

## 沿江地区油菜肥料效应研究

朱克保, 吴传洲, 陶光兵, 崔小兵, 孙义祥 (1. 安徽省芜湖县土壤肥料工作站, 安徽芜湖241100; 2. 安徽省芜湖县农技推广所, 安徽芜湖241100; 3. 安徽省农业科学院土壤肥料研究所, 安徽合肥230031)

**摘要** 试验研究氮磷钾的不同配比对油菜生长发育和产量的影响。结果表明, 施用氮肥可增加油菜株高24.2%, 施用氮肥对提高油菜的一次分枝和二次分枝都有显著的作用, 但过量施用氮肥会影响油菜的分枝数量。施用磷肥对单株有效角果数具有显著影响, 施用磷肥处理比不施磷肥处理的单株角果数增加40.1%。施用钾肥对油菜株高、一次分枝和二次分枝具有显著影响, 施用钾肥对油菜的分枝的影响要显著大于氮磷的效应。综合三元二次方程和一元二次方程拟合结果, 结合当地农业生产实际, 安徽省芜湖县油菜生产体系的氮、磷、钾肥推荐用量分别为N 225 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg/hm<sup>2</sup> 和K<sub>2</sub>O 60 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词** 油菜; 肥效试验; 施肥量

中图分类号 S147.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)04-01070-02

### Effects of Fertilizer on Rape Production along Yangzi River

ZHU Ke-bao et al (Soil and Fertilizer Station of Wuhu County, Wuhu, Anhui 241100)

**Abstract** The one-point experiment was conducted to study the effects of the prescription of N, P, K on yield of rapeseed in Wuhu county of Anhui province from 2005 to 2006. Results showed that N application increased the rape height by 24.2% against control, and also had significant effects on improving the first and second branch amount of rape. And with P treatment had 40.1% more pod amount per plant than without P treatment. Besides, K fertilizer significantly increased the plant height, first branch and second branch of rape against control, and K fertilizer had more significant effects on branch than N and P fertilizer. According as the experimental results and the local agricultural production status, the optimum fertilization rates were 225 kg N, 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 60 kg K<sub>2</sub>O per hectare in Wuhu county of Anhui province.

**Key words** Rape; Fertilizer effect experiment; Fertilizer application amount

20世纪80~90年代, 中国油菜生产迅速发展。比50、60年代的种植面积增加了3倍多, 总产增加了10倍多<sup>[1]</sup>。长江中下游地区是我国的油料主产区, 但不同地区, 农户栽培技术差异大, 产量也存在相当大的变异<sup>[2]</sup>。油菜是需肥较多的作物, 油菜生产中施肥不足或不当, 是影响油菜大面积提高单产的重要因素之一。安徽省芜湖县油菜栽培面积占当地冬季作物的95%以上, 但在当地油菜生产实践中普遍存在着N、P、K肥施用量不当、比例不合理等现象, 不能适应作物营养需求, 影响了油菜获得高产。为了提高施肥水平, 实现平衡施肥, 笔者于2005年在进行了油菜肥料效应试验。旨在建立沿江地区的油菜合理施肥指标体系。

## 1 材料与试验方法

**1.1 材料** 试验于2005年9月~2006年5月, 安排在方村镇合心村东连村民组。供试肥料: 尿素(N 46%), 产于安庆; 过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%), 产于铜陵; 氯化钾(K<sub>2</sub>O 60%), 产于俄罗斯。供试作物: 品种为绵油12, 常年产量2 250 kg/hm<sup>2</sup>。供试土壤: 土壤类型为石灰性沙泥田土属、灰沙泥田土种, 土壤有机质含量28 mg/kg、全N 1.15 g/kg、碱解N 109 mg/kg、速效P 10 mg/kg、速效K 65 mg/kg、pH值6.5。种植模式: 油菜—水稻, 前茬作物为单季水稻, 产量7 500 kg/hm<sup>2</sup>。

**1.2 方法** 试验方案: 试验为3因素、4水平、14个处理, 即NPK“3414”最优回归设计。N肥4水平分别为N 0、75、150、225 kg/hm<sup>2</sup>, P肥4水平分别为P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0、30、60、90 kg/hm<sup>2</sup>, K肥4水平分别为K<sub>2</sub>O 0、45、90和135 kg/hm<sup>2</sup>, 试验因素及水平如表2所示。试验小区面积20 m<sup>2</sup>(1.25 m×16 m), 3次重复, 共42个小区, 随机区组排列。

肥料品种及施用方法: N肥为尿素, 其中基肥占50%, 腊肥和蕾苔肥各占25%; P肥为过磷酸钙, 全部作基肥; K肥为

氯化钾, 2/3作基肥, 1/3作苔肥; B肥为硼砂, 移栽时基施硼砂15 kg/hm<sup>2</sup>, 蕾苔期施硼砂3.75 kg/hm<sup>2</sup>。

栽培管理: 9月15日播种育苗, 10月26日移栽, 密度为6.3万株/hm<sup>2</sup>, 12月27日施腊肥, 2月22日施苔肥, 5月20日收割; 试验地平坦, 土壤肥力均匀, 每个试验点除施肥水平不同外, 其他栽培措施基本相同。

## 2 结果与分析

### 2.1 对油菜生长发育的影响

表1 不同处理油菜生长发育性状比较

处理	株高 cm	一次有效分枝 个/株	二次有效分枝 个/株	有效角果数 个/株	粒数 个/果
	148.0	5.5	0	190.5	19.3
	155.0	8.5	0	231.5	21.1
	162.0	6.5	1.0	290.0	25.4
	171.5	12.5	6.5	342.0	24.7
	164.0	9.5	2.5	436.5	21.4
	181.5	11.0	5.0	481.0	24.3
	181.5	11.5	3.5	477.5	25.0
	170.5	10.0	4.0	457.0	25.3
	181.0	14.0	9.5	473.0	24.4
	178.0	9.0	4.0	476.0	24.6
①	192.5	10.0	2.0	483.5	24.8
②	178.0	9.0	2.5	365.0	22.5
③	161.5	7.5	1.5	402.0	22.8
④	153.0	11.5	7.0	472.5	22.2

从表1的不同施N处理、①可知, 施氮对油菜株高具有显著影响, 从不施N的155 cm, 到施N 225 kg/hm<sup>2</sup>水平的192.5 cm, 株高增长了37.5 cm, 增长率为24.2%; 施N对提高油菜的一次分枝和二次分枝都有显著的作用, 施N对合理施肥水平的处理达到最大, 过量施N会影响油菜的分枝数量。N肥对有角果数和角果粒数同样具有显著影响。从表1的不同施P处理、④可知, 施P处理对株高的影响不大, 但对有效角果数具有显著影响, 不施P处理的单

株角果数只有342个/株,处理 的有效角果粒数为481个/株,增加了139个/株,增长率为40.1%。从表1的不同施K处理 、 、 可知,施K对油菜株高、一次分枝和二次分枝具有显著影响,施K对油菜的分枝的影响要显著大于NP的效应。

**2.2 施肥对油菜籽粒产量的影响** 由于“3414”试验设计中含有4个N水平、4个P水平和4个K水平,其试验结果不仅可以用三元二次肥料效应函数拟合,而且可以用二元或一元肥料效应函数拟合。由于“3414”试验进行拟合并计算推荐施肥量时可能会存在试验成功率低和推荐施肥量偏高等问题<sup>[3]</sup>。现分别用三元二次模型和一元二次模型对试验结果进行模拟,再根据经验确定芜湖县油菜适宜的氮磷钾肥用量(表2)。

表2 油菜“3414”试验处理情况及产量

处理	组合	X1(N)	X2(P)	X3(K)	产量 kg/hm <sup>2</sup>
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0	0	0	792.0
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	2	2	990.0
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1	2	2	1790.1
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2	0	2	1975.1
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2	1	2	2350.1
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2	2	2	2415.2
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	2	3	2	2475.2
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2	2	0	2335.1
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2	2	1	2385.2
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2	2	3	2240.1
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3	2	2	2785.2
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1	1	2	1726.5
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1	2	1	1909.5
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2	1	1	2259.0

注:0为不施肥,1为低施肥量,2为中施肥量(相对合理施肥量),3为高施肥量。

**2.2.1 三元二次方程肥料效应函数模型。** 纯N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O价格分别以4.14、3.76、3.34元/kg,油菜籽价格为2.3元/kg计,以油菜产量为应变变量,N、P、K3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,拟合出来的曲线方程为: $Y(\text{产量}) = 792.898 + 9.4621X_1 + 10.021X_2 + 3.026X_3 - 0.0206X_1^2 - 0.0679X_2^2 - 0.0356X_3^2 + 0.0237X_1X_2 + 0.020X_1X_3 - 0.028X_2X_3$ 。式(1)中Y、X<sub>1</sub>、X<sub>2</sub>、X<sub>3</sub>分别为油菜产量和N、P、K的施肥量。对回归模型进行检验(相关系数R=0.9985, F=149.432, F<sub>0.01</sub>=14.659)达显著水平,表明方程与实际情况拟合很好,模型选择适当,生产中具有实际应用价值和较高的可信度,可用来分析、模拟和预测。方程拟合的最佳施N量为N270.17kg/hm<sup>2</sup>,最佳施P量为P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>96.48kg/hm<sup>2</sup>,最佳施K量为K<sub>2</sub>O60.18kg/hm<sup>2</sup>,最佳产量为3011.21kg/hm<sup>2</sup>。

**2.2.2 一元二次方程肥料效应函数模型。** 氮肥效应。利用3414试验处理(N<sub>0</sub>)、处理(N<sub>1</sub>)、处理(N<sub>2</sub>)、处理⑪(N<sub>3</sub>)试验数据,在excel中作散点图,添加趋势线和显示方程,得到一元二次方程 $Y = -0.0191X^2 + 12.312X + 985.86$ 。

从试验结果看,不同施氮条件下油菜的产量有明显的差异。随施N量的增加,油菜籽粒产量也明显提高。按N4.14元/kg,油菜籽价格为2.3元/kg计,根据方程计算最佳N用量。计算的最佳施N量为275.18kg/hm<sup>2</sup>。磷肥效应。利

用3414试验处理(P<sub>0</sub>)、处理(P<sub>1</sub>)、处理(P<sub>2</sub>)和处理(P<sub>3</sub>)试验数据,在excel中作散点图,添加趋势线和显示方程,得到一元二次方程 $Y = -0.088X^2 + 13.142X + 1989.7$ 。从试验结果看,不同施磷水平,油菜的产量有明显的差异。随施磷肥量的增加,油菜籽粒产量也明显提高。按P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>3.76元/kg,油菜籽价格为2.3元/kg计,根据方程计算最佳P用量。计算的最佳施P量为P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>65.38kg/hm<sup>2</sup>。钾肥效应。同样原理,利用“3414”试验处理(K<sub>2</sub>)、处理(P<sub>0</sub>)、处理(P<sub>1</sub>)和处理(P<sub>2</sub>)试验数据,在excel中作散点图(图3),添加趋势线和显示方程,得到一元二次方程 $Y = -0.0278X^2 + 3.1812X + 2325.5$ 。按K<sub>2</sub>O3.34元/kg,油菜籽价格为2.3元/kg计,根据方程计算最佳K用量。计算的最佳施K量为K<sub>2</sub>O31.10kg/hm<sup>2</sup>。

综合一元二次方程和一元二次方程拟合结果,结合当地农业生产实际,安徽省芜湖县油菜生产体系的N、P、K推荐用量分别为N225kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>75kg/hm<sup>2</sup>和K<sub>2</sub>O60kg/hm<sup>2</sup>。

**2.3 经济效益分析** 根据试验结果分析,产量和产值以处理⑪为最高,分别达2785.2kg/hm<sup>2</sup>和6405.96元/hm<sup>2</sup>,但该处理的肥料成本也是最高的,纯收入和产投比并不高,所以说该处理不是最佳施肥组合。产投比以处理⑬为最高,达6.40(表3),但该处理的产量和纯收入不高,且此施肥方法既不符合生产实际,也不符合平衡施肥的理念,此施肥组合不能作为施肥推荐组合。处理 产投比达到6.34,纯收入为4524.13元/hm<sup>2</sup>,把处理 与处理⑪相比较,可以看出,虽说处理⑪的纯收入是最高,其纯收入达到4948.26元/hm<sup>2</sup>,比处理 多得到424.13元/hm<sup>2</sup>的收入,但投入增加611.1元/hm<sup>2</sup>,综合纯收入和产投比分析,处理 为最佳施肥组合。从以上分析可知,在芜湖县的油菜生产体系中,N肥和P肥的施用保持在中等水平,而钾肥的施用可适当减少用量,就可以达到高产目的。

表3 芜湖县油菜肥料试验经济效益分析

处理	产量 kg/hm <sup>2</sup>	产值 元/hm <sup>2</sup>	肥料成本 元/hm <sup>2</sup>	纯收入 元/hm <sup>2</sup>	产投比
	792.0	1821.60	0	1821.6	-
	990.0	2277.00	526.2	1750.8	4.33
	1790.1	4117.23	836.7	3280.53	4.92
	1975.1	4542.73	921.6	3621.13	4.93
	2350.1	5405.23	1034.4	4370.83	5.23
	2415.2	5554.96	1147.2	4407.76	4.84
	2475.2	5692.96	1260	4432.96	4.52
	2335.1	5370.73	846.6	4524.13	6.34
	2385.2	5485.96	996.9	4489.06	5.50
	2240.1	5152.23	1297.5	3854.73	3.97
⑪	2785.2	6405.96	1457.7	4948.26	4.39
⑫	1726.5	3970.95	723.9	3247.05	5.49
⑬	1909.5	4391.85	686.4	3705.45	6.40
⑭	2259.0	5195.70	884.1	4311.6	5.88

### 3 结论

(1) 施用N肥对油菜株高具有显著影响,施N肥对提高油菜的一次分枝和二次分枝都有显著的作用,但过量施用氮肥会影响油菜的分枝数量。施P处理对株高的影响不大,但

(下转第1129页)

(上接第1071页)

对有效角果数具有显著影响,施K肥对油菜株高、一次分枝和二次分枝具有显著影响,施K对油菜的分枝的影响要显著显著大于N、P的效应。

(2) 试验用一元二次方程拟合效果很好,方程检验显著,在生产中具有实际应用价值和较高的可信度,可用来分析、模拟和预测。方程拟合的最佳施N量为 $N\ 270.17\ \text{kg}/\text{hm}^2$ ,最佳施P量为 $P_2O_5\ 96.48\ \text{kg}/\text{hm}^2$ ,最佳施K量为 $K_2O\ 60.18\ \text{kg}/\text{hm}^2$ ,最佳产量为 $3\ 011.21\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。用一次元二次方程计算的最佳N、P、K肥用量分别为 $N\ 275.18\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $P_2O_5\ 65.38\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 和 $K_2O\ 31.1\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。结合当地农业生产

实际氮、磷、钾推荐用量分别为 $N\ 225\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $P_2O_5\ 75\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $K_2O\ 60\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(3) 处理 产投比达到6.34,纯收入为4 524.13元/ $\text{hm}^2$ ,为最佳施肥组合。综合产投比和纯收入,在芜湖县的油菜生产体系中,N、P肥的施用保持在中等水平,而少量施用K肥,就可以达到高产目的。

#### 参考文献

- [1] 郁寅良,吴正贵,吴玉珍,等.密度和施肥水平对双低油菜苏油1号产量及分枝习性的影响[J].中国油料作物学报,2001,23(1):41-45.
- [2] 龚平.长江中下游甘蓝型油菜高产栽培技术小结[J].湖北农业科学,1999(6):23-24.
- [3] 王圣瑞,陈新平,高祥照,等.“3414”肥料试验模型拟合的探讨[J].植物营养与肥料学报,2002,8(4):409-413.