

甘蔗高产栽培模式研究

陈春焕

(农学系)

张兴祥

(广东顺德县农业局)

黄可立

何耀科

吴坤宗

(广东顺德糖厂甘蔗试验场)

摘要 本文研究广东珠江三角洲沙围田春植甘蔗高产栽培模式,选用 5 个栽培因子,5 个水平,按均匀设计,小区随机排列,连续进行 3 年试验。对调查数据,用电子计算机进行相关与回归分析,并经寻优建立了甘蔗高产栽培最优模式。

$$Y = 2\ 896.97 + 318.69X_2 - 33.06X_{1,4} + 3.63X_{2,4} + 2.04X_{3,4} - 0.89X_3$$

式中: Y 产量, X_2 亩施氮量, $X_{1,4}$ 密度与亩施钾量交叉项, $X_{2,4}$ 亩施磷量与亩施钾量交叉项, $X_{3,4}$ 亩施氮量与亩施钾量交叉项。

高产栽培模式经大田验证,取得显著增产增收效益。

关键词 甘蔗; 均匀设计; 逐步回归最优组合

国内外农业科研和生产部门都在探讨农作物高产模式或称农作物高产规程。如苏联沙季洛夫“产量程序设计”^[2], 康斯坦丁诺夫“冬小麦产量的生态因子”^[7], 辽宁省农科院稻作所研制的“水稻高产诊断——调优盘”^[4], 江苏省农科院“水稻最适群体结构动态的决策模型”^[6], 广东英德县农科所研制的“水稻优培定量表”^[8]等。把农作物看成一个有机整体,从系统工程方法入手,探讨产量形成的途径。农作物产量是品种特性、环境条件和技术措施协调作用的结果。影响产量的因素甚多,各种因素又是一个有机联系的整体。我们根据顺德县围田区甘蔗生产实践体会,当前对产量影响较大,又易于人工调控的因素有品种、密度和氮、磷、钾的合理施用等方面进行重点研究分析,以明确这些因素之间的相互关系,为指导当前甘蔗高产栽培服务。

1 试验方法

本试验栽培因子有:品种、密度、施氮量、施磷量、施钾量等 5 个因子和 5 个水平(见表 1),小区面积 33 m²,行距 1.05 m,畦宽 4.2 m,采用均匀设计^[1],小区随机排列,重复 3 次。试验从 1987 年春到 1989 年,连续进行 3 年。

试验田是珠江三角洲围田冲积土,已多年连作甘蔗,栽培管理技术与大田生产同。

调查项目:苗数、出苗率、株高、叶片数、小区测产、蔗茎含糖率、小区实产、土壤氮、磷、钾及有机质含量。

1990-07-14 收稿

表1 试验因子和水平

因 子 \ 水 平	1	2	3	4	5
品 种	桂糖 57/64	粤农 76/169	粤糖 71/210	顺糖 78/372	粤糖 63/237
密度 (千亩/亩)	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0
施氮量 (kg/亩)	10	13	16	19	22
施磷量 (kg/亩)	0	5	10	15	22
施钾量 (kg/亩)	0	3.8	7.5	11.3	15

表2 $U_{11}(5^5)$ 均匀设计实施表

小 区 \ 因 子	品 种	密 度 (千亩/亩)	施氮量 (kg/亩)	施磷量 (kg/亩)	施钾量 (kg/亩)
1	桂糖 57/724	2.25	10	20	3.8
2	粤农 76/169	2.75	10	29	6.5
3	粤糖 71/210	2.00	19	15	15
4	顺糖 78/372	2.50	10	15	0
5	粤糖 63/237	3.00	19	10	3.8
6	桂糖 57/624	2.00	13	10	11.3
7	粤农 76/169	2.50	22	5	15
8	粤糖 71/210	3.00	13	5	0
9	顺糖 78/372	2.25	22	0	7.5
10	粤糖 63/237	2.75	16	0	11.3
11	粤糖 57/423	3.00	22	20	15

表3 不同处理小区 (1987~1989) 3年平均产量 (kg/小区)

重 复 \ 处 理	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	286.1	272.1	326.2	247.9	313.3	276.0	282.4	309.1	279.9	253.3	288.2
2	275.7	259.9	306.2	258.3	269.9	261.4	289.3	287.7	302.6	280.7	292.9
3	303.7	272.6	326.3	239.3	254.3	242.9	290.2	273.1	266.8	278.9	295.1
均 值	288.5	268.2	319.5	248.5	279.1	260.1	287.3	289.9	283.1	271.0	292.0
C·V	4.90	2.68	3.62	3.82	10.95	6.38	1.48	6.24	6.39	5.66	1.21

从表3和图1可见,各小区3年平均产量有明显差异。第3处理明显高于其它处理,3年9次重复都是如此。第3处理伸算亩产6390 kg,比各小区平均增产11.3%,比最低小区增产12.8%。方差分析结果表明,重复差不显著,而处理间达很显著水平。

2 试验结果与分析

2.1 不同处理与甘蔗产量构成因素的关系

2.1.1 不同处理的甘蔗伸长过程

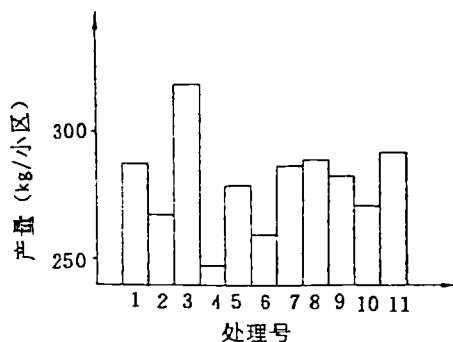


图1 不同处理小区产量 (3年平均值)

表4 不同处理小区产量方差分析表

来 源	SS	DF	MS	F
重 复	400 576	2	200 288	1.446 1
处 理	1.009 0E7	10	1.009 0E6	7.285 0**
误 差	2.770 1E6	20	138 506	
总 和	1.326 1E7	32		

表5 不同处理的株高 (cm) (新植蔗)

处 理 \ 日/月	26/6	27/7	26/8	7/9	26/9	12/10	26/10	11/11	26/11
1	34.8	101.8	159.5	177.0	200.0	219.2	228.7	236.9	245.0
2	24.4	78.9	124.7	142.8	172.2	196.4	210.5	214.4	222.5
3	39.2	101.3	146.5	162.3	190.7	207.4	217.5	224.6	229.1
4	32.7	104.9	158.9	180.2	207.7	229.5	240.4	245.8	252.2
5	31.5	87.8	134.3	155.0	176.3	192.5	204.5	209.8	214.0
6	30.0	91.4	138.0	156.9	183.7	202.5	212.9	218.5	226.8
7	23.9	82.6	132.1	150.3	184.7	209.1	223.1	231.0	238.7
8	37.4	96.3	130.9	148.1	174.7	191.6	199.1	205.6	211.1
9	35.0	103.4	158.9	182.2	215.1	234.1	250.0	253.3	259.0
10	29.1	83.1	129.6	147.5	175.3	194.2	206.1	210.8	215.4
11	23.7	78.1	124.3	142.0	167.4	185.2	197.0	206.4	213.2

将表5资料在IBM微机计算,得到下面甘蔗伸长动态模式的参数A、B、K。

$Y=K/(1+Ae^{Bt})$ 其中: Y 甘蔗伸长量, K 最大伸长量, A, B 待定系数, t 时间。

表6 不同处理的甘蔗伸长动态模式参数

处理 参数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	8.28	9.87	5.88	9.60	9.05	8.77	7.05	7.07	7.02	7.97	7.47
B	-0.88	-0.78	-0.74	-0.89	-0.88	-0.69	-0.75	-0.74	-0.81	-0.79	-0.75
K	236.4	209.1	218.2	247.4	210.2	240.6	223.1	223.1	199.5	259.2	224.5
S·D	11.76	9.41	7.58	102.5	6.75	9.95	9.47	9.52	6.93	9.24	7.60

从表5和表6可见,甘蔗伸长速度是两头小,中间大,前期生长缓慢,中期伸长最快,符合甘蔗生长的一般规律 Logsitc 曲线。不同处理的趋势是一致的。仅在 A、B、K 的参数不同,表明上升斜率的差异。

2.1.2 不同处理的产量与性状的关系 将1988年不同处理的产量与分蘖率、茎长等作回归分析。

$Y=522.60+0.45X_2-0.12X_{1,4}$ 式中: Y 产量, X_2 茎长, $X_{1,4}$ 分蘖率与有效茎交叉项。

将1989年不同处理产量与分蘖率、茎长、茎重、有效茎数、株高作回归分析。

$Y=23.46X_4+0.019X_{3,5}$ 式中: Y 产量, X_4 株高, $X_{3,5}$ 茎数与有效茎数交叉项。

由此可见,甘蔗产量形成与茎长、株高、有效茎数关系最为密切。

2.2 不同处理与土壤养分的关系

甘蔗对氮、磷、钾三要素需要量大,在珠江三角洲围田春植蔗每吨原料茎,需吸收纯氮 1.6 kg, 磷 0.82 kg, 钾 2.41 kg^[8]。1987年春植前土壤有机质含量为 2.13%, 全氮 0.145%, 速效氮 71.15 ppm, 速效磷 21.00 ppm, 速效钾 78.00 ppm。甘蔗种植收获后不同处理的土壤养分见表7。

表7 甘蔗收获后的土壤养分表

处理 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
有机质%	2.17	2.10	2.09	2.19	2.09	2.02	2.15	2.02	2.13	2.21	2.15
全氮%	0.14	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.15	0.16	0.15
速效氮 ppm	109.3	105.7	105.7	110.7	113.3	107.3	115.7	108.0	119.7	114.0	115.7
速效磷 ppm	39.0	33.7	31.0	34.0	37.3	37.0	48.7	34.3	42.3	46.7	42.0
速效钾 ppm	68.0	66.7	67.3	65.7	66.7	67.3	70.0	69.0	66.7	67.7	70.3

试验结果表明:围田区有机质较丰富,加上蔗叶回归,土壤有机质基本平衡,全氮含量种植前、后相差不大,速效磷略有积余,速效钾明显亏损,应适当增钾肥。

将肥料三要素的作用,采用降维分析,把其他要素置于零水平,仅考虑某一要素对产

量的影响，分别建立氮、磷、钾单要素二次回归方程：

$$Y=3\ 258.84+35.66X_1-0.513X_1^2$$

$$Y=4\ 800.90+6.93X_2-0.17X_2^2$$

$$Y=4\ 469.88+20.83X_3-0.76X_3^2$$

式中：Y 产量， X_1 施氮量， X_2 施磷量， X_3 施钾量。

从上面方程来看，二次项都是负值。表明单一要素有一定阈值，超过它会随施用量增加而使产量下降。故施肥要合理，且氮、磷、钾要有一定比例，方能达到增产效果。

2.3 产量与栽培因子的通径分析

表8 产量与栽培因子的通径系数

栽培因子	品种	密度	施氮量	施磷量	施钾量
通径系数	0.026	-0.165	0.585	0.318	-0.024

从表8和图2可见，对甘蔗产量的直接作用最大的是施氮量，其次是施磷量，品种、密度作用较小，施钾量作用也较小，可能与蔗田含钾量较多有关。但从相关分析来看，施钾量与产量亦呈正相关，相关系数0.36，达到显著水准。钾元素在光合作用和光合产物运转过程中起着重要作用。可促进对氮的吸收和甘蔗成熟，提高糖分、蔗汁重力纯度和蔗茎纤维等效果显著，连年植蔗，耗损土壤钾元素，适当施钾肥还是必要的。

2.4 甘蔗高产因子的综合分析

甘蔗产量是多因子综合效应的产物。除气象因子难于人为控制外，人们可通过选用良种、施肥种类、数量等栽培技术来提高产量。通过连续3年的试验，将33个小区资料，进行相关分析。

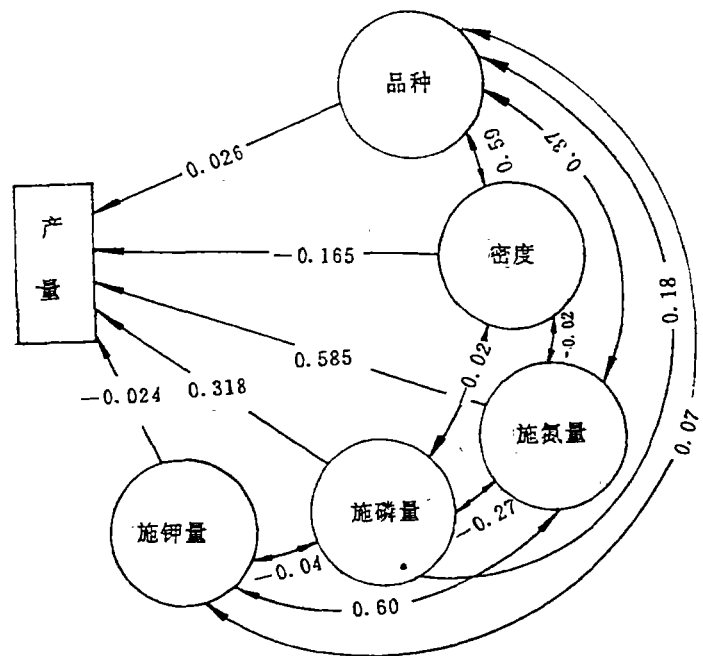


图2 甘蔗产量通径图

表9 甘蔗产量与栽培因子相关系数矩阵

	品 种	密 度	施氮量	施磷量	施钾量	产 量
品 种	1	0.59	0.37	-0.18	0.07	0.08
密 度		1	-0.02	-0.02	-0.28	0.16
施氮量			1	-0.27	0.60	0.50
施磷量				1	-0.04	0.16
施钾量					1	0.36
产 量						1

应用小区产量与栽培因子建立多元回归方程:

$$Y = 4\,142.41 + 3.16X_1 - 290.66X_2 + 37.81X_3 + 12.09X_4 + 1.788X_5$$

式中: Y 产量, X_1 品种, X_2 密度, X_3 施氮量, X_4 施磷量, X_5 施钾量。

表10 多元回归方程方差分析表

来 源	SS	DF	MF	F
回 归	4 547 988.9	5	909 597.8	2.99*
误 差	8 206 062.0	27	303 928.2	
总 和	12 754 050.9	32		

应用3年的小区产量与栽培因子, 采用多元二次逐步回归, 建立最优方程:

$$Y = 2\,896.97 + 318.69X_2 - 33.06X_{1..4} + 3.62X_{2..4} + 2.04X_{3..4} - 0.89X_5$$

$$F = 6.99^{**}$$

式中: Y 产量, X_2 施氮量, $X_{1..4}$ 密度与施钾量交叉项, $X_{2..4}$ 施氮量与施钾量交叉项, $X_{3..4}$ 施磷量与施钾量交叉项。

本模式采用粤糖 57/423, 粤糖 63/237 及粤糖 71/210 等品种, 双芽苗亩植 2.5~3 万苗, 施纯氮 20~24 kg; 纯磷 15~20 kg, 纯钾 6~10 kg。病虫害防治, 管理与大田相同, 可获亩产 8 900~10 310 kg。

1988 年在顺德县大东村应用本模式指导高产栽培, 全村 379 亩, 比常规栽培, 平均每亩增产 1.015 t。1989 年在顺德伦教、大东、大南等推广 1 360 亩, 平均每亩比常规栽培增产 2.01 t。

3 讨 论

3.1 影响作物产量的因素甚为复杂, 应用系统工程的研究方法探索高产技术规程已普遍受重视, 但要适用于生产的广泛要求, 还有待进一步完善。本研究在总结顺德县甘蔗高产经验基础上, 抓住几个主要技术环节, 用系统工程的方法, 探明它们之间的相互关系, 使高产技术得到协调配套, 实践证明增产效果明显。在第 1 年试验基础上, 通过大田生产反馈, 修正模式参数, 再作实践验证, 在大田示范取得亩增 1~2 t, 效果是可观的。

3.2 本研究采用均匀设计的试验, 减少了试验小区, 大大节省人、物力, 又获得较多的信

息,达到试验要求,是个快而省的好方法。

3.3 本研究只着重几个主要技术环节进行分析,对其它因素如气象因子、病虫害防治等不可忽视。此外,主要增产技术环节各地情况也不完全一致,只有通过总结经验,掌握重点,对次要影响因子暂按当地习惯技术进行管理,例如用生物防治与药物防治相结合,有效控制病虫害。这样有主有次,逐步完善,逐步提高,也是一种现实的高产途径。

致谢 本文承农学系吴灼年教授、苏广达教授、李玉潜副教授审阅,并提出宝贵意见。顺德糖厂甘蔗试验场试验组长陈瑜同志参加田间调查工作,一并感谢。

参 考 文 献

- 1 方开泰. 均匀设计. 应用数学学报. 1980, 3 (4): 363~372
- 2 沙季洛夫, 丘德诺夫基著. 产量程序设计的农业物理、农业气象和农业技术原理. 刘树泽, 董钻, 朱振武译. 北京: 气象出版社, 1987, 320~333
- 3 李鸿武等. 水稻优培法. 广东农业科学, 1986 (3): 5~11
- 4 金福昌等. 关于水稻的数学优化调节栽培的研究. 辽宁农业科学, 1982 (1): 5~14
- 5 轻工业部甘蔗糖业科学研究所, 广东省农业科学院主编. 中国甘蔗栽培学. 北京: 农业出版社, 1985, 199~204
- 6 高亮之等. 水稻计算机模拟模及其应用之一. 中国农业气象, 1989, 10 (4): 1~7
- 7 康斯坦丁诺夫著. 天气——土壤——冬小麦产量. 刘树泽, 开来福译. 北京: 农业出版社, 1982, 37~89

RESEARCH ON HIGH YIELDING MODEL OF SUGARCANE

Chen Chunhuan

(Department of Agronomy)

Zhang Xingxiang Huang Keli He Yaoke

(Agriculture and Forestry Bureau of SHUNDE County)

Wu Kunzong

(Sugarcane Experimental Farm of SHUNDE Sugar Refinery)

Abstract Research on high yielding model of spring planted sugarcane in lowland areas of the Pearl River Delta, Guangdong Province was conducted for three years. Method of balance design with five factors and five levels was used. Plots were arranged randomly. Data were analysed by computer for correlation and regression. After optimization, an optimum cultivation model was got.

$$Y = 2896.97 + 318.69X_2 - 33.06X_{1,1} + 3.6X_{2,1} + 2.04X_{1,2} - 0.89X_2^2$$

Where, Y is sugarcane yield. X_2 is the nitrogen applied. $X_{1,1}$ is the interaction of density and potassium. $X_{1,2}$ is the interaction of phosphorus and potassium applied. $X_{2,1}$ is the interaction of nitrogen and potassium applied.

The application of this high-yielding model in the field has shown significant increase in sugarcane yield.

Key words Sugarcane; Balance; Progressive regression; Optimum combination