不同氮磷钾配比对甘蔗产量和品质的影响

沈有信，邓纯章，侯建萍

（中国科学院昆明生态研究所）

Influence of Different Rates of N.P.K Fertilizer on Yield and Quality of Sugarcane

Shen Youxin, Deng Chunzhang, Hou Jianping

(Institute of Ecology, Kunming, Academy of Science of China)

Abstract

Through the trail of five level of nitrogen, phosphorus and potassium Fertilizer, a regressive equation between the yields and the fertilizers is set up. By analysing the equation we know that each element affects the yield, all effective equations are typical form of parabola. Effect of N.P.K follow the order : N>P>K. Two of the three elements interact each other. Results from the 125 sets of mimic yields by computer indicate that different rates of N.P.K combination make different yields which range from 4038 kg/mu to 6339 kg/mu. Different rate of N.P.K pay significant effect on the percent of sucrose and reducing sugar and it is different in different period of growth. Proper rates of N.P.K will make the hightest persent of sucrose content of sugarcane.

摘　要

在氮、磷、钾三因素五水平最优混合设计试验基础上，得出了甘蔗产量与氮、磷、钾关系的回归方程。分析表明，每一元素都对甘蔗产量产生影响，其效应方程都为典型的抛物线形式。氮、磷、钾三因素的效应大小顺序为N>P>K；任意二者之间都存在着明显的交互效应作用；计算机对全处理125套数据模拟表明，氮、磷、钾不同组合配比对甘蔗产量影响极大，变动范围为4038—6339kg/亩。氮、磷、钾的不同配比组合对蔗糖分和还原糖分含量有着明显的影响，而且在不同时期影响效果不同。适合的氮、磷、钾三因素配比组合能得到较高的蔗糖含量。

1　引言

氮、磷、钾营养元素对甘蔗产量和品质的影响已有不少报道，但用三因素五水平组合试验设计进行研究还未见报道。本文在氮、磷、钾三因素五水平组合设计试验基础上，论述了试验条件下氮、磷、钾三者的单

因素，双因素及三因素效应，以及由此引起的甘蔗产量和品质的变化。

2　材料和方法

试验于1990年９月～1991年４月在德宏州陇川农场试验站内进行，试验地地势平坦，土壤理化性质见表１。

供试甘蔗品种陇垦7614。试验采用三因素五水平的多元最优混合设计，共12个处理见表２。试验用氮、磷、钾肥分别为尿素（46％），普通过磷钙（20％），硫酸钾（50％）。小区面积0.1亩，３次重复，随机区组排列。每处理肥料拌匀后，40％作底肥，以后结合小培土和大培土各施30％，其它田间管理措施均与大田相同。

表１　供试土壤理化性质

pH	有机质（％）	全氮（％）	全磷（％）	全钾（％）	速效氮 mg/100g土	速效磷 mg/100g土	速效钾 mg/100g土	有效锌 10^{-6}	有效B 10^{-6}
5.0	4.36	0.123	0.101	0.98	0.572	2.65	12.48	1.1	0.4

表２　试验处理及甘蔗产量

处理号	施氮（kg/亩）	施磷（kg/亩）	施钾（kg/亩）	小区产量(kg/小区) Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	平均亩产(kg/亩)	理论产量（kg/亩）
1	18.4	10	30	618.9	575.5	572.8	5891	5736.5
2	18.4	10	0	560.1	501.8	607.4	5564	5599.2
3	5.15	2.8	22.50	525.8	563.2	501.6	5302	5318.6
4	31.65	2.8	22.50	566.4	506.1	734.7	6024	6065.4
5	5.15	17.20	22.50	467.3	595.5	618.9	5605	5646.4
6	31.65	17.20	22.50	566.5	583.6	611.8	5873	5861.6
7	36.80	10	7.50	532.3	561.0	510.4	5346	5333.2
8	0	10	7.5	558.9	498.6	579.8	5458	5384.9
9	18.4	20	7.5	586.5	631.0	572.7	5967	5954.2
10	18.4	0	7.5	620.8	594.5	552.3	5892	5818.9
11	18.4	10	15	666.6	578	636.9	6272	6334.7
12	0	0	0	384.6	525.3	419.5	4432	4472.2

3　结果与讨论

3.1　氮、磷、钾肥对甘蔗产量的影响

试验各处理产量见表２。经统计分析，处理间差异达10％显著水准，区组间差异不显著。

变异因素	自由度	平方和	方　差	F　值	$F_{0.10}$	$F_{0.05}$
处理间	11	76076.5	6916.0	2.11	1.90	2.26
区组间	2	3199.4	1599.7	0.49	2.95	3.44
误　差	22	71994.0	3272.5			
总变异	35	151270.0				

用三因素的二次项数学模型对产量结果进行分析，可得氮、磷、钾与产量之间的回归关系式方程：

$$\hat{y}=4472.2+85.58x_N+80.53x_P+67.80x_K-2.25x_N^2-2.35x_P^2-27.4x_K^2-1.39x_Nx_P+1.30x_Nx_K-0.16x_Px_K \quad (1)$$

该方程 F＝22.65*，r＝0.9951**。说明方程与实际结果拟合较好，估测标准该为83.6。

通过降维的方法，分别对单因素，双因素及三因素效应进行讨论。

3.1.1　单因素效应

固定某两因素于零水平，由方程（１）得到单因素氮、磷、钾与产量的函数关系式方程：

$$y_N=4472.2+85.58x_N-2.25x_N^2 \quad (2)$$

$$y_P=4472.2+80.53x_P-2.35x_P^2 \quad (3)$$

$$y_K=4472.2+67.80x_K-2.74x_K^2 \quad (4)$$

上述关系式表明，单施任一肥料时，其效应都呈抛物线形式变化，一定范围内都能导致甘蔗增产，当产量达最高点后，追施肥料反而导致减产，３种肥料单施时的增产效果大小顺序为：

N＞P＞K〔b_N（85.58）＞b_P（80.53）＞b_K（67.80）〕三种肥料的最高施肥点分别为：N　19.02kg/亩，P　17.13kg/亩，K　12.37kg/亩。

3.1.2　双因素联应效应

固定某一因素于零水平，从方程（１）中得出如下关系式：

$$y_{NP}=4472.2+85.58x_N+80.53x_P-2.25x_N^2-2.35x_P^2-1.39x_Nx_P \quad (5)$$

$$y_{NK}=4472.2+85.58x_N+67.80x_K-2.25x_N^2-2.74x_K^2+1.30x_Nx_K \quad (6)$$

$$y_{PK}=4472.2+80.53x_P+67.80x_K-2.35x_P^2-2.74_K^2-0.16x_Px_K \quad (7)$$

它们分别为氮磷、氮钾、磷钾交互作用的效应方程。根据这些方程绘制出氮磷、氮钾，磷钾交互作用关系图（图１～３），由图中可看出，一种肥料不足时，增施另一种肥料，在一定程度上会使甘蔗增产，但当超过一定限度后，反而降低了产量；当一种肥料过量后，适当增施另一种肥料能减轻危害，但增加过量后，反而加重了原来肥料的危害。以氮磷交互作用为例，施氮量低于18.4kg/亩，施磷量低于10kg/亩时，增加任一者都会使抛物线位置升高，也即增加产量，当氮超过18.4kg/亩，产量降低，但磷在０～10kg/亩范围内减轻了这种危害，P超过10kg/亩后，则加重这种危害。当P超过10kg/亩，N在０～18.4kg/亩范围内减轻了这种危害，超过18.4kg/亩，加重了对甘蔗的危害。当N超过18.4kg/亩，P超过10kg/亩，增一者或两者同时增加，产量降低，而且增加越多，负效应越大。

3.1.3　氮磷钾综合效应

上述分析表明，N、P、K任意三者之间都存在着交互效应，为全面评价三者的共同作用效果，通过计算机模拟，得出了全处理125套组合数据及其纯经济效益分析，125套数据中，产量变动于4038.8和6334.7kg/亩之间，说明不同的施肥配比组合对甘蔗产量具有重大意义。以最高产量和最大纯经济效益的90%作为标准，高于此标准的数据有28套，其中各水平出现的次数见表3。从表中可看出，该土壤条件下氮、磷、钾水平分别以N18.4，P2.8-10，K7.5-15为最佳。P17.2，K22.5虽然出现次数相对较多，但已出现负效应。

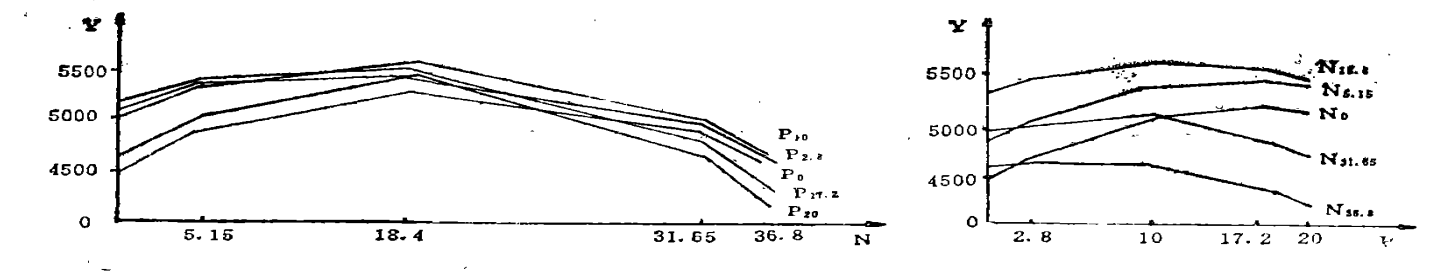

图 1　　氮磷交互作用

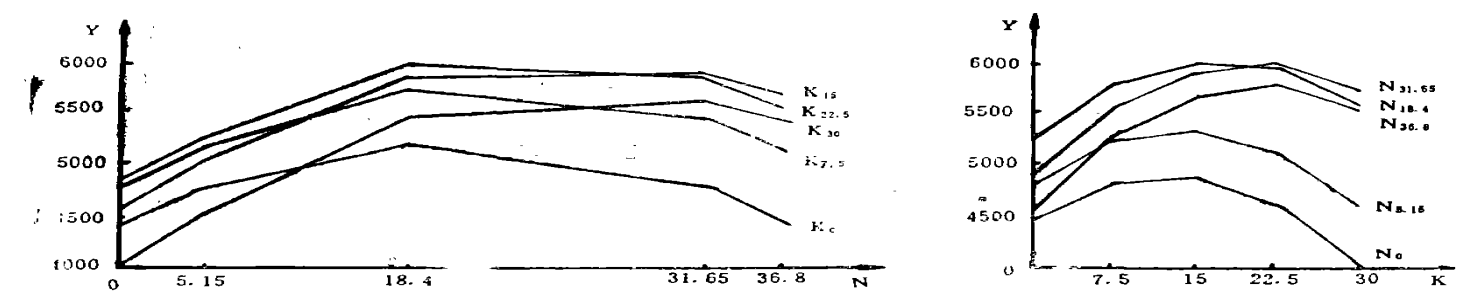

图２　　氮钾交互作用

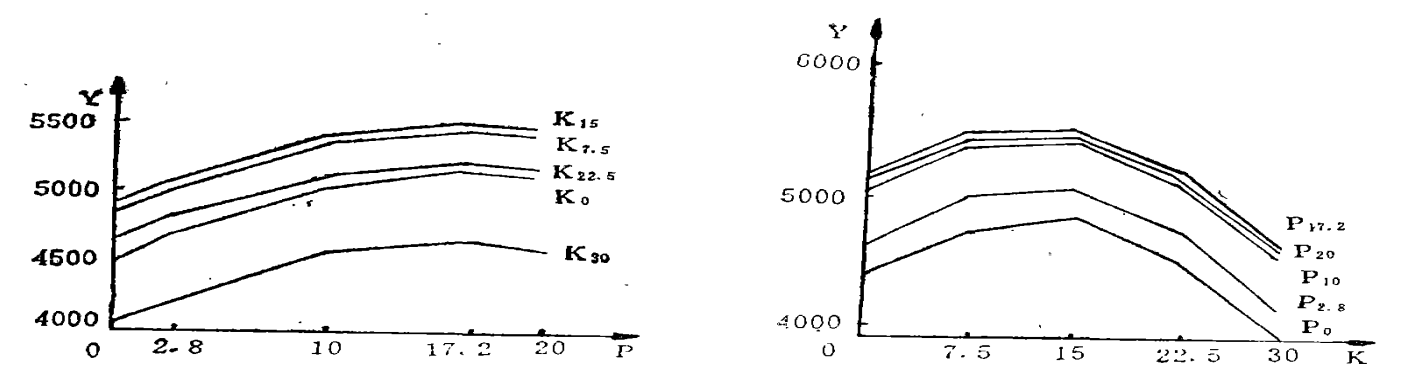

图３　　磷钾交互作用

表 3　28套处理组合数据中不同水平频数

元素水平	出现次数	元素水平	出现次数	元素水平	出现次数
N_0	0	P0	5	K_0	0
$N_{5.15}$	6	P2.8	5	$K_{7.5}$	8
$N_{18.4}$	16	P10	7	K_{15}	11
$N_{31.65}$	6	P17.2	6	$K_{22.5}$	8
$N_{36.8}$	0	P20	5	K_{30}	1

3.2　不同施肥配比组合与甘蔗品质

试验期间，3 次采样进行糖分分析，其结果见表 4。

从表中可看出，甘蔗生长中各个时期的蔗糖分随施肥配比的不同而发生变化。以收获时（3 月31日）为例，蔗糖分变动于13.34～15.32％之间，变距为1.98％，还原糖分变动于 0.74～1.02％ 之间，变距为0.28％。说明不同施肥配比对蔗糖分和还原糖分有明显的影响。

从单因素效应来看，任一元素的变化都会使蔗糖分发生变化，而且这种变化在不同时期表现不同，任一元素在一定量范围内都能提高收获时的蔗糖分，降低还原糖分即提高甘蔗品质。超过一定限度后，则起相反作用。磷、钾相同的处理 4（N31.65）比处理 3（N5.15）收获时的蔗糖分高，还原糖分低。此前情况却相反，处理 6（N31.65）和处理 5（N5.15）也有如此关系，而施氮量过高的处理 7（N36.8）收获时却比不施氮的处理 8 蔗糖分低，还原糖分高。对比氮、钾相同的处理 5 与处理 3，处理 6 和处理 4，处理 9 和处理10也可发现同氮因素类似的磷因素效应。氮磷相同的处理 2（K0）、处理11（k15）和处理 1（K30）之间的关系更加明显，收获时处理11比处理 2 蔗糖分提高，还原糖分降低，而过量施钾的处理 1 比处理 2 和处理11蔗糖分降低，还原糖分升高。此前的两次测定则随施K量增加蔗糖含量增加。

从总的效应来看，不同的施肥配比组合导致了不同的糖分含量。表 4 反映出的收获时最高蔗糖分含量的处理组合为 N31.65，P17.2，K22.5但这样的组合对产量已产生负效应。对比产糖量可看出，处理 6（亩含糖量889.7K8）与处理11（亩含糖量889.4 kg）相近，但成本却提高了。因此从总的效应来看，N18.4、P10，K15 的配比是经济合理的。

4　结论

该试验条件下，NPK三者及其组合配比对产量都有影响，它们与产量之间都存在着较好的回归关系。每一元素过低或过高都能导致产量下降；任意二者之间都存在着交互效应，三者之间的优化配比组合更有利于提高甘蔗的产量。从单个的效应来看，N＞P＞K。

N、P、K三者及其组合配比也影响甘蔗的品质。优良的配比组合能提高甘蔗的品质，该试验条件下最适的配比组合为N31.65、P17.2，K22.5，比产量最优时的配比组合施用量高，考虑到产量和含糖量因素，以工业可产糖量为标准，最适配比与产量最优配比是统一的，都为N18.4、P10、K15。

5　参考文献（2 篇，略）

表4　不同施肥处理各时期的蔗糖分

代号	处理	蔗糖分（%）			还原糖分（%）3月31日
		1月9日	2月26日	3月31日	
1	$N_{18.4}P_{10}K_{30}$	11.98	12.95	13.80	0.96
2	$N_{18.4}P_{10}K_{0}$	11.23	12.07	13.86	0.97
3	$N_{5.15}P_{2.8}K_{22.5}$	11.24	12.51	13.56	0.97
4	$N_{21.65}P_{2.8}K_{22.5}$	11.08	12.28	14.76	0.88
5	$N_{5.15}P_{17.2}K_{22.5}$	11.60	12.89	14.26	0.74
6	$N_{31.65}P_{17.2}K_{22.5}$	10.63	12.01	15.32	0.77
7	$N_{36.8}P_{10}K_{7.5}$	11.26	12.43	13.99	0.94
8	$N_{0}P_{10}K_{7.5}$	10.84	11.81	14.13	0.89
9	$N_{18.4}P_{20}K_{7.5}$	11.50	12.25	13.34	1.01
10	$N_{18.4}P_{10}K_{7.5}$	10.85	11.83	13.96	0.90
11	$N_{18.4}P_{10}K_{15}$	11.28	12.19	14.34	0.86
12	$N_{0}P_{0}K_{0}$	11.35	12.31	13.57	1.02
	平均	11.24	12.29	14.07	

·启事·

《甘蔗糖业》启事

《甘蔗糖业》，是全国性甘蔗糖业综合性科技期刊，公开发行。本刊，发行面遍及我国甘蔗糖所有产区和甜菜糖产区，为甘蔗及其制糖（包括甜菜制糖）的生产、科研和设计的单位及其管理部门和有关院校所必订。

《甘蔗糖业》，宣传我国甘蔗糖业的方针政策，报道我国甘蔗糖业的科研成果和生产经验，介绍国外甘蔗糖业的先进技术和发展趋势。本刊主要刊登甘蔗的选育种、耕作栽培、土壤肥料、病虫害防治、糖厂农务技术等和甘蔗制糖的工艺、设备、糖品分析、自动化、综合利用、三废处理等的先进生产经验、技术更新、科研成果等方面的文章、文摘和信息等。

《甘蔗糖业》（邮政代号：46—47），每年出版6期，逢2、4、6、8、10、12月出版，读者可到当地邮局订阅。

《甘蔗糖业》是有关的单位和部门拓展和联系业务的理想媒介。为适应我国现代化建设的需要，进一步沟通信息、促进交流、扩大影响和提高效益，本刊设有单色广告和彩色广告的业务服务。凡是与甘蔗生产或制糖工业有关的，如：企事业单位经营的业务范围和产品的介绍，科研成果、新产品和新技术的介绍，仪表、设备、农用物质和原材料等的供应启事，等等，都欢迎刊登。有意在本刊登广告者可来人或来函与本刊编辑部联系，联系人：邢海萍。

《甘蔗糖业》编辑部地址：广州市石榴岗路10号，邮政编码510316，电话4451036。欢迎投稿！欢迎订阅！欢迎登广告！

（《甘蔗糖业》编辑部）