

文章编号:1003-8701(2006)02-0030-04

水稻生长量与密度和氮肥的关系

柳金来¹,宋继娟¹,崔永录²,刘荣清¹,
周柏明¹,崔明元¹

(1.吉林省通化市农业科学研究院,吉林 梅河口 135007;2.一座营农科站)

摘要:根据移栽密度和氮肥施用量的试验,分析了水稻生长量与产量的关系。结果表明,生长量生长呈“S”型的连续动态变化过程,最大生长期生长量占总生长量的66%,可能是作物生长的内在规律。生长量与移栽密度和氮肥施用量分别呈显著或极显著正相关,6月30日~7月10日生长量与产量呈极显著正相关,成为当地水稻产量形成的重要时段,利用这一时段的生长量进行产量预测准确率可达99%以上。

关键词:水稻;生长量;密度;氮肥

中图分类号: S511.044

文献标识码: A

水稻在营养生长期生长的特点主要是株高和茎数的生长。水稻株高是支撑叶片合理分布、充分利用太阳光能进行光合作用的载体,是反映个体生长健壮的指标,是水稻产量形成的直接或间接因素;而水稻茎数则是分蘖生长动态和群体结构的指标,是形成穗数和产量的直接因素。我们采用水稻株高乘茎数称为生长量的这一概念^[1-3],也可称为营养体系数代替干物重,集中了水稻各营养器官在营养生长期的生长中心,更加确切的反映出水稻在营养生长期群体质量,从而更加清晰了营养生长期生长动态与产量的密切关系。为此,长期以来,笔者为充分利用这一生态指标进行了多项试验,现将分析结果报告如下:

1 材料与方法

1.1 试验地点及土壤

试验于2000~2001年设在通化市农业科学研究院试验地。供试土壤为白浆型水稻土,土壤0~20cm耕层有机质含量3.41%、碱解氮(N)152.9mg/kg、速效磷(P_2O_5)22.7mg/kg、速效钾(K_2O)107mg/kg。供试水稻品种为五优1号,中晚熟品种。密度试验处理①10.2穴/m²、②12.5穴/m²、③16.7穴/m²、④25穴/m²,每穴移栽基本苗3株。肥料处理①N 180+ P_2O_5 69+ K_2O 90kg/hm²、②N 135+ P_2O_5 69+ K_2O 90kg/hm²、③N 90+ P_2O_5 69+ K_2O 90kg/hm²、④N 45+ P_2O_5 69+ K_2O 90kg/hm²、⑤无氮肥+ P_2O_5 69+ K_2O 90kg/hm²。采取二因素随机区组设计。肥料设5个大区,每个大区面积120m²,每个大区又设4个密度小区,每个密度区面积30m²,重复3次。

调查项目:自6月5日~7月20日每5d调查1次株高、茎数。

2 结果与分析

2.1 生长量

2.1.1 密度与生长量

将田间调查结果进行相乘后得出4种密度条件下的生长量,采用生长曲线^[4]($y=c/(1+e^{-bx})$)的分析(图略)看出,水稻生长量生长呈连续动态的“S”型生长过程,在这个生长过程中6月15日以前各密度间的生长速度差异较小,进入6月20日之后以10.2穴/m²密度区的生长速度最高,12.5穴/m²密

收稿日期:2005-10-12

作者简介:柳金来(1954-),男,山东省五莲人,研究员,主要从事水稻栽培及新品种选育研究。

度区次之,25 穴 /m² 密度区最低。基本趋势表现为群体结构越密生长量生长速度越慢,生长量亦随之降低。说明生长量与群体结构有密切关系。

表 1 各密度最大生长期的生长量变化特点 cm

密度 (穴/m ²)	生长期 (月·日)	起始 (d)	终止 (d)	最大生长期可持续生长日数	生长量/d	最大生长期间的生长量	增长率 (%)
25.0	6·25	21.8	41.2	19.4	39.3	762.4	66.0
16.7	6·28	24.9	42.3	17.4	52.8	925.8	65.7
12.5	6·27	24.6	41.5	16.9	69.3	1 117.1	65.7
10.2	6·26	24.8	39.9	15.1	93.9	1 417.9	65.6
相关系数	-0.784 9	-0.455 9	0.361 6	0.959 1**	-0.918 6**	-0.935 7**	

根据各群体生长量的生长数学模型进一步进行二阶导数分析表明(表 1),在 4 个群体中生长量最大期出现在当地6月25日~6月28日,其中密植的出现的早,稀植的出现则晚。最大生长期间的起始期出现在移栽后22~25 d,终止期出现在移栽后40~42 d,并且愈是稀植的最大生长期可持续生长日数愈少,日生长量愈高。

由表 1 进行相关分析得出,移栽密度与最大速度起始生长期和终止生长期不显著,与最大生长期的可持续生长日数呈极显著正相关,移栽密度与日生长量和最大生长期间的生长量呈极显著负相关。通过计算关系式说明,每 m² 增加 1 穴基本苗,生长量可下降 3.3cm/d。又由表 1 反映出,各群体在最大生长期间的生长量占总生长量的 65.6%~66%,即作物最大生长期的生长比率为 66%,这一论点有待进一步验证。

2.1.2 氮肥施用量与生长量

将各氮肥处理区的生长量数学模型进行二阶导数分析表明(表2):不同氮肥处理区的水稻生长量最大速度生长期最早出现在6月23日,比密度提前2 d左右。生长量最大速度生长期出现日期与氮肥施用量呈显著正相关,即氮肥施用量越高最大生长期出现的越晚。由表2又看出,生长量最大生长期的起始期最早出现在插秧后21 d,当地时间6月13日,终止期出现在40 d,当地时间7月2日。可持续生长日数最少 16 d,多者22 d,平均为18.2 d。氮肥施用量与起始期呈极显著正相关,与终止呈微弱的正相关,与最大生长期的可持续日数呈极显著负相关,即氮肥施用量越高最大生长期的可持续时间越短,这是因为氮肥施用量越高越促进生长速度,当生长量达到相应量后,由于受光照、温度、营养元素以及其它方面的限制,这时群体对个体进行生长调节,限制生长量增加或降低生长速度,从而缩短了最大生长期的可持续日数。氮肥施用量与日生长量和最大生长期间的生长量呈极显著正相关,即氮施用量越高,最大生长期间的日生长量和总生长量也越高。分析表明,氮肥施用量提高1 kg/hm²,最大生长期间的生长量可提高 0.45 cm/d,最大生长期间生长的总生长量可提高6.57%。氮肥施用量与最大生长期的生长率不显著。各氮肥区的生长比率也正是65.8%~66%左右,这一分析结果与上述结果完全相同。

表 2 氮肥用量最大生长期的生长量变化特点 cm

施氮量 (kg/hm ²)	生长期(月·日)	起始(日)	终止(日)	最大生长期可 持续生长日数	生长量/d	最大生长期 间的生长量	增长率(%,
0	6·25	20.8	43.0	22.2	23.5	521.7	65.8
45	6·23	20.7	39.7	19.0	38.0	722.0	65.8
90	6·26	24.2	42.0	17.8	65.9	1 173.0	65.9
135	6·27	26.0	41.6	15.6	90.1	1 405.6	65.8
180	6·28	26.7	43.5	16.5	98.7	1 658.2	66.0
相关系数	0.846 7*	0.956 7**	0.311 1	-0.910 1*	0.987 8**	0.992 4**	0.707 1

2.2 生长量与产量的关系

生长量是水稻在营养生长期的营养体系数,也是营养体和干物重的表现,必然与产量形成有密切关系。针对这一关系我们将各时段测试的生长量与产量进行相关分析(表 3)表明,25 穴 /m²、16.7 穴 /m²、12.5 穴 /m² 密度区的生长量在 6 月 25 日以后与产量呈显著或极显著正相关,其中,12.5 穴 /m² 密度区的生长量与产量关系比前两区更为密切;10.2 穴 /m² 密度区在 6 月 20 日以后的生长量与产量呈

显著或极显著正相关。这一关系说明不同群体条件下的生长量与产量形成具有各自的形成规律,但在试验的 4 种群体条件下以 6 月 30 日~7 月 10 日的生长量均与产量呈高度相关,成为水稻产量形成的共性,这种共性可认为是当地水稻产量形成的重要时段。这就要求水稻生产中加强该时段田间管理和养分供应,以利于实现高产。

表 3 各密度的生长量与产量的相关系数

密度 (穴/m ²)	日期(月·日)									
	6·05	6·10	6·15	6·20	6·25	6·30	7·05	7·10	7·15	7·20
25.0	-0.458 5	-0.135 8	0.144 5	0.636 7	0.906 4	0.890 9	0.894 5	0.896 5	0.906 6	0.889 3
16.7	0.046 2	0.170 4	0.549 7	0.348 0	0.819 3	0.893 7	0.904 5	0.893 6	0.866 5	0.852 6
12.5	-0.337 1	0.054 5	0.064 7	0.540 2	0.911 9	0.988 1	0.985 3	0.953 3	0.921 9	0.899 7
10.2	0.397 0	0.754 9	0.505 0	0.949 8	0.967 3	0.956 1	0.948 8	0.879 0	0.863 3	0.860 3

注: 显著水平 $F_{0.05} 0.811 4$; $F_{0.01} 0.917 2$ 。

2.3 生长量与氮肥用量和密度关系

2.3.1 生长量与氮肥施用量

表 4 生长量与氮肥施用量的相关系数

密度 (穴/m ²)	日期(月·日)									
	6·05	6·10	6·15	6·20	6·25	6·30	7·05	7·10	7·15	7·20
25.0	-0.562 3	-0.274 0	0.369 7	0.717 9	0.973 6	0.949 4	0.953 6	0.967 8	0.967 9	0.969 7
16.7	-0.478 9	-0.117 3	0.653 3	0.662 9	0.978 7	0.992 2	0.983 7	0.977 7	0.982 6	0.975 9
12.5	-0.631 2	-0.188 1	-0.381 9	0.116 2	0.678 1	0.915 3	0.928 6	0.972 4	0.989 0	0.989 1
10.2	0.000 4	0.366 0	0.850 8	0.904 1	0.910 5	0.957 6	0.959 5	0.982 1	0.998 0	0.990 5

注: 显著水平 $F_{0.05} 0.811 4$; $F_{0.01} 0.917 2$ 。

由表4看出,25.0穴/m²和16.7穴/m²密度区在6月25日~7月20日的生长量与氮肥施用量呈显著或极显著正相关;12.5穴/m²密度区在6月30日~7月20日的生长量与氮肥施用量呈显著或极显著正相关;10.2穴/m²密度区6月20日的生长量与氮肥施用量呈显著或极显著正相关。这一关系表明,移栽密度越稀对氮肥的依赖性越强,并且需求养分供给的生长时段越早,密植则晚。这一分析结果指出了水稻在稀植条件下应该在6月20日左右施肥,密植条件下应该在6月25日左右施肥,这样可确保水稻生育中期养分供应,有利于提高肥料利用率,容易实现高产稳产;同时提出了今后肥料试验应该进一步加强水稻生育中期的施肥研究,重点解决水稻生育中期的养分供应。

由表4又看出,在6月10日之前各密度条件下,氮肥施用量与生长量均呈微弱负相关,由此说明,目前水稻施肥措施在6月10日之前氮肥施用量完全满足水稻生长量的需要,在此之前追肥将是一项无效的施肥措施。因此认为,在今后水稻生产中没有必要施用返青肥。

2.3.2 生长量与移栽密度

表 5 同一氮肥用量生长量与移栽密度的相关系数

氮肥量 (kg/hm ²)	日期(月·日)									
	6·05	6·10	6·15	6·20	6·25	6·30	7·05	7·10	7·15	7·20
0	-0.599 1	-0.576 7	-0.764 0	-0.247 6	-0.098 3	0.256 6	0.622 7	0.778 4	0.753 0	0.690 8
45	0.153 3	0.123 4	-0.085 7	-0.198 8	-0.634 6	-0.828 7	-0.854 8	-0.799 9	-0.842 6	-0.849 0
90	-0.348 0	-0.731 4	-0.914 7	-0.533 6	-0.823 9	-0.950 6**	-0.968 9	-0.971 6	-0.959 5	-0.954 9
135	-0.683 7	-0.566 9	-0.493 5	-0.525 0	-0.643 2	-0.798 2	-0.822 4	-0.858 0	-0.862 2	-0.825 7
180	-0.589 6	-0.200 1	0.265 3	-0.232 8	-0.573 8	-0.869 8*	-0.894 7	-0.913 0	-0.913 8	-0.913 1

注: 显著水平 $F_{0.05} 0.811 4$; $F_{0.01} 0.917 2$ 。

由表5看出,在无肥、45kg/hm²和135kg/hm²氮肥处理区的生长量与移栽密度无显著关系,90kg/hm²氮肥处理区在6月15日及6月30日之后呈显著或极显著负相关,180kg/hm²氮肥处理区在6月30日后生长量与移栽密度呈显著负相关。水稻移栽密度与生长量生长的关系只有两个肥料处理区有一定的相关性,并且都表现为负相关。说明本试验条件下的密度对水稻生长量的作用不如氮肥施用量那么明显。

3 结 论

在本试验条件下,各群体在生长期最大生长速度的生长量占总生长量的 65.8%~66%,即作物最大生长期的生长比率为 66%,这一论点有待进一步验证。笔者在分析玉米、大豆干物质积累和作物灌浆过程时同样也出现过完全相同的比率。通过这些分析证明,作物在最大生长速度生长期积累的生物产量均占总生物产量的 66%,可能是作物生长的一种内在规律。

水稻生长量呈“S”型的动态变化过程,从移栽至 6 月 20 日,由于水稻个体小,生活能力弱,生长速度慢,各项生态资源都能满足水稻生长的要求,这一阶段的生长量以同样的速度增长。之后,随着生育进程的不断发 展,营养体逐渐扩大,个体间的环境资源越来越少,不同处理条件下生长量开始有明显的差异。移栽密度与生长量呈极显著负相关,每平方米增加 1 穴移栽密度,生长量可下降 3.3cm/d。氮肥施用量与生长量呈极显著正相关,氮肥施用量提高 1kg/hm² 生长量可提高 0.45 cm/d。密度对水稻生长量的促进作用小于氮肥施用量。

水稻生长量与产量:水稻生长量 = 株高×茎数,也称为营养体系数,代替干物重。可用水稻在营养生长期的生育特征数字化表示。6 月 25 日以后的生长量与产量呈显著或极显著正关系,其中,6 月 30 日~7 月 10 日的生长量与产量呈高度相关,成为当地水稻产量形成的重要时段。因此,在今后水稻栽培中应加强这一时段养分供应和田间管理,以利于实现高产。同时利用这一时段的生长量进行产量预测准确率可达 99%以上。

参考文献:

- [1] 柳金来. 1972~1986 年吉林省海龙县水稻丰歉鉴定试验报告[J]. 中国农业气象,1989,10(1):9-12.
- [2] 李南钟,等. 吉林省水稻丰歉鉴定试验研究报告[J]. 吉林农业科学,1992,(3):20-24.
- [3] 柳金来,等. 水稻自动调节与产量[J]. 吉林农业科学,2001,(5):8-14.
- [4] 丁希泉. 农业实用回归分析[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1989,324-336.
- [5] 柳金来,等. 利用水稻丰歉定位试验预报生育动态[J]. 粳稻科技,1988,(1):44-48.
- [6] 柳金来,等. 目前水稻生产状况及后期田间管理措施[J]. 农业科技信息,1992,153(13):7.
- [7] 柳金来,等. 玉米营养体分析及其应用[J]. 中国生态农业学报,2002,10(1):27-29.
- [8] 柳金来,等. 大豆丰歉鉴定试验[J]. 中国农业气象,1998,25(3):9-12.

(上接第 24 页)[7] 刘来福,等. 作物数量遗传[M]. 北京:农业出版社,1984,185-202.

[8] 马育华,等. 田间试验和统计方法[M]. 北京:农业出版社,1985,113-117.

Comprehensive Analysis of Quality Characteristics of Middle Early Season and Middle Season Japonica Rice Varieties Recently Tested in Jilin Province

XUN Ying-shi, YUAN Dong-lin, QUAN Lin-hu, et al.

(Yanbian Academy of Agricultural Sciences, Longjing 133400, China)

Abstract: The relative significance of effect of genotype, test site, genotype × site interaction on 12 quality characteristics was studied in the paper, according to data collected from 38 middle early season and middle season japonica rice varieties tested at 4 sites in Jilin province in 2003. The results showed that: Chalky trait, amylose content, milled rice recovery and grain length was seldom reached the first class of national rice standard. There were significant differences in all quality characteristics among different genotype, test site and genotype × site interaction. All quality characteristics were predominantly influenced by genotype effect. The amylose content was mostly influenced by genotype effect and the head rice recovery was mostly influenced by environmental effect.

Key words: Japonica rice; Quality; Effect analysis