

不同密肥条件下通粳 981 产量构成因子分析

周根友¹, 杨红燕², 夏华¹, 陈启康^{1*}

(1. 江苏沿江地区农业科学研究所, 江苏如皋 226541; 2. 青岛海水稻研究发展中心, 山东青岛 266071)

摘要 [目的] 探明不同生产条件下穗数、粒数、粒重对产量的影响。[方法] 对通粳 981 在不同密度和肥料条件下形成的产量及其构成因子进行回归、相关和通径分析。[结果] 穗数、粒数和粒重对产量均有极显著的增产效应, 其增产效应从大到小依次为穗数、粒数、粒重, 其中穗数对产量起主要作用; 但在基本苗较多或施 N 量较大的情况下, 穗数和粒数的增产作用都很重要。[结论] 农业生产中可针对不同生产栽培条件, 从产量构成因子中明确主攻目标, 合理制定栽培技术措施, 提高产量。

关键词 通粳 981; 基本苗; 施 N 肥; 穗数; 粒数; 粒重; 产量

中图分类号 S511.2⁺2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)28-0047-03

Analysis of Yield Components of Japonica Rice Tongjing 981 under the Different Density and Fertilization Level

ZHOU Gen-you¹, YANG Hong-yan², XIA Hua¹, CHEN Qi-kang^{1*} (1. Jiangsu Yanjiang Institute of Agricultural Sciences, Rugao, Jiangsu 226541; 2. Qingdao Saline-Alkali Tolerant Rice Research and Development Center, Qingdao, Shandong 266071)

Abstract [Objective] To investigate the effects of panicle number, grain number and grain weight on yield under different production conditions. [Method] The yield and its constructions factors of Japonica variety of 'Tongjing981' under different density and different fertilization level was studied through regression and correlation and path. [Result] The results showed that the panicle number and the grains number and the grain wight can rise yield very significantly. And its yield increase effect from big to small was panicle number, grains number, grain wight. And the panicle number plays a major role in yield; But the yield increase effect of panicle number and grain number was equally important when the basic seedlings were more or the N fertilizer application rate was large. [Conclusion] In agricultural production, we can make clear the main targets from the yield component factors, and formulate reasonable cultivation measures according to different production conditions to increase the yield.

Key words Tongjing 981; Basic seedling; N application rate; Panicle number; Grains number; Grain weight; Yield

通粳 981 是江苏沿江地区农业科学研究所选育而成的早熟晚粳水稻新品种, 具有优质、高产、多抗等优良特性^[1], 被江苏省农委确定为水稻主推品种。笔者在密度、肥料试验的基础上, 对通粳 981 产量及其构成因子进行了回归、相关和通径分析, 旨在探明不同生产条件下穗数、粒数、粒重对产量的影响, 以期为制订高产栽培技术措施提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验设在江苏沿江地区农业科学研究所试验田。

1.2 试验设计 试验采用二因素裂区设计^[1]。因素 A 为不同密度(基本苗)处理, 设 4 个处理水平, 分别为 A₁: 60 × 10⁴ 株/hm²; A₂: 90 × 10⁴ 株/hm²; A₃: 120 × 10⁴ 株/hm²; A₄: 150 × 10⁴ 株/hm²。因素 B 为不同纯 N 施用量处理, 设 4 个处理水平, 分别为 B₁: 150 kg/hm²; B₂: 225 kg/hm²; B₃: 300 kg/hm²; B₄: 375 kg/hm²。共 16 个处理组合, 每处理 3 次重复, 48 个小区, 小区面积 13.4 m²。

1.3 田间管理 5 月 19 日播种, 采用常规湿润育秧, 6 月 21 日移栽, 肥料运筹: 基肥和穗粒肥比为 6:4。为防止各处理间 N 肥相互渗漏, 小区间深埋塑料膜, 并以小田埂覆膜相隔^[2], 各小区独立排灌。小区四周设保护行, 各处理间 P、K

肥施用量和其他栽培措施均保持一致。

1.4 性状测定 成熟期分小区收获统计实产。每小区取样 20 穴进行室内考种, 测定穗粒结构。

1.5 分析方法 产量与穗粒结构之间进行回归、相关和通径分析, 采用原江苏农学院莫惠栋教授《农业试验统计》(1983) 书中关于多元线性回归、相关系数、偏相关系数、通径系数的数据处理运算程序和分析方法^[3]。

2 结果与分析

2.1 穗粒结构和产量及线性方程回归分析

2.1.1 穗粒结构和产量。 不同密度、肥料条件下各处理穗粒结构和产量见表 1。

2.1.2 回归方程的建立。 将表 1 中试验数据进行多元线性回归分析, 可得产量(Y, kg/hm²)、穗数(X₁, 10⁴/hm²)、粒数(X₂, 粒/穗)、千粒重(X₃, g)的三元线性回归方程:

$$Y = -21.214.8244 + 38.6414X_1 + 76.1243X_2 + 381.3419X_3 \quad (1)$$

回归显著性测验结果见表 2, Y 和 X₁、X₂、X₃ 的线性关系均达到极显著水平, 因此用方程(1)描述 Y 依 X₁、X₂、X₃ 的数量关系是可行的, 同时表明穗数、粒数、粒重对产量均有极显著效应。

2.1.3 方程(1)的统计生物学意义。 回归系数 b₁ = 38.6414, 表示 X₂、X₃ 固定时, X₁ 每增加 1 × 10⁴/hm², Y 增加 38.6414 kg/hm²。回归系数 b₂ = 76.1243, 表示 X₁、X₃ 固定时, X₂ 每增加 1 粒/穗, Y 增加 76.1243 kg/hm²。回归系数 b₃ = 381.3419, 表示 X₁、X₂ 固定时, X₃ 每增加 1 g, Y 增加 381.3419 kg/hm²。X₁、X₂、X₃ 取值须在观察值区间 X₁ [208.8, 307.8]、X₂ [116.2, 156.2]、X₃ [26.6, 28.8] 内, 不能

基金项目 国家星火计划项目(2013GA690123); 江苏省重点研发计划(现代农业)品种后补助项目(BE2016398)。

作者简介 周根友(1965—), 男, 江苏如皋人, 副研究员, 从事作物栽培与水稻育种研究。* 通讯作者, 研究员, 从事水稻育种栽培研究。

收稿日期 2017-07-20

外推。

2.2 X_1 、 X_2 、 X_3 和 Y 间的相关及偏相关分析

2.2.1 相关系数。根据 $r = \Sigma XY / \sqrt{\Sigma x^2 \Sigma y^2}$ 可算得 X_1 、 X_2 、 X_3 和 Y 间的相关系数： $r_{12} = -0.4597$ ， $r_{13} = -0.3165$ ， $r_{23} = 0.7988^{**}$ ， $r_{1y} = 0.7026^{**}$ ， $r_{2y} = 0.2971$ ， $r_{3y} = 0.3638$ 。（ $v =$

$n - 2 = 14$ ， $r_{0.05} = 0.497$ ， $r_{0.01} = 0.623$ ）。

相关系数表明，粒数和千粒重之间、穗数与产量之间存在极显著正相关，而穗数与粒数、穗数与千粒重之间存在不显著负相关，粒数与产量、千粒重与产量之间存在不显著正相关。

表1 各处理穗粒结构和产量

Table 1 grain structure and yield of each treatments

处理 Treatment	成穗数 No. of panicles per unit area// $\times 10^4/\text{hm}^2$ (X_1)	实粒数 No. of grain per panicle//粒/穗(X_2)	千粒重 1 000 - grain weight//g(X_3)	产量 Yield kg/hm ² (Y)
A ₁ B ₁	208.80	138.7	27.6	7 992.0
A ₂ B ₁	230.85	136.4	27.5	8 658.0
A ₃ B ₁	256.50	132.5	27.3	9 280.5
A ₄ B ₁	277.50	128.9	26.9	9 621.0
A ₁ B ₂	216.45	143.6	28.4	8 829.0
A ₂ B ₂	246.00	141.7	28.2	9 828.0
A ₃ B ₂	279.60	138.5	28.1	10 884.0
A ₄ B ₂	283.80	130.5	27.9	10 332.0
A ₁ B ₃	236.10	151.1	28.8	10 273.5
A ₂ B ₃	277.50	145.4	28.6	11 542.5
A ₃ B ₃	299.55	140.8	28.5	12 022.5
A ₄ B ₃	304.50	132.7	27.7	11 194.5
A ₁ B ₄	244.95	156.2	28.2	10 792.5
A ₂ B ₄	276.60	148.5	28.0	11 500.5
A ₃ B ₄	304.50	137.4	27.2	11 379.0
A ₄ B ₄	307.80	116.2	26.6	9 513.0

表2 回归、偏回归显著性测验

Table 2 Regression and partial regression significance test

变异来源 Source of variation	df	SS	MS	F
三元回归 Three yuan regression	3	20 874 407.88	6 958 135.96	1 143.490 2 ^{**}
因 X_1 的偏回归 Partial regression due to X_1	1	18 098 860.19	18 098 860.19	2 974.341 0 ^{**}
因 X_2 的偏回归 Partial regression due to X_2	1	2 530 526.21	2 530 526.21	415.863 1 ^{**}
因 X_3 的偏回归 Partial regression due to X_3	1	308 674.23	308 674.23	50.727 1 ^{**}
离回归 Deviation Regression	12	73 019.98	6 085.00	

注：当 $v_1 = 1, v_2 = 6$ 时， $F_{0.05} = 5.99$ ， $F_{0.01} = 13.74$ ；* 表示差异达显著水平，** 表示差异达极显著水平

Note: When $v_1 = 1, v_2 = 6$ ， $F_{0.05} = 5.99$ ， $F_{0.01} = 13.74$ ；* means significant level，** means extremely significant level

表3 X_1 、 X_2 、 X_3 与 Y 之间的相关及偏相关系数

Table 3 The correlation and partial correlation coefficients between X_1 ， X_2 ， X_3 and Y

指标 Index	X_1	X_2	X_3	Y
X_1		-0.985 3 ^{**}	-0.876 5 ^{**}	0.997 6 ^{**}
X_2	-0.459 7		-0.799 6 ^{**}	0.983 0 ^{**}
X_3	-0.316 5	0.798 8 ^{**}		0.881 7 ^{**}
Y	0.702 6 ^{**}	0.297 1	0.363 8	

注：* 表示差异达显著水平，** 表示差异达极显著水平

Note: * indicates significant level，** means extremely significant level

2.2.2 偏相关系数。由于 X_1 、 X_2 、 X_3 之间存在相关性， r_{1y} 、 r_{2y} 、 r_{3y} 只能分别反映 X_1 、 X_2 、 X_3 与 Y 之间的表面现象。因此，可通过偏相关分析，用偏相关系数表达 X_1 、 X_2 、 X_3 与 Y 之间的真实关系。偏相关分析结果见表 3， $r_{12} = -0.9853^{**}$ ， $r_{13} = -0.8765^{**}$ ， $r_{23} = -0.7996^{**}$ ， $r_{1y} = 0.9976^{**}$ ， $r_{2y} = 0.9830^{**}$ ， $r_{3y} = 0.8817^{**}$ （ $v = n - 4 = 12$ ， $r_{0.05} = 0.683$ ，

$r_{0.01} = 0.773$ ）。

偏相关系数表明，穗数、粒数和千粒重三者相互之间呈极显著负相关，而三者与产量之间均呈极显著正相关，从大到小依次为 r_{1y} 、 r_{2y} 、 r_{3y} 。因此，增加穗数、粒数和粒重都是提高通粳 981 产量的重要途径，且三者对产量的效应从大到小依次为穗数、粒数、千粒重。然而，由于穗数、粒数和千粒重

之间存在极显著负相关,三者很难同时有较大增加。因此,在生产实践中,应根据不同的栽培条件、生产水平以及不同的生长期,确定其中最为有利于增产的因素,作为栽培管理的主攻目标^[4]。

2.3 通径分析

2.3.1 X_1 、 X_2 、 X_3 对 Y 的总体通径系数。总体数据资料通径分析表明(表 4),表现为 $P_{1 \rightarrow Y} > P_{2 \rightarrow Y} > P_{3 \rightarrow Y}$,且 $P_{1 \rightarrow Y}$ 比 $P_{2 \rightarrow Y}$ 和 $P_{3 \rightarrow Y}$ 大得多,说明穗数、粒数和千粒重对产量的作用大小差异明显,其中穗数的增产作用最大,粒数的增产作用其次,而千粒重的增产作用很小。因此在一般情况下,制订高产栽培技术方案时可遵循确保穗数、主攻粒数、争取千粒重的基础技术思路。

表 4 X_1 、 X_2 、 X_3 对 Y 的通径系数

Table 4 Path coefficient of X_1 , X_2 and X_3 to Y

指标 Index	1→Y	2→Y	3→Y
X_1 , 1→	1.051 3	-0.285 0	-0.064 2
X_2 , 1→	-0.483 3	0.620 0	0.161 9
X_3 , 1→	-0.332 8	0.495 3	0.202 7

2.3.2 不同密肥条件下 X_1 、 X_2 、 X_3 对 Y 的通径系数。不同密肥条件下 Y 随 X_1 、 X_2 、 X_3 的变化呈现不同的变化趋势(表 1),说明穗数、粒数和千粒重对产量的作用大小随着密度和

表 5 不同密肥条件下 X_1 、 X_2 、 X_3 对 Y 的通径系数

Table 5 Path coefficient of X_1 , X_2 and X_3 to Y under different density and fertilizer conditions

固定条件 Fixed condition	指标 Index	1→Y	2→Y	3→Y
$A_1 = 60$	X_1 , 1→	0.641 8	0.292 7	0.061 0
	X_2 , 2→	0.639 0	0.294 0	0.061 4
	X_3 , 3→	0.365 6	0.168 4	0.107 1
$A_2 = 90$	X_1 , 1→	0.730 0	0.197 9	0.069 1
	X_2 , 2→	0.694 7	0.207 9	0.060 0
	X_3 , 3→	0.527 7	0.130 4	0.095 6
$A_3 = 120$	X_1 , 1→	0.789 2	0.062 5	0.085 1
	X_2 , 2→	0.630 0	0.078 2	0.246 2
	X_3 , 3→	0.212 7	0.061 0	0.315 7
$A_4 = 150$	X_1 , 1→	0.693 6	-0.383 6	-0.050 1
	X_2 , 2→	-0.324 3	0.820 6	0.225 0
	X_3 , 3→	-0.124 5	0.661 5	0.279 1
$B_1 = 150$	X_1 , 1→	1.738 4	-0.511 9	-0.233 9
	X_2 , 2→	-1.729 9	0.514 4	0.239 3
	X_3 , 3→	-1.658 8	0.502 0	0.245 2
$B_2 = 225$	X_1 , 1→	1.448 6	-0.484 0	-0.019 9
	X_2 , 2→	-1.206 7	0.581 1	0.020 2
	X_3 , 3→	-1.359 9	0.552 9	0.021 2
$B_3 = 300$	X_1 , 1→	2.034 2	-1.195 1	-0.030 2
	X_2 , 2→	-1.841 7	1.320 0	0.039 0
	X_3 , 3→	-1.497 7	1.254 9	0.041 1
$B_4 = 375$	X_1 , 1→	1.450 2	-1.255 1	-0.491 6
	X_2 , 2→	-1.251 2	1.454 8	0.533 0
	X_3 , 3→	-1.310 3	1.425 3	0.544 0

施肥水平的变化而变化。不同密肥条件下 X_1 、 X_2 、 X_3 对 Y 的通径系数见表 5。通径分析表明,在基本苗固定为 60×10^4 、 90×10^4 、 120×10^4 株/hm² 和施 N 量固定为 150、225 kg/hm² 时, $P_{1 \rightarrow Y}$ 比 $P_{2 \rightarrow Y}$ 和 $P_{3 \rightarrow Y}$ 明显大很多,说明此时对增加产量起主要作用的是穗数,而粒数、千粒重的增产作用较小;在基本苗固定为 150×10^4 株/hm² 和施 N 量固定为 300、375 kg/hm² 时, $P_{1 \rightarrow Y}$ 和 $P_{2 \rightarrow Y}$ 都较大,而 $P_{3 \rightarrow Y}$ 明显较小,说明此时穗数和粒数对增加产量的作用均较大,粒重的增产作用较小。

3 讨论

回归、相关和通径分析表明,在通梗 981 水稻常规栽培产量构成因子中,穗数、粒数和千粒重对产量均有极显著的增产效应。但在不同栽培条件下,穗数、粒数和千粒重对产量的增产作用大小不同。通常情况下,穗数的增产作用最大,粒数的增产作用其次,而千粒重的增产作用较小,其中穗数对产量起主要作用。而在基本苗较多或施 N 量较大的情况下,穗数和粒数的增产作用都很重要。因此,在制订高产栽培技术方案时可遵循确保穗数、主攻粒数、争取千粒重的技术思路,根据水稻生育特点,在水稻不同生长期,明确主攻目标,前期主攻穗数,中期主攻粒数,后期主攻粒重。同时,针对不同生产条件应采取不同的栽培管理措施:对于土地肥力水平在中等以下、肥料投入不多的田块,穗数是产量的决定性因素,应以拿足穗数为原则,栽足基本苗,基本苗以 120×10^4 株/hm² 以上为宜;对于土地肥力水平高、肥料投入多的田块,穗数和粒数需同时考虑,应以穗粒并重、二者兼顾为原则,使穗、粒、重协调发展,可适当减少基本苗,以防群体过大,穗型过小而影响产量,基本苗以 $90 \times 10^4 \sim 120 \times 10^4$ 株/hm² 为宜;对田间基本苗不足 (90×10^4 株/hm² 以下)的田块,应加大肥料投入,施 N 量可增至 $300 \sim 375$ kg/hm²,促进分蘖成穗;对田间基本苗较多 (120×10^4 株/hm² 以上)的田块,应在确保足穗的基础上主攻粒数,要防止施肥过量造成无效分蘖和穗数过多,粒数下降而影响产量,施 N 量以 $225 \sim 300$ kg/hm² 为宜^[4-6]。

参考文献

- [1] 周根友,夏华. 优质高产早熟晚粳新品种通梗 981 选育[J]. 江苏农业科学,2012,40(1):100-101.
- [2] 郑克武,邹江石,吕川根,等. 氮肥和密度对两系亚种间杂交稻“两优培九”产量及产量结构的影响[J]. 江苏农业学报,2001,17(1):19-23.
- [3] 莫惠栋. 农业试验统计[M]. 上海:上海科技出版社,1983.
- [4] 周根友. 密度和施肥对黑宝石 1 号小麦生长发育和产量的影响[J]. 浙江农业科学,2012(7):945-947.
- [5] 周根友,刘建,张小忠,等. 后季稻南梗 38 旱育抛栽产量构成因子分析[J]. 安徽农业科学,2004,32(1):9-10.
- [6] 周根友,刘建,徐小安. 不同密度和不同施肥水平对后季稻旱育抛栽群体质量和产量的影响[J]. 河南职业技术师范学院学报,2003,31(2):1-4.

科技论文写作规范——讨论

着重于研究中新的发现和重要方面,以及从中得出的结论。不必重复在结果中已评述过的资料,也不要模棱两可的语言,或随意扩大范围,讨论与文中无多大关联的内容。