



杨彩玲, 刘立龙, 赵 泉, 等. 土壤水分对免耕水稻生长与产量的影响[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(3): 26-31.

土壤水分对免耕水稻生长与产量的影响

杨彩玲¹, 刘立龙¹, 赵 泉¹, 伍龙酶¹, 陈德威², 徐世宏², 黄 敏¹, 江立庚¹
(1 广西大学 农学院, 广西 南宁 530004; 2 广西农业技术推广总站, 广西 南宁 530022)

摘要:【目的】研究土壤水分对免耕水稻生长和产量的影响, 以期为免耕水稻节水栽培土壤水分调控指标的优选提供依据。【方法】2013 年早季和晚季, 以吉优 716 为试验材料进行盆栽试验. 设 3 种土壤水分条件: 水稻全生育期土壤水分含量保持田间最大持水量的 95% ~ 100%、80% ~ 85%、65% ~ 70% (分别用 W100、W85、W70 表示)。【结果和结论】W70 处理免耕水稻产量、生物量和收获指数均显著低于 W100 与 W85 处理. W70 处理产量降低的直接原因是穗变小和结实率下降. W70 处理土壤水分显著抑制了生物量积累和物质转运. 水稻分蘖数随土壤水分下降而下降, 分蘖盛期各处理间差异达显著水平, 最终分蘖数各处理间差异不显著. 水稻株高均随着土壤水分的降低而降低, 差异达显著水平. 拔节期水稻上部 3 片完整叶(上三叶)的叶面积、叶长和叶宽均随着土壤含水量的降低而降低, 水分亏缺首先影响叶宽, 其次为叶长, 进而使叶面积降低. 免耕水稻抽穗期 W70 处理上三叶叶面积、叶长和叶宽均显著降低. 因此, 免耕水稻节水栽培中, 土壤水分应不低于最大田间持水量的 70% 为宜。

关键词:水稻; 免耕; 土壤水分; 产量; 生长动态
中图分类号:S511 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2015)03-0026-06

The influence of soil moisture on plant growth and grain yield in no-tillage rice

YANG Cailing¹, LIU Lilong¹, ZHAO Quan¹, WU Longmei¹, CHEN Dewei²,
XU Shihong², HUANG Min¹, JIANG Ligen¹
(1 Agriculture College of Guangxi University, Nanning 530004, China;
2 Guangxi Agricultural Technology Extension Station, Nanning 530022, China)

Abstract:【Objective】The effect of soil moisture on plant growth characteristic and grain yield of no-tillage rice was investigated to identify the optimal soil moisture for no-tillage rice production. 【Method】Pot experiments were conducted in the early and late seasons of 2013. In each season, a hybrid rice cultivar Jiyou716 was cultivated under the saturated soil moistures of 95% - 100% (W100), 80% - 85% (W85) and 65% - 70% (W70). 【Result and conclusion】The grain yield, biomass and harvest index of no-tillage rice under W70 were significantly lower than those under W100 and W85. The reason why the grain yield decreased under W70 was that panicle became small and seed set decreased. The biomass and transportation under W70 were significantly inhibited. The tiller dynamic of no-tillage rice was divided into two stages, and the tiller number first increased and then decreased. The tiller number decreased when soil moisture reduced, and there were significant differences among the three treatments at peak tillering stage, but no significant differences in the end. The plant height decreased when soil moisture reduced, and there were significant differences among the three treatments. The area, length and width of three leaves from top decreased when soil moisture reduced at the elongation stage. The soil water deficiency first influence the leaf width, then the leaf length, and lead to the leaf area decrease in the end at

the elongation stage. The area, length and width of three leaves from top under W70 significantly reduced at the heading stage. Therefore, the soil moisture should be not less than 70% of saturated soil moisture in no-tillage rice cultivation.

Key words:rice; no-tillage; soil moisture; grain yield; growth dynamic

水稻 *Oryza sativa* L. 是世界上最重要的粮食作物,世界上近一半人口,包括几乎整个东亚和南亚人口,都以稻米为主食^[1]. 在我国,有 65% 以上的人口以稻米为主食^[2]. 水稻生产耗水量巨大. 在中国,农业用水量占总用水量的 70% 以上,其中水稻用水量占 65% ~ 70%^[3]. 与此同时,中国是世界上灌溉水稻最密集的地区之一,但却拥有亚洲最低的人均淡水水量^[4]. 因此,水稻节水栽培的研究一直备受关注. 事实上,水稻具有水生和半水生甚至是旱生的生物学特性^[5],对淹水和旱地环境均有很强的适应性,水稻生产节水潜力大^[6-8]. 大量研究结果表明,淹水并不是水稻获得高产所必需的^[9-10]. 联合国粮农组织在水稻发展的长期战略中提出水稻旱作与灌溉同样可以获得高产^[11]. 水稻轻度水分胁迫下,减少水分的消耗的同时并没有减产^[12-13]. 合理的土壤水分有利于控制地上部的无效生长和构建水稻适宜株型结构^[14-15]. 张荣萍等^[16]研究认为,湿润灌溉的水稻株高显著高于旱种水稻,而两者分蘖数与穗长差异不显著,表明水稻生长对土壤水分变化反应敏感. 免耕直播稻具有分蘖节位低,有效分蘖穗多的特点^[17]. 陈友荣等^[18]和沈新平等^[19]研究指出,免耕水稻具有稳

定的分蘖成穗特性,成穗率高. 基于免耕水稻不同于常耕水稻的生长特点,不同土壤水分对免耕水稻生长的影响值得我们探讨.

国内外水稻节水栽培技术研究多建立在翻耕基础上^[3-16],免耕条件下的节水栽培研究较少. 免耕水稻在中国的推广已经 12 年,然而土壤水分对免耕水稻生长发育的影响并没有明确. 为此,本研究通过盆栽试验,研究土壤含水量对免耕水稻生长和产量的影响,以期对免耕水稻节水栽培土壤水分调控指标的优选提供依据.

1 材料与方法

1.1 材料与试验地概况

水稻品种为三系杂交水稻“吉优 716”. 试验土壤采自免耕水稻田,土壤为第四纪红土发育的潴育性水稻土,其基本理化性状见表 1. 2013 年早、晚季分别在广西大学进行盆栽试验,试验区属于亚热带季风气候区,地处东经 108°19'11"、北纬 22°49'12",海拔 75 m,年平均气温 21.7 ℃,年平均降雨量 1 300 mm,无霜期约为 345 ~ 360 d.

表 1 供试土壤基本理化性质
Tab.1 Physical-chemical characteristics of soils

时间	pH	$w/(g \cdot kg^{-1})$		$w/(mg \cdot kg^{-1})$		
		有机质	全氮	碱解氮	速效磷	速效钾
早季	6.54	29.1	1.61	101	27.2	108
晚季	6.51	27.6	1.67	102	28.3	108

1.2 试验方法

早季和晚季水稻播种前分别从免耕稻田中挖取原状免耕土壤. 其方法是,在免耕稻田中用钢板把土壤切成块状(厚 23 cm),倒置后套入试验桶中,因此原状免耕土壤在桶中仍然保持耕作层在上、犁底层在下的状态. 试验盆为 24.3 cm × 19.5 cm × 28.0 cm 的方形塑料盆. 在挖取土壤的过程中,严格控制土块的大小,使每盆的土壤体积基本一致,以减少试验误差. 每盆土 17 kg[含水量(w)为 24% 左右],饱和含水量(w)为 42%,盆质量 0.5 kg.

试验设 3 种土壤水分条件:1) W100:水稻全生育期保持田间最大持水量的 95% ~ 100% (移栽时

15 ~ 30 mm 土层,下同);2) W85:水稻全生育期保持田间最大持水量的 80% ~ 85%;3) W70:水稻全生育期保持田间最大持水量的 65% ~ 70%. 每处理设 36 盆,共计 108 盆. 以水量平衡法计算加水量^[20],利用量程 30 kg、感量为 1 g 的电子秤在每天 16:00—17:00 时测量并记录每桶内土壤因蒸腾蒸发所丢失的水分,并作相应补充以保持各处理土壤水分含量. 具体方法为先计算出土壤含水量为最大持水量(a)的 b 时土壤的质量(m_2),再用电子秤称量盆中装有土的桶的实际质量(m_3),计算加水量(m_4).

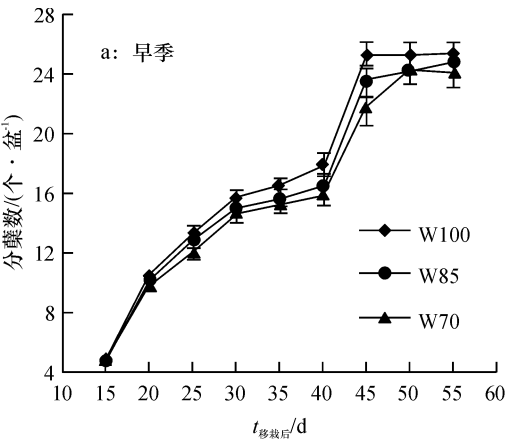
$$m_2 = m_1 + m_1 ab,$$
$$m_4 = m_2 + m - m_3.$$

式中, m_1 为风干土的质量, m 为桶质量。

每盆总施氮量为 $30\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$,基肥、分蘖肥、穗肥按质量比 5:2:3 施用。基肥在抛秧前 1 d 施用,分蘖肥在立苗后施用,穗肥在幼穗发育初期施用。过磷酸钙 $5.923\text{ g}\cdot\text{盆}^{-1}$,作为基肥一次施入。氯化钾 $1.895\text{ g}\cdot\text{盆}^{-1}$,按基肥 60%、分蘖肥 40% 的比例施用。每盆移栽 2 蔸(4 株苗)。早稻 3 月 12 播种、4 月 2 日移栽,晚稻 7 月 16 播种、8 月 2 日移栽,育秧方式为秧盘育秧,移栽秧龄分别为 21 和 17 d。

1.3 测定指标与方法

在移栽后 15 d 开始,每隔 5 d 进行 1 次分蘖数和株高的记录。在水稻拔节期、抽穗期和成熟期进行取样,每次取样 36 盆(每处理 12 盆)。用 CI203 激光叶面积仪(美国 CID 公司)测定叶面积、叶长和叶宽。地上部于 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 杀青 30 min 后,于 $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干至恒质量,称质量,粉碎。成熟期样品穗部先进行考种再进行烘干粉碎,产量由烘干后籽粒质量按 13% 水分换算而得。



收获指数(Dry matter harvest index, DMHI):成熟期每盆植株穗部干物质的质量占植株干物质总质量的比值。

成穗率(Percentage of earbearing tiller):每盆植株最高分蘖数与成熟期有效穗数的比值。

1.4 数据处理

采用 Excel 软件进行常规数据处理、SPSS18.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 土壤水分对免耕水稻分蘖生长的影响

由图 1 和图 2 可知,早稻在移栽后 38~45 d 分蘖数增加较快(平均气温 $23\sim30\text{ }^{\circ}\text{C}$),晚稻在移栽后 15~20 d 分蘖数增加较快。两季水稻分蘖数随着土壤水分的降低而降低,分蘖盛期(移栽后 25 d)3 个处理分蘖数的差异达到显著水平,但最高分蘖数和成穗率各处理间差异不显著。

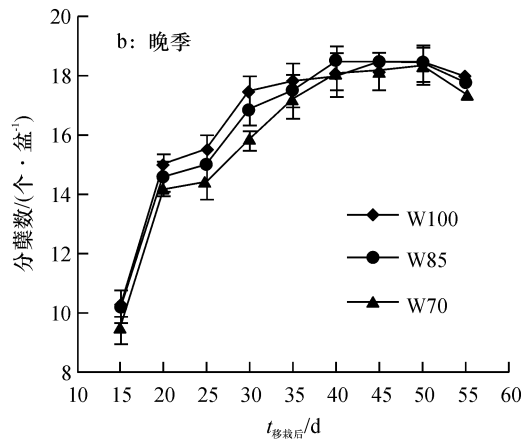
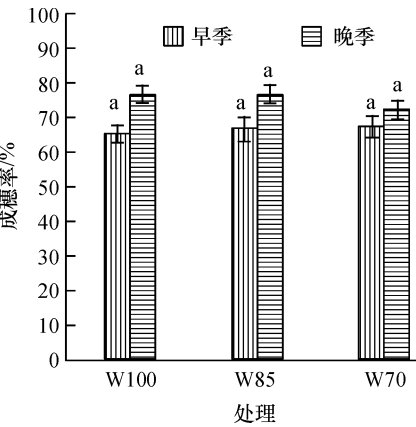


图 1 不同土壤水分下早、晚季免耕水稻分蘖动态
Fig. 1 The tiller dynamic of no-tillage rice in the early and late seasons under different soil moisture condition



图中相同处理不同柱子上凡是有有一个相同小写字母者,表示差异不显著($P>0.05$, Duncan's 法)。

图 2 不同土壤水分下早、晚季免耕水稻成穗率

Fig. 2 The percentage of earbearing tiller of no-tillage rice in the early and late seasons under different soil moisture condition

2.2 土壤水分对免耕水稻株高的影响

由图 3 可知,早、晚季水稻株高均随着土壤水分的降低而降低,早稻移栽 40 d 后、晚稻移栽 25 d 后, W70 处理株高显著低于其他 2 个处理,表明土壤水分对免耕水稻株高影响较大。

2.3 土壤水分对免耕水稻叶片生长和叶面积的影响

由表 2 可知,在早季免耕水稻拔节期,上一叶叶宽随着土壤含水量的降低而降低;早、晚季 W70 处理的叶宽显著低于 W100 处理,而上一叶叶长各处理间差异不显著。上二叶和上三叶早季的叶长、叶宽和叶面积均随着土壤含水量的降低而降低;早、晚季 W70 处理叶面积、叶宽和叶长均显著低于 W100 处理,早季 W85 与 W70 处理间叶宽差异不显著($P>0.01$),晚季 W85 与 W100 处理间差异均不显著($P>0.01$)。以上分析表明,拔节期水稻上部全展三片叶的叶面积、叶长和叶宽均随着土壤含水量的降低而

降低;当土壤水分低至饱和含水量的85%时,叶宽下降达到显著水平,当土壤水分低至饱和含水量的70%时,叶面积和叶长下降达到显著水平.

在晚季免耕水稻拔节期,W70处理上三叶叶面

积、叶长和叶宽均显著低于W85与W100处理,W85与W100处理间差异不显著.上一叶和上二叶叶面积、叶长和叶宽及上三叶叶宽均以W85处理最高(表2).

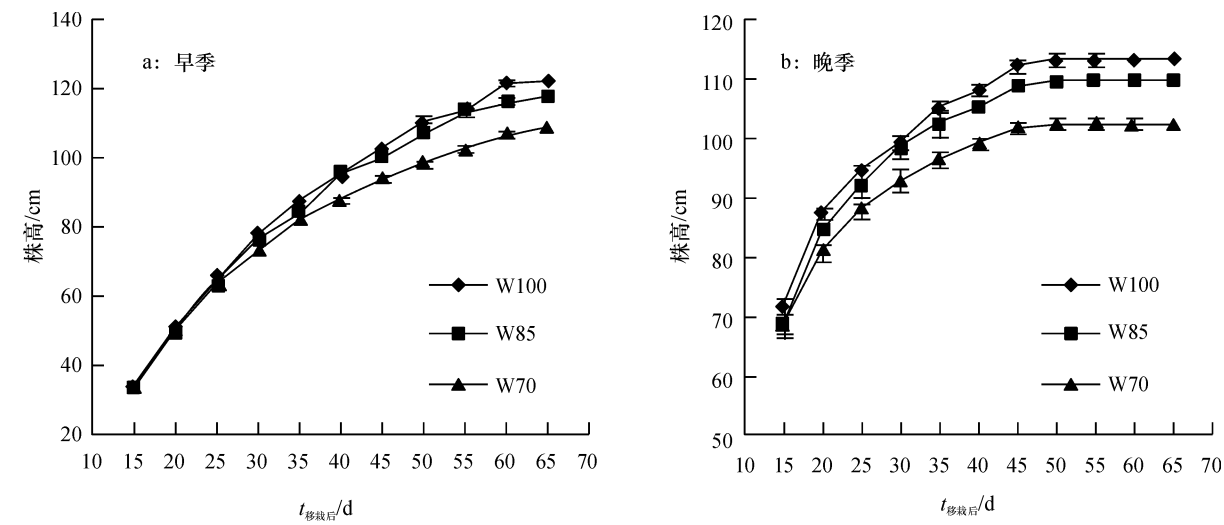


图3 不同土壤水分下早、晚季免耕水稻株高变化

Fig.3 The plant height dynamic of no-tillage rice in the early and late seasons under different soil moisture condition

表2 土壤水分对早、晚季免耕水稻拔节期上部全展三片叶生长的影响¹⁾

Tab.2 Effects of different levels of soil moisture on leaf growth at the rice elongation stage in the early and late seasons										
时间	处理	上一叶			上二叶			上三叶		
		面积/cm ²	长/cm	宽/cm	面积/cm ²	长/cm	宽/cm	面积/cm ²	长/cm	宽/cm
早季	W100	96.46aA	60.36aA	2.60aA	113.3aA	69.74aA	2.83aA	77.15aA	60.79aA	2.14aA
	W85	102.80aA	60.82aA	2.30aAB	101.9bA	67.33aA	2.01bB	73.07aAB	59.58aA	1.62bB
	W70	96.18aA	65.78aA	1.87bB	81.96cB	62.12bB	1.77bB	59.62bB	51.27bB	1.50bB
晚季	W100	80.93aAB	47.02aA	2.30aA	112.50aA	68.87aA	2.16aA	100.30aA	69.00aA	1.98aAB
	W85	89.30aA	51.75aA	2.36aA	116.80aA	72.18aA	2.19aA	98.44aA	67.85aA	2.07aA
	W70	70.38bB	45.00bA	2.04bB	82.28bB	59.49bB	1.88bB	64.81bB	53.45bB	1.72bB

1) 相同时间同列数据后凡有一个相同小写或大写字母者分别表示0.05或0.01水平差异不显著(单因素方差分析).

2.4 土壤水分对免耕水稻干物质生产的影响

由表3可知,在水稻拔节期和成熟期,W70处理干物质积累量极显著低于W100和W85处理($P < 0.01$),W100和W85处理间差异不显著.W70处理抽穗期干物质积累量显著低于W100处理($P < 0.05$).W70处理收获指数极显著低于W100和W85处理($P < 0.01$),W100和W85处理间差异不显著;收获指数的下降反映出植株干物质转运受到抑制.分析表明,W70处理各生育时期干物质积累和物质转运受土壤水分影响较大.

2.5 土壤水分对免耕水稻产量及产量结构的影响

由表4可知,免耕水稻产量、每穗粒数、结实率和穗长随着土壤水分的降低而降低,其中W70处理产量、每穗粒数和穗长的下降达极显著水平($P < 0.01$).与W100处理相比,W70处理产量、每穗粒数、结实率和穗长分别降低了36%~50%、35%~

表3 不同土壤水分下免耕水稻干物质积累量和收获指数¹⁾

Tab.3 The biomass and harvest index of no-tillage rice under different soil moisture condition

时间	土壤水分	干物质积累量/g			收获指数
		拔节期	抽穗期	成熟期	
早季	W100	23.98aA	73.98aA	94.28aA	0.52aA
	W85	22.20aA	67.48abA	87.28aA	0.51aA
	W70	16.40bB	60.70bA	73.18bB	0.43bB
晚季	W100	33.19aA	47.98aA	59.21aA	0.48aA
	W85	27.71aA	46.79aA	54.41aA	0.47aA
	W70	20.68bB	40.03bA	40.21bB	0.35bB

1) 相同时间同列数据后凡有一个相同小写或大写字母者分别表示0.05或0.01水平差异不显著(单因素方差分析).

40%、11%~14%和12%~14%,W100与W85处理之间差异不显著.有效穗数和千粒质量受土壤水分影响较小,各处理间差异不显著.分析表明,W70处理产量降低的原因主要是穗变小和结实率下降.

表 4 不同土壤水分下免耕水稻产量及产量结构¹⁾

Tab. 4 Grain yields and yield components of no-tillage rice under different soil moisture condition

时间	处理	产量/(g·盆 ⁻¹)	每穗粒数/粒	结实率/%	有效穗数/(穗·盆 ⁻¹)	千粒质量/g	穗长/cm
早季	W100	55.27aA	176.30aA	83.42aA	16.54aA	24.11aA	28.88aA
	W85	50.13aA	154.10aA	84.61aA	16.17aA	24.62aA	28.59aA
	W70	35.58bB	106.50bB	71.73bA	16.40aA	23.00aA	25.32bB
晚季	W100	32.43aA	122.80aA	86.19aA	14.13aA	25.75aA	24.23aA
	W85	28.76aA	107.90aA	90.44aA	14.20aA	25.49aA	23.59aA
	W70	16.10bB	79.50bB	77.13bA	13.27aA	24.06aA	20.85bB

1)相同时间同列数据后凡有一个相同小写或大写字母者分别表示0.05或0.01水平差异不显著(单因素方差分析).

3 讨论与结论

在3种土壤水分条件下,比较了免耕水稻的生长状况与产量.研究表明,当土壤含水量处于饱和时,免耕水稻产量最高;随着土壤水分含量的下降,免耕水稻生长开始受到抑制,产量开始下降;当土壤含水量为最大持水量的80%~85%时,免耕水稻生长受到的影响较小,产量下降不显著;当土壤含水量降低至最大持水量的70%以下时,免耕水稻的生长受到明显的抑制,其干物质积累量、收获指数、株高、穗长、每穗粒数、结实率显著下降,最终导致产量的显著下降.免耕水稻高产节水栽培的土壤含水量以保持最大持水量的80%~85%为宜.这与常耕条件下,彭世彰等^[13]从叶片水分利用效率分析和路兴花等^[21]从产量、水分生产率分析所得结果基本一致.

土壤含水量的变化首先影响植株各器官的生长.本研究表明,免耕水稻植株上部三片叶的宽度和长度随土壤含水量的下降而下降,当土壤含水量下降至最大持水量的80%~85%时,上三叶的宽度显著下降,当土壤含水量下降至最大持水量的70%时,上三叶的长度显著下降.上三叶宽度和长度的显著下降最终导致了上三叶叶面积的显著下降.上三叶是水稻各生育期最主要的功能叶,其叶面积的下降会直接降低其群体的光合生产能力.这是W70处理水稻干物质产量显著下降的一个重要原因.

值得特别注意的是,在免耕水稻分蘖盛期,各水分处理分蘖数的差异达到了显著水平,但各水分处理有效穗数的差异和成穗率并不显著,与王唯逍等^[22]结论不一致.表明W70处理显著抑制了水稻分蘖的发生,但是已经发生的分蘖的生长受土壤水分的影响比分蘖发生受土壤水分的影响小得多.成熟

期免耕水稻单株干质量,W70处理较W100和W85处理分别下降了21.7%~27.7%和17.3%~20.9%.

W70处理的水稻产量显著下降最直接的原因是穗变小(穗长和每穗粒数均降低)和结实率降低.W70处理拔节至孕穗期叶面积的下降直接降低了其群体的光合生产能力,以致干物质积累量显著降低,从而使拔节受到影响,导致株高下降,且孕穗所需干物质不足导致穗长和粒数降低,这是穗变小的重要原因之一.邵玺文等^[23]认为在拔节至孕穗期进行水分胁迫对水稻株高有较大影响,也可使穗缩短.试验中我们还观察到W70处理水稻抽穗延迟了5~7d,表明水分胁迫使幼穗分化进程变缓.陈彩虹等^[24]也有类似发现,并认为随干旱加剧,穗分化变缓直至停止.因此,土壤含水量的下降使穗分化变缓也可能是穗变小的原因之一.土壤含水量为饱和和含水量的70%时,收获指数显著下降,表明物质运转受抑制.后期干物质转运量和转运率较W100处理分别下降了28.7%~53.4%和14.8%~43.2%(数据未列出),从而导致空秕粒增多、结实率降低.千粒质量受土壤水分影响较小,可能是千粒质量主要由品种决定,而且穗变小及每穗粒数减少对保障千粒质量起到一定作用.

参考文献:

[1] 张冬梅. 浅淡水稻高产栽培的施肥原则[J]. 广西热带农业, 2010(2): 39-40.

[2] 程式华. 粮食安全与超级稻育种[J]. 中国稻米, 2005(4): 1-3.

[3] 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.

- [4] CABANGON R J, TUONG T P, CASTILLO E G, et al. Effect of irrigation method and N-fertilizer management on rice yield, water productivity and nutrient-use efficiencies in typical lowland rice conditions in China [J]. Paddy Water Environ, 2004, 2(4): 195-206.
- [5] 郭世伟,吴良欢,沈其荣,等. 中国覆盖旱作水稻理论与实践:养分资源综合管理理论与实践丛书[M]. 北京:中国农业大学出版社,2006.
- [6] 钱晓晴,沈其荣,徐勇,等. 不同水分管理方式下水稻的水分利用效率与产量[J]. 应用生态学报,2003,14(3): 399-404.
- [7] 刘晗. 不同水肥处理对水稻氮肥利用率和水分生产率的影响[J]. 安徽农业科学,2010,38(9):4466-4468.
- [8] 余叔文. 不同生长期土壤干旱对作物的影响[J]. 作物学报,1962(4):399-410.
- [9] GUPAT R K, NARESH R K, HOBBS P R, et al. Adopting conservation agriculture in the rice-wheat system of the Indo-Gangetic plains: New opportunities for saving water//BOUMAN B A M, HENGSDIJK H, HARDY B, et al. Proc thematic workshop on water-wise rice production [M]. Los Banos: International Rice Research Institute, 2002:207-222.
- [10] YANG J C, LIU K, WANG Z Q, et al. Water-saving and high-yielding irrigation for lowland rice by controlling limiting values of soil water potential [J]. J Integr Plant Biol, 2007, 49(10): 1445-1454.
- [11] 夏自强,蒋洪庚,李琼芳,等. 地膜覆盖对土壤温度、水分的影响及节水效益[J]. 河海大学学报,1997,25(2): 39-45.
- [12] 黎国喜,唐湘如,程艳波,等. 水稻产量和构件对持续干旱胁迫的补偿效应初探[J]. 中山大学学报:自然科学版,2008,47(3):94-99.
- [13] 彭世彰,郝树荣,刘庆,等. 节水灌溉水稻高产优质成因分析[J]. 灌溉排水,2000,19(3):3-7.
- [14] KATO T, SAKURAI N, KURAISHI S. The changes of endogenous abscisic acid in developing grains of two rice cultivars with different grain size [J]. J Crop Sci, 1993, 60(3): 456-461.
- [15] 季飞,付强,王克全,等. 不同水分条件对水稻需水量及产量影响[J]. 灌溉排水学报,2007,26(5):82-84.
- [16] 张荣萍,马均,王贺正,等. 不同灌水方式对水稻生育特性及水分利用率的影响[J]. 中国农学通报,2005,21(9):144-150.
- [17] 李如平,唐茂艳,杨为芳,等. 稻草还田免耕抛秧的立苗与根系生长以及对产量的影响[J]. 杂交水稻,2006(专辑):96-99.
- [18] 陈友荣,侯任昭,范仕容,等. 水稻免耕法及其生理生态效应的研究[J]. 华南农业大学学报,1993,14(2):10-17.
- [19] 沈新平,黄丽芬. 免耕水稻早发及产量形成特性研究[J]. 扬州大学学报,1998,1(4):41-44.
- [20] 农梦玲,李伏生,刘水. 根区局部灌溉和氮、钾水平对玉米干物质积累和水肥利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(6):1539-1545.
- [21] 路兴花,吴良欢,庞林江. 不同土壤水分含量对水稻水分利用特性的影响[J]. 中国水稻科学, 2009,23(2): 186-190.
- [22] 王唯道,刘小军,田永超,等. 不同土壤水分处理对水稻光合特性及产量的影响[J]. 生态学报,2012,32(22): 7053-7060.
- [23] 邵玺文,张瑞珍,齐春艳,等. 拔节孕穗期水分胁迫对水稻生长发育及产量的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2004,26(3):237-241.
- [24] 陈彩虹,张志珠,卢宏琮,等. 不同生育期干旱对水稻生长和产量的影响[J]. 西南农业学报,1993,6(2):38-43.

【责任编辑 周志红】