

# 低硝酸盐优质高产叶菜的营养配方研究

黄继茂 段昆生 林碧香 李华兴 谢梅芳

(广东省农科院土肥所)

## 摘 要

作者通过3年的多点试验,研制了可培育出低硝酸盐优质高产叶菜的营养配方,即叶菜BB肥。

硝酸盐污染问题已引起人们普遍关注。蔬菜,尤其是绿叶菜,是硝酸盐富集的作物。据研究,在人体摄入的硝酸盐中有81.2%来自蔬菜<sup>[1]</sup>。可见,降低叶菜中硝酸盐含量是保证人体健康的重要措施。但这方面的研究尚未见报道。此外,叶菜的营养价值在很大程度上与肥料配比及用量有关。因此,研究这方面的问题具有明显的生态效益、经济效益和社会效益。

## 一、试验方法

试验始于1985年秋,共历时3年,总计进行了10季叶菜的田间试验。

(一)供试叶菜 油菜(Rape)、芥菜(Cabbage Mustarb)、白菜(Pakchoi)和芹菜(Celery)等。

(二)供试土壤的营养状况 列于表1。

表1 供试土壤主要营养成分含量

试验地点	有机质	全氮	全磷	全钾	铵态氮	有效磷	有效钾	pH
	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	$P_2O_5$ (ppm)	$K_2O$	
广州三元里	2.26	0.203	0.077	2.04	207	35	67	5.7
广东农科院	1.96	0.163	0.150	0.55	56	55	50	6
广东马田菜场		0.163		0.60				5.0

(三)田间设计方法 试验采用氮、钾两因素交互效应处理。第1年采用二因素与水平回归设计,氮、钾肥分5个等级,共设9个处理,以利控制肥料的效应曲面。经连续3季试验,确定了油菜的最佳施肥量,并以此作为中心对比试区,同时扩大了对其它绿叶菜最佳施肥配方的探索,试验处理也由9个扩大至17个,各试区区号及代码如图1。

图1中 $N_1K_1$ 为亩施 $N22.8$ 公斤, $K_2O18$ 公斤; $N_0K_0$ 为不施肥。其余处理的施肥量=最小施肥量+代码 $\times$ (最大施肥量-最小施肥量)。早熟品种减20%施肥量。

4 本文承蒙炳源副研究员审阅。

参加本项研究的还有何超英同志,示范推广工作得到黎娟萍、孙映波和余秋娜等同志的协助,在此一并致谢。

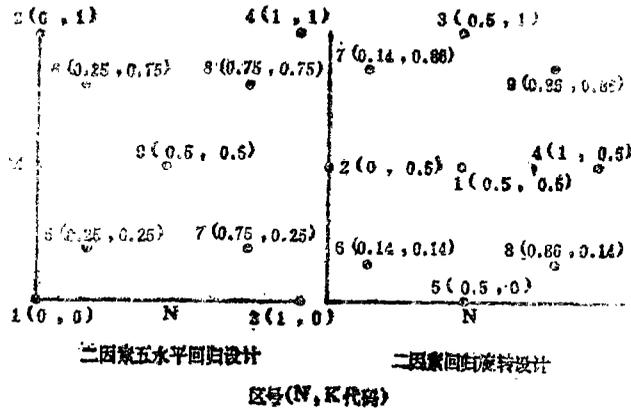


图 1 田间试验区号与代码分布图

试区重复3次，小区面积0.04亩。1986—1988年秋在广州菜区及港商菜场通过大面积不同季节30个点的中间试验。

各时期施肥量按绿叶菜生长量及养分吸收量配制，每隔6—10天施肥一次。

(四)测定方法 硝态氮用硝酸根电极法<sup>[2]</sup>。

## 二、结果与分析

### (一)绿叶菜的耐氮性及氮肥对其硝态氮含量的影响

1985—1985年，试验区氮、钾肥不同配比对油菜、芥蓝、白菜、芹菜等产量反应曲面方程列于表2。

表2 叶菜N、K两因素产量反应曲面方程<sup>△</sup>

$$Y = B_0 + B_1 X_N^{\frac{1}{2}} + B_2 X_K^{\frac{1}{2}} + B_3 X_N^{\frac{1}{2}} X_K^{\frac{1}{2}} + B_4 X_N + B_5 X_K \dots (1)$$

叶菜种类	回 归 系 数						R	F
	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>		
油菜(1985第一季)	772.03	1278.02	60.35	42.896	93.2058	68.88	0.996**	79.09**
油菜(1985第二季)	861.76	3132.74	733.85	73.607	-1118.34	-567.90	0.9989**	247.88*
油菜(1986第一季)	282.59	1869.32	583.36	-15.329	193.79	-588.23	0.995**	64.65**

$$Y = B_0 + B_1 X_N + B_2 X_K + B_3 X_N X_K + B_4 X_N^2 + B_5 X_K^2 \dots (2)$$

芥 菜	1044.025	4347.117	135.117	197.112	-218.5076	-213.077	0.988**	25.56**
白 菜	1917.693	5429.824	-2628.613	-219.9048	-3035.816	2406.183	0.972**	10.32**
芹 菜	7166.64	4262.525	5895.005	2899.305	-5612.923	-5450.922	0.91	2.9

<sup>△</sup>表中B<sub>0</sub>为不施肥区产量，B<sub>1</sub>为氮肥初始增产效应，B<sub>2</sub>为钾肥初始增产效应，B<sub>3</sub>为氮、钾肥连接效应，B<sub>4</sub>、B<sub>5</sub>分别为氮、钾肥报酬递减率。

由表2可见，除芹菜外，其余绿叶菜肥料处理的回归方程R和F值均达显著或极显著水平，理论产量与实际产量很接近，表明按平方根多项式及二次多项式控制绿叶菜氮、钾肥效

应曲面是合乎实际的。

除芹菜外(因芹菜喜钾),其余叶菜初始氮效( $B_1$ )比初始钾效( $B_2$ )都高,氮的效应可比钾高35倍,说明氮肥对叶菜增产起决定性效应。氮、钾连应( $B_3$ )多为正值(除白菜钾肥减产外),其连应系数在1.04以上,表明钾肥可以增进氮肥吸收。

试验结果表明,当氮肥施至一定数量时,增产率明显下降。如 $N_{0.5}K_{0.5}$ 处理,迟心二号的产量为1440公斤/亩, $N_1K_1$ 处理产量只增至1562公斤/亩,肥料增1倍,产量仅增122公斤/亩。而绿叶菜的硝态氮含量随施氮量的增加而明显提高。

绿叶菜耐氮性强,可能与其硝酸还原酶活力很弱有关<sup>[3]</sup>,因而其氨基酸的合成能力较弱,从而导致植物组织中硝酸盐含量过多,使 $K^+$ 在电化学方面不平衡,pH值上升而产生过量的草酸,口味苦涩<sup>[4]</sup>。因此,必须把氮肥控制在高产所必需的水平内,并提高酶的活力使叶菜硝态氮含量降至安全指标,达到优质高产。

### (二)钾肥对降低绿叶菜硝酸盐氮含量的作用

试验表明,钾肥有降低油菜含氮量及硝态氮含量的作用。而且油菜的硝态氮含量有随施钾量的增加而下降的趋势。

从绿叶菜的全 $N/NO_3-N$ 的比值即可得知不同处理的作物合成氨基酸的能力。比值大,即合成能力高;有机氮含量高,硝态氮含量相对较少(表3)。

表3 不同处理不同季别油菜全氮与硝态氮含量比值

处理代码	秋油菜			冬油菜			代码比较
	全氮%	硝态氮%	比值	全氮%	硝态氮%	比值	
$N_0K_0$	0.26	0.002	134	0.143	0.0013	110	—
$N_0K_1$	0.198	0.002	99	0.131	0.0014	94	—
$N_1K_0$	0.316	0.065	5	0.329	0.049	7	120
$N_1K_1$	0.274	0.065	4	0.384	0.062	6	100
$N_{0.25}K_{0.25}$	0.228	0.04	6	0.208	0.062	3	90
$N_{0.25}K_{0.75}$	0.225	0.06	4	0.236	0.035	7	110
$N_{0.75}K_{0.25}$	0.318	0.064	5	0.329	0.061	5	100
$N_{0.75}K_{0.75}$	0.302	0.064	5	0.301	0.061	5	100
$N_{0.5}K_{0.5}$	0.266	0.04	7	0.362	0.035	10	170

表3表明,除不施肥区及单施钾肥区外,其它各处理以 $N_{0.5}K_{0.5}$ 处理的 $N/NO_3-N$ 比值最高,比最高产的 $N_1K_1$ 处理高出70%。不同季别的趋势基本相同,表明 $N_{0.5}K_{0.5}$ 处理的施钾水平对于促进 $NO_3^-$ 的迁移,并使其还原为氨进而转化为谷氨酸的功能处于最佳状态。

### (三)培育低硝酸盐绿叶菜的最佳营养配方

最佳营养配方的选择标准是:

(1) 绿叶菜体内的硝态氮( $NO_3-N$ )含量要限制在432ppm以下。关于蔬菜硝态氮的限量标准,一般采用世界卫生组织提出的指标,即人体每日摄入的 $NO_3$ 安全量为 $3.6mg/kg \cdot 日$ 。

为了降低叶菜的硝态氮含量同时又取得高产,本研究把新鲜绿叶菜的硝态氮( $NO_3-N$ )浓度指标定为432ppm。煮熟后人体摄入的 $NO_3$ 量为 $3.9mg/kg \cdot 日$ ,接近 $3.6mg/kg \cdot 日$ 的标准。

1985—1987年，在不同土壤上，对不同试区及中试示范区的绿叶菜进行62次测定，结果表明，在17个小区和14个大区对比中，以  $N_{0.5}K_{0.5}$  处理的产量较高，且绿叶菜硝态氮含量绝大多数在432ppm以下，完全符合食用标准。

(2) 要品质好。不同试区的叶菜中可溶性糖及维生素丙含量列于表4。由表可见， $N_{0.5}K_{0.5}$  区的可溶性糖含量及维生素丙含量比最高产量区  $N_1K_1$  高45%与22%。可溶性糖比出口菜场的油菜高38%，比菜农的高44%。品尝结果也表明， $N_{0.5}K_{0.5}$  处理的油菜甜嫩可口，其置信度达95%。

表4 不同处理油菜溶性糖及维生素丙含量

处 理	$N_{0.5}K_{0.5}$	马田9组	马×8组	马田5组	农民菜
可溶性糖(%)	0.838	0.383	0.491	0.683	0.468
相对含量(%)	100	45	59	81	56
理 处	$N_{0.5}K_{0.5}$	$N_1K_0$	$N_1K_1$	$N_{0.75}K_{0.25}$	$N_{0.75}K_{0.75}$
维生素丙(mg/100g)	55.7	46.2	43.2	52.6	54.1
相对含量(%)	100	83	78	94	97

(3) 要产量高。试验结果表明， $N_{0.5}K_{0.5}$  处理区生长的油菜平均硝态氮含量为410ppm(重复测定10次)，距限量标准(432pp)尚低22ppm，说明尚可把施氮量提至  $N_{0.5}$ ，即  $N_{0.5}K_{0.5}$ ，这样，可以进一步提高油菜的产量。

以  $N_{0.5}K_{0.5}$  处理实际的氮、钾施肥量配成BB肥(Bulk Bland fertilizer)，肥料主要成份为含N 28.6%； $K_2O$  22.6%。此配方已转让给广东省中加混合化肥厂正式生产。从20万亩施用土地情况看，它具有明显的优质高产的效果，倍受菜农欢迎。

根据30个对比点的示范推广结果，BB肥平均增产13%，提高肥料经济效益17.3%，产量经t值检验达差异显著或极显著水平，而用此肥生产的蔬菜其硝态氮含量仍控制在432ppm以下。

根据上述3项标准，确定  $N_{0.5}K_{0.5}$  为最佳营养配方。对蔬菜而言，若每亩施27—32公斤此种BB肥，将可获得硝态氮含量低、品质好、产量高、成本低的绿叶菜。