

甘蓝型杂交油菜“丰油 701” 高产优化栽培技术

郑 莉

(福建省浦城县农业技术推广站, 福建 浦城 353400)

摘 要: 为探讨双低油菜新品种丰油 701 高产栽培技术模式, 采取二次回归正交旋转组合设计研究了丰油 701 产量与氮钾肥用量、种植密度和移栽苗龄 4 个主要栽培因素的数量关系。结果表明, 产量在 2800 kg·hm⁻² 以上的最佳农艺措施为 N 277.44~ 288.67 kg·hm⁻²、K₂O 187.62~ 226.41 kg·hm⁻²、种植密度 11.80 万~ 12.61 万株·hm⁻²、移栽苗龄 34.5~ 37.5 d。
关键词: 甘蓝型油菜; 丰油 701; 栽培措施; 数学模型
中图分类号: S 565.403 文献标识码: A

Agronomic optimization for cultivating hybrid *Brassica napus* L. variety, Fengyou 701
ZHENG Li

(Pucheng County Agricultural Technique Extension Station in Fujian, Pucheng, Fujian 353400, China)
Abstract: In order to optimize the cultivation of the new, high yield hybrid rapeseed Fengyou 701 (*Brassica napus* L.), an experiment was conducted. A mathematical model was established for the relationship between various cultivation measures and the crop yield by means of the quadric universal rotation design. The optimal agronomic conditions for a yield greater than 2 800 kg·hm⁻² included: pure N at 277.44– 288.67 kg·hm⁻², K₂O at 187.62– 226.41 kg·hm⁻², planting density at (11.80– 12.61) × 10⁴ plants·hm⁻² and seedling transplant at 34.5– 37.5 day old.
Key words: *Brassica napus*; Fengyou 701; cultivation; mathematical model

丰油 701 系由湖南省农业科学院作物研究所选育的甘蓝型半冬性细胞质雄性不育三系杂交油菜新品种, 芥酸含量 0.25%, 硫甙含量 33.66 μmol·g⁻¹, 含油量 43.12%, 属“双低”油菜类型^[1]。2004 年通过国家农作物品种审定委员会审定, 由中国农业科学院北京中农种业独家开发^[2]。2008 年引进福建省油菜主产区种植获得成功, 经专家多次考查认为丰油 701 适宜福建省油菜主产区种植。本文初步探讨丰油 701 在闽北生态条件下的优化栽培措施, 以指导生产实践, 实现良种良法配

套。
1 材料与方法
1.1 试验设计
试验采用四因素二次回归正交旋转组合设计。以产量 (Y) 为目标函数, 以 N (X₁)、K₂O (X₂)、种植密度 (X₃)、移栽苗龄 (X₄) 等 4 个因素为试验因素, 试验处理组合的小区数共 23 个, 随机区组排列, 小区面积 21 m²。四周设保护行, 并开好环沟。各因素及水平编码见表 1。

表 1 试验因子水平及编码
Table 1 Levels and codes of experimental factors

因 素	- 1.682	- 1	0	1	1.682	变动间距
(X ₁) N(kg·hm ⁻²)	0	60	150	240	300	90
(X ₂) K ₂ O(kg·hm ⁻²)	0	60	150	240	300	90
(X ₃) 种植密度(万株·hm ⁻²)	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	1.5
(X ₄) 移栽苗龄(d)	24	30	36	42	48	6

收稿日期: 2010- 03- 31 初稿; 2010- 05- 29 修改稿
作者简介: 郑莉 (1966-), 女, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作 (E-mail: liuq66@163.com)

1.2 试验方法

试验地安排在福建省浦城县仙阳镇渔梁村进行。试验地前作为中稻,黄壤土,地力均匀。耕层土壤有机质含量 41.9 g·kg⁻¹, 碱解氮 210 mg·kg⁻¹, 速效磷 12.7 mg·kg⁻¹, 速效钾 62.0 mg·kg⁻¹, 全氮 1.42 g·kg⁻¹, 全磷 1.04 g·kg⁻¹, 全钾 31.0 g·kg⁻¹, pH 4.97。采用育苗移栽。2008 年 10 月 10 日播种, 11 月下旬根据试验处理不同苗龄要求进行移栽, 移栽前全田进行 1 次芽前除草, 每公顷用 50% 的乙草胺 70 g 对水 30 kg 畦面均匀喷施。每公顷统一基施过磷酸钙 450 kg、硼砂 7.5 kg, 薹期与初花期每公顷再喷硼砂 3.75 kg。氮肥纯 N 量按基肥、苗肥、薹肥比例为 50%、30%、20% 施用, 基肥和苗肥均用碳酸氢铵 (N 17.1%), 薹肥用尿素 (N 46.4%)。钾肥用氯化钾 (K₂O 60%), 当基肥一次性全部施入。其他管理按当地油菜大田生产水平。

2 结果与分析

2.1 产量结果及各因素间最优回归方程的建立

根据试验处理产量结果 (表 2), 应用 DPS 数据处理软件进行电算统计^[3], 建立丰油 701 产量 (Y) 与 N (X₁)、K₂O (X₂)、种植密度 (X₃)、移栽苗龄 (X₄) 的数学模型:

$$Y = 2387.263 + 348.778X_1 + 69.056X_2 + 78.846X_3 + 16.171X_4 - 60.236X_1^2 - 53.607X_2^2 - 6.672X_3^2 - 38.492X_4^2 - 4.594X_1X_2 - 3.281X_1X_3 + 8.156X_1X_4 + 8.156X_2X_3 - 3.281X_2X_4 - 4.594X_3X_4$$

2.2 回归模型的统计检验

对上述方程进行方差分析与显著性检验, 表明失拟检验结果 ($F_1 = 3.843 < F_{0.05} = 4.39$) 未达显著水平, 说明所建模型无失拟因子存在。回归方程检验结果 ($F_2 = 8.853 > F_{0.01} = 4.46$) 达极显著水平, 说明此方程有效。进一步对回归系数进行 F 检验, 结果 4 因素中除移栽苗龄 (X₄) 的 1 次项系数不显著外, 其他 3 因素均达显著水平以上。由于该方程达到统计显著水平以上, 拟合得好, 对回归方程系数不进行剔除, 而用其进行优化分析以预测产量和优化筛选最佳栽培方案。

2.3 各因素与产量的效应分析

2.3.1 单因子效应分析 由于二次回归正交旋转组合设计具有正交性, 各变异来源之间相互独立, 并且设计时经过无量纲线性编码代换, 各偏回归系数已标准化, 所以各因子对目标性状的影响可直接

根据其偏回归系数进行分析, 各偏回归系数绝对值的大小反映了该变异来源和对试验结果的影响程度。从回归模型中可以看出, 4 个因子 X₁ (N)、X₂ (K₂O)、X₃ (种植密度)、X₄ (移栽苗龄) 的一次项偏回归系数分别为 348.778、69.056、78.846、16.171, 说明 4 个因子对产量的作用大小依次为: 氮肥 > 种植密度 > 钾肥 > 移栽苗龄, 即以氮肥的影响效果最明显, 其次是种植密度, 再者为钾肥, 移栽苗龄影响最小。

表 2 试验结构矩阵及产量结果
Table 2 Experimental design and results

试验处理	N (kg·hm ⁻²)	K ₂ O (kg·hm ⁻²)	移栽密度 (万株·hm ⁻²)	苗龄 (d)	产量 (kg·hm ⁻²)
1	240	240	12	42	2743.5
2	240	240	9	30	2556.0
3	240	60	12	30	2533.5
4	240	60	9	42	2475.0
5	60	240	12	30	2142.0
6	60	240	9	42	1992.0
7	60	60	12	42	1959.0
8	60	60	9	30	1810.5
9	0	150	10.5	36	1447.5
10	300	150	10.5	36	2850.0
11	150	0	10.5	36	2082.0
12	150	300	10.5	36	2253.0
13	150	150	7.5	36	2142.0
14	150	150	13.5	36	2458.5
15	150	150	10.5	24	2182.5
16	150	150	10.5	48	2238.0
17	150	150	10.5	36	2488.5
18	150	150	10.5	36	2443.5
19	150	150	10.5	36	2352.0
20	150	150	10.5	36	2377.5
21	150	150	10.5	36	2428.5
22	150	150	10.5	36	2428.5
23	150	150	10.5	36	2352.0

采用“降维法”将该数学模型中的其他自变量的取值为零水平, 得出各单因子与产量的关系式:

N 用量: $\hat{y}_1 = 2387.263 + 348.778X_1 - 60.236X_1^2$;

K₂O 用量: $\hat{y}_2 = 2387.263 + 69.056X_2 - 53.607X_2^2$

种植密度: $\hat{y}_3 = 2387.263 + 78.846X_3 - 6.672X_3^2$

移栽苗龄: $\hat{y}_4 = 2387.263 + 16.171X_4 - 38.492X_4^2$ 。

由于试验的正交性, 消除了各偏回归系数间的相关性, 因此, 通过降维方法得到 4 个因子与产量的二次函数关系, 据此作出四个因子与产量的关系图 (图 1)。从图 1 可知, 在 $-1.682 \leq X_1 \leq 1.682$ 水平范围内, 适宜施氮量的增产效果最佳, 当施氮量为 $300 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时, 产量最高, 达 $2\,803.49 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$; 其次是种植密度, 增产也较明显。从图中还可看出, 在一定范围内, 随着钾肥用量和移栽苗龄增加均有增产, 但超过某一范围, 增产呈下降的趋势。

2.3.2 最佳农艺组合措施分析 在 $-1.682 \leq X \leq 1.682$ 水平范围内, 采用频数法在微机上模拟的 625 (5^4) 套组合中, 产量在 $2800 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 以上

有 90 个, 其频数取值范围及决策变量见表 3。

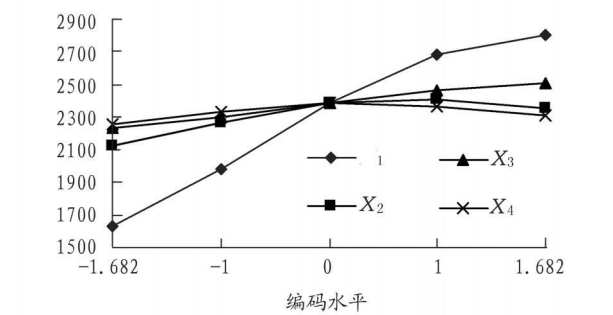


图 1 单项栽培因子的效应比较
Fig 1 Comparison of effects of 4 cultivation factors

表 3 丰油 701 产量在 $2800 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 以上的各因子取值范围
Table 3 Agronomic conditions to achieve yield greater than $2,800 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ for Fengyou 701

因 素	编码平均(x)	标准误(S_x)	95% 置信域	农艺措施
$X_1(\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2})$	1.492	0.032	1.429~ 1.555	277.44~ 288.67
$X_2(\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2})$	0.634	0.11	0.418~ 0.849	187.62~ 226.41
$X_3(\text{万株} \cdot \text{hm}^{-2})$	1.025	0.081	0.866~ 1.185	11.80~ 12.61
$X_4(\text{d})$	0	0.13	- 0.256~ 0.256	34.5~ 37.5

表 3 表明, 丰油 701 产量达 $2800 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 以上, 其决策变量的农艺措施是: $\text{N } 277.44 \sim 288.67 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $\text{K}_2\text{O } 187.62 \sim 226.41 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、种植密度 $11.80 \text{ 万} \sim 12.61 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、苗龄 $34.5 \sim 37.5 \text{ d}$ 。

3 结 语

3.1 本研究应用二次回归正交旋转组合设计, 在闽北生态条件和中等土壤肥力状况下初步建立了双低油菜新品种丰油 701 产量与氮、钾肥施用量以及种植密度和移栽苗龄 4 项农艺措施的回归模型, 回归模型达到统计显著水平。应用该模型经模拟寻优, 可为该品种进一步推广提供最佳栽培措施。

3.2 对各栽培因子增产效应的分析结果, 表明作用大小依次为氮肥 > 密度 > 钾肥 > 移栽苗龄。但在实际生产中, 不能片面强调增施氮肥和增加密度,

必须协调各因素关系。在试验因素范围内, 丰油 701 产量在 $2800 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 以上的最优栽培方案为 $\text{N } 277.44 \sim 288.67 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $\text{K}_2\text{O } 187.62 \sim 226.41 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、种植密度 $11.80 \text{ 万} \sim 12.61 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、移栽苗龄 $34.5 \sim 37.5 \text{ d}$; 在土壤肥力较高或生产水平较好的条件下, 氮肥、钾肥和种植密度应当取下限值, 反之取上限值。

参考文献:

[1] 李莓, 陈卫江. 甘蓝型杂交油菜新品种丰油 701 的选育 [J]. 中国油料作物学报, 2005, 27 (2): 35- 39.
[2] 徐华成. 丰油 701 超高产栽培技术规程 [J]. 中国种业, 2005 (8): 51.
[3] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2002: 159- 163.

(责任编辑: 刘新永)