

# 不同灌水方式对水稻齐穗期功能叶性状的影响\*

张荣萍<sup>1,2</sup>, 马均<sup>2</sup>

(1.西昌学院,四川 西昌 615013; 2.四川农业大学 水稻研究所,四川 温江 611130)

**【摘要】**选用抗旱性不同的杂交水稻冈优527、D优363和汕优63,研究了旱种、湿润灌溉、“湿润灌溉(前期)+浅水灌溉(孕穗期)+干湿交替灌溉(抽穗至成熟期)”灌溉(简称C处理)和淹水灌溉4种灌水方式对水稻齐穗期功能叶性状的影响。结果表明,“湿、晒、浅、间”灌溉方式和湿润灌溉更有利于水稻齐穗期功能叶生长,冠层叶片直立性好,功能叶叶面积和叶绿素含量较高;旱种抑制了功能叶的生长。

**【关键词】**水稻;灌水方式;齐穗期;功能叶性状

**【中图分类号】**S511.071 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2008)03-0031-04

我国是一个水资源短缺的国家,人均水资源占有量仅为世界平均水平的1/4<sup>[1]</sup>。而水稻是我国主要的粮食作物之一,传统的水稻栽培方式,一生中大部分时间处于田间持水量的90%以上,水资源利用率低<sup>[2]</sup>。近年来,水稻节水栽培技术研究备受关注<sup>[3-5]</sup>。本文主要对不同灌水方式下水稻齐穗期功能叶性状进行研究,以期能为水稻节水抗旱栽培技术及其机理提供一定的理论参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

冈优527、D优363和汕优63。

### 1.2 试验方法

试验采用灌水方式×品种2因素试验,在四川温江四川农业大学水稻研究所进行。试验田为冬闲田,土壤为沙壤土,含全磷0.095%、全钾1.999%、全氮0.184%、速效磷28.12 mg kg<sup>-1</sup>、速效钾93.32 mg kg<sup>-1</sup>、水解氮126.6 mg kg<sup>-1</sup>、有机质2.589%,pH 6.5。

4月11日播种,采用地膜育秧,5月11日移栽,移栽时叶龄为5~6叶,移栽规格为16.7 cm×33.3 cm,每穴单株。

A处理为旱种,移栽前浇透底墒水,移栽后5~7 d浇水以确保秧苗返青成活。以后全生育期旱管理,仅在分蘖盛期、孕穗期、开花期和灌浆盛期各灌一次透水,以不积水为准,其余时间靠降雨灌水。

B处理为湿润灌溉,浅水(1 cm左右)栽秧,移栽后5~7 d田间保持2 cm水层以确保秧苗返青成活。返青至成熟期田面不保持水层,土壤含水量为饱和含水量的70%~80%(用烘干法测定),无效分蘖期“够苗”晒田。

C处理为“湿、晒、浅、间”灌溉方式,即湿润灌溉(移栽至孕穗前)+浅水灌溉(孕穗期)+干湿交替灌

溉(抽穗至成熟期),浅水(1 cm左右)栽秧,移栽后5~7 d田间保持2 cm水层以确保秧苗返青成活。以后至孕穗前田面不保持水层,土壤含水量为饱和含水量的70%~80%(用烘干法测定),无效分蘖期“够苗”晒田;孕穗期土表保持1~3 cm水层;抽穗至成熟期采用灌透水、自然落干的干湿交替灌溉。

D处理为淹水灌溉(对照),水稻移栽后田面一直保持1~3 cm水层,收获前1周自然落干。

采用裂区设计,小区面积13 m<sup>2</sup>,3次重复。灌溉方式为主区,品种为副区。主区A、B、C、D处理间筑埂(宽40 cm),并用塑料薄膜包埂。A处理移栽前干耕耙,B、C和D处理移栽前泡水整田。本田按底:蘖=7:3施纯氮150 kg·hm<sup>-2</sup>,底肥为BB复合肥(总养分含量40%,N:P:K配比22:7:11,玖源化工生产),用尿素追肥。大田为人工锄草,A处理3次,B、C和D处理各2次,其他田间管理按大面积生产用进行。

### 1.3 测定项目及方法

1.3.1 叶面积和干物质重:于齐穗期每小区取5株(取样每株的茎蘖数为当时各处理每株的平均茎蘖数)测定上3叶绿素面积和干物质重。

1.3.2 叶绿素含量:于齐穗期用SPAD-501型叶绿素仪测定上3叶绿素含量。

1.3.3 上3叶叶角:齐穗期每处理调查20株的主茎上3叶叶角,取平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同灌水方式对水稻齐穗期功能叶叶面积的影响

从表1可知,齐穗期,不同灌水处理剑叶和倒2叶长度均为C>D>B>A处理;倒3叶长度D>C>B>A处理,除冈优527剑叶的C和D处理差异不显著外,不同灌水处理间差异均显著。不同灌水处理

收稿日期:2008-07-11

\*基金项目:国家“863”计划(2002AA2Z4011);国家粮食丰产科技工程(2004BA520A05);四川省教育厅重点项目资助。

作者简介:张荣萍(1980-),女,云南建水人,讲师,在读博士,主要从事作物栽培生理研究。

叶片宽度,剑叶是C>B>D>A处理;倒2叶和倒3叶均是D>C>B>A处理。而不同灌水处理上3叶叶面积,剑叶和倒3叶变化与叶片宽度相同,而倒2叶为C>D>B>A处理,且上3叶各处理间差异均达显著水平。齐穗期,水稻上3叶叶面积指数和上3

叶占总叶面积的叶面积率均是C>B>D>A处理。说明在不同灌水处理下水稻叶片大小发生了一定程度的改变,C和B处理更有利于功能叶的生长。从不同品种来看,不同灌水方式的上3叶的叶面积均是冈优527>D优363>汕优63。

表1 不同灌水方式下水稻齐穗期上3叶的长宽和叶面积 单位(cm、cm<sup>2</sup>)

品种	处理	剑叶			倒二叶			倒三叶			顶3叶LAI	
		长	宽	面积	长	宽	面积	长	宽	面积	占总面积/%	
冈优527	A	36.80c	2.13c	59.21d	50.79d	1.83c	72.21d	55.63d	1.62c	70.64d	3.65d	69.26
	B	37.94b	2.26a	64.63b	52.83c	1.91bc	78.38c	56.59c	1.88b	82.94c	6.46b	76.45
	C	38.85a	2.28a	66.84a	55.89a	1.99ab	87.65a	59.79b	1.92ab	89.64b	6.75a	77.32
	D	38.20a	2.17b	62.70c	54.17b	2.08a	86.57b	63.10a	2.00a	98.59a	6.02c	76.01
D优363	A	31.12d	1.74c	41.00c	49.53d	1.47c	57.03d	51.00d	1.40c	56.09d	3.09d	64.38
	B	36.39c	2.02ab	56.69b	50.69c	1.73b	68.30c	56.47c	1.57b	69.61c	5.61b	76.02
	C	38.31a	2.07a	60.20a	53.87a	1.83a	76.79a	58.97b	1.72a	79.50b	6.00a	76.63
	D	37.40b	1.96b	55.76b	52.46b	1.86a	75.86b	61.21a	1.75a	84.02a	5.25c	75.00
汕优63	A	32.34d	1.81c	44.32c	47.6d	1.52c	56.51d	50.22d	1.33c	52.53d	2.60d	61.32
	B	34.71c	1.96ab	51.84b	50.42c	1.71b	67.17c	54.61c	1.58b	67.65c	4.91b	72.63
	C	36.40a	2.02a	55.71a	53.48a	1.84a	76.61a	58.68b	1.68a	77.32b	5.24a	72.98
	D	35.59b	1.90b	51.37b	51.48b	1.85a	74.00b	60.44a	1.69a	80.18a	4.63c	72.12

同一栏内数据后跟不同字母者在同一品种内0.05水平上差异显著,以下同。

### 2.2 不同灌水方式对水稻齐穗期功能叶干重的影响

表2可知,齐穗期,不同灌水方式上3叶的干物质重,剑叶是C>B>D>A处理;倒2叶长度是C>D>B>A处理;倒3叶长度D>C>B>A处理,除D优363剑叶的C和B处理差异不显著外,不同灌水处理间差

异均显著。可见,C处理齐穗期剑叶和倒2叶干物质重超过D处理,B处理有利于水稻剑叶生长,尤其是C处理表现出明显的生长优势,A处理上3叶干物质积累都较低。三个品种中不同灌水方式齐穗期上3叶的干物质积累均是冈优527>D优363>汕优63。

表2 不同灌水方式下水稻齐穗期上3叶的干物重

品种	处理	剑叶/t·hm <sup>-2</sup>	倒二叶/t·hm <sup>-2</sup>	倒三叶/t·hm <sup>-2</sup>
冈优527	A	0.61 d	0.77 d	0.69 d
	B	0.81 b	0.87 c	0.91 c
	C	0.89 a	1.08 a	1.22 b
D优363	D	0.70 c	1.00 b	1.31 a
	A	0.50 c	0.64 d	0.66 d
	B	0.68 b	0.80 c	0.89 c
汕优63	C	0.74 b	1.03 a	1.14 b
	D	0.67 b	0.88 b	1.26 a
	A	0.45 d	0.61 d	0.64 d
	B	0.64 b	0.76 c	0.82 c
	C	0.71 a	0.90 a	1.03 b
	D	0.61 c	0.79 b	1.16 a

### 2.3 不同灌水方式对水稻齐穗期功能叶叶绿素含量的影响

从表3可见,齐穗期,不同灌水方式上3叶叶绿

素含量以C处理最高,B处理次之,A处理显著低于其它处理;不同叶位叶绿素含量均是剑叶>倒2叶>倒3叶。三个品种中不同灌水方式下上3叶叶绿

含量在齐穗期均表现为冈优527高于D优363,后者又高于汕优63。由此可知,C和B处理叶绿素含量

高,为稻株冠层叶具有较高的光合生产能力奠定了生理基础。

表3 不同灌水方式下水稻齐穗期上3叶叶绿素含量(SPAD值)

品种	处理	剑叶	倒二叶	倒三叶
冈优527	A	40.10c	36.70c	30.00d
	B	42.50b	37.90a	33.46b
	C	43.76a	38.50a	35.43a
	D	41.23c	37.60b	31.83c
D优363	A	40.56d	36.33c	29.98d
	B	42.76b	37.44ab	32.77b
	C	43.63a	37.86a	34.76a
	D	42.06c	36.98bc	31.98c
汕优63	A	38.46d	34.00c	28.00d
	B	40.93b	36.00a	31.20b
	C	41.96a	36.66a	32.00a
	D	40.06c	35.40b	29.00c

#### 2.4 不同灌水方式对水稻齐穗期功能叶叶片倾斜角度的影响

不同灌水方式下水稻上3叶叶角(表4),剑叶的叶角大小顺序均为D>B>C>A处理,B处理与D处理差异不显著;C、A处理比D处理上3叶叶倾角分别小1.2~1.6度、2~2.3度,差异均达显著水

平。不同叶位叶角为剑叶<倒2叶<倒3叶,倒2和倒3叶的叶角变化与剑叶一致,且三种节水处理间差异较小。三个品种中不同灌水方式的上3叶叶角均以冈优527最小,D优363次之,汕优63最大。说明节水处理剑叶的叶角小,叶片挺直,倒2、3叶的叶角适当增加,有利构成一个比较理想的植

表4 不同灌水方式下水稻齐穗期上3叶的叶角

品种	处理	剑叶	倒二叶	倒三叶
冈优527	A	9.3c	16.1c	23.8c
	B	10.8a	17.3b	24.9ab
	C	10.1b	16.8bc	24.5bc
	D	11.3a	18.6a	25.7a
D优363	A	10.1c	17.0c	24.5c
	B	11.8a	18.1b	25.8ab
	C	11.0b	17.8bc	25.0bc
	D	12.3a	19.5a	26.5a
汕优63	A	10.8c	19.2c	26.0c
	B	12.4a	20.1b	27.3ab
	C	11.5b	19.8bc	26.8bc
	D	13.1a	21.5a	28.0a

株受光姿态,截获更多的太阳光能,提高光能利用率。

### 3 讨论

水稻最后3片叶与穗分化同步,是水稻抽穗后主要的光合器官,抽穗后籽粒70%~80%的籽粒灌浆结实所需同化物也主要来自于最后3叶的光合作用,故被称为高效叶面积<sup>[10]</sup>。冠层叶片大小是理想

株型的主要因素,很多研究和生产实践证明,为进一步提高水稻产量,上3叶应适当延长<sup>[8,9]</sup>。本研究结果表明,不同节水灌溉方式下水稻冠层叶片大小和叶角均发生了不同程度的改变,“湿、晒、浅、间”灌溉方式和湿润灌溉下冠层叶片长、宽和叶面积较高,上3叶叶角小;而旱种抑制了功能叶的生长。说明,“湿、晒、浅、间”灌溉方式不仅有利于功能叶生

长,且叶片直立性好,而冠层上3叶是提高光能有效利用和增加水稻生育后期光合生产力的重要因素。一般认为光合势与光能利用率呈正相关,增加后期光合势是提高净同化率的重要途径<sup>[10]</sup>。本研究表明,齐穗期,“湿、晒、浅、间”灌溉方式和湿润灌溉方式下上3叶叶绿素含量较高,“湿、晒、浅、间”灌溉方式下上3叶干物质积累较多,而旱种下则相反,叶绿素含量较低,可能是长期处于水分胁迫下,叶绿体光合器受破坏,叶绿素分解加快,这与蔡永萍<sup>[11]</sup>等

研究结果一致。由此可知,“湿、晒、浅、间”灌溉方式和湿润灌溉更有利于构建一个高质量的群体,提高群体光合生产力,能更好地发挥其功能叶面积的作用。

本研究还表明,不同灌水方式在品种间差异与品种抗旱性有关。因此,实际生产中节水灌溉要选择抗旱性强的品种,同时与施肥相配合,才能达到节水高产高效的目标,后者还有待于进一步研究。

**注释及参考文献:**

[1]程旺大,赵国平,王岳均,等.浙江省发展水稻节水高效栽培技术的探讨[J].农业现代化研究,2000,21(3):197-200.  
 [2]刁操铨.作物学各论[M].北京:中国农业出版社,1994:77-83.  
 [3]曾翔,李阳生,谢小立,等.不同灌溉模式对杂交水稻生育后期根系生理特性和剑叶光合特性的影响[J].中国水稻科学,2003,17(1):355-359.  
 [4]杨建昌,王志琴,朱庆森.水稻品种的抗旱及其生理特性的研究[J].中国水稻科学,1995,28(5):65-72.  
 [5]陈温福,徐正进,张步龙,等.不同株型粳稻品种的冠层特征和物质生产关系的研究[J].中国水稻科学,1991,5(2):67-71  
 [6]苏祖芳,王辉斌,等.水稻生育中期群体质量与产量形成关系的研究[J].中国农业科学,1998,31(5):19-25  
 [7]杨建昌,朱庆森,曹显祖.水稻群体冠层结构与光合特性对产量形成作用的研究[J].中国农业科学,1992,25(4):7-14  
 [8]杨守仁,张龙步,陈温福,等.水稻理想株型育种的基础研究及其与国内外同类研究的比较[J].沈阳农业大学学报,1991,22(增刊):1-5  
 [9]万安良,钟永模.水稻品种叶面积与穗重关系的研究[J].中国农业科学,1981,(6):21-28  
 [10]冯惟珠,苏祖芳,杜永林,等.水稻灌浆期源质量与产量关系及氮素调控的研究[J].中国水稻科学,2000,14(1):24-33  
 [11]蔡永萍,杨其光,黄义德.水稻水作与旱作对抽穗后剑叶光合特性、衰老及根系活性的影响[J].中国水稻科学,2000,14(4):219-224

## Effects of Different Irrigation Regimes on Characteristics of Functional Leaves in Paddy Rice at the Full Heading Stage

ZHANG Rong-Ping<sup>1,2</sup>, MA Jun<sup>2</sup>

(1.Xichang College, Xichang, Sichuan 615013; 2. Rice Research Institute of Sichuan Agricultural University, Wenjiang, Sichuan 611130)

**Abstract:** The experiments were carried out using three paddy rice of Gangyou 527, Diyou 363, and Shanyou 63 in farmland experiments to study the effects of four irrigation regimes [ dry cultivation(DC), damp irrigation(DI), the treatment C that controlled damp irrigation before booting stage, shallow irrigation at booting stage, wetting-drying alternation irrigation from heading stage to mature stage, and submerged irrigation (SI)] on characteristics of functional leaves at the full heading stage. The results indicated that the treatment C and DI have high functional leaves area and chlorophyll content, and have excellent upright habit of functional leaves, and are favorable to the growth of functional leaves at the full heading stage, but the treatment DC inhibited the growth of functional leaves

**Key words:** Paddy rice; Irrigation regime; Full heading stage; Characteristics of functional leaves