

油菜的氮、磷营养及其经济施肥量

涂运昌 周平贞 谢立华 廖星 李金树

(中国农业科学院油料作物研究所,430062)

N AND P NUTRIENTS AND THEIR ECONOMIC APPLICATION FOR RAPE

Tu Yunchang Zhou Pingzhen Xie Lihua
Liao Xing and Li Jinshu

(Institute of Oil Crops of CAAS, Wuhan 430062)

关键词 油菜,氮、磷营养,经济施肥量

本文是依据油菜不同生育期缺氮缺磷水培试验和氮、磷肥施用量(两因素五水平不完全设计¹⁾)田间试验的资料拟写而成的,旨在揭示油菜氮、磷缺乏症状的特征及其含量变化与产量的关系;建立氮、磷营养回归方程,提高营养化学诊断的定量度和精度以及诊断水平;借助施肥数学模型,以“插值法”取代“误差检验法”分析精确施肥量指导施肥,达到提高产量,节省肥源,减少污染,降低成本,增加收入的目的。

1 油菜氮、磷缺乏症状的特征与植株体内氮、磷养分的变化

1.1 油菜氮、磷缺乏症状的特征

油菜不同生育期缺氮缺磷水培试验表明,不论在苗期、苔期或花期缺氮15天,叶色变淡,下部叶片边缘发红,逐渐扩展到叶脉,最后完全枯黄^[2]。苗期、苔期或花期缺氮15天,平均每株黄叶数分别比对照(完全营养液)多1.7片、2.5片和2.7片,下部黄叶较多,叶生长缓慢且小,干物质重降低,根系伸长1.4—4.3cm;苗期、苔期或花期缺磷25天,叶色深绿,叶片无光泽,叶片较厚,心叶叶脉紫红,逐渐扩展到老叶,部分叶片不平展,叶柄出现弯转现象。

1.2 缺氮缺磷油菜体内氮、磷养分的变化

水培试验表1表明,不同生育时期缺氮处理后,植株含氮量显著下降,经补充氮素营养也难以恢复,缺氮15天后进行正常培育,直至成熟期植株含氮量仍然不能恢复正常。如收获期的测定结果,苗期、苔期和花期缺氮的植株含氮量分别比对照低0.580%、

1) 全国化肥试验网资料(油印本),1987: 经济作物优质高产施肥技术研究方案,41页。
收到修改稿日期:1995-03-18

0.315%和 1.368%,由于缺氮降低了植株含氮量,因而明显的影响植株对磷的吸收,试验结果表明,不管是苗期,还是苔期和花期缺氮,植株的含磷量分别减少了 0.200%、0.146%和 0.268%。表 2 表明,不同时期缺磷,大大地降低了植株含磷量,尤其是苗期缺磷,植株含磷量仅为 0.014%,比对照大约降低 24 倍,但补充磷素营养,比较容易恢复正常;在对氮吸收方面,苗期缺磷的植株,在苗期,苔期吸收氮减少,植株含氮量比对照低,而苔期和花期缺磷的植株,增加了植株对氮的吸收,植株含氮量比对照高。

综合表 1 和表 2 可以看出,不同时期缺氮,植株氮、磷含量比例与对照相似,维持在 3:1 或 5:1,只不过氮、磷绝对含量减少,所以表现出缺氮的现象。但是,不同时期缺磷,植株氮、磷含量比例改变为 10:1 或 12:1,植株氮素明显增多,磷素明显减少,叶片畸形发展,叶柄扭转,尤其以苗期症状更为严重。

表 1 油菜不同生育期缺氮植株体内氮、磷变化(g/kg)*

处理	苗期		苔期		花期		收获期	
	全氮	全磷	全氮	全磷	全氮	全磷	全氮	全磷
苗期缺氮	33.65	3.72	27.51	2.73	34.02	5.26	17.21	1.51
苔期缺氮	/	/	22.51	2.79	33.85	3.09	19.86	2.05
花期缺氮	/	/	/	/	27.53	4.03	9.33	0.83
对照 (完全营养液)	46.45	4.24	40.05	5.39	35.31	6.23	23.01	3.51

* 表中养分含量均为元素含量。

表 2 油菜不同生育期缺磷植株体内氮、磷变化(g/kg)*

处理	苗期		苔期		花期		收获期	
	全氮	全磷	全氮	全磷	全氮	全磷	全氮	全磷
苗期缺磷	38.24	0.14	37.06	5.08	33.62	6.24	15.73	1.95
苔期缺磷	/	/	43.99	1.57	12.75	5.08	20.99	2.04
花期缺磷	/	/	/	/	32.65	3.41	17.77	0.83
对照 (完全营养液)	40.39	3.48	40.98	3.48	32.29	4.41	15.44	1.58

* 表中养分含量均为元素含量。

2 缺氮缺磷对油菜产量的影响

不同时期缺氮或缺磷,由于养分不足,单株产量有较大的下降,以对照产量 7.31 克/株为 100,苗、苔、花期缺氮和缺磷的产量顺次为 5.31、5.39、5.71 和 5.33、3.59、3.75 克/株,分别为对照的 72.6、73.7、78.1%和 72.9、49.1、51.3%。以上结果表明,氮、磷营养不足对产量影响的大小,氮以苗、苔期缺氮大于花期,磷以苔、花期缺磷大于苗期。这是因为油菜苗、苔期吸收氮较多,占全生育期的 89.0%,且缺氮后补充氮营养也不易恢复正常。而

油菜苗期吸磷较少, 补充磷营养比较容易恢复, 又油菜苔、花期吸磷较多, 占全育期的 82.2%, 所以出现上述减产现象。

3 油菜氮、磷营养回归方程

依据表 3 结果, 以二次多项式模拟油菜苗前期(5 叶期)和苗后期(10 叶期)植株氮($x_1, \%$)、磷($x_2, \%$)与菜籽产量($y, \text{kg}/\text{ha}$)的关系, 建立氮、磷营养回归方程。

表 3 油菜不同时期地上部分养分含量和菜籽产量*

施肥量 (g / ha)		苗前期		苗后期		菜籽产量 kg / ha
N	P ₂ O ₅	全氮	全磷	全氮	全磷	
		(g / kg)				
0	0	53.8	1.94	38.7	4.49	1110.0
0	60	51.4	3.40	—	—	2040.0
0	120	52.8	3.51	36.7	6.15	2007.0
93.75	30	56.0	3.02	39.9	4.89	2220.0
93.75	90	61.3	3.53	39.5	5.68	2670.0
187.5	0	55.7	1.78	47.6	4.55	1725.0
187.5	60	59.9	3.14	45.9	5.42	2940.0
187.5	120	60.7	3.34	45.5	5.98	3049.5
281.25	30	63.4	2.62	45.6	4.85	2970.0
281.25	90	63.0	3.53	45.6	5.47	2902.5
375.0	0	60.3	1.72	50.0	4.56	1827.0
375.0	120	67.3	3.78	49.7	5.71	2865.0

* 表中氮、磷养分含量均为元素含量。

苗前期的氮、磷营养回归方程

$$\hat{y} = 6108.66x_1 + 45323.94x_2 - 2429.98x_1x_2 - 366.91x_1^2 - 43829.00x_2^2 - 24984.14, \quad R = 0.963, \quad F = 15.472$$

苗后期的氮、磷营养回归方程

$$\hat{y} = 13717.69x_1 + 126225.00x_2 - 2312.76x_1x_2 - 1381.01x_1^2 - 103402.50x_2^2 - 63063.96, \quad R = 0.966, \quad F = 13.850$$

上述两个回归方程复相关系数和 F 值均达到 1% 显著水平, 因此回归方程是可以信赖的。

4 油菜的氮、磷施肥数学模型及经济施肥量

4.1 施肥数学模型

依据氮、磷肥施用量试验资料,以二次多项式模拟氮、磷肥用量与菜籽产量的关系,建立施肥数学模型^[1,4]。三年(1988—1990)试验的油菜氮、磷施肥数学模型如下:

$$\hat{y} = 991.68 + 5.54x_1 + 31.99x_2 + 0.0008x_1x_2 - 0.008x_1^2 - 0.20x_2^2,$$

$$R = 0.958, F = 15.850 \quad \dots\dots \quad 1988\text{年}$$

$$\hat{y} = 473.81 + 10.45x_1 + 31.29x_2 + 0.01x_1x_2 - 0.02x_1^2 - 0.21x_2^2,$$

$$R = 0.940, F = 10.685 \quad \dots\dots \quad 1989\text{年}$$

$$\hat{y} = 1036.60 + 7.04x_1 + 20.28x_2 + 0.01x_1x_2 - 0.01x_1^2 - 0.11x_2^2,$$

$$R = 0.984, F = 44.962 \quad \dots\dots \quad 1990\text{年}$$

上述 3 式中, \hat{y} 为菜籽产量(kg/ha), x_1 和 x_2 分别为 N 和 P_2O_5 用量(kg/ha), 三个

表 4 氮、磷合理施肥量

年份	$R^{1)}$	施肥量		产量 kg/ha	投资 A 元/ha	产值 B 元/ha	利润 元/ha	产投比 B/A
		(kg/ha)						
		N	P_2O_5					
1988 年	1.0	182.10	69.60	3025.65	444.45	2196.75	1752.15	4.94
	0.5	228.30	72.75	3150.75	521.70	2232.20	1810.05	4.46
	0.2	256.05	74.40	3208.80	568.05	2394.45	1826.25	4.21
	0	274.50	75.60	3240.15	598.95	2428.35	1829.40	4.05
	-0.5	320.70	78.45	3293.70	676.20	2486.25	1810.05	3.67
	-1.0	366.90	81.45	3311.70	753.45	2505.60	1749.15	3.32
1989 年	1.0	239.55	67.50	3250.50	748.35	4443.00	3694.50	5.93
	0.5	262.80	70.65	3306.90	799.80	4533.00	3733.20	5.66
	0.2	270.30	72.45	3333.00	830.70	4574.7	3744.00	5.50
	0	277.95	73.80	3347.10	851.25	4597.35	3745.95	5.40
	-0.5	297.15	76.80	3371.25	902.7	4635.90	3733.20	5.13
	-1.0	316.20	79.95	3379.20	954.15	4648.80	3694.50	4.87
1990 年	1.0	213.15	79.50	3041.70	732.75	3288.45	2555.55	4.48
	0.5	241.95	85.50	3129.45	814.95	3432.30	2617.20	4.21
	0.2	259.20	89.10	3169.95	864.30	3498.90	2634.45	4.04
	0	270.75	91.50	3192.00	897.15	3535.05	2637.75	3.94
	-0.5	299.55	97.35	3229.65	979.35	3596.70	2617.20	3.67
	-1.0	328.35	103.35	3242.25	1061.55	3617.25	2555.55	3.40

1) 表中 R 为边际利润率,即指当施肥量为 x_i 时,施用单位 i 种肥料所得的利润与成本之比值。

方程式的复相关系数 R 和 F 值均达到 1% 显著水准, 因此, 三个回归方程在各自试验条件下, 作为氮、磷施肥数学模型是可靠的。

4.2 经济施肥量的确定

将每公斤 N 、 P_2O_5 和菜籽价格数值, 连同求得的施肥数学模型系数值, 一并输入微机, 结果见表 4^[1,3]。

表 4 表明, 三年试验研究结果, 氮磷肥经济施用量 ($R=0$) 很接近^[1,3], 摆动范围小, 其值为 $N270.75-277.95kg/ha$, $P_2O_573.80-91.50kg/ha$, 此时菜籽产量亦很相近, 为 $3192.00-3347.10kg/ha$, 仅相差 4.9%, 施肥利润最大。若要获得最高产量 ($R=-1.0$), 则肥料用量增加, N 增加 $38.25-92.40kg/ha$, P_2O_5 增加 $5.85-10.95kg/ha$, 产量比经济施肥量的产量仅提高 $32.10-71.55kg/ha$, 而投资上升 $102.90-163.35$ 元/ha, 利润下降 $51.45-82.20$ 元/ha, 因此, 那种单纯追求最高产量, 不计成本, 不讲经济效益的施肥措施是不合理的, 只会导致浪费肥料, 加大投资, 减少收入的结果。

参 考 文 献

1. 刘昌智、涂运昌, 1989: 油菜氮磷钾肥配合施用的研究。《国际平衡施肥学术讨论会论文集》, 农业出版社, 215—220 页。
2. 蔡常被, 1980: 油菜氮磷钾需肥规律初步探讨。中国油料, 第 1 期, 25—30 页。
3. 涂运昌、刘昌智等, 1985: 应用电子计算机和回归旋转设计研究油菜氮磷钾合理施肥量。中国油料, 第 2 期, 49—52 页。
4. Colwell, J. D., 1974: The computation of optimal rates of application of fertilizers from quadratic response functions. Common, Wealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, pp. 1—17.

更 正

土壤学报 1996, 33(2), 中文题目: “关于 RHIZOSPHERE 的内涵和汉译名的讨论”一文第 217 页第 9 行 Rhizospher 应是 Endorhizosphere, 第 218 页倒第 9 行, 左起第 15 字“圈”应是“围”。

作者: 李阜棣勘误