

肥水耦合对盐碱地水稻产量及其构成因素的影响

刘晓亮, 齐春艳*, 侯立刚, 刘 亮, 马 巍

(吉林省农业科学院水稻研究所, 长春 130033)

摘 要:采用裂区设计,以吉粳511和吉粳809为试验材料,研究肥水耦合对盐碱地水稻产量及其构成因素的影响。结果表明:两个品种的肥料与水分处理间在每穗实粒数、千粒重、有效分蘖数、结实率和产量上均存在耦合效应。其中两个品种均以减氮22%,传统灌溉方式下水稻产量最高。间歇及控制灌溉均不利于盐碱地水稻稳产及增产。

关键词:肥水耦合;盐碱地;水稻;产量;产量构成因素

中图分类号:S511

文献标识码:A

文章编号:1003-8701-(2017)06-0018-05

Effect of Coupling of Fertilizer and Water on Yield and Yield Components of Rice in Saline-Alkali Paddy Field

LIU Xiaoliang, QI Chunyan*, HOU Ligang, LIU Liang, MA Wei

(*Rice Research Institute of Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China*)

Abstract: Adopting split-plot experiment design, and using 'Jijing 511' and 'Jijing 809' as material, effects of coupling of water and fertilizers on rice yield and yield components were studied. The results showed that for both varieties, fertilizer and water treatment have mutual effect on grain numbers per panicle, 1000-grain weight, effective tiller number, seed rate and yield. When the N was reduced by 22%, the rice yield was the highest for traditional irrigation methods. Intermittent irrigation of and controlled irrigation was not conducive to increase and steady yield of rice in saline-alkali paddy field.

Key words: Coupling of water and fertilizer; Saline soils; Rice; Yield; Components of yield

水稻是我国重要的粮食作物,其种植面积占整个谷类作物的26.6%,产量占粮食总产的43.6%^[1-4]。同时,水稻也是我国耗水量最多的作物,土壤水分和养分是影响水稻产量的重要因子,探明西部盐碱地区肥料和水分对水稻产量的影响及水肥的耦合效应,对于建立优质高产水稻栽培技术体系具有重要意义^[5-7]。有研究表明,中国氮肥用量占世界水稻氮肥总用量的35%^[8],由于氮肥施用量过高和前期施氮过多,导致氮肥利用率偏低,整体上氮肥过量较为严重^[9]。由此产生的环境问题也日益凸显,例如土壤酸化问题^[10]和温室效应增加问题^[11]。2014年国家水利部数据显

示,按照目前中国正常用水需求,每年农业生产缺少 $260 \times 10^9 \text{ m}^3$ 农业用水,农田受旱面积约 $200 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ^[12],可见,水资源短缺问题和氮肥过量施用问题已经成为制约中国粮食安全的两大突出问题。水分和养分作为影响水稻产量的关键因素,在20世纪60年代就有学者研究土壤水分状况对水稻生长和生理的影响,但在盐碱地区水稻水肥耦合方面的研究则少有报道^[13-15]。直至20世纪80年代,“以肥调水,以水促肥”的观点在小麦、棉花和玉米上提出后,才逐渐有学者开展关于水稻的水、肥耦合方面的研究^[16-20]。

本文在借鉴前人研究的基础上,针对吉林省西部盐碱稻田面积较大,水资源缺乏的现状,同时为了提高盐碱地区水稻产量,改善品质和提高经济效益,研究了不同肥水处理对盐碱地水稻产量及农艺性状的影响,旨在为盐碱地区水稻生产提供理论基础和技术支持。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

收稿日期:2017-08-14

基金项目:国家科技支撑计划课题(2013BAD07B02);吉林省科技发展计划(2015309005NY);国家重点研发计划子课题(2017YFD0300608-4)

作者简介:刘晓亮(1985-),男,研究实习员,硕士,主要从事水稻栽培研究工作。

通讯作者:齐春艳,女,博士,副研究员,E-mail:qichunyan0516@163.com

试验地选在吉林省镇赉县大屯镇。地点位于吉林省西北部,地理坐标为东经 $122^{\circ}47'06.3''$ ~ $124^{\circ}04'33.7''$,北纬 $45^{\circ}28'14.3''$ ~ $46^{\circ}18'15.8''$;pH为7.6~8,盐分为0.12%~0.16%。

1.2 试验材料

参试材料为吉林省农业科学院水稻研究所育成品种吉粳511和吉粳809,生育期140~145 d。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计

采取裂区设计,设灌溉方式为主区,施氮量为副区。主区设3个水平,分别为间歇灌溉(JX)、控制灌溉(KG)和传统灌溉(CG);副区共4个水平,以当地施氮量(N_3)为对照,相对对照分别减施22%(N_2)、44%(N_1)、100%(N_0),共12个处理,试验设3次重复,每个小区面积为 20 m^2 ,处理间用塑料挡板隔开,各小区按试验设计实行单排单灌。

1.3.2 水分处理

试验设计3种灌溉处理。间歇灌溉处理(JX):返青期保持30 mm水层,分蘖末期晒田5 d,黄熟期自然落干。其余阶段,水层30~40 mm,至水层消耗完即田面有可见水,无水层时再灌溉,如此反复干淹交替;控制灌溉处理(KG):返青期保持上限15 mm水层,返青后田面不留水层。分蘖期约30 d,每次灌水30 mm后自然干到田面无水层轻微开裂时再进行下一次灌水。孕穗至开花期,田面裂缝再灌水。齐穗期不再灌水,露田3~5 d,至田面轻微开裂。灌浆期3~4 d灌水1次,水层深度控制在30~40 mm,灌水控制在田面干、土壤湿,保持土壤通气养根;传统灌溉处理(CG):采用分蘖期浅,保持水层60 mm。孕穗期深,保持

水层200 mm。籽粒灌浆期浅,保持水层60 mm。其余阶段保持水层30 mm,至水层消耗完即田面有可见水,无水层时再灌溉。

1.3.3 肥料处理

供试氮肥为尿素,其中 N_0 处理纯氮施入量为0, N_1 处理为 125 kg/hm^2 , N_2 处理为 175 kg/hm^2 , N_3 处理为 225 kg/hm^2 。磷肥 75 kg/hm^2 ,钾肥 100 kg/hm^2 。按照基肥:补肥:穗肥=40%:30%:30%,在泡田前施入。补肥和穗肥均比传统施肥延后10~13 d,补肥在6月10~12日施入,穗肥在7月10~12日施入。磷肥作为基肥移栽前一次施入,钾肥分2次施入,基肥、穗肥各50%。

1.4 调查项目

成熟期采样风干后测定有效穗数、每穗粒数、千粒重、结实率,小区实测产量。

1.5 数据处理和统计分析

试验所得数据用DPS7.05软件和Excel 2013进行分析和制表。

2 结果与分析

2.1 肥水耦合对盐碱地水稻农艺性状的影响

氮肥处理间的多重比较(表1)两个品种均以 N_3 水平为对照,其中吉粳511以 N_2 的产量最高, N_2 与 N_3 差异不显著; N_2 与 N_0 、 N_1 差异显著。与 N_3 对照比,吉粳511减少氮肥20%左右,可以获得较高的产量。吉粳809以 N_2 产量最高,从统计分析结果看 N_2 与 N_0 、 N_1 、 N_3 差异显著。两个品种均以 N_2 处理产量最高。吉粳511以 N_1 、 N_2 处理每穗实粒数最多。吉粳809以 N_2 处理每穗实粒数最多。

表1 两个品种氮肥处理间的多重比较

		产量(kg/hm^2)	每穗实粒数(粒/穗)	千粒重(g)	有效穗数(穗/穴)	结实率(%)
吉粳511	N_0	4 751c	129b	23.26a	14c	0.92a
	N_1	6 475b	137ab	23.46a	17b	0.93a
	N_2	7 954a	137a	22.66b	17b	0.92a
	N_3	7 800a	134ab	23.06b	19b	0.92a
吉粳809	N_0	5 083d	113b	25.30a	13b	0.96ab
	N_1	6 553c	121ab	25.20a	17a	0.93b
	N_2	7 426a	145ab	25.00a	15a	0.96a
	N_3	7 056b	127a	24.70a	16a	0.94b

注:表中不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同

氮肥处理间的多重比较,吉粳511以 N_1 的千粒重最高, N_2 的最低,且两者的差异显著;吉粳809的千粒重4种氮肥处理之间无显著差异,以 N_0 的千粒重最高, N_3 的千粒重最低。吉粳511的4种

氮肥处理以 N_3 处理的有效穗数最多, N_3 和 N_0 、 N_1 、 N_2 差异显著。吉粳809的4种氮肥处理以 N_1 处理的有效穗数最多, N_0 处理的有效穗数最少, N_1 和 N_0 差异显著,与 N_2 、 N_3 之间差异不显著。从结实

率看,吉粳511处理间的差异不显著,吉粳511以 N_1 处理结实率最高, N_0 、 N_2 、 N_3 处理最低。吉粳809以 N_2 和 N_0 处理结实率最高, N_1 处理最低。

灌水处理间的多重比较(表2)从产量看,吉粳511的灌溉方式间差异不显著;吉粳809的JX、KG与CG之间差异显著。2个品种的不同灌溉处理均以CG处理产量最高,KG处理最低,说明盐碱稻区采用分蘖期浅,孕穗期深,籽粒灌浆期浅的常规灌溉方式(CG)较为适宜。从每穗实粒数看,吉粳511和吉粳809的CG灌溉方式与KG灌溉方式差异显著,与JX差异不显著。并均以CG的每穗

实粒数最多,JX次之,KG最少。从千粒重看,吉粳511的KG灌水方式与JX、CG差异不显著,吉粳809水分处理间的差异不显著,且2个品种的千粒重均为KG最高。吉粳511和吉粳809均以CG处理的有效穗数最多,KG处理的有效穗数最少。吉粳511有效穗数CG与JX相同,均与KG间差异不显著,与KG间差异显著。吉粳809中CG和JX、KG之间差异显著。从结实率看,吉粳511的不同水分处理之间的差异不显著,JX处理的结实率最低;吉粳809的JX与CG之间差异显著,JX和CG均与KG间差异不显著,CG处理的结实率最低。

表2 两个品种灌水处理间的多重比较

		产量(kg/hm ²)	每穗实粒数(粒/穗)	千粒重(g)	有效穗数(穗/穴)	结实率(%)
吉粳511	JX	6 706a	134 ab	23.16b	17 a	0.92a
	KG	6 583a	131 b	23.5ab	16 b	0.93a
	CG	6 942a	138 a	22.7a	17 a	0.94a
吉粳809	JX	6 181a	117 ab	24.9a	15.5b	0.96a
	KG	5 768b	114 b	25.12a	13.5c	0.96a
	CG	7 640c	125 a	25.07a	16.5a	0.95b

表3 肥料与灌水对水稻农艺性状耦合效应方差分析

指标		P				
		产量 差异显著性	每穗实粒数 差异显著性	千粒重 差异显著性	有效穗数 差异显著性	结实率 差异显著性
吉粳511	肥料	0.000 1	0.547 7	0.123 2	0.047 5	0.956 1
	灌水	0.404 5	0.433 7	0.423 3	0.027 8	0.824 0
	肥料×灌水	0.136 3	0.049 5	0.049 4	0.000 1	0.117 0
吉粳809	肥料	0.000 6	0.228 1	0.740 5	0.151 4	0.446 2
	灌水	0.000 5	0.151 6	0.956 0	0.051 5	0.663 2
	肥料×灌水	0.010 4	0.287 9	0.285 0	0.000 1	0.008 4

由表3可以看出,吉粳511中肥料对产量有显著的影响,灌水、肥料与灌水的耦合效应对产量的影响不显著。吉粳809中肥料、灌水、肥料与灌水的耦合效应对产量影响显著。吉粳511中肥料,灌水对每穗实粒数影响不显著,肥料与灌水的耦合效应对每穗实粒数影响显著。吉粳809中肥料、灌水、肥料与灌水的耦合效应对每穗实粒数影响不显著。吉粳511和吉粳809的肥料、灌水对千粒重影响不显著,肥料与灌水的耦合效应对吉粳809的千粒重影响不显著,对吉粳511影响显著。吉粳511的肥料,灌水对有效穗数影响显著,吉粳809的肥料、灌水对有效穗数影响不显著,两个品种的肥料与灌水的耦合效应对有效穗数影响显著。吉粳511和吉粳809的肥料、灌水对结实率影响不显著,肥料与灌水的耦合效应对吉粳809

结实率影响显著,对吉粳511影响不显著。

2.2 不同肥水耦合处理对水稻农艺性状的影响

2.2.1 不同肥水耦合处理对吉粳511农艺性状的影响

由表4可以看出吉粳511的氮肥为 N_2 处理,常规灌溉(N_2CG)条件下产量最高,并与 N_1 、 N_0 施肥量的各种灌溉方式(N_0JX 、 N_0KG 、 N_0CG 、 N_1JX 、 N_1KG 、 N_1CG)差异达到显著水平($P<0.05$),而 N_2 、 N_3 施肥量的三种灌溉(N_2JX 、 N_2KG 、 N_3JX 、 N_3KG 、 N_3CG)方式无显著差异($P>0.05$),比 N_3CG 增产1.1%。吉粳511每穗结实粒数以 N_2CG 最高(144粒/穗),并与 N_0KG 、 N_2KG 、 N_3JX 差异显著;其次为 N_1KG (142粒/穗);并与 N_0KG 差异显著,其他处理无显著差异。肥料和水分组合后每穗实粒数产生明显差异,说明存在肥水耦合效应。吉粳511以 N_2CG 的每穗实粒数最多,以 N_0KG 的每穗实粒数

最少。肥料用量与灌溉方式搭配后,各处理组合后对千粒重产生不同程度的影响,导致吉粳511千粒重出现差异,说明由于肥料与水分间存在耦合效应。千粒重较高的处理为 N_0CG 、 N_0KG 、 N_1CG 、 N_1KG ,千粒重达到24 g以上,比 N_3CG 增加3.8%~4.1%,千粒重最低的是 N_3KG ,千粒重只有22.7 g,比 N_3CG 降低1.7%。各处理间吉粳511的单穴有效穗数的差异均达到显著水平($P<0.05$),

吉粳511的有效穗数各处理间产生差异,其中以 N_3KG 、 N_3CG 、 N_1JX 、 N_2CG 的有效穗数较多,并且无显著差异。说明处理间存在着耦合效应,其中 N_3KG 比 N_3CG 增加5.3%, N_0CG 比 N_3CG 减少3.1%。部分处理间差异显著($P<0.05$);肥水处理组合后,虽然在统计上产生差异,但是结实率均未出现正向效应;吉粳511的结实率以 N_3CG 的最高,与 N_2CG 、 N_3KG 和 N_1JX 之间差异显著。

表4 不同肥水耦合处理对吉粳511农艺性状的影响

吉粳511处理	产量(kg/hm ²)	实粒数(粒/穗)	千粒重(g)	有效穗数(穗/穴)	结实率(%)
N_0CG	5 204 c	135 ab	24.1a	13 d	92 ab
N_0JX	4 883 cd	136 ab	22.9bc	14 cd	91 ab
N_0KG	4 166 d	116 c	24.1a	14 cd	94 ab
N_1CG	6 250 b	136 ab	24 a	18 ab	95 ab
N_1JX	6 366 b	133 ab	23.5ab	19 a	91 bc
N_1KG	6 800 b	142 ab	24 a	14 cd	95 ab
N_2CG	8 214 a	144 a	23.1bc	19 a	91 bc
N_2JX	7 950 a	139 ab	23.2bc	17 b	93 ab
N_2KG	7 700 a	129 bc	23.1bc	15 c	94 ab
N_3CG	8 102 a	138 ab	23.1bc	19 a	97 a
N_3JX	7 633 a	129 bc	23.2bc	17 b	93 ab
N_3KG	7 666 a	136 ab	22.7c	20 a	85 c

2.2.2 不同肥水耦合处理对吉粳809农艺性状的影响

由表5可以看出吉粳809的氮肥处理为 N_2 ,常规灌溉(N_2CG)条件下产量最高,与 N_3CG 差异不显著,与其余处理差异达到了显著水平($P<0.05$),比 N_3CG 增产3.8%。吉粳809每穗实粒数以 N_2CG 最高(137粒/穗),并与 N_0CG 、 N_0JX 、 N_1KG 、 N_2JX 、 N_2KG 差异显著;其次为 N_3CG (133粒/穗),并与 N_1KG 、 N_0CG 、 N_0JX 差异显著,与其他处理无显著差异。肥料和水分组合后每穗实粒数产生明显差

异,说明存在肥水耦合效应。吉粳809以 N_2CG 的每穗实粒数最多, N_0JX 的每穗实粒数最少。肥水处理组合后吉粳809千粒重的变化看出,肥料用量与灌溉方式搭配后,千粒重较高的处理为 N_0CG 、 N_0KG 、 N_1CG 、 N_1JX 、 N_1KG 、 N_2KG 、 N_3CG 、 N_3JX 千粒重达到25 g以上,比 N_3CG 增加0.3%~2%,千粒重最低的是 N_3KG ,千粒重只有23.7 g,比 N_3CG 降低6%。说明各处理组合后对千粒重产生不同程度的影响,肥料与水分间存在耦合效应。各处理间

表5 不同肥水耦合处理对吉粳809农艺性状的影响

吉粳809处理	产量(kg/hm ²)	实粒数(粒/穗)	千粒重(g)	有效穗数(穗/穴)	结实率(%)
N_0CG	6 400d	111 cd	25.3a	14 d	92 bc
N_0JX	4 900f	106 d	24.9a	13 de	94 ab
N_0KG	3 950g	117 abcd	25.7a	12 e	96 ab
N_1CG	7 610b	127 abc	25.3a	19 ab	89 c
N_1JX	6 300d	124 abcd	25.1a	18 b	94 ab
N_1KG	5 766e	110 cd	25.4a	12 de	94 ab
N_2CG	8 430a	137 a	24.7ab	20 a	93 ab
N_2JX	7 250bc	113 bcd	24.7ab	16 c	95 ab
N_2KG	6 600d	108 bc	25.7a	12 de	97 a
N_3CG	8 120a	133 ab	25.2a	16 c	95 ab
N_3JX	6 283d	127 abc	25.3a	15 c	96 ab
N_3KG	6 766cd	121 abcd	23.7b	16 c	89 c

吉粳 809 的有效穗数的差异均达到了显著水平 ($P < 0.05$), 这些处理存在正向效应, 也有负向效应。其中吉粳 809 的正向效应达到 25% (N_2CG), 负向效应 $-6.3\% \sim -25\%$ 。由于存在耦合效应, 导致吉粳 809 的有效穗数各处理间产生差异, 其中以 N_1CG 、 N_2CG 的有效穗数较高, 并且无显著差异。肥水处理组合后, 结实率出现正向效应和负向效应; 吉粳 809 的结实率以 N_2KG 的最高, 最低为 N_1CG 和 N_3KG 。

3 讨论与结论

肥水耦合对水稻产量及其构成因素的影响近年来多有报道, 但多集中在水稻的氮素利用效率和生理指标的影响^[21]。研究表明增施氮肥可以明显提高水稻的株高、总粒数、结实率、千粒重, 从而使水稻增产。但施氮过多, 土壤水势没有相应提高时, 则表现为严重的水分胁迫现象, 会导致水稻的总粒数、有效穗数、结实率和千粒重下降, 使水稻减产^[22]。本研究结果表明, 氮肥用量在 175 kg/hm^2 , 常规灌溉 (N_2CG) 条件下产量最高, 均比对照处理增产, 说明这种灌溉方式和施氮量有利于水稻产量的形成。适宜的水肥条件可以促进作物生长并提高产量, 在土壤水分很少的情况下, 通过协调土壤水分和养分的关系, 可获得较为理想的产量^[23-25]。研究结果表明在不同肥料与灌溉方式的影响下对水稻的产量、每穗实粒数、千粒重、有效穗数和结实率均产生耦合效应, 有正向效应和负向效应。其中, 耦合效应对吉粳 511 的产量和结实率影响不显著, 对每穗实粒数、千粒重、有效穗数影响显著。耦合效应对吉粳 809 的每穗实粒数和千粒重影响不显著, 对产量、有效穗数和结实率影响显著。杨建昌等^[26]研究结果表明在一定的水分胁迫范围内, 氮肥可以起到“以肥调水”作用。研究发现间歇灌溉及控制灌溉均不利于盐碱地水稻稳产及增产, 有可能为在水稻产量形成的关键期, 由于土壤水势降低, 所产生的水分胁迫现象导致后期每穗实粒数和有效穗数的减少, 从而导致减产。

参考文献:

- [1] 张 耗, 杜 永, 杨建昌. 水稻超高产栽培的途径与技术[J]. 中国农学通报, 2007(8): 136-140.
- [2] 朱德峰, 程式华, 张玉屏, 等. 全球水稻生产现状与制约因素分析[J]. 中国农业科学, 2010, 43(3): 474-479.
- [3] 龚金龙, 张洪程, 李 杰, 等. 水稻超高产栽培模式及系统理论的研究进展[J]. 中国水稻科学, 2010, 24(4): 417-424.
- [4] Cao L Y, Zhan X D, Chen S G, et al. Breeding methodology and practice of super rice in China[J]. Rice Sci, 2010, 17(2): 87-93.
- [5] 潘国君. 从龙粳 9 号看寒地水稻株型育种[J]. 作物杂志, 1999(2): 35-36.
- [6] 郑桂萍, 陈书强, 郭晓红, 等. 土壤水分对稻米成分及食味品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2004, 35(4): 332-335.
- [7] Belder P, Spiertz J, Bouman B, et al. Nitrogen economy and water productivity of lowland rice under water-saving irrigation[J]. Field Crops Research, 2005, 93(2/3): 169-185.
- [8] Heffer P. Assessment of fertilizer use by crop at the global level [EB/OL]. International Fertilizer Industry Association, Paris, www. Fertilizer.Org/ifa/ home-page/LIBr ArY/Publication-database. html, 2006-07-2007-08.
- [9] Peng S B, Buresh R J, Huang J L, et al. Strategies for overcoming low agronomic nitrogen use efficiency in irrigated rice system in China[J]. Field Crop. res., 2006, 96: 37-47.
- [10] Guo J H, Liu X J, Zhang Y, et al. Significant Acidification in Major Chinese Crop lands[J]. Science, 2010, 327: 1008-1010.
- [11] 中华人民共和国水利部, 2014 年全国水资源公报[EB/OL]. http://www.mwr.gov.cn/, 2014-12-31.
- [12] 余叔文, 陈景治, 龚燦霞. 不同生长时期土壤干旱对水稻的影响[J]. 作物学报, 1962(4): 75-86.
- [13] 佐佐木乔. 稻作综合研究. 廉平湖译[M]. 北京: 农业出版社, 1964: 378-381.
- [14] 村上. 籼稻品种栽培上水分管理的生理学问题. 亚洲水稻[M]. 北京: 农业出版社, 1975: 198-217.
- [15] 汪德水, 程宪国, 姚晓晔, 等. 半干旱地区麦田水肥效应研究[J]. 土壤肥料, 1994(2): 1-4.
- [16] 申云霞, 唐拴虎, 王长发, 等. 冬小麦水肥产量交互效应模拟研究[J]. 西北植物学报, 1995(2): 138-141.
- [17] 程旺大, 赵国平, 张国平, 等. 水稻节水栽培的生态和环境效应[J]. 农业工程学报, 2002(1): 191-194.
- [18] 张兴义. 水肥互作对春小麦有效叶面积及产量的影响[J]. 生态农业研究, 2000(4): 39-41.
- [19] 宋耀选, 肖洪浪, 冯金朝. 土壤水肥交互作用与玉米的响应[J]. 中国生态农业学报, 2001(1): 33-34.
- [20] 杨建昌, 王志琴, 朱庆森. 不同土壤水分状况下氮素营养对水稻产量的影响及其生理机制的研究[J]. 中国农业科学, 1996(4): 59-67.
- [21] 黄文江, 黄义德, 王纪华, 等. 水稻旱作对其生长量和经济产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(4): 15-19.
- [22] 魏永华, 何双红, 徐长明. 控制灌溉条件下水肥耦合对水稻叶面积指数及产量的影响[J]. 农业系统科学与综合研究, 2010, 26(4): 500-505.
- [23] 徐芬芬, 曾晓春, 石庆华, 等. 不同灌溉方式对水稻生长与产量的影响[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(5): 653-658.
- [24] 仲维君, 张丽微, 王 龙, 等. 分蘖期水氮互作对水稻常规种垦粳 5 号产量的影响[J]. 四川农业大学学报, 2016, 34(1): 6-13.
- [25] 马 巍, 齐春艳, 刘 亮, 等. 氮肥减量后对超级稻吉粳 88 氮素利用效率及产量的影响[J]. 东北农业科学, 2016, 41(1): 23-27.

(责任编辑: 王 昱)