

不同播期·密度·施肥量·水分对早稻生长发育的影响

吴建平¹, 邢丹英², 高剑华², 杨伟明², 许少华², 朱诗汉³, 罗耀美⁴, 杨柳²

(1. 湖北省农业科学院粮食作物研究所, 湖北武汉 430064; 2. 长江大学农学院, 湖北荆州 434025; 3. 湖北省恩施市农业技术推广中心, 湖北恩施 445000; 4. 湖北省利川市农业技术推广中心, 湖北利川 445400)

摘要 [目的] 研究播期、密度、施肥量和水分对早稻生长发育与产量的影响, 筛选最佳栽培因子组合。[方法] 对杂交早稻金优 402 进行播期、密度、施肥量和水分 4 因素 3 水平的正交试验。[结果] 播期和施肥量是影响早稻生育期和产量的主要因素; 播期对金优 402 的生育期和产量影响极显著, 施肥量对早稻生育期和产量的影响显著。早稻高产栽培的最佳组合为: 播期 3 月 22 日, 密度 135 万/hm², 施肥总量 225 kg/hm², 水分刚淹没土表。[结论] 为农业生产提供参考。

关键词 早稻; 播期; 密度; 施肥量; 水分

中图分类号 S511 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)26-12445-02

Effect of Different Sowing Dates, Planting Density, Fertilizer Rate and Field Water on Growth, Development and Yield of the Early Rice

WU Jian-ping et al (Institute of Crops, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan, Hubei 430064)

Abstract [Objective] The research aimed to study the effect of different sowing dates, planting density, fertilizer rate and field water on growth, development and yield of the early rice, screen the best combination of culture factors. [Method] The orthogonal experiment of 4 factors and 3 levels of sowing dates, planting density, fertilizer rate and field water on the early rice of Jin-you 402 were studied. [Result] Sowing dates and fertilizer rate were the main influence factors of the growth period and yield of early rice. There was a very significant effect of sowing dates on the growth period and yield of Jin-you 402, and a significant effect of fertilizer rate on the growth period and yield of early rice. The best combination of culture factors on the early rice was as follow: Sowing dates was March 22, planting density was $135 \times 10^4/\text{hm}^2$, total fertilizer rate was $225 \text{ kg}/\text{hm}^2$, field water just submerged the soil surface. [Conclusion] The study can provide the reference for agricultural production.

Key words Early rice; Sowing dates; Planting density; Fertilizer rate; Field water

水稻是人类重要的粮食作物之一, 世界上大约有 50% 的人口以稻米为主食^[1-2]。早稻是我国水稻生产的重要组成部分。众多研究表明, 播期、密度、施肥量和水分是影响水稻生产的重要因子^[3-6]。为此, 笔者在传统的水稻增产技术基础上, 研究播期、密度、施肥量、水分对早稻生长发育的影响, 探讨适宜早稻增产的最佳因素组合, 旨在为农业生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试品种为金优 402, 由湖北省松滋市金松种业有限公司提供。

1.2 试验设计 采用 4 因素 3 水平正交设计(表 1)。4 个因素分别为: 播期(A); 密度(B), 即基本苗; N 肥施用量(C), 其中, P、K 肥按照当地固定, N 肥移栽后第 5、12 天 2 次作基肥施用; 水分(D)。3 个水平分别为: 3 月 8 日(A₁), 3 月 22 日(A₂), 4 月 6 日(A₃); 67.5 万(B₁), 135.0 万(B₂), 202.5 万/hm²(B₃); 21.75 + 13.50 kg/hm²(C₁), 43.50 + 27.00 kg/hm²(C₂), 60.75 + 40.50 kg/hm²(C₃); 水刚淹没土表(D₁), 水层 5 cm(D₂), 水层 10 cm(D₃)。其中, 施 N 量用尿素计算, 尿素的含 N 量按 45% 计。早育秧, 秧龄 35 d 后移栽大田, 插植规格 13.2 cm × 16.5 cm, 小区面积 12 m²。试验设在荆州市荆州区纪南镇三红村 9 组。该地气候属北亚热带季风湿润气候区, 年辐射总量 4 366.8 ~ 4 576.2 MJ/m², 年日照时数 1 823 ~ 1 978 h, 日照率 41% ~ 44%, 年均气温 16.2 ~ 16.6 °C, 无霜期 250 ~ 267 d, 年降水量 1 100 ~ 1 300 mm。试

验地海拔 34 m, 土壤肥力中上等, 前茬为经济作物荸荠(前茬施用鸡粪 9 000 kg/hm² 作基肥)。早稻基肥是将前茬荸荠的茎秆(7 500 kg/hm²) 翻耕沤作底肥, 耙田时施入碳酸氢铵和过磷酸钙各 750 kg/hm²。

表 1 正交试验设计

Table 1 Orthogonal experimental design

水平 Level	播期(A) Sowing date	密度(B) 万/hm ² Density	N 肥施用量(C) kg/hm ² N application amount	水分(D) // cm Water
1	03-08	67.5	21.75 + 13.50	刚淹没土表
2	03-22	135.0	43.50 + 27.00	水层 5 cm
3	04-06	202.5	60.75 + 40.50	水层 10 cm

注: N 肥施用量为移栽后第 5、12 天 2 次施用量之和。

Note: N application amount are the sum of 5 th and 12th day amount after transplanting.

2 结果与分析

2.1 不同处理对早稻金优 402 生育进程的影响 从表 2 可以看出, 9 个处理的生育期有较大差别, 生育期最长的是处理 3, 为 125 d; 生育期最短的是处理 8、9, 为 110 d, 两者相差 15 d。方差分析表明, 播期对早稻生育期影响极显著 ($F = 129.7.00 > F_{0.01}$), 施肥量对早稻生育期影响显著 ($F = 28.00 > F_{0.05}$), 水分和密度对早稻生育期的影响均不显著。这说明, 在试验条件下, 播期和施肥量对生育期的影响大于水分和密度, 是主要影响因素。

2.2 不同处理对早稻金优 402 叶龄动态的影响 从图 1 可以看出, 不同的栽培处理对早稻的出叶进度有一定的影响, 且处理 5、6 的出叶进度优于其他处理。这说明, 处理 5、6 的栽培条件有利于早稻的早期生长, 可以为以后的生殖生长提供有利条件。

基金项目 国家“十一五”重大粮食专项(2006BAD02A02)。

作者简介 吴建平(1957-), 男, 湖北天门人, 硕士, 副研究员, 高级农艺师, 从事作物高产栽培方面的研究。

收稿日期 2009-04-24

表 2 不同处理对早稻金优 402 生育进程的影响

Table 2 The effect of different treatments on the growth process of early rice Jinyou 402

处理 Treatment	组合 Combination	播期 Sowing stage	三叶期 Three leaves stage	抽穗期 Heading stage	成熟期 Mature stage	全生育期//d Whole growth stage
1	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁	03-08	03-27	06-17	07-18	122
2	A ₁ B ₂ C ₂ D ₂	03-08	03-27	06-18	07-20	124
3	A ₁ B ₃ C ₃ D ₃	03-08	03-27	06-19	07-21	125
4	A ₂ B ₁ C ₂ D ₃	03-22	04-09	06-22	07-24	114
5	A ₂ B ₂ C ₃ D ₁	03-22	04-09	06-20	07-23	113
6	A ₂ B ₃ C ₁ D ₂	03-22	04-09	06-20	07-22	112
7	A ₃ B ₁ C ₃ D ₂	04-06	04-23	06-26	07-27	112
8	A ₃ B ₂ C ₁ D ₃	04-06	04-23	06-24	07-25	110
9	A ₃ B ₃ C ₂ D ₁	04-06	04-23	06-24	07-25	110

2.3 不同处理对早稻金优 402 主要经济性状的影响 从表 3 可以看出,在有效穗数上,处理 8 最高,处理 5 次之,处理 2 最低;在每穗总粒数上,处理 7 最高,处理 5 次之;在结实率上,处理 4 最高,处理 5 次之;在千粒重上,处理 1 最高,处理 5 次之。综合各处理的性状表现,虽然差异均不显著,但处理

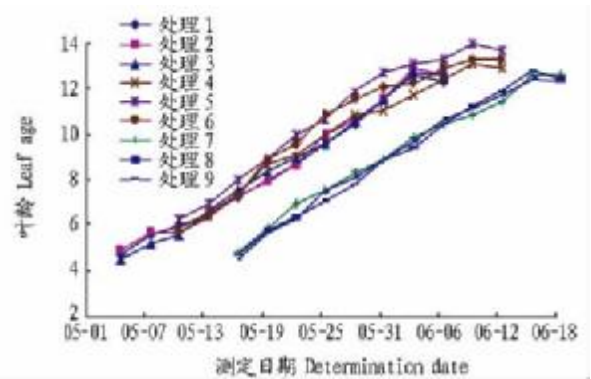


图 1 不同处理对早稻金优 402 叶龄动态的影响

Fig. 1 The effect of different treatments on leaf age dynamics of early rice Jinyou 402

5、7 要优于其他各处理。

在产量上,处理 5 最高,与处理 1、2 差异极显著,与处理 8、3 差异显著;处理 7 次之,与处理 1 差异极显著,与处理 2、3 差异显著;处理 1 最低。

表 3 各处理产量构成因素比较

Table 3 Comparison on yield component factors of each treatment

处理 Treatment	组合 Combination	有效穗数//万/hm ² Effective ear number	每穗总粒数 Total grain number per ear	结实率//% Seed setting rate	千粒重//g 1 000-grain weight	实际产量 kg/hm ² Actual yield	差异显著性 Difference significance	
							5%	1%
5	A ₂ B ₂ C ₃ D ₁	439.80	102.6	77.58	26.09	6 735.15	a	A
7	A ₃ B ₁ C ₃ D ₂	420.60	104.6	75.96	25.43	6 604.80	ab	AB
6	A ₂ B ₃ C ₁ D ₂	431.70	92.5	75.65	25.94	6 555.45	ab	ABC
4	A ₂ B ₁ C ₂ D ₃	416.10	95.4	78.15	25.84	6 502.95	ab	ABC
9	A ₃ B ₃ C ₂ D ₁	433.65	91.8	74.87	25.78	6 420.60	abc	ABC
8	A ₃ B ₂ C ₁ D ₃	443.25	98.7	77.35	26.02	6 307.35	bcd	ABC
3	A ₁ B ₃ C ₃ D ₃	409.05	95.7	75.28	25.56	6 168.75	cd	ABC
2	A ₁ B ₂ C ₂ D ₂	374.40	93.6	76.14	26.06	5 987.10	de	BC
1	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁	380.10	98.3	72.67	26.18	5 842.65	e	C

对产量进行方差分析可知,播期对早稻的产量影响极显著($F = 102.480 5 > F_{0.01}$),施肥量对早稻产量影响显著($F = 20.536 0 > F_{0.05}$),水分和密度对早稻产量的影响均不显著。

对 4 个因子进行极差分析,结果见表 4。从表 4 可以看出,播期、N 肥施用量的极差 R 分别为 39.89、17.85,居第 1、2

表 4 正交试验的极差分析

Table 4 Range analysis of orthogonal experiment

因子 Factor	水平 Level	总和 Sum	均值 Mean	极差 R Range
A	1	17 998.50	5 999.50	39.89
	2	19 793.55	6 597.85	
	3	19 332.75	6 444.75	
B	1	18 950.40	6 316.80	4.32
	2	19 029.60	6 343.20	
	3	19 144.80	6 381.60	
C	1	18 705.45	6 235.15	17.85
	2	18 910.65	6 303.55	
	3	19 508.70	6 502.90	
D	1	18 998.40	6 332.80	3.74
	2	19 147.35	6 382.45	
	3	18 979.05	6 326.35	

位,是影响水稻产量的关键性因子,基本苗和水分的影响较小。由于播期影响达到极显著水平,所以在优化选择的时候播期是第 1 优先考虑因素,结合极差分析,A 选 A₂;N 肥施用量的影响达到显著水平,作为第 2 考虑对象,结合极差分析,C 选 C₂。结合极差分析,考虑密度和水分,可以得到 4 个因素的最佳组合为:A₂B₂C₃D₁。这正与 5 号组合处理相符合,也是 9 个处理中产量最高的。

3 结论与讨论

播期、密度、施肥量和水分是影响水稻生产的重要因子。在该试验中,播期对早稻生育期及产量的影响极显著,N 肥施用量对早稻生育期及产量的影响显著,在与试验地相似环境的生产中,应该优先考虑这 2 个因素;试验的最佳组合为 A₂B₂C₃D₁,即处理 5 的条件:播期为 3 月 22 日,密度为 135.0 万/hm²,N 肥施用量为 43.50 + 27.00 kg/hm²(N 肥移栽后第 5、12 天 2 次作基肥施用),水分为覆土。其他栽培因子对江汉平原早稻生产的影响有待于进一步研究。

参考文献

[1] 章家恩. 我国水稻安全生产存在的问题及对策探讨[J]. 北方水稻, 2007 (4): 1-7.

表2 春油菜“3414”试验各处理水平组合

Table 2 Level combination of treatment in 3414 experiment for spring oilseed rape

处理号 Treatment No.	水平组合 Level combination	施肥量//kg/hm ² Fertilization amount			合计 Total	配方比例 Formula proportion N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
		N(X ₁)	P(X ₂)	K(X ₃)		
1(CK)	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	0	-
2	N ₀ P ₂ K ₂	0	75.15	45.0	120.15	-
3	N ₁ P ₂ K ₂	50.70	75.15	45.0	170.85	1:1.48:0.89
4	N ₂ P ₀ K ₂	101.25	0	45.0	146.25	1:0:0.44
5	N ₂ P ₁ K ₂	101.25	37.65	45.0	183.90	1:0.37:0.44
6	N ₂ P ₂ K ₂	101.25	75.15	45.0	221.40	1:0.74:0.44
7	N ₂ P ₃ K ₂	101.25	112.80	45.0	259.05	1:1.11:0.44
8	N ₂ P ₂ K ₀	101.25	75.15	0	176.40	1:0.74:0
9	N ₂ P ₂ K ₁	101.25	75.15	22.5	198.90	1:0.74:0.22
10	N ₂ P ₂ K ₃	101.25	75.15	67.5	243.90	1:0.74:0.67
11	N ₃ P ₂ K ₂	151.95	75.15	45.0	272.10	1:0.49:0.30
12	N ₁ P ₁ K ₂	50.70	37.65	45.0	133.35	1:0.74:0.89
13	N ₁ P ₂ K ₁	50.70	75.15	22.5	148.35	1:1.48:0.44
14	N ₂ P ₁ K ₁	101.25	37.65	22.5	161.40	1:0.37:0.22

案进行规格定苗。油菜整个生长期施药3~4次,防治菜青虫、蚜虫危害。80%角果蜡黄时收割,按试验方案次序各小区依次摆放,田间晾晒干后脱粒计产,各小区产量实行单打单收。

2 结果与分析

2.1 各处理间产量分析 试验各处理的产量及各处理间LSD比较结果见表3。经方差分析,各施肥处理与不施肥(CK)处理间产量差异显著,说明施肥增产效果显著;各施肥处理间产量差异显著或极显著;各处理重复间产量差异不显著。

2.2 肥料效应方程的建立 采用农业部测土配方施肥工程提供的“3414”试验数据处理程序对春油菜产量和施肥量进行回归分析^[6]。以春油菜产量为因变量,N、P、K施肥量3个因素为自变量,进行多元回归分析,建立二次多项式数学模型,所得的拟合曲线方程为:

$$Y = 93.948 + 24.105 X_1 + 14.843 X_2 + 0.413 X_3 - 1.542 X_1^2 + 0.130 X_2^2 - 0.271 X_3^2 - 0.425 X_1 X_2 + 1.340 X_1 X_3 + 3.478 X_2 X_3$$

式中,Y为春油菜折合产量,X₁、X₂、X₃分别为N、P、K的施肥量。对回归方程进行检验(方程相关系数R=0.9623,方程F=16.353>F_{0.05}=4.837)达显著水平。方程拟合的最佳施氮量为N 128.60 kg/hm²,最佳施磷量为P₂O₅ 90.60 kg/hm²,最佳施钾量为K₂O 55.10 kg/hm²,最高产量为3 471.5 kg/hm²。

表3 “3414”试验各处理产量及各处理间LSD比较结果

Table 3 Yield of each treatment and LSD comparison results in 3414 experiment

处理号 Treatment No.	水平组合 Level combination	产量//kg/小区 Yield				折合产量 kg/hm ² Converted yield
		1区	2区	3区	平均 Average	
1(CK)	N ₀ P ₀ K ₀	2.4	2.1	1.6	2.1 dC	1 401.0
2	N ₀ P ₂ K ₂	3.3	2.8	2.8	3.0 cBC	2 001.0
3	N ₁ P ₂ K ₂	4.5	5.2	2.3	4.0 bcAB	2 668.5
4	N ₂ P ₀ K ₂	6.6	4.5	3.6	4.9 abcAB	3 302.5
5	N ₂ P ₁ K ₂	5.3	5.5	4.8	5.1 abcAB	3 402.0
6	N ₂ P ₂ K ₂	4.6	5.3	4.8	4.7 abcAB	3 268.5
7	N ₂ P ₃ K ₂	6.1	5.2	5.8	5.7 abcAB	3 802.5
8	N ₂ P ₂ K ₀	6.1	4.8	5.8	5.6 abcAB	3 735.0
9	N ₂ P ₂ K ₁	5.5	4.8	5.1	5.1 abAB	3 402.0
10	N ₂ P ₂ K ₃	7.1	4.4	4.9	5.5 abAB	3 669.0
11	N ₃ P ₂ K ₂	5.7	5.2	5.1	5.3 abAB	3 535.5
12	N ₁ P ₁ K ₂	5.2	4.2	4.4	4.6 abAB	3 067.5
13	N ₁ P ₂ K ₁	5.1	4.1	6.0	5.1 abAB	3 402.0
14	N ₂ P ₁ K ₁	5.1	5.0	5.7	5.3 aA	3 535.5

注:表中同列不同小写字母表示在0.05水平上有显著差异;不同大写字母表示在0.01水平上有极显著差异。

Note: Different lowercases mean significant differences at 0.05 level; different capital letters mean extremely significant differences at 0.01 level.

3 小结与讨论

(1)该试验各施肥处理中,N₂P₃K₂产量最高,为3 802.5 kg/hm²;其次为N₂P₂K₀,产量为3 735.0 kg/hm²;空白区产量为1 401.0 kg/hm²。

(2)通过青海东部春油菜“3414”肥料效应试验,获得肥料效应函数方程,并得出氮、磷、钾的最佳施肥量为:N 128.60 kg/hm²、P₂O₅ 90.60 kg/hm²、K₂O 55.10 kg/hm²,最高产量为3 471.5 kg/hm²。综合分析不同施肥方法推荐的施肥量,并结合当地农业生产实际,得出青海东部地区春油菜合理施肥量分别为N 120.00 kg/hm²、P₂O₅ 90.00 kg/hm²、K₂O 50.00 kg/hm²。

参考文献

- [1] 陈来生,马晓岗.青海省油菜产业化发展的思考[J].青海科技,2001(3):27-28.
- [2] 王艳君,赵洪潮,杜德志.青海省油菜生产中存在的主要问题与对策[J].青海农林科技,2004(4):41-43.
- [3] 毛小锋,罗新青,李俊仁.青海省高寒山区早熟甘蓝型油菜推广技术研究[J].种子,2003(5):116-117.
- [4] 高祥照,马常宝,杜森.测土配方施肥技术[M].北京:中国农业出版社,2005.
- [5] 王瑞生.青杂3号油菜新品种高产栽培优化技术研究[J].青海大学学报:自然科学版,2006,24(3):34-36.
- [6] 潘伙川.应用3414试验方案研究结球甘蓝的氮磷钾施肥量[J].福建农业科技,2006(5):68-70.

(上接第12446页)

- [2] 陈和午.我国水稻生产和贸易现状分析[J].北京农业职业学院学报,2004,18(6):29-32.
- [3] 秦阳,王伯伦,王术,等.播期对水稻品种产量及构成因素的影响[J].垦殖与稻作,2003(3):18-20.
- [4] 王绍华,曹卫星,丁艳锋,等.基本苗数和施氮量对水稻氮吸收与利用

的影响[J].南京农业大学学报,2003,26(4):1-4.

- [5] 王余龙,姚有礼,刘宝玉,等.不同生育时期氮素供应水平对杂交水稻根系生长及活力的影响[J].作物学报,1997,23(6):699-706.
- [6] 邵玺文,阮长春,赵兰坡,等.分蘖期水分处理对水稻生长发育及产量的影响[J].吉林农业大学学报,2005,27(1):6-10.