

钵苗机插方式下不同栽插深度对再生稻生长及产量的影响

余贵龙, 刘祥臣*, 张强, 丰大清, 赵海英, 李平, 谷孟轩
(信阳市农业科学院, 河南 信阳 464000)

摘要:为研究水稻钵苗精确摆栽技术在豫南稻区再生稻生产中的最佳栽插深度,对两优6326进行5个不同栽插深度试验。结果表明:栽插深度过浅,易漂秧倒伏,影响栽插质量,成熟期容易倒伏,影响产量;栽插深度越深,返青越慢,分蘖越迟;栽插深度过深,易产生僵苗不发,秧苗分蘖率降低,有效穗群体缺失过大,降低产量;不同栽插深度下,再生稻有效穗数和穗粒数是影响产量的主要因素;在栽插深度为2 cm时,综合性状表现最好,头季稻产量和再生稻产量均为最高,两季产量为12 777 kg/hm²。

关键词:钵苗;栽插深度;再生稻;产量

中图分类号:S511

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2021)06-0017-05

Effects of Different Transplanting Depth on Growth and Yield of Ratooning Rice under Pot Seedling Machine Transplanting Mode

YU Guilong, LIU Xiangchen*, ZHANG Qiang, FENG Daqing, ZHAO Haiying, LI Ping, GU Mengxuan
(Xinyang Academy of Agricultural Sciences, Xinyang 464000, China)

Abstract: In order to study optimum planting depth of rice pot seedling machine on ratooning rice production of South Henan province, we chose Liangyou 6326 as research materials and set five different planting depths. The results showed that when transplanting depth is too shallow, easy to drift seedling lodging, affecting the quality of transplanting, mature period easy lodging, affecting output. The deeper the rice is planted, the slower it is turn to green and tillering. If the depth of planting is too deep, it is easy to produce dead seedlings, and the tiller rate of seedlings is reduced, and the effective panicle population is lost too much, which reduces the yield. The effective panicle number and grain number per panicle were the main factors affecting yield under different planting depth. When the planting depth was 2 cm, the yield of first season rice and regrowth rice was the highest of 12 777 kg/ha.

Key words: Pot Seedling; Planting depths; Ratooning rice; Yield

再生稻最近几年在豫南稻区的大面积发展,显示出投入产出率高、劳动效率高、经济效益高等优点,且稻米品质好、市场前景好;具有省工、省种、省肥、省秧田等特点,具有良好的经济效益和生态效益^[1-2]。适合种植再生稻的地区主要是那些阳光和热量不够种植双季稻,但是种植一季稻又有余的地区。豫南稻区的水、热资源可达到再生稻最适宜区标准,光照资源可达到再生稻次适宜区标准^[3]。研究表明,提早播期到3月中上

旬^[4-5],温室培育壮苗^[6],提高留茬高度^[7]等方式可确保再生稻安全生产。水稻钵苗精确摆栽技术是针对传统毯状秧苗机插存在的问题,改毯状育秧为钵体育秧,变机械“切秧”为模仿人工插秧,改带状播种为分穴精确定量播种的一种机插秧新技术,具有取秧准、漏秧少、苗丛均匀一致的特点,而且栽插后秧苗无缓苗期,发根早、分蘖早、低节位分蘖多,可促进水稻群体前、中期早发快长,培育高产群体,提高后期生产力^[8-13],2018年钵苗机插摆栽技术被农业农村部列为农技推广技术第一项^[14]。再生稻在钵苗机插方式下,头季稻生育期较其他栽插方式可提前6~7 d,再生季生育期较其他栽插方式可提前3~5 d^[15],可有效解决豫南稻区发展再生稻光照资源紧张的问题。

亚美柯2ZB-6A(RXA-60T)型钵苗乘坐式高速

收稿日期:2019-12-30

基金项目:河南省重大科技专项(171100110300);河南省农业产业技术体系建设专项资金(Z2012-04-G01);信阳市创新应用专项(20180006)

作者简介:余贵龙(1987-),男,助理研究员,研究方向为水稻栽培。

通讯作者:刘祥臣,男,研究员,E-mail: yuguilong1110@163.com

插秧机是近年来应用范围较广的水稻钵体专用插秧机,共设置有4个栽插深度挡位,可根据本田的水深及软硬程度,将调节深度挡杆设置在1、2、3、4 cm。本试验探索钵苗机插方式下不同栽插深度对再生稻生长及产量的影响,以期为豫南稻区水稻钵苗机械精确摆栽技术和再生稻技术的生产和推广提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

本试验选用在豫南稻区经过多年试验筛选的杂交水稻品种两优6326,该品种株高约115 cm,米质优,在豫南稻区做再生稻生育期适中。

1.2 试验处理

试验于2017年在河南省信阳市农业科学院湖东试验园开展,3月3日采用钵苗精确机播,每穴2~3苗,漏穴率不超过5%,温室大棚育秧。为确保栽插质量,整田高低落差不超过3 cm,脚泥深度不超过30 cm。4月21日采用钵苗插秧机栽插,行距33 cm,栽插株距为16.8 cm,栽插密度约17.85万穴/公顷,如有缺苗,则人工模拟机械手插补秧。

根据亚美柯2ZB-6A(RXA-60T)型钵苗乘坐式高速插秧机设置的4个栽插深度档位,以人工手插秧做对照,设5个处理。分别为插深1 cm(T_1)、2 cm(T_2)、3 cm(T_3)、4 cm(T_4),以及钵体秧苗去土后手插秧(CK)。每个处理3次重复,随机区组排列,重复间设置50 cm过道,四周为保护行。本田统一施肥、植保、管水。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 生育进程观察记载项目:①移栽期:秧苗移栽当天日期;②N-n期:有效分蘖临界叶龄期,即有效分蘖终止期;③够苗期:茎蘖数达到预期穗

数的日期(两优6326在豫南稻区做再生稻的头季稻预期穗数为330万/公顷);④始穗期:小区有10%的稻株穗抽出叶鞘一半时日期;⑤齐穗期:小区有80%的稻株穗抽出叶鞘一半时日期;⑥成熟期:小区有90%稻穗成熟时的日期。

1.3.2 叶龄和分蘖的记载移栽后每个小区选择相邻的5株确定为观察株,在叶片上做记号,每周调查一次,记载叶龄和分蘖,始穗后完成记载。

1.3.3 叶面积指数、叶绿素含量和干物质积累在N-n期、拔节期和齐穗期每个处理取代表性植株5穴,测定叶面积、叶绿素含量和干物质质量。叶面积指数的测定:采用公式法,即叶面积值等于叶片长宽之积乘以系数0.75;叶绿素含量的测量:通过使用SPAD-502Plus叶绿素快速测定仪,选具有代表性完全展开的剑叶,测定叶片的中部及上下1/3处3点的SPAD值,取平均值;干物质质量的测定:将有代表性的植株连根拔出,清水洗净,去根,把叶片、茎梢、穗分开,放烘箱调至105℃杀青30 min,70℃烘干至恒重,称重。

1.3.4 考种计产:头季及再生季水稻成熟前每个小区调查10株稻穗,随机选取5株进行考种,调查各项农艺性状,各小区单产单收计算产量。

1.3.5 数据处理:相关数据使用Microsoft Excel 2007录入和整理,用SPSS 19.0软件进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 栽插深度对头季稻生育期的影响

由表1可知,在播期和移栽期完全一致的情况下,不同处理对水稻全生育期影响不明显,主要影响水稻够苗期。随栽插深度的增加,水稻够苗期逐渐推迟,栽插最浅处理 T_1 的够苗期和栽插最深处理 T_4 的够苗期相差8 d。

表1 不同处理对头季稻生育期的影响

处理	播期(月-日)	移栽期(月-日)	够苗期(月-日)	始穗期(月-日)	齐穗期(月-日)	成熟期(月-日)
T_1	3-4	4-21	5-21	7-7	7-10	8-16
T_2	3-4	4-21	5-25	7-6	7-10	8-16
T_3	3-4	4-21	5-27	7-6	7-10	8-16
T_4	3-4	4-21	5-29	7-5	7-9	8-16
CK	3-4	4-21	5-19	7-6	7-9	8-15

2.2 栽插深度对移栽后水稻秧苗素质的影响

由表2可知,栽插后3 d,除了 T_3 、 T_4 在苗高和干物质重方面与其他处理差异极显著外,其他处理苗高和干物重随插秧深度的增加而降低,5个

处理间的其他秧苗素质方面无差异,综合秧苗素质差别不大。

移栽后7 d,叶龄各处理差异不显著;苗高、单穴茎蘖数, T_1 、 T_2 、CK间差异不显著,与 T_3 、 T_4 间差

表2 不同处理下水稻移栽后3、7、15 d的秧苗素质

栽插后天数	处理	苗高(cm)	叶龄	单穴茎蘖数	单株绿叶数	干物质重(mg/株)	带蘖率(%)
3 d	T ₁	15.8aA	4.6aA	1.35aA	4.6aA	56.6aA	25aA
	T ₂	15.6aA	4.5aA	1.28aA	4.3aA	54.8aA	26aA
	T ₃	14.8bB	4.6aA	1.21aA	4.1aA	53.5bB	24aA
	T ₄	13.7bB	4.4aA	1.10aA	3.5bB	51.9bB	26aA
	CK	15.6aA	4.5aA	1.30aA	4.2aA	54.1aA	23aA
7 d	T ₁	17.4aA	5.7aA	2.04aA	5.0aA	139.2aA	36aA
	T ₂	16.3aA	5.5aA	1.98aA	4.5bB	124.9bB	32bB
	T ₃	16.0bB	5.5aA	1.66bB	4.0cC	112.6cC	28cC
	T ₄	13.8cC	5.4aA	1.41cC	3.6dD	107.7dD	25dD
	CK	16.5aA	5.4aA	1.93aA	4.4bB	121.8bB	29bB
15 d	T ₁	21.1aA	7.1aA	2.57aA	5.5aA	589.1aA	96aA
	T ₂	19.8bB	6.8bB	2.52aA	4.8bB	557.7bB	85bB
	T ₃	18.5cC	6.6bB	1.86cC	4.1cC	463.2cC	76cC
	T ₄	17.2dD	6.5bB	1.71dD	3.6dD	414.0dD	60dD
	CK	19.9bB	6.4bB	2.43bB	4.9bB	549.3bB	86bB

注:同列小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),大写字母不同表示差异极显著($P<0.01$),下同

异极显著,均表现为随插秧深度增加而下降的趋势;单株绿叶数、干物质重、带蘖率, T₂、CK间差异不显著,与T₁、T₃、T₄间差异极显著,秧苗综合素质由好到差依次为:T₁>T₂=CK>T₃>T₄。

移栽后15 d,在叶龄方面,除了T₁外,其他处理间差异不显著;在单穴茎蘖数方面,T₁、T₂间差异不显著,与其他处理间差异极显著;在苗高、干物质重、带蘖率方面,T₂、CK间差异不显著,与T₁、T₃、T₄间差异极显著,秧苗综合素质由好到差依次为:T₁>T₂=CK>T₃>T₄。

结果表明,不同处理对叶龄影响不大,对秧苗素质的影响主要表现在苗高、单穴茎蘖数、单株绿叶数、干物质重、带蘖率等方面。栽插越浅,移栽后秧苗素质越好。

2.3 栽插深度对水稻茎蘖生长及茎蘖动态的影响

秧苗在栽插过深情况下,水稻为了发生分蘖,只有依靠地中茎(地中茎:水稻分蘖节下部节间为了将分蘖节送至上部适宜浅层发生分蘖而伸长的白茎,即土壤表层之下到秧苗发根节之间无分蘖的白茎。)的伸长将分蘖节送至上部适于分蘖的浅层或提高分蘖节位;伸长的地中茎呈白色,其长短能够有效反映栽插深度对水稻分蘖的影响。栽插越深,地中茎越长,水稻地中茎的伸长过程越长,分蘖发生越迟。由图1可知,在移栽后1个月,地中茎由长到短依次为:T₄>T₃>T₂>CK>T₁。结果表明,随着栽插深度的增加,地中茎越来越长,分蘖数量也越来越少。

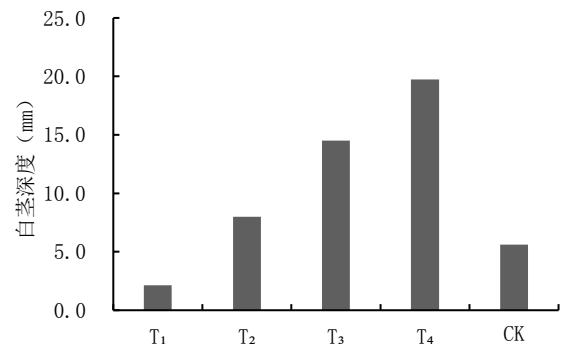


图1 移栽后1个月地中茎长度

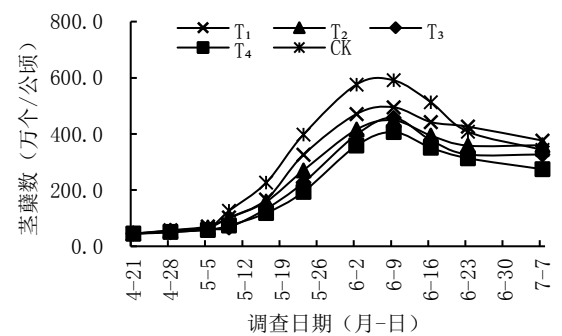


图2 水稻茎蘖动态变化

由图2可知,各处理的茎蘖数均随生育进程的推进呈先增后降的变化趋势。分蘖盛期茎蘖数由高到低依次为:CK>T₁>T₂>T₃>T₄,栽插深度浅的处理茎蘖数增长速度快;最终有效分蘖数由多到少依次为:T₁>T₂>CK>T₃>T₄,栽插深度越浅,最终有效穗越多。该结果与地下茎长度表现同时说明:栽插浅可促进分蘖快发多发,但栽插过深会造成僵苗、分蘖发生

迟,且数量减少,并会延缓分蘖的生长和发育。

2.4 栽插深度对水稻叶面积指数和叶绿素含量的影响

由表3可以看出,在分蘖临界期、拔节期、齐穗期,5种处理叶面积指数和叶绿素含量由高到

低依次为: $T_2>CK>T_1>T_3>T_4$;叶面积指数和叶绿素含量总体上表现出栽插浅优于栽插深,各处理间差异显著,表明栽插深度浅更有利于水稻塑造高质量群体,提高光合物质生产能力,有助于促进后期灌浆结实。

表3 不同处理对水稻叶面积指数和叶绿素含量的影响

栽插深度	分蘖临界期		拔节期		齐穗期	
	叶面积指数	SPAD值	叶面积指数	SPAD值	叶面积指数	SPAD值
T ₁	2.42c	38.75c	4.52bc	43.08bc	7.52c	45.23c
T ₂	2.58a	41.29a	5.18a	45.62a	8.18a	48.96a
T ₃	2.36cd	38.12d	4.18c	41.25c	6.94d	42.96d
T ₄	2.28d	37.64d	3.66d	39.66d	6.55e	40.80e
Ck	2.51b	39.25b	4.74b	43.89b	7.88b	46.35b

2.5 不同栽插深度头季稻产量及构成

从表4可以看出,不同栽插深度下,各处理颖花量差异达到了极显著水平($P<0.01$);有效穗和穗粒数差异均达到显著水平($P<0.05$)。结实率除了T₁与T₂间差异不显著外,其他处理间差异显著,CK与T₁、T₂、T₃、T₄处理间差异达极显著水平。千粒重除了T₁外,各个处理间差异不显著。理论产量 $T_2>T_1>$

$CK>T_3>T_4$,各处理差异显著,除了T₁和CK处理外,其他各处理间差异达极显著水平。表明浅插能够使有效穗数和颖花量提高,通过增加有效穗数和颖花量提升单位面积粒数促进增产。实际产量由高到低依次为: $T_2>CK>T_1>T_3>T_4$,T₂处理的产量最高,为9 423.0 kg/hm²;T₁由于栽插过浅,大田产生了12%的倒伏现象,其他4种处理没有出现倒伏现象。

表4 不同处理对头季稻产量及其产量构成因素的影响

处理	有效穗 (万穗/hm ²)	穗粒数	颖花量 ($\times 10^7$ 个/hm ²)	结实率 (%)	千粒重 (g)	理论产量 (kg/hm ²)	实际产量 (kg/hm ²)	倒伏情况
T ₁	377.0aA	160.3cC	60.4bB	66.3bB	23.1bB	9 258.2bB	8 735.0cC	12%
T ₂	359.4bB	175.3cAB	63.0aA	66.6bB	23.5aA	9 854.3aA	9 423.0aA	-
T ₃	327.0cC	180.7aA	59.0cC	62.7cC	22.9aA	8 476.1dC	7 724.7dD	-
T ₄	274.1eD	179.4bA	49.2eE	62.0dC	23.3aA	7 100.9eD	6 665.1eE	-
CK	344.0bB	165.2dB	56.8dD	68.4aA	23.7aA	9 206.8cB	9 214.7bB	-

2.6 不同栽插深度再生稻产量及其构成

由表5可知,不同栽插深度下,再生季水稻的理论产量和实际产量各处理间差异均达极显著水平,由高到低依次为: $T_2>CK>T_1>T_3>T_4$ 。产量结构上,有效穗、穗粒数和颖花量各处理差异显著,表现为相同的变化趋势,由高到低依次为: $T_2>CK>T_1>T_3>T_4$;结实率除了T₃与T₄,T₂与CK差异不显著外,其他处理间差异显著,由高到低依次为: $T_4>T_3$

$>T_2>CK>T_1$;千粒重T₁、T₂与CK,T₃与T₄处理间差异不显著,表现出两个水平。有效穗、穗粒数差异的变化趋势与理论产量和实际产量的变化趋势一致。不同栽插深度下,再生稻有效穗数和穗粒数是影响产量的主要因素,而这两个因素均随着插秧深度的增加而下降。

两季稻实际产量由高到低依次为: $T_2>CK>T_1>T_3>T_4$,分别为:12 776.3、12 302.0、11 508.0、10 328.9、

表5 不同处理对再生稻产量及其产量构成因素的影响

处理	有效穗 (万穗/hm ²)	穗粒数	颖花量 ($\times 10^7$ 个/hm ²)	结实率 (%)	千粒重 (g)	理论产量 (kg/hm ²)	实际产量 (kg/hm ²)	两季稻产量 (kg/hm ²)
T ₁	293.0cB	68.8cB	20.2cC	65.1cC	24.4aA	3 202.8cC	2 773.5cC	11 508.0cC
T ₂	313.7aA	70.7aA	22.2aA	69.7bB	24.1aA	3 728.1aA	3 354.0aA	12 776.3aA
T ₃	262.7dC	62.8dC	16.5dD	74.1aA	23.2bB	2 832.5dD	2 604.0dD	10 328.9dD
T ₄	240.0eD	60.1eD	14.4eE	74.8aA	23.1bB	2 494.5eE	2 214.0eE	8 878.9eE
CK	300.8bAB	69.5bB	20.9bB	68.4bB	24.3aA	3 471.0bB	3 087.0bB	12 302.0bB

8 878.9 kg/hm²,各处理间差异显著。栽插深度为2 cm时,头季稻产量及再生稻产量均为最高。

3 结论与讨论

试验表明,栽插后7 d和15 d,钵体秧苗随着栽插深度的降低,单穴蘖茎数、单株绿叶数、分蘖数逐渐提高,秧苗素质逐渐增强;浅插下群体起点质量高,利于促进分蘖,低节位分蘖数量增多,利于形成高质量群体起点。栽插越深,水稻地中茎越长,水稻地中茎的伸长过程越长,分蘖发生越迟;栽插浅,水稻在叶面积指数和叶绿素含量方面优势明显,利于构建合理的群体结构,提高光合物质生产能力,促进灌浆结实,最终水稻产量提高,这与葛茜等^[16-18]的研究结果一致。栽插深度在3、4 cm时,甚至会造成僵苗、分蘖发生迟,延缓分蘖的生长和发育,造成有效穗群体缺失过大,最终降低水稻产量,这与孟维韧等^[19]的研究结果相类似。葛茜等的研究指出,插植深度为2.71 cm左右时,群体与个体协调最佳,产量最高^[16];覃毅省等试验结果表明,杂交水稻以栽插深度为3 cm的产量最高^[17],这与本研究不一致。造成结果不同的原因是本试验所栽插秧苗为钵体秧苗,钵体秧苗的育秧由专用播种机播种,种子在播入钵孔后,会在种子上面覆土,覆土层厚度约0.5 cm,水稻钵苗插秧机设置栽插深度是以钵体秧苗钵体上部为基准,与其他栽插方式相比较,实际栽插深度要增加0.5 cm左右。当栽插过浅,栽插深度为1 cm时,会产生约12%的倒伏现象,影响水稻产量。各处理的头季稻产量和再生稻产量表现出相同的高低顺序,且两季产量呈正相关,这与易镇邪等^[20-21]研究结果一致。不同栽插深度下各处理产量由高到低依次为:T₂>CK>T₁>T₃>T₄,栽插深度为2 cm时,不仅插秧后可以起到固苗作用,而且低节位分蘖节产生的根可以直接扎入表层土壤中,低节位分蘖数量增多,产量最高。

钵苗机插再生稻技术在推广过程中,要根据实际情况把握好栽插深度,栽插过深会造成僵苗不发,直接延长分蘖发生的时期,影响水稻分蘖和后期干物质积累;栽插过浅会造成漂秧,基本苗缺失,栽插质量差造成倒伏。在生产实践中,进行水稻机插秧时要根据栽插田的质量,合理设置栽插深度,确保栽插质量;同时在插秧前要注

重大田的整理质量,确保大田的平整度,利于后期田间管理。

参考文献:

- [1] 刘祥臣,丰大清,李平,等.对豫南稻区再生稻的研究与思考[J].农业科技通讯,2015(2):39-44.
- [2] 刘祥臣,丰大清,李平,等.豫南稻区再生稻发展的再探索[J].中国稻米,2014,20(2):29-31,34.
- [3] 丰大清,刘祥臣,刘春增,等.豫南稻区再生稻气候适宜性分析与实践[J].山东农业科学,2012,44(7):41-44.
- [4] 刘祥臣,丰大清,余贵龙,等.豫南稻区不同播期对再生稻生长发育及产量的影响[J].山东农业科学,2015,47(9):59-63.
- [5] 马巍,侯立刚,齐春艳,等.播期对不同生育类型水稻生长发育进程及产量的影响[J].东北农业科学,2016,41(6):5-10.
- [6] 柳洪良,韩云哲,程正海,等.吉林省中东部稻区水稻抗冷、高产栽培技术规程[J].东北农业科学,2017,42(2):44-48.
- [7] 余贵龙,刘祥臣,丰大清,等.不同留茬高度对豫南再生稻生育期及产量的影响[J].中国稻米,2018,24(5):112-115.
- [8] 张洪程.钵苗机插水稻生产特点及其利用的核心技术[J].农机市场,2012(8):19-21.
- [9] 张洪程,朱聪聪,霍中洋,等.钵苗机插水稻产量形成优势及主要生理生态特点[J].农业工程学报,2013,29(21):50-59.
- [10] 宋云生,张洪程,戴其根,等.水稻机栽钵苗单穴苗数对分蘖成穗及产量的影响[J].农业工程学报,2014,30(10):37-47.
- [11] 朱聪聪,张洪程,郭保卫,等.钵苗机插密度对不同类型水稻产量及光合物质生产特性的影响[J].作物学报,2014,40(1):122-133.
- [12] 高军,陈莫军,孟凡梅,等.增施穗肥对水稻产量和氮肥利用率的影响[J].东北农业科学,2018,43(2):1-4.
- [13] 王丽妍,杨成林,徐惠凤.氮肥运筹对寒地水稻生长及产量的影响[J].东北农业科学,2017,42(5):15-19.
- [14] 农业农村部推介发布了2018年70项农业主推技术[J].中国农技推广,2018,34(5):22.
- [15] 余贵龙,刘祥臣,张强,等.不同机插方式对再生稻生长及产量的影响[J].中国稻米,2018,24(2):32-36.
- [16] 葛茜,马晓丽,史莉娜,等.汉中水稻机械插秧插植深度试验初报[J].陕西农业科学,2016,62(9):16-17.
- [17] 覃毅省,覃金鼓.不同栽插深度对杂交水稻产量的影响[J].现代农业科技,2013(8):17,19.
- [18] 蔡龙植.水稻插秧深度对生物性状和产量的影响[J].种子世界,1987(3):29-30.
- [19] 孟维韧,全东兴,金成海,等.栽培措施对不同类型水稻产量的影响[J].东北农业科学,2016,41(6):26-30.
- [20] 易镇邪,屠乃美,陈平平.杂交稻新组合再生稻头季及再生季源库特征分析[J].中国水稻科学,2005(3):243-248.
- [21] 徐富贤,熊洪,张林,等.再生稻产量形成特点与关键调控技术研究进展[J].中国农业科学,2015,48(9):1702-1717.

(责任编辑:刘洪霞)