

# 水氮管理对优质杂交中稻旌优 127 产量及氮肥利用率的影响<sup>①</sup>

张林<sup>1,2</sup>, 徐富贤<sup>1,2</sup>, 熊洪<sup>1,2</sup>, 蒋鹏<sup>1</sup>, 周兴兵<sup>1</sup>, 朱永川<sup>1</sup>, 刘茂<sup>1</sup>, 郭晓艺<sup>1</sup>

(1 四川省农业科学院水稻高粱研究所/农业部西南水稻生物学与遗传育种重点实验室, 四川德阳 618000;

2 国家水稻改良中心四川泸州分中心, 四川泸州 646100)

**摘要:**为充分发挥优质稻的产量潜力并实现水氮资源的高效利用,以优质杂交中稻旌优 127 为材料,在大田环境下研究管水方式(W)、施氮量(N)和施氮方式(D)及其互作对水稻产量、穗粒结构和氮肥利用率的影响。结果表明:管水方式(W)、施氮量(N)、管水方式(D)与施氮方式互作(W×D)、管水方式与施氮量互作(W×N)、施氮量与施氮方式互作(N×D)以及三者互作(W×N×D)间对旌优 127 产量的影响达极显著水平,施氮方式(D)对产量的影响接近显著水平( $P=0.0505$ ),旌优 127 产量在不同施氮量下均以浅湿管水且氮肥后移时产量最高。管水方式(W)、施氮量(N)、施氮方式(D)及其互作对水稻穗粒结构有不同程度的影响,通径分析表明影响产量的主要因子为单位面积有效穗数,其次是穗粒数。除施氮方式(D)、管水方式与施氮量互作(W×N)外的其他因子及其互作对氮肥农学利用率有显著影响;浅湿管水处理氮肥农学利用率显著低于常规管水处理;在浅湿管水下,氮肥后移时水稻氮肥农学利用率随着施氮量的增加显著降低,常规施氮时差异较小;在常规管水下则相反。除施氮方式(D)外的其他因子及其互作对氮肥偏生产力有显著影响;浅湿管水处理氮肥偏生产力显著高于常规管水处理;氮肥偏生产力在不同的管水方式下均随施氮量的增加显著降低。浅湿管水,施氮 100 kg/hm<sup>2</sup>,最高苗期适量施用穗肥是试验所在生态区最佳的水氮管理方式。

**关键词:** 优质稻; 水氮管理; 产量; 氮肥利用率

**中图分类号:** S365; S511.3+2 **文献标识码:** A

肥水管理技术是提高水稻产量、氮肥利用率和水分利用率的主要措施,是发展优质高产、环境友好、资源节约型现代农业的关键途径,一直是水稻栽培的研究重点领域之一<sup>[1-3]</sup>。大量研究表明<sup>[2,4-5]</sup>,水稻氮效率存在基因型差异,合理的肥水管理技术不但能促进水稻生长发育和提高产量,而且可提高水稻氮素吸收利用效率。但以往的研究主要集中在管水方式、施氮量单因子或两因子互作效应,针对管水方式、施氮量和施氮方式 3 因子对水稻产量和氮肥利用的影响研究较少,且结论尚不一致。李波等<sup>[6]</sup>研究认为基肥减 50%可提高或稳定水稻产量。崔运来等<sup>[7]</sup>研究认为节水灌溉下适当增加追肥次数有利于减少氮素损失而提高氮肥利用率。潘圣刚等<sup>[8]</sup>、刘立军等<sup>[9]</sup>及孙永健等<sup>[10]</sup>研究表明,节水灌溉下适宜的氮肥运筹对提高水稻氮吸收利用及产量作用显著,且水氮间存在显著的互作效应。而 Belder 等<sup>[11]</sup>认为水氮互作对产量、

生物量 and 水分利用率没有显著影响;Tan 等<sup>[12]</sup>研究认为与连续灌溉相比,节水灌溉增加了氮肥的淋失损失量,降低了氮肥利用率;陈星等<sup>[13]</sup>研究表明淹水处理下水稻产量、地上部氮素积累量、氮肥农学利用率、氮肥吸收利用率、氮肥偏生产力和氮肥生理利用率显著高于控水处理。此外,肥水管理技术对水稻产量、氮肥利用率的影响程度还与品种类型、生态条件、土壤基础肥力和种植方式等关系密切<sup>[14-19]</sup>。因此,本研究在前期研究的基础上<sup>[20-23]</sup>,进一步研究试验所在生态区水分管理、施氮量和施氮方式及其互作对优质杂交稻产量和氮肥利用率的影响,为该生态区发展节水节肥高产优质型水稻生产技术提供理论基础和实践依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 试验田概况

试验于 2015 年在四川省农业科学院水稻高粱研

基金项目: 国家粮食科技丰产工程项目(2013BAD07B13)、国家水稻产业体系项目(CARS-01)、四川省水稻育种攻关项目和四川省财政基因工程项目资助。

作者简介: 张林(1982—),男,贵州威宁人,硕士,副研究员,主要从事水稻遗传育种与高产理论研究。E-mail: zhanglin1090@sina.com

究所泸县试验基地冬水田(105°38'08" E, 29°17'59" N)进行。试验稻田为棕色砂壤土,土质均匀,耕作层(0~

15 cm)肥力指标见表 1, 试验处理以外的栽培管理措施同大田生产。

表 1 试验土壤肥力指标  
Table 1 Basic fertility of tested soil

土壤	pH	有机质(g/kg)	全钾(g/kg)	速效钾(mg/kg)	全氮(g/kg)	有效氮(mg/kg)	全磷(g/kg)	有效磷(mg/kg)
棕色砂壤土	4.88	13.8	12.0	113	1.14	108	0.4	21

## 1.2 试验设计

试验以优质杂交中稻品种旌优 127(国颁二级优米)为材料, 2015 年 3 月 6 日播种, 地膜湿润育秧, 4 月 13 日叶龄 4.5 叶左右移栽 移栽规格 27 cm × 20 cm, 每穴栽双株。试验采用裂区设计, 以管水方式(W)为主区, 施氮量(N)为裂区, 施氮方式(D)为裂-裂区。设 2 种水分管理方式(W): 浅湿管水(W1), 即栽秧至分蘖盛期灌浅水, 够苗晒田, 拔节至抽穗期浅水, 抽穗后至成熟期干湿交替管理; 常规管水(W2), 即全生育期保持一定水层。4 个施氮量(以纯 N 计)水平: 0(CK, W1 下为 CK1, W2 下为 CK2)、100(N1)、

150(N2)、200(N3) kg/hm<sup>2</sup>。3 种施氮方式(D): D1, 底肥 蘖肥(栽后 10 天施用)=75 25; D2, 底肥 穗肥(最高苗期施用)=75 25。试验期间磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/hm<sup>2</sup>)和钾肥(K<sub>2</sub>O 105kg/hm<sup>2</sup>)全部作底肥移栽前一次施用。试验小区面积 13 m<sup>2</sup>, 3 次重复, 小区间走道 53.5 cm, 区组间走道 86.5 cm, 各小区采用塑料隔板隔开, 排灌水管理实行单排单灌。试验小区水稻生育期基本一致, 于成熟期 8 月 8 日收获。水稻本田(秧苗移栽后)生长期间降水量分布、平均温度(T)、最低温度(T<sub>min</sub>)和最高温度(T<sub>max</sub>)气象数据由四川省泸县气象站提供(图 1)。

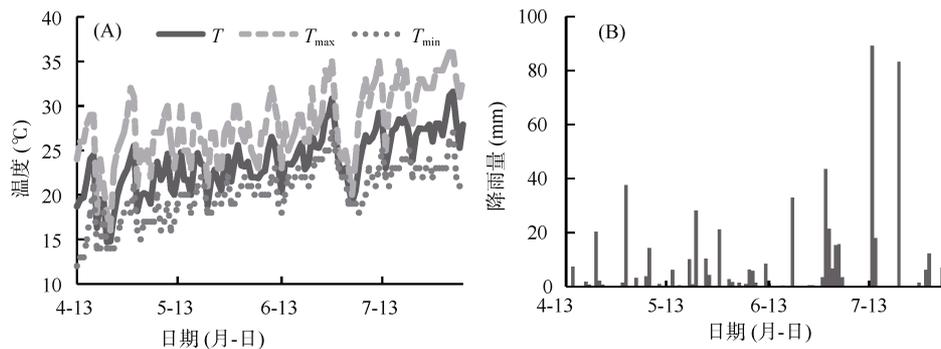


图 1 水稻生育期间气温(A)和降水量(B)

Fig. 1 Changes of temperature (A) and rainfall (B) during rice growth stage

## 1.3 测定项目与方法

于移栽后 20 d 开始, 每小区定 2 点, 每点 10 穴, 每周调查 1 次分蘖动态, 至分蘖下降为止。成熟期试验所有小区按其小区平均有效茎数取样 5 穴, 在室内考查单株有效穗、穗长、每穗颖花数、每穗实粒数、结实率及千粒重。小区产量采取单打单晒实收测产, 小区实产和千粒重均按 13.5% 含水量折合为标准重量。

氮肥利用率指标: 氮肥农学利用率: 施氮肥区与不施氮肥区稻谷产量之差与施氮水平之比, 即单位施氮量的产量增加量; 氮肥偏生产力: 施氮肥区水稻产量与氮肥施用量的比值。

## 1.4 数据分析

所有数据的计算由 DPS 7.05 数据处理系统和 Excel 操作系统完成。采用最小显著极差法(LSD)进行处理间差异显著性检验( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 水氮管理对旌优 127 产量的影响

单因子方差分析表明(表 2), 不同处理间旌优 127 产量差异达极显著水平( $P < 0.01$ ), 施氮处理的产量均显著高于对照(CK), 产量最高的肥水运筹处理是 W1N2D2(浅湿管水 + 施氮 150 kg/hm<sup>2</sup> + 底肥 穗肥=75 25), 产量达 8 988 kg/hm<sup>2</sup>, 但与 W1N1D2 和 W1N3D2 产量差异未达到显著水平( $P > 0.05$ )。对不同管水方式、施氮量和施氮方式进行方差分析表明(表 3), 管水方式(W)、施氮量(N)、管水方式与施氮方式互作(W×D)、管水方式与施氮量互作(W×N)、施氮量与施氮方式互作(N×D)以及三者互作(W×N×D)间对旌优 127 产量的影响达极显著水平, 施氮方式对产量的影响接近显著水平( $P = 0.0505$ )。其中, 浅湿管水

处理产量显著高于常规管水处理；随施氮量的增加水稻产量逐渐提高，即  $N_3 > N_2 > N_1$ ，但  $N_3$  与  $N_2$  差异不显著；氮肥后移处理产量高于施用常规施氮处理，即  $D_2 > D_1$ 。

## 2.2 水氮管理对旌优 127 穗粒结构的影响

单因子方差分析表明(表 2)，不同处理间最高苗数、有效穗数、穗长、结实率、千粒重和穗粒数的差异达显著或极显著水平。对不同管水方式、施氮量和施氮方式进行方差分析表明(表 3)，管水方式、施氮量、施氮方式、管水方式与施氮方式交互、施氮量与施氮方式交互以及三者交互间对旌优 127 最高苗数的影响达显著或极显著水平；管水方式、施氮量、施氮方式、管水方式与施氮方式交互和施氮量与施氮方式交互对旌优 127 有效穗数的影响达显著或极显著水平；施氮方式显著影响旌优 127 的穗长；管水方式和施氮方式显著影响旌优 127 结实率；施氮方式显著影响旌优 127 千粒重；施氮量、施氮方式和施氮量与施氮方式交互对旌优 127 穗粒数的影响达显著或极显著水平。通径分析结果表明(表 4)，旌优 127 穗粒结构对产量形成的影响表现为有效穗数 > 穗粒数 > 千粒重 > 结实率。影响优质杂交中稻旌优 127 产量的主要因子为单位面积有效穗数，其次是穗粒数。

## 2.3 水氮管理对氮肥利用率的影响

方差分析表明(表 3)，管水方式、施氮量、管水

方式与施氮方式交互、施氮量与施氮方式交互以及三者交互间对旌优 127 氮肥农学利用率的影响达极显著水平；施氮方式以及管水方式与施氮量交互对旌优 127 氮肥农学利用效率的影响较小。管水方式、施氮量、管水方式与施氮量交互、管水方式与施氮方式交互、施氮量与施氮方式交互以及三者交互间对旌优 127 氮肥偏生产力的影响达极显著水平；施氮方式对旌优 127 氮肥偏生产力的影响较小。从图 2A 可以看出，浅湿管水处理氮肥农学利用率显著低于常规管水处理。在浅湿管水处理下，氮肥后移时水稻氮肥农学利用效率随着施氮量的增加显著降低，常规施氮时差异较小；在常规管水处理下则相反，氮肥后移时水稻氮肥农学利用效率在不同施氮量间差异较小，常规施氮时随着施氮量的增加显著降低。从图 2B 可以看出，浅湿管水处理氮肥偏生产力显著高于常规管水处理。氮肥偏生产力在不同的管水方式下均随施氮量的增加显著降低。在浅湿管水下，氮肥农学利用效率和偏生产力均最高的氮肥运筹是施氮  $100 \text{ kg/hm}^2$ ，底肥 穗肥=75 25。在常规管水下，氮肥农学利用效率和偏生产力均最高的氮肥运筹是施氮  $100 \text{ kg/hm}^2$ ，底肥 穗肥=75 25。综合产量和氮肥利用率考虑，试验所在生态区最佳的肥水管理是浅湿管水，施氮  $100 \text{ kg/hm}^2$ ，最高苗期适量施用穗肥。

表 2 不同处理下旌优 127 产量及穗粒结构的多重比较结果

Table 2 Multiple comparison of rice yield and panicle-grain structure of Jingyou 127 under different treatments

处理	最高苗数( $\times 10^4/\text{hm}^2$ )	有效穗数( $\times 10^4/\text{hm}^2$ )	穗长(cm)	结实率(%)	千粒重(g)	穗粒数	实产( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )
CK1	325 h	222 g	25.02 bc	79.97 a	29.41 ab	153 cd	7 946 f
W1N1D1	401 de	244 de	24.92 c	75.47 cdef	29.10 b	156 bcd	8 281 e
W1N1D2	411 cde	246 de	26.07 ab	79.82 ab	29.72 ab	158 abc	8 969 a
W1N2D1	421bcd	252 cd	25.11 bc	76.57 abcdef	29.68 ab	153 cd	8 759 bc
W1N2D2	427 bc	262 bc	25.74 abc	78.79 abc	29.72 ab	149 d	8 988 a
W1N3D1	456 a	287 a	24.83 c	77.26 abcde	29.15 b	136 e	8 720 cd
W1N3D2	429 bc	268 b	25.37 abc	78.10 abcd	29.5 ab	151 cd	8 904 ab
CK2	287 i	196 h	25.02 bc	78.43 abc	29.51 ab	167 a	7 033 h
W2N1D1	366 g	234 f	25.35 abc	73.77 ef	29.65 ab	157 bcd	8 368 e
W2N1D2	342 h	217 g	25.07 bc	77.6 labcd	29.96 a	157 bcd	7 718 g
W2N2D1	394 ef	250 d	24.92 c	76.33 bcdef	29.14 b	154 cd	8 721 cd
W2N2D2	378 fg	237 ef	25.9 abc	78.99 abc	30.03 a	155 cd	8 077 f
W2N3D1	443 ab	266 b	25.3 abc	73.45 f	29.10 b	149 cd	8 729 cd
W2N3D2	426 bc	246 de	26.35 a	74.58 def	29.64 ab	165 ab	8 580 d
差异显著水平	**	**	**	**	*	**	**

注：表中同列数据后小写字母不同表示处理间差异在  $P < 0.05$  水平上显著；\* 和 \*\* 分别表示在  $P < 0.05$  和  $P < 0.01$  水平上显著；下同。

表 3 管水方式、施氮量和施用方式对旌优 127 产量、穗粒结构和氮肥利用率的影响

Table 3 Effects of water management, application rate of nitrogen and nitrogen application ratio on yield, panicle-grain structure and nitrogen use efficiency of Jingyou 127

统计值	处理	最高苗数 ( $\times 10^4/\text{hm}^2$ )	有效穗数 ( $\times 10^4/\text{hm}^2$ )	穗长 (cm)	结实率 (%)	千粒重 (g)	穗粒数	实产 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )	氮肥偏生产 力( $\text{kg}/\text{kg}$ )	氮肥农学利 用率( $\text{kg}/\text{kg}$ )
均值	W1	424 a	260 a	25.34 a	77.67 a	29.48 a	150 a	8 770 a	63.16 a	5.77 b
	W2	392 b	242 b	25.48 a	75.79 b	29.58 a	156 a	8 366 b	59.90 b	9.11 a
	N1	380 c	235 c	25.35 a	76.67 a	29.61 a	157 a	8 334 b	83.35 a	8.45 a
	N2	405 b	250 b	25.42 a	77.67 a	29.64 a	152 b	8 636 a	57.58 b	7.65 b
	N3	439 a	267 a	25.47 a	75.85 a	29.35 a	150 b	8 733 a	43.67 c	6.22 c
	D1	414 a	256 a	25.07 b	75.48 b	29.3 b	151 b	8 596 a	61.71 a	7.62 a
	D2	402 b	246 b	25.75 a	77.98 a	29.76 a	156 a	8 539 a	61.34 a	7.25 a
	F 值	W	69.83*	67.13*	0.16	209.78**	4.29	4.08	145.33**	187.81**
	N	20.84**	83.82**	0.14	1.93	1.48	6.24*	38.08**	5 538.62**	15.49**
	D	39.72**	22.42**	9.28*	10.22**	22.81**	14.89**	4.73	4.10	4.10
	W×N	3.15	1.62	3.02	1.93	0.98	6.78*	10.66**	21.56**	0.55
	W×D	17.1**	11.3**	0.18	0.00	1.59	0.09	261.4**	361.37**	362.94**
	N×D	8.46**	6.41*	0.29	1.31	0.01	16.25**	8.15**	7.62**	7.65**
	W×N×D	13.23**	2.58	1.94	0.04	3.02	0.67	30.62**	88.03**	88.22**

表 4 旌优 127 穗粒结构对产量的通径分析

Table 4 Path analysis between panicle-grain structure and grain yield of Jingyou 127

因子	相关系数	P 值	直接作用	间接作用			
				X1	X2	X3	X4
有效穗数(X1)	0.867 9	0.000 1	1.283 6		-0.0222	-0.042 7	-0.350 9
结实率(X2)	-0.178 6	0.541 2	0.095 6	-0.298 3		0.042 4	-0.018 4
千粒重(X3)	-0.193 6	0.507 2	0.108 5	-0.504 6	0.037 4		0.165 1
穗粒数(X4)	-0.518 6	0.057 4	0.448 8	-1.003 5	-0.003 9	0.039 9	

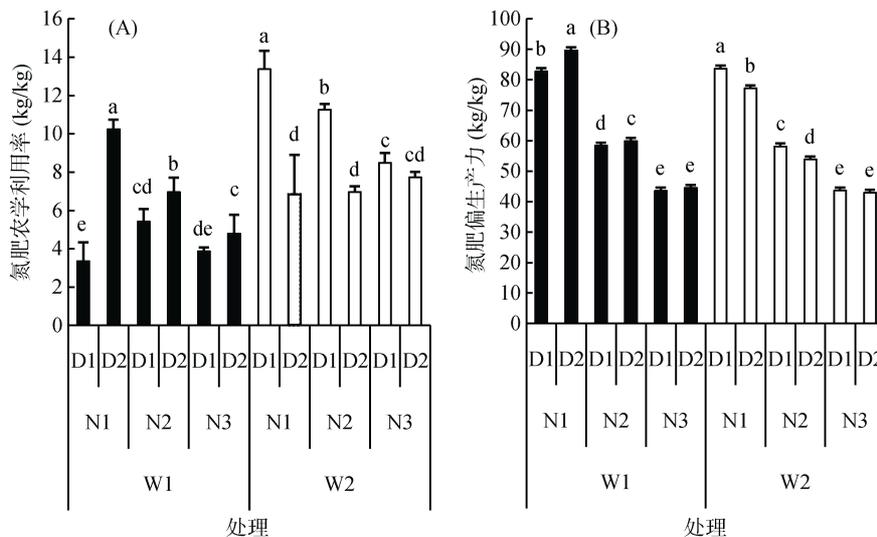


图 2 不同处理氮肥农学利用率(A)和氮肥偏生产力(B)表现

Fig. 2 Nitrogen agronomy efficiency (A) and partial factor productivity of applied nitrogen(B) under different treatments

### 3 讨论

水分、氮素两因子对产量、水分利用率及氮肥利

用效率起着重要的调控作用,但其在水稻生长发育过程中又相互影响和制约,水稻能否发挥水氮耦合效应,进而提高产量、品质、水分和氮素利用效率是当

前水稻栽培热点话题,相关研究报道已较多<sup>[7-13]</sup>。水稻营养生长期生长发育随施氮量增加而增大,生殖生长期施氮量与群体生长速度呈二次曲线关系,与产量水平呈单峰曲线关系<sup>[8,24]</sup>。普遍研究认为,适量增加穗肥施用比例能提高水稻产量和氮肥的利用率,但与品种类型、生态条件、土壤类型、土壤基础肥力、种植方式等关系密切<sup>[14,20-23]</sup>。浅湿交替灌溉较传统深水层淹水灌溉提高了根区溶氧能力,促进根系发育,产量水平也较传统淹灌处理有不同程度的增加<sup>[8-10]</sup>。本研究表明,浅湿管水(W1)处理产量显著高于常规管水处理(W2);随施氮量的增加水稻产量逐渐提高,N3>N2>N1,但N3与N2差异不显著;施用穗肥(D2)处理产量高于施用基肥处理(D1),与前人研究结果基本一致。

水氮互作对水稻产量和氮肥利用率的影响系统研究不足,结果也不尽一致。潘圣刚等<sup>[9]</sup>、刘立军等<sup>[10]</sup>及孙永健等<sup>[11]</sup>研究表明,节水灌溉模式下适宜的氮肥运筹对提高水稻氮吸收利用及产量作用显著,且水氮间存在显著的互作效应;而Belder等<sup>[11]</sup>、Tan等<sup>[12]</sup>、陈星等<sup>[13]</sup>研究认为与连续灌溉相比,节水灌溉降低了氮肥利用率。本研究认为管水方式(W)、施氮量(N)、管水方式与施氮方式互作(W×D)、施氮量与施氮方式互作(N×D)以及三者互作(W×N×D)间对水稻氮肥农学利用率的影响极显著,但施氮方式(D)单因子以及管水方式与施氮量(W×N)互作对氮肥农学利用效率的影响较小。管水方式、施氮量、管水方式与施氮量互作、管水方式与施氮方式互作、施氮量与施氮方式互作以及三者互作间对氮肥偏生产力的影响极显著,但施氮方式(D)单因子对氮肥偏生产力的影响较小。浅湿交替管水下氮肥农学利用率低是否与氮肥的挥发、淋失量大有关需进一步研究。

## 4 结论

1) 浅湿管水处理产量显著高于常规管水处理;随施氮量的增加水稻产量逐渐提高,施用穗肥处理产量高于施用基肥处理,但对产量的影响不显著;管水方式、施氮量和施氮方式互作显著影响水稻产量。

2) 管水方式、施氮量和施氮方式及其互作对水稻穗粒结构有不同程度的影响。影响优质杂交中稻旌优127产量的主要因子为单位面积有效穗数,其次是穗粒数。

3) 浅湿管水处理氮肥农学利用率显著低于常规管水处理。在浅湿管水处理下,氮肥后移时水稻氮肥农学利用效率随着施氮量的增加显著降低,常规施氮

时差异较小;在常规管水处理下则相反。浅湿灌水处理氮肥偏生产力显著高于常规管水处理。氮肥偏生产力在不同的管水方式下均随施氮量的增加显著降低。

4) 综合产量和水氮利用效率考虑,试验所在生态区最佳的水氮管理方式是浅湿管水、施氮100 kg/hm<sup>2</sup>、最高苗期适量施用穗肥。

## 参考文献:

- [1] 朱兆良. 农田中氮肥的损失与对策[J]. 土壤与环境, 2000(1):1-6
- [2] 徐富贤,熊洪,谢戎,等. 水稻氮素利用效率的研究进展及其动向[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(5): 1215-1225
- [3] Roland B, Christian W. Challenge and opportunity in improving fertilizer-nitrogen use efficiency of irrigated rice in China[J]. Agricultural Sciences in China, 2002, 7: 67-76
- [4] 殷春渊,张庆,魏海燕,等. 不同产量类型水稻基因型氮素吸收、利用效率的差异[J]. 中国农业科学, 2010, 43(1): 39-50
- [5] 张林,熊洪,朱永川,等. 杂交中稻植株性状对氮素的响应及其与氮效率的关系[J]. 中国稻米, 2010,16(1): 30-35
- [6] 李波,刘建,汪波,等. 氮素基、穗肥减量对水稻生长及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2015, 31(36): 18-23
- [7] 崔远来,李远华,吕国安,等. 不同水肥条件下水稻氮素运移与转化规律研究[J]. 水科学进展, 2004,15(3): 280-285
- [8] 潘圣刚,曹凑贵,蔡明历,等. 不同灌溉模式下氮肥水平对水稻氮素利用效率、产量及其品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(2): 283-289
- [9] 刘立军,薛亚光,孙小淋,等. 水分管理方式对水稻产量和氮肥利用率的影响[J]. 中国水稻科学, 2009, 23(3): 282-288
- [10] 孙永健,孙园园,刘树金,等. 水分管理和氮肥运筹对水稻养分吸收、转运及分配的影响[J]. 作物学报, 2011, 37(12): 2221-2232
- [11] Belder P, Bouman B A M, Cabangon R, et al. Effect of water-saving irrigation on rice yield and water use in typical lowland conditions in asia[J]. Agricultural Water Management, 2004, 65(3): 193-210
- [12] Tan X, Shao D, Liu H, et al. Effects of alternate wetting and drying irrigation on percolation and nitrogen leaching in paddy fields[J]. Paddy & Water Environment, 2013, 11(1/2/3/4): 381-395
- [13] 陈星,李亚娟,刘丽,等. 灌溉模式和供氮水平对水稻氮素利用效率的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(2): 283-290
- [14] 凌启鸿,张洪程,戴其根,等. 水稻精确定量施氮研究[J]. 中国农业科学, 2005, 38(12): 2457-2467
- [15] 殷春渊,张庆,魏海燕,等. 不同施氮水平对南方早稻氮素吸收利用及其产量和品质的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(4): 490-496
- [16] 杨安中,吴文革,李泽福,等. 氮肥运筹对超级稻库源关系、干物质积累及产量的影响[J]. 土壤, 2016, 48(2): 254-258

- [17] 周亮, 荣湘民, 谢桂先, 等. 不同氮肥施用对双季稻产量及氮肥利用率的影响[J]. 土壤, 2014, 46(6): 971-975
- [18] 邓中华, 明日, 李小坤, 等. 不同密度和氮肥用量对水稻产量、构成因子及氮肥利用率的影响[J]. 土壤, 2015, 47(1): 20-25
- [19] 郭晨, 徐正伟, 李小坤, 等. 不同施氮处理对水稻产量、氮素吸收及利用率的影响[J]. 土壤, 2014, 46(4): 618-622
- [20] 徐富贤, 熊洪, 张林, 等. 西南稻区杂交中稻产量的地域差异及其高效施氮量研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(2): 273-282
- [21] 刘明星, 张林, 范青华, 等. 前氮后移对杂交中稻及其再生稻产量的影响[J]. 中国稻米, 2014, 20(4): 48-50
- [22] 徐富贤, 熊洪, 张林, 等. 西南地区氮肥后移对杂交中稻产量及构成因素的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(1): 29-36
- [23] 徐富贤, 熊洪, 张林, 等. 西南稻区不同地域和施氮水平对杂交中稻氮、磷、钾吸收累积的影响[J]. 作物学报, 2011, 37(5): 882-894
- [24] 姚锋先. 不同水氮管理对水稻生长和水氮效率影响的生理机制研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2011

## Effects of Water and Nitrogen Management on Yield and Nitrogen Use Efficiency of Good Quality Hybrid Rice Jingyou 127

ZHANG Lin<sup>1,2</sup>, XU Fuxian<sup>1,2</sup>, XIONG Hong<sup>1,2</sup>, JIANG Peng<sup>1</sup>, ZHOU Xingbing<sup>1</sup>,  
ZHU Yongchuan<sup>1</sup>, LIU Mao<sup>1</sup>, GUO Xiaoyi<sup>1</sup>

(1 Rice and Sorghum Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Southwest Rice Biology and Genetic Breeding, Ministry of Agriculture, Deyang, Sichuan 618000, China; 2 Luzhou Branch of National Rice Improvement Center, Luzhou, Sichuan 646100, China)

**Abstract:** In order to fully realize the yield potential of good quality rice and the efficient utilization of water and nitrogen (N) resources, we explored the effects of water management (W), N application level (N) and application method (D) as well as their interaction on rice yield, grain structure and N use efficiency by a field experiment with the good quality hybrid rice Jingyou127 as material. The results showed that the yield of Jingyou 127 was extremely significant effected by W, N and the interactions of W×N, W×D, N×D and W×N×D. The effect of D on yield was close to the significant level ( $P=0.0505$ ), the yield of Jingyou127 was highest when 75% N as base fertilizer and 25% as panicle fertilizer in wet-shallow alternate irrigation. W, N, D and their interactions had different effects on grain structure. Path analysis showed that the effective panicles and spikelets per panicle were the main factors of the yield. Except D and W×N, the other factors and their interactions had significant effects on N agronomic efficiency. Under the wet-shallow alternate irrigation, N agronomic efficiency was significantly lower than that under conventional irrigation, and it significantly decreased with the increase of N application level at postponing N application treatment, but little difference under conventional N application treatment, which had the opposite effect. Except D, the other factors and their interactions had significant effects on the partial factor productivity of applied N. Under the wet-sallow alternate irrigation, the partial factor productivity of applied N was significantly higher than that under conventional irrigation, and it significantly decreased with the increased N application level. Wet-shallow alternate irrigation, 100 kg/hm<sup>2</sup> N (75% as base fertilizer and 25% as panicle fertilizer) is the best model of water-nitrogen coupling management.

**Key words:** Good quality rice; Water and nitrogen managements; Yield; Nitrogen use efficiency