	JCK	2.95	a A	JCK	3.29	a A
J2	1.48	b B	J2	1.70	b B	J2	2.11	b B
J3	1.26	b B	J3	1.67	b B	J3	2.00	b B
DCK	2.43	a A	DCK	2.81	a A	DCK	3.24	a A
D1	2.24	a A	D1	2.52	a A	D1	2.95	a A
D2	1.67	b B	D2	2.00	b B	D2	2.26	b B
D3	1.41	b B	D3	1.59	c B	D3	1.89	c B

处理 Treatment	上部二次 枝梗数 Top secondary branches number	5%和 1% 显著水平	处理 Treatment	中部二次 枝梗数 Middle secondary branches number	5%和 1% 显著水平	处理 Treatment	下部二次 枝梗数 Bottom secondary branches number	5%和 1% 显著水平
J1	3.19	a A	JCK	5.05	a A	JCK	2.90	a A
JCK	2.76	a A	J1	4.86	a A	J1	2.38	a A
J2	0.37	b B	J2	1.22	b B	J2	1.00	b B
J3	0.37	b B	J3	1.11	b B	J3	0.89	b B
DCK	1.43	a A	DCK	4.24	a A	DCK	3.81	a A
D1	1.14	a A	D1	3.19	b A	D1	2.00	b B
D2	0.37	b B	D2	1.22	c B	D2	1.22	bc BC
D3	0.00	c B	D3	0.41	d B	D3	0.48	d C

2.2 结实前水分供应对水稻产量及产量构成因素的影响

结实前进行不同强度控水,每穴穗数如图 11 和图 12。控水处理不同程度地减少了两品种的收获穗数。与 JCK 相比,J1 穗数减少了 0.7 个,两者差异不显著;J2 穗数减少了 8.5 个,两者差异达极显著水

平;J3 穗数减少了 9.1 个,两者差异达极显著水平。与 DCK 相比,D1 穗数减少了 6.6 个,两者差异达极显著水平;D2 穗数减少了 14.6 个,两者差异达极显著水平;D3 穗数减少了 15.6 个,两者差异达极显著水平。

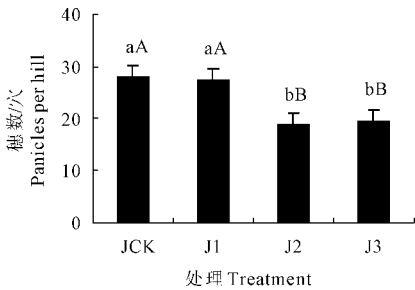


图 11 垦鉴稻 5 号各处理穗数比较

Fig. 11 Comparison of panicle number of Kenjiandao 5 under different treatments

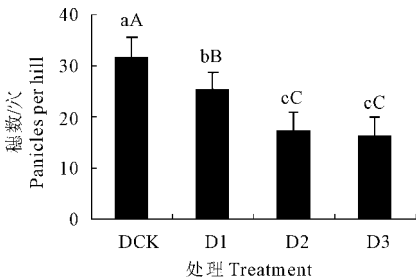


图 12 垦稻 12 号各处理穗数比较

Fig. 12 Comparison of panicle number of Kendao 12 under different treatments

结实前进行不同强度控水,对每穗粒数的影响

如图 13 和图 14。

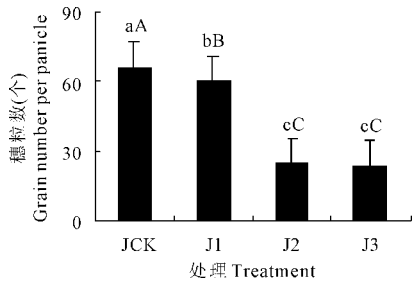


图 13 垦鉴稻 5 号各处理穗粒数比较

Fig. 13 Comparison of grain number per panicle of Kenjiandao 5 under different treatments

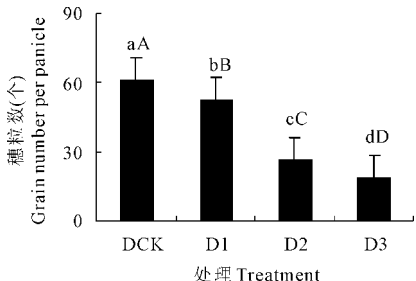


图 14 垦稻 12 号各处理穗粒数比较

Fig. 14 Comparison of grain number per panicle of Kendao 12 under different treatments

控水处理不同程度地减少了两品种的穗粒数。与 JCK 相比,J1 减少了 6.1 个,两者差异达极显著水平;J2 减少了 41.5 个,两者差异达极显著水平;J3 减少了 42.5 个,两者差异达极显著水平。与 DCK 相比,D1、D2 和 D3 分别减少了 8.3、35.1 和 42.5 个,且与 CK 差异均达极显著水平。

34.36%,且 D2、D3 与 DCK 相比,差异均达极显著水平,D2 和 D3 两者差异达显著水平。上述结果说明,结实期进行-8~-10 kPa 的间歇控水处理,有利于两品种结实率的增加;结实期进行-18~-20 kPa 和-28~-30 kPa 的控水处理,不利于两品种结实率的增加。

结实前进行不同强度控水,对结实率的影响如图 15 和图 16。两品种的处理 1 与对照相比,结实率都表现为增加,分别增加 15.65%和 12.54%,垦鉴稻 5 号增加的更多一些,其中 J1 与 JCK 两者差异达极显著水平,D1 与 DCK 两者差异达显著水平。J2 的结实率比 JCK 增加了 0.33%,两者差异不显著。J3 的结实率比 JCK 降低了 3.59%,两者差异不显著。垦稻 12 号的处理 2 和处理 3 与对照相比,结实率都表现为降低,并表现为控水强度越大,结实率越低,D2 和 D3 分别比 DCK 降低了 19.63%和

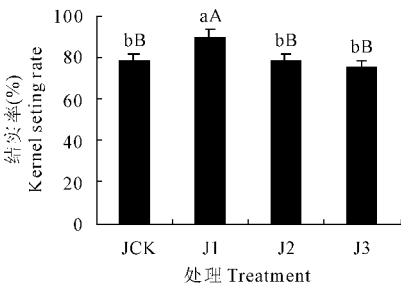


图 15 垦鉴稻 5 号各处理结实率比较

Fig. 15 Comparison of kernel setting rate of Kenjiandao 5 under different treatments

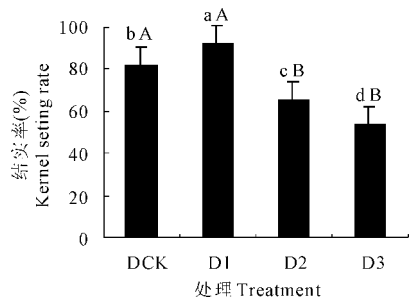


图 16 垦稻 12 号各处理结实率比较
Fig. 16 Comparison of kernel setting rate of Kendao 12 under different treatments

结实前进行不同强度控水,对千粒重的影响如图 17 和图 18。与 JCK 相比,J1 增加了 0.48 g,两者差异不显著;J2 降低了 1.32 g,两者差异极显著;J3 降低了 2.21 g,两者差异极显著。与 DCK 相比,D1 增加了 0.24 g,两者差异不显著;D2 降低了 0.87 g,两者差异显著;D3 降低了 2.40 g,两者差异极显著。上述结果说明,结实前进行-8~-10 kPa 的间歇控水处理,使两品种的千粒重增加;结实期进行-18~-20 kPa 和-28~-30 kPa 的控水处理,会造成两品种千粒重的降低,且随着控水强度的增加,千粒重降低的越多。

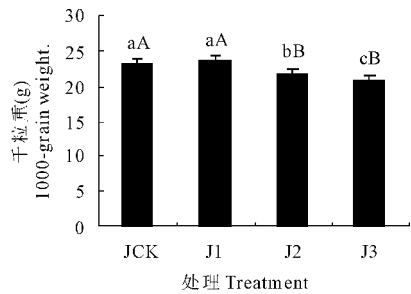


图 17 垦鉴稻 5 号各处理千粒重比较
Fig. 17 Comparison of 1000-grain weight of Kenjiandao 5 under different treatments

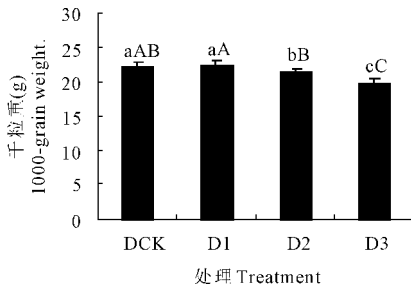


图 18 垦稻 12 号各处理千粒重比较
Fig. 18 Comparison of 1000-grain weight of Kendao 12 under different treatments

影响如图 19,图 20。与 JCK 相比,J1 增加了 1.41 g/穴,但两者差异不显著;J2 和 J3 分别减少了 25.49 和 26.12 g/穴,与 JCK 相比差异均达极显著水平。与 DCK 相比,D1、D2 和 D3 分别降低了 7.51、28.85 和 31.88 g/穴,与 DCK 相比均达差异极显著水平。

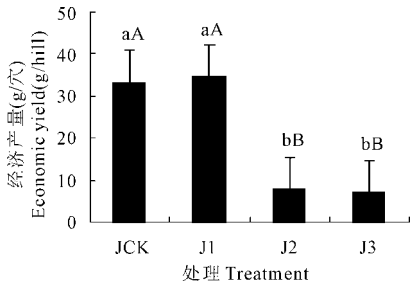


图 19 垦鉴稻 5 号各处理的经济产量比较
Fig. 19 Comparison of economic yield of Kenjiandao 5 under different treatments

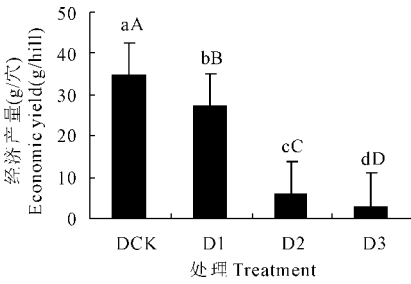


图 20 垦稻 12 号各处理的经济产量比较
Fig. 20 Comparison of economic yield of Kendao 12 under different treatments

3 结论与讨论

寒地水稻结实前包括营养生长阶段和营养生殖并进阶段,本田生育时期为分蘖期和穗分化期。分蘖期水分胁迫主要是影响了正常的分蘖进程,显著减少了最终的有效穗数。穗分化期控水对水稻影响最大,既影响了营养生长,使株高明显降低,生长量不足,又抑制了生殖生长,影响了穗分化,使穗长明显变短,一次枝梗数和二次枝梗数大幅度减少,进而每穗总颖花数明显减少,穗重相应地严重降低。本研究表明,结实前进行-18~-20 kPa 和-28~-30 kPa 的控水处理,两品种的产量均极显著降低,减产幅度为垦稻 12 号>垦鉴稻 5 号,两品种无论是生物产量还是经济产量均以控水强度大的处理减产幅度大,从对控水强度的反应和减产幅度均可以说明垦稻 12 号对结实前的水分胁迫较垦鉴稻 5 号敏感。两品种减产主要原因之一是控水处理影响了正常的分蘖进程,导致穗数极显著减少。穗分化期完成水稻的幼穗分化过程,幼穗分化过程包括幼穗分

化形成和孕穗两个阶段,完成枝梗分化、小穗分化、减数分裂过程,并形成花粉粒。幼穗分化过程中,最关键的时期是二次枝梗分化期的减数分裂期,因为每穗粒数的多少决定于小穗数和小穗结实率,小穗数多少决定于枝梗数特别是二次枝梗数的多少,水稻的穗分化过程对水分比较敏感,一般土壤含水量要达到最大持水量的90%以上才能满足幼穗发育的要求。土壤干旱时对穗分化不利,尤其是在减数分裂期对水分更敏感,缺水将导致颖花的大量退化^[14]。这也正是本试验于结实前控水对产量影响较大的原因,控水处理使两品种的穗长极显著地缩短,单穗重极显著地减少,一次枝梗退化数增加,一、二次枝梗数极显著地减少,穗粒数极显著地减少,不利于结实率的增加,千粒重显著或极显著地降低。影响程度为二次枝梗数>一次枝梗数,穗粒数>每穴穗数>结实率>千粒重,且以控水强度大的处理减少幅度大。

张慎凤^[15]研究表明,分蘖期轻干湿交替灌溉可以增加有效穗数和分蘖成穗率,显著增加了产量,产量增加的原因主要在于穗数的显著增加;长穗期轻干湿交替灌溉显著增加了产量,产量增加主要在提高了每穗粒数。结实前进行-8~-10 kPa的间歇控水处理,两品种的收获穗数减少,其中垦鉴稻5号处理与CK差异不显著,垦稻12号处理与CK差异达极显著水平;两品种的穗粒数极显著地减少;这与张慎凤的研究结果不同。控水处理使两品种的结实率增加,其中垦鉴稻5号处理与CK差异达极显著水平,垦稻12号处理与CK差异达显著水平;两品种的千粒重增加。控水处理引起垦鉴稻5号穴穗数和穗粒数的降低,但同时使该品种的结实率和千粒重增加,并且结实率和千粒重增加能够弥补穴穗数和穗粒数的降低所带来的损失,最终使得垦鉴稻5号产量增加;尽管控水处理使垦稻12号的结实率显著提高、千粒重增加,但控水处理使该品种的穴穗数和穗粒数的极显著降低,而其结实率和千粒重增加不能弥补穴穗数和穗粒数的降低所带来的损失,最终使得垦稻12号产量降低。

不同水稻品种在结实前(分蘖期和穗分化期)对水分胁迫的敏感程度不同。为此,在节水栽培过程中,首先要从品种选择入手,尽量选用二次枝梗比例少的、颖花形成能力强的品种,以降低对产量的影响

程度;二要在水稻颖花形成和减数分裂期尽可能满足水稻生长所需的水分,以防止颖花量减少而导致的严重减产,这样才能达到节水高产稳产的目的。综上,建议结实前进行-8~-10 kPa的间歇控水处理可作为寒地水稻增产保优灌溉的土壤水势指标。结实前不宜持续进行土壤水势为-18~-20 kPa以下的控水处理。

参考文献:

- [1] Jeong J S, Kim Y S, Baek K H, et al. Root-specific expression of *osnac10* improves drought tolerance and grain yield in rice under field drought conditions[J]. *Plant Physiology*, 2010, 153: 185—197.
- [2] Bouman B A M, Peng S, Castañeda A R, et al. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems[J]. *Agricultural Water Management*, 2005, 74: 87—105.
- [3] 信乃谕. 农业水资源面临严重短缺的战略思考[J]. *灌溉与排水*, 1991, 10(3): 15—19.
- [4] 柏彦超, 倪梅娟, 王娟娟, 等. 水分胁迫对旱作水稻产量与养分吸收的影响[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(6): 1012—1014.
- [5] Yang X G, Bouman B A M, Wang H Q, et al. Performance of temperate aerobic rice under different water regimes in North China[J]. *Agricultural Water Management*, 2005, 74: 107—122.
- [6] 蔡昆争, 吴学祝, 骆世明, 等. 抽穗期不同程度水分胁迫对水稻产量和根叶渗透调节物质的影响[J]. *生态学报*, 2008, 28(12): 6148—6158.
- [7] Tao H B, Dittert K, Brueck H, et al. Growth and yield for mation of rice (*Oryza sativa* L.) in the water saving ground cover rice production system (GCRPS)[J]. *Field Crop Res*, 2006, 95: 1212.
- [8] Tao H B, Dittert K, Zhang L M, et al. Effect s of soil water content on growth, tillering, and manganese uptake of lowland rice grown in the water saving ground cover rice production system (GCRPS)[J]. *J Plant Nutr Soil Sci*, 2007, 170: 7213.
- [9] 张瑞珍, 邵玺文, 童淑媛, 等. 开花期水分胁迫对水稻产量构成及产量的影响[J]. *吉林农业大学学报*, 2006, 28(1): 1—3, 7.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 郑桂萍, 李金峰, 钱永德, 等. 土壤水分对水稻产量与品质的影响[J]. *作物学报*, 2006, 32(8): 1261—1264.
- [13] 邵玺文, 刘红丹, 杜震宇, 等. 不同时期水分处理对水稻生长及产量的影响[J]. *水土保持学报*, 2007, 21(1): 193—196.
- [14] 潘瑞炽. *水稻生理*[M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [15] 张慎凤. 干湿交替灌溉对水稻生长发育、产量与品质的影响[D]. 扬州: 扬州大学硕士学位论文, 2009.

(英文摘要下转第57页)

业,2011,(2):45.

[12] 刘林贵.膜下滴灌条件下马铃薯需肥规律探讨[J].呼和浩特科技,2005,(3):30-31.

[13] 董放,王媛,关维刚,等.旱地不同栽培模式和施氮对土壤水分、温度及氮素矿化的影响[J].西北农林科技大学学报(自然版),2008,36(12):108-114.

[14] 李倩,张睿,贾志宽,等.不同地膜覆盖对垄地温及玉米出苗的影响[J].西北农业学报,2009,18(2):98-102.

[15] 杨书运,江昌俊,孙亚东.茶园地面覆盖的保温防冻作用[J].中国农业气象,2010,31(2):305-309.

[16] 肖占文.河西走廊冷凉灌区地膜马铃薯播期与密度研究初报[J].作物杂志,2003,(6):31-32.

[17] 戴宝生,李蔚,卢华平,等.鄂东地区棉田冬种地膜马铃薯高产高效栽培技术[J].作物杂志,2009,(5):97-98.

[18] 何二良,赵跟虎.覆膜早熟马铃薯主要数量性状主成分分析[J].中国马铃薯,2002,(4):219-221.

Influence of drip irrigation underneath mulching film on growth and yield of spring potato in Yunnan

LONG Rui-ping, XIAO Ji-ping, GUO Hua-chun*, RUAN Zhong-xian
(Root & Tuber Crops Research Institute, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China)

Abstract: The influence of cultivation patterns of plastic film mulching, drip irrigation and drip irrigation underneath mulching film on the growth and yield of spring-sowing potato in Yunnan was studied. The results indicated that under the drip irrigation potato sprouted early, the rates of seedling emergence and the big tubers were high, and the yield reached 3 557.59 kg/666.7m², increasing by 58% compared with control. The yield and economic benefit increased remarkably. Due to higher soil temperature in methods of plastic film mulching and drip irrigation underneath mulching film, it had lower rate of seedling emergence because of rotten tuber; meanwhile the plastic film mulching could promote the growth of stems and leaves, decreased the harvest index, resulting in yield decrease. Drip irrigation proved an effective cultivation pattern to solve the drought problem in the early period of potato planting, which could be applied, while the ideal cultivation pattern of film mulching for spring potato in Yunnan needs further study.

Keywords: potato; plastic film mulching; drip irrigation; drip irrigation underneath film mulching; Yunnan

(上接第 37 页)

Effect of water supply before heading on panicle traits and yield of rice in cold region

GUO Xiao-hong¹, ZHENG Gui-ping¹, YIN Da-wei², LI Ming-jie³, WANG De-bin³,
QIAN Hai-xia¹, WEI Chang-kai¹, LV Yan-dong^{1*}

(1. College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China;

2. Rice Institute, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 3. Heilongjiang Zhaoyuan Farm, Daqing 166517, China)

Abstract: With Kenjiandao 5 and Kendao 12 as material, the effects of water supply before heading on panicle traits and yield of rice in cold region were studied with potted planting by examining soil water potential (SWP) with negative pressure soil moisture tensiometer. The results indicated: When intermittent irrigation at -8~-10 kPa of SWP was carried out during the stage before heading, panicles per hill of two varieties was decreased, grain number per panicle of two varieties were very significantly decreased; kernel seting rate and 1000-grain weight of two varieties were increased; economic yield of Kenjiandao 5 was increased, while economic yield of Kendao 12 was decreased. When unremitting irrigation at -18~-20 kPa and -28~-30 kPa of SWP was carried out before heading, the panicle length of two varieties were very significantly shortened; the number of primary branches degradation of two varieties were increased; the panicle weight, primary rachis-branches number, second rachis-branches number, panicles per hill, grain number per panicle and 1000-grain weight of two varieties were significantly or very significantly decreased; and economic yield of two varieties were very significantly decreased. Intermittent irrigation at -8~-10 kPa of SWP before heading could be used as irrigating index for producing high yield and high quality rice in cold region, while it is unfavorable to carry out unremitting irrigation below -18~-20 kPa of SWP before heading.

Keywords: water supply; rice in cold region; panicle traits; yield