

寒地超级稻龙稻 5 号籽粒灌浆 速率分析与曲线拟合研究

王立志^{1,2}, 王春艳¹, 李忠杰¹, 李 锐¹, 徐晓波³, 孟 英¹, 王连敏¹

(1. 黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 南京农业大学, 江苏 南京 210095; 3. 内蒙古呼伦贝尔市莫力达瓦旗宝山镇农业综合服务中心, 内蒙古 呼伦贝尔 162863)

摘要:为促进寒地超级稻育种并提高其栽培技术水平,以寒地超级稻龙稻 5 号 and 同区种植面积较大品种龙稻 3 号为试验试材,研究其籽粒灌浆的动态变化。结果表明:寒地超级稻龙稻 5 号籽粒灌浆过程中籽粒重量与抽穗后日数符合 Logistic 方程,推测其最大千粒重为 23.94 g,最大籽粒灌浆速率是在抽穗后 13 d 左右出现。

关键词:超级稻;龙稻 5 号;籽粒灌浆;Logistic 模型

中图分类号:S511

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2013)11-0021-03

从我国粮食生产现状看,全国处于低水平安全状态,区域性粮食安全与不安全共存。随着我国人口的不断增加,粮食安全更成为亟待解决的问题。水稻是我国最主要的粮食作物之一,水稻生产安全关乎全国的粮食安全。黑龙江省是我国重要的商品稻米生产基地,水稻生产面积和产量正逐年提高,在保障我国粮食安全方面占有举足轻重的地位。寒地超级稻品种的成功选育和推广,为黑龙江省水稻生产发展提供了更多的机遇,同时也提出了更多更高的要求。深入研究和探讨超级稻的生理生态特点,将为寒地超级稻育种和提高栽培技术水平提供重要的科学理论依据,对保持黑龙江省水稻生产能力持续提升和国家粳稻商品粮基地建设具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 供试品种

供试品种选用黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所选育的寒地超级稻龙稻 5 号及同积温区品种龙稻 3 号。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2011~2012 年在黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所盆栽试验场进

行。寒地超级稻龙稻 5 号和对照品种分别按常规方法进行栽培管理,普通旱育苗方法育苗,秧苗栽插在直径 30 cm 的塑料盆中,每个品种栽插 20 盆,每盆栽 4 穴,每穴 1 株基本苗。分别选取 200 个大小和抽穗日期一致的稻穗进行挂牌标记,用于取样调查。

1.2.2 测定项目及方法 从水稻抽穗当日开始,每隔 5 d 取生长发育正常的标记稻穗 10 穗,经 105℃ 杀青后在 80℃ 条件下烘 48 h,将烘干的籽粒去除未受精粒后分别测定粒重。

1.2.3 数据分析 利用 DPS 软件对试验数据进行生长曲线函数 Logistic、Gompertz 和 Mitscherlich 方程求解与分析。

2 结果与分析

从水稻抽穗后籽粒干重的测定结果可以看出,超级稻龙稻 5 号及对照品种龙稻 3 号的籽粒重量在抽穗后前期缓慢增加,而后迅速增重,一定

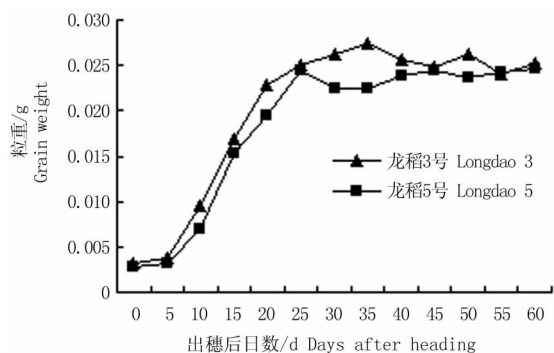


图 1 水稻籽粒的灌浆速率

Fig. 1 Grain-filling rate of Longdao 3 and Longdao 5

收稿日期:2013-06-27

基金项目:科技部支撑计划资助项目(2012BAD20B0304)

第一作者简介:王立志(1972-),男,蒙古族,黑龙江省讷河市人,硕士,副研究员,从事作物生理及栽培研究。E-mail: wanglizhi0451@126.com。

通讯作者:王连敏(1957-),男,蒙古族,内蒙古自治区开鲁县人,博士,研究员,从事作物生理及栽培研究。E-mail: wanglianmin1267@163.com。

时间后增重又逐渐变缓,越接近成熟增重越缓慢(见图 1)。水稻籽粒灌浆过程中籽粒重量变化呈“S”增长趋势,符合生长曲线模型的变化趋势。

分别用 Logistic、Gompertz 和 Mitscherlich 三参数增长曲线模型进行模拟分析,结果表明,水稻籽粒灌浆过程与 Logistic 模型拟合较好, R^2 分

别为 0.986 0 和 0.983 8(见表 1)。Logistic 方程的基本表达式为: $W=k/(1+e^{a+bT})$ 。其中 W 为籽粒重量($g \cdot \text{粒}^{-1}$), T 为水稻抽穗后的天数, k 、 a 、 b 为方程系数。从水稻实际粒重观测值与 Logistic 方程拟合的结果更能直观地看出二者拟合较好(见表 2,图 2)。

表 1 水稻籽粒灌浆速率的回归分析

Table 1 The regression analysis on rice grain-filling rate

品种/模型 Varieties/Model	方 程 Equation	k	a	b	R^2	F	P
龙稻 3 号	$W=k/(1+e^{a+bT})$	0.02626	2.8084	-0.2289	303.07	0.9838	0.0000
Logistic Longdao 3	$W=ke^{-ae^{-bT}}$	0.02644	4.8095	0.1639	185.32	0.9737	0.0000
Logistic Gompertz/Mitscherlich	$W=k/(1-ae^{-bT})$	0.02791	1.0072	0.0660	53.51	0.9145	0.0000
龙稻 5 号	$W=k/(1+e^{a+bT})$	0.02394	3.0614	-0.2348	351.41	0.9860	0.0000
Logistic Longdao 5	$W=ke^{-ae^{-bT}}$	0.02416	5.5982	0.1647	216.58	0.9774	0.0000
Logistic Gompertz/Mitscherlich	$W=k/(1-ae^{-bT})$	0.02629	1.0107	0.0573	60.07	0.9232	0.0000

表 2 水稻实际粒重观测值(mg)与 Logistic 拟合曲线估计值(mg)对照分析

Table 2 The contrast analysis between rice kernel weight and Logistic fitting curve

项目 Items	抽穗后日数/d Days after heading												
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
龙稻 3 号 观测值 Observed values	3.19	3.87	9.49	16.86	22.89	25.02	26.27	27.47	25.55	24.53	26.13	24.04	25.23
Longdao 3 预测值 Predictive values	1.49	4.18	9.79	17.11	22.44	24.91	25.81	26.12	26.21	26.25	26.26	26.26	26.26
龙稻 5 号 观测值 Observed values	2.81	3.24	6.93	15.21	19.48	24.42	22.48	22.36	23.91	24.41	23.57	24.21	24.59
Longdao 5 预测值 Predictive values	1.07	3.15	7.87	14.68	20.03	22.58	23.50	23.80	23.90	23.93	23.94	23.94	23.94

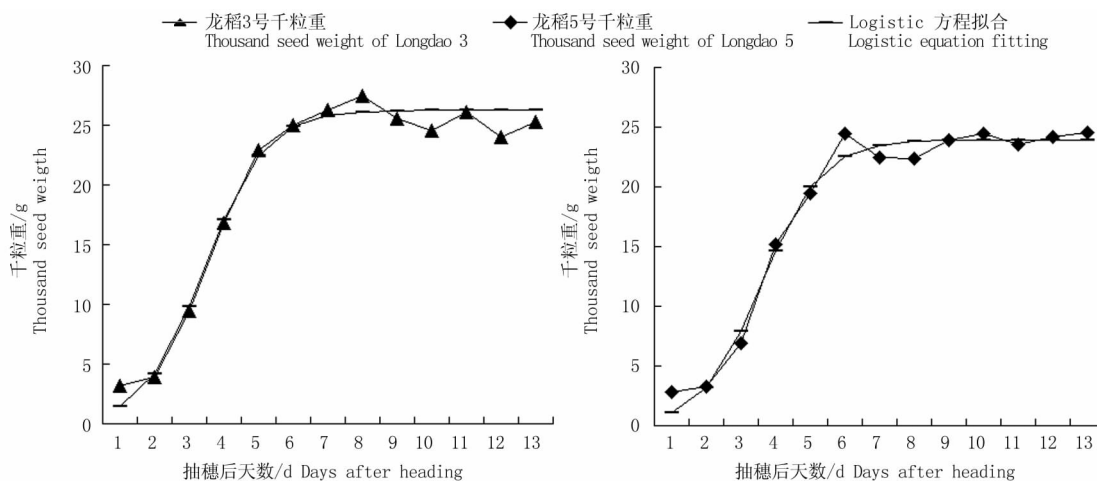


图 2 水稻籽粒灌浆速率及其 Logistic 方程拟合

Fig. 2 Rice grain-filling rate and Logistic equation fitting

从水稻灌浆模式的 Logistic 方程可以求得,超级稻龙稻 5 号水稻的最大单粒重为 0.023 94 g,拐点单粒重为 0.011 97 g,拐点日数为 13.04 d(见表 3)。估计超级稻龙稻 5 号的最大千粒重为

23.94 g,与生产实际基本相符。拐点日数是籽粒灌浆最快的时间,说明龙稻 5 号水稻在抽穗后 13 d 左右达到最大灌浆速率。

表 3 水稻灌浆模式 Logistic 方程次级参数
Table 3 The secondary parameter for Logistic equation of rice grain filling rate

品 种 Varieties	Logistic 拟合方程 Logistic equation	最大粒重 Max weight	拐点粒重 Spinodal weight	拐点日数 Spinodal days
龙稻 3 号 Longdao 3	$W=0.02626/(1+e^{2.8084-0.2289T})$	0.02626	0.01313	12.27
龙稻 5 号 Longdao 5	$W=0.02394/(1+e^{3.0614-0.2348T})$	0.02394	0.01197	13.04

3 结论与讨论

水稻籽粒灌浆是一个复杂的生理生化过程,籽粒生长发育和产量形成受很多因素影响。该试验以寒地超级稻龙稻 5 号为主要试验试材,参考前人的研究结果^[1-6]对水稻籽粒灌浆过程进行生长曲线方程拟合,结果表明,寒地超级稻龙稻 5 号灌浆过程籽粒重量与抽穗后日数符合 Logistic 方程的特点,估计寒地超级稻龙稻 5 号最大千粒重为 23.94 g,籽粒灌浆速率最快是在抽穗后 13 d 左右。生产上可以根据龙稻 5 号籽粒灌浆的特点适时调整水肥管理,为更好地实现超级稻的高产特性做出贡献。水稻籽粒灌浆速率因籽粒着生部位等存在很大的差异,上部枝梗籽粒比下部枝梗籽粒灌浆早,一次枝梗比二次枝梗籽粒灌浆早,相同枝梗不同粒位的籽粒灌浆速率也不同,一般是顶部第 1 粒先灌浆,然后从下向上开始依次灌浆。

由于该试验是以平均粒重作为观测对象,可以通过模糊估计指导生产,若深入探讨水稻籽粒的灌浆规律则应对水稻不同枝梗、不同粒位等的籽粒灌浆过程做更加深入细致的研究。

参考文献:

[1] 孙国荣,朱祖明,何大乾,等. 莱川杂交肉鹅早期体重发育规律及生长曲线拟合[J]. 中国畜牧杂志, 2006, 42(15): 10-12.

[2] 殷柞云,任海,曾令海,等. 三参数增长模型拟合:以季风常绿阔叶林中两个优势乔木种群为例[J]. 生物数学学报, 2006, 21(3): 428-434.

[3] 葛剑,谷子林,李英,等. 河北柴鸡 1~16 周龄生长曲线分析与拟合的比较研究[J]. 中国家禽, 2005, 27(14): 9-11.

[4] 钟土木,赵青,金华猪. I 系生长曲线分析与拟合研究[J]. 中国畜牧杂志, 2008, 44(11): 9-11.

[5] 蒋向辉,余朝文,刘伟,等. 青蒿株高生长与分枝特性的曲线方程及其拟合性研究[J]. 作物杂志, 2008(3): 46-49.

[6] 黄锦文,梁义元,林文雄,等. 超级稻籽粒灌浆特性及其生理生化基础[J]. 福建农业学报, 2002, 17(3): 143-147.

Grain-filling Analysis and Curve Fitting
on the Super-rice Longdao 5 in Cold Region

WANG Li-zhi^{1,2}, WANG Chun-yan¹, LI Zhong-jie¹, LI Rui¹, XU Xiao-bo³, MENG Ying¹,
WANG Lian-min¹

(1. Crop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095; 3. Baoshan Agricultural Center of Molidawa Banner, Hulunbeier, Inner Mongolia 162863)

Abstract: In order to promote the breeding of super-rice in cold and improve the level of cultivation techniques, taking super-rice Longdao 5 and control variety in the same ecotope Longdao 3 as materials, dynamic change of grain-filling was studied. The results showed that grain weight and the days after heading of Longdao 5 were fitted well with Logistic equation, its maximal thousand kernel grain weight was reckoned 23.94 g, the maximum grain-filling rate appeared after heading for 13 d, and the plant area was large.

Key words: super-rice; Longdao 5; grain-filling; Logistic equation