

大安市种植业结构研究

谷雨田

(大安市农业局)

如何从质和量的两个方面深刻揭示种植业发展规律,探索优化的结构?本文试图应用软科学,解决种植业宏观经济问题。着意以现有资源为前提,以辩证环境和条件、剖析历史与现状为基础,以谋求综合效益最佳、净产值最大为发展战略目标,运用系统方法对大安市种植业结构的发展进行定性、定量和定时的研究。

一、设计构思

为了遵循自然规律和经济规律,使种植业生产沿良性循环的轨道发展。首先对获得的历史数据作必要地处理,然后采用时间序列预测方法预测因变量在每个时段的单产。以此作为技术系数,并采用经验法和调查法确定其它技术系数和效益系数。进而建立“线性规划”模型,编制矩阵表,上机运算,多次反馈,直至结构优化。结果满意为止。

二、设计方法

(一) 确定结构变量及其符号

见表1。

表1 结构变量及符号规定表

变量	活动内容	变量	活动内容	变量	活动内容	变量	活动内容
X ₁	玉米	X ₅	水稻	X ₉	葵花	X ₁₃	瓜菜
X ₂	高粱	X ₆	大豆	X ₁₀	亚麻		
X ₃	谷子	X ₇	杂粮	X ₁₁	甜菜		
X ₄	小麦	X ₈	薯类	X ₁₂	罐头原料		

(二) 数据处理

由于所搜集的历史资料个别时点、时段数据出现异常现象,影响模型方法实现的前提假设和计算精度。因而采用“五点三次平滑”法对已获得的数据进行改进,调整异常点,力图消除各种随机干扰(如政策因素、天灾人祸等的影响)造成的误差,提高数据质量。其公式为:

$$\bar{Y}_{-2} = \frac{1}{70} (69y_{-2} + 4y_{-1} - 6y_0 + 4y_1 - y_2)$$

$$\bar{Y}_{-1} = \frac{1}{35} (2y_{-2} + 27y_{-1} + 12y_0 - 8y_1 + 2y_2)$$

$$\bar{Y}_0 = \frac{1}{35} (-3y_{-2} + 12y_{-1} + 17y_0 + 12y_1 - 3y_2)$$

$$\bar{Y}_1 = \frac{1}{35} (2y_{-2} - 8y_{-1} + 12y_0 + 27y_1 + 2y_2)$$

$$\bar{Y}_2 = \frac{1}{70} (-y_{-2} + 4y_{-1} - 6y_0 + 4y_1 + 69y_2)$$

(三) 建立模型

1. 单产预测

(1) 预测对象与时段: 主要预测玉米、高粱、谷子、小麦、水稻、大豆、杂粮、薯类、葵花、蓖麻、甜菜和瓜菜十二种作物的单产。只预测2000年一个时段。

(2) 数学模型: 由于历史资料缺乏必要的数据库, 所以根据所占有的资料, 水稻和瓜菜采用定性预测方法中的“集思广益”法(Bs)预测。其它十种作物选用时间序列预测方法。把影响因变量变化的一切因素统由“时间”来描述, “时间”即为自变量。随着时间的变化趋势, 外推出因变量的未来值。

①三次指数平滑。模型: $Y_{t_0+T} = a_{t_0} + b_{t_0}T + C_{t_0}T^2$ 式中 t_0 为预测基期; t_0+T 为预测终期; T 为基期到终期的时间间隔; Y_{t_0+T} 为预测值; a_{t_0} 、 b_{t_0} 、 C_{t_0} 为平滑数。

平滑数根据上式求得:

$$a_{t_0} = 3 \left(S_t^{(1)} - S_t^{(2)} \right) + S_t^{(3)}$$

$$b_{t_0} = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} \left[(6-5\alpha)S_t^{(1)} - (5-4\alpha)S_t^{(2)} + (4-3\alpha)S_t^{(3)} \right]$$

$$C_{t_0} = \frac{\alpha}{2-(1-\alpha)^2} \left(S_t^{(1)} - 2S_t^{(2)} + S_t^{(3)} \right)$$

式中 $S_t^{(1)}$ 、 $S_t^{(2)}$ 、 $S_t^{(3)}$ 分别为一次、二次、三次指数平滑值。

因为各作物的历史发展趋势各自不同, 为了既能反映历史发展规律和今后长期发展趋势, 又能反映联产承包以来发生的新变化, 经多次试算, 取平滑系数 α 值在 0.15—0.3 之间。

②S曲线。在用平滑法预测结果不满意时, 采用S曲线进行预测。其模型:

$$Y_{t_0+T} = \frac{K}{1 + \alpha e^{-\beta(t_0+T)}}$$

式中 K 为确定的常数; α 、 β 为回归系数; Y_{t_0+T} 为预测值。

S曲线模型的确立, 关键是确定常数 K 及回归系数 α 和 β 。由于用数学方法求 K 值有很大随意性且又繁琐, 故采取经验法确定 K 值见表 2。

表2 单产极限值及2000年
单产界限值系数表 单位: kg

作物	t_0 值	条件极限 产量系数	K值	2000年极限产量			
				下限		上限	
				系数	产量	系数	产量
玉米	284	2.7	767	1.25	355	1.60	454
薯类	224	2.5	560	1.16	260	1.38	309

回归系数求解公式如下:

$$\beta = \frac{nZ_t - \sum Z_t}{\sum t^2 - nt^2}$$

$$\alpha = e_t^z + \beta t$$

$$Z_t = I_n \frac{K - y_t}{y_t}$$

(3) 预测结果见表3。

表3

作物单产预测结果

单位: kg

作物	年数	α值	K值	模 型	2000年 预测值
高粱	39	0.30		$153.64+0.36T+0.34T^2$	332
谷子	39	0.15		$1216.12+5.44T+0.10T^2$	213
小麦	39	0.20		$157.57+7.97T+0.14T^2$	284
大豆	39	0.20		$85.73+4.85T+0.13T^2$	171
杂粮	37	0.15		$110.24+5.69T+0.11T^2$	207
葵花	37	0.15		$114.84+6.39T+0.11T^2$	216
蓖麻	25	0.18		$71.57+7.08T+0.22T^2$	201
甜菜	34	0.17		$706.7+81.83T+2.32T^2$	2163
玉米	39		767	$y = \frac{767}{1 + 14.12477e^{-3.71876(t_0+T)}}$	437
薯类	37		560	$y = \frac{560}{1 + 9.949308e^{-3.96323(t_0+T)}}$	291
水稻				Bg法	480
瓜菜				Bs法	3400

2. 结构优化

在保持生态平衡的前提下，运用数学方法寻求以净产值为最大的种植业内部结构。进一步发挥优势，挖掘潜力，满足日益增长的社会需求。

(1) 对策方案。为了比较、选择最优结构，设置粮豆、粮经和介于二者之间的中间型三套方案。

(2) 有关参数。技术系数：亩产量取预测值；亩施化肥量，在现实施用水平基础上，参照各作物“以产定肥”所需氮、磷量和氮、磷肥料的供应情况，以纯元素计之，然后再折核成化肥。氮素折核成尿素，磷素折核成过磷酸钙。其它参数，根据国家计划，社会需求和生产发展而定。

效益系数：由亩净产值来反映。亩净产值系数 = 亩总产值系数 - 亩物质费用

亩总产值系数 = 预测亩产 × 现行价格 + 副产品产值 (按亩产值的5%计算)

现行价格系指国家牌价和市场价格的均值。单位物质费用来源于市统计局、市政府政策研究室和笔者的抽样调查，取其平均值见表4。

(3) 数学模型。采用运筹学中“线性规划”法，其模型表达形式为：

$$\text{求 } X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

满足约束条件：

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, 3 \dots m)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3 \dots n)$$

表 4

结构优化模型参数表(2000年—方案)

单位:亩、元、公斤

结构变量		目标函数		总 体 约 束								
符号	变 量	亩产	净产值	耕地	水稻	大豆	杂粮	高粱	薯 类	经济作物面积	瓜 菜	罐 头 原 料
X ₁	玉 米	437	104.21	1								
X ₂	高 粱	332	80.81	1				1				
X ₃	谷 子	213	113.44	1								
X ₄	小 麦	284	115.98	1								
X ₅	水 稻	480	104.00	1	1							
X ₆	大 豆	171	103.20	1		1						
X ₇	杂 粮	207	95.22	1			1					
X ₈	薯 类	291	213.23	1					1			
X ₉	葵 花	261	69.91	1						1		
X ₁₀	蓖 麻	201	210.83	1						1		
X ₁₁	甜 菜	2163	263.62	1						1		
X ₁₂	罐头原料		572.00	1						1		1
X ₁₃	瓜 菜	3400	558.86	1						1	1	
总 体 约 束				≤1329000	=180000	≥30000	≥15000	≥38000	≤20000	≥531600	≤55000	≤7000

结构变量		总 体 约 束							化 肥 投 入	
符号	变 量	总 产	玉米需求	谷子需求	小麦需求	蓖麻需求	甜菜需求	N	P	
X ₁	玉 米	437	437					27.75	35.25	
X ₂	高 粱	332						16.65	23.55	
X ₃	谷 子	213		213				14.4	20.55	
X ₄	小 麦	284			284			16.65	20.55	
X ₅	水 稻	480						24.4	41.15	
X ₆	大 豆	171						13.3	8.8	
X ₇	杂 粮	207								
X ₈	薯 类	291								
X ₉	葵 花							11.1	17.6	
X ₁₀	蓖 麻					201		10	11.75	
X ₁₁	甜 菜						2163	22.2	29.4	
X ₁₂	罐头原料									
X ₁₃	瓜 菜							22.2		
总体约束		≤324359800	≥189395800	≥9733000	≥11360000	≤33567000	≤21197400	≥25380230	≥32865478	

使得目标函数:

$$\max f(x) = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

列约束方程: 由于约束方程数目较多, 为了减少篇幅仅用2000年的一方案表达如下:

①土地资源约束: 总播种面积: $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11}$

$$+x_{12} + x_{13} \leq 1329000$$

水稻面积: $x_5 = 180\,000$, 大豆面积: $x_6 \geq 30\,000$, 杂粮面积: $x_7 \geq 15\,000$

高粱面积: $x_2 \geq 38\,000$, 薯类面积: $x_8 \leq 20\,000$,

经济作物面积: $x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} \geq 531\,600$,

瓜菜面积: $x_{13} \leq 55\,000$, 罐头原料面积: $x_{12} \leq 7000$,

②粮食总产量约束: $437x_1 + 332x_2 + 213x_3 + 284x_4 + 480x_5 + 171x_6 + 207x_7 + 291x_8 \leq 324\,359\,800$

③需求约束: 玉米需求: 玉米系列产品加工: 35 964 700公斤、饲料: 30 000 000公斤、口粮: 93 431 100公斤、定购粮: 30 000 000公斤, 合计189 395 800公斤。

$$437x_1 \geq 189\,395\,800$$

$$\text{谷子需求: } 213x_3 \geq 8\,733\,000$$

$$\text{小麦需求: } 284x_4 \geq 11\,360\,000$$

$$\text{蓖麻需求: } 201x_{10} \leq 33\,567\,000$$

$$\text{甜菜需求: } 2163x_{11} \leq 211\,974\,000$$

④化肥投入量约束:

N肥: 尿素投入: $27.75x_1 + 16.65x_2 + 14.4x_3 + 16.65x_4 + 24.4x_5 + 13.3x_6 + 11.1x_8 + 10x_{10} + 22.2x_{11} + 22.2x_{13} \geq 25\,380\,230$

P肥: 过磷酸钙投入: $35.25x_1 + 23.55x_2 + 20.55x_3 + 20.55x_4 + 41.15x_5 + 8.8x_6 + 17.6x_8 + 11.75x_{10} + 29.4x_{11} \geq 328\,865\,478$

目标函数:

$$\max f(X) = 104.21x_1 + 80.81x_2 + 113.44x_3 + 115.98x_4 + 104.00x_5 + 103.20x_6 + 95.22x_7 + 213.23x_8 + 69.91x_9 + 210.83x_{10} + 263.62x_{11} + 572.00x_{12} + 558.86x_{13}$$

(4) 计算结果。净产值见表5。作物布局如表6。

表5 净产值 单位: 元

方案 时段	一方案	二方案	三方案
2000	195 942 800	192 271 700	184 843 000

注: 按1987年现价计算。

三、结果分析

净产值在三个方案中, 一方案居首位, 可实现195 942 800元。为了进一步比较, 将2000年净产值按1980年不变价格进行换算, 其系数为1.29见表7。

从表7中明显看出, 2000年三个方案的净产值均超过翻两番的目标。一方案与1980年相比增长了353.5%, 优于其它两方案。

表6 作物布局 单位: 亩

作物 项目	方案		
	I 面积	II 面积	III 面积
玉米	433 400	543 300	593 460
高粱	38 000	30 000	40 000
谷子	41 000	57 000	60 000
小麦	40 000	50 000	62 000
水稻	180 000	180 000	180 000
大豆	30 000	30 000	60 000
杂粮	15 000	20 000	40 000
薯类	20 000	20 000	27 740
葵花	204 600	143 700	77 300
蓖麻	167 000	90 000	57 000
甜菜	98 000	100 000	71 500
罐头原料	7 000	10 000	10 000
瓜菜	55 000	55 000	50 000

作物布局也是一方案近于合理。粮豆面积797 400亩, 总产量322 559 300公斤。见表

表7

2000年净产值与1980年比较

单位: 元

时段	实际值	一 方 案		二 方 案		三 方 案	
		优化值	比1980年增长(%)	优化值	比1980年增长(%)	优化值	比1980年增长(%)
1980	33 490 000	—	100	—	100	—	100
2000	—	151 893 643	353.5	149 047 830	345.1	143 289 147	327.8

注: 按1980年不变价计算。

表8

作物布局及产量

单位: 亩, kg

项目	面积	产量	项目	面积	产量
粮豆合计	797 400	322 559 800	杂粮	15 000	3 105 000
玉 米	433 400	189 395 800	薯 类	20 000	5 820 000
高 粱	38 000	12 616 000	苧 花	204 600	44 193 600
谷 子	41 000	8 733 000	蓖 麻	167 000	33 567 000
小 麦	40 000	11 360 000	甜 菜	98 000	211 974 000
水 稻	180 000	86 400 000	罐头原料	7 000	
大 豆	30 000	5 130 000	瓜 菜	55 000	187 000 000

8。与二方案比较, 总产量虽然减少52 653 300公斤, 但人均占有粮食已经达到了1035.7公斤, 大大超过了国家提出在农村人均占有粮食430公斤为目标的小康水平。

优化的结构, 总的变化趋势是粮食作物比重下降, 经济作物比重上升。见表9。

表9 最优结构与1987、1990年比较

单位: 亩

时段	总播种面积	其 中				粮经面积比
		粮 豆	占(%) 比重	经 作	占(%) 比重	
1987	1343585	1025412	76.3	318174	23.7	7.6 : 2.4
1990	1329000	930300	70.0	398700	30.0	7 : 3
2000	1329000	797400	60.0	531600	40.0	6 : 4

注: 除粮豆作物外, 如瓜菜等都计在经济作物内。

因为生产地发展, 人均占有粮食增加到一定程度时, 必然降低粮食作物的比重, 扩大经济作物地生产, 这是符合生产发展规律的。从资源限制量和社会需求量的角度来分析见表10。

从表10中不难看出, 基本满足了约束条件的要求。只有化肥投入在优化方案的水平上, 没有满足约束, 氮肥短缺66 380公斤, 磷肥1 086 732公斤, 但对最优解无影响。

表10 优化结果对原约束条件的满足程度对比分析

约束内容	约束要求	优化水平	余(+)缺(-)
耕地	≤1329 000	=1 329 000	0
水稻	=180 000	=180 000	0
大豆	≥30 000	=30 000	0
杂粮	≥15 000	=15 000	0
瓜菜	≤55 000	=55 000	0
罐头原料	≤7 000	=7 000	0
高粱	≥38 000	=38 000	0
玉米	≥189 395 800	=189 395 800	0
薯类	≤20 000	=20 000	0
谷子	≥8 733 000	=8 733 000	0
小麦	≥11 360 000	=11 360 000	0
蓖麻	≤33 567 000	=33 567 000	0
甜菜	≤211 974 000	=211 974 000	0
氮肥	≥25 380 230	=260 446 100	-66 380
磷肥	≥32 865 478	=33 952 210	-108 6732

再从优化方案的 λ 对偶解(影子价格)方面看,对2000年在种植业上如何宏观指导,心中已经有了底数。见表11。

表11 最优方案对偶解及其生产建议

对偶变量	对偶解	生产建议
杂粮	-118.01	除满足需求外不宜多种植
水稻	-109.23	需努力提高单产,降低成本
大豆	-110.03	从养地角度出发播种面积控制在4—5万亩
玉米	-0.25	维持方案中的生产水平
高粱	-132.42	除调节品种粮和加工业需要外,不宜多种植
薯类	0	维持方案中的生产水平
甜菜	8.96	扩大纸筒育苗移栽面积,否则维持方案中生产水平
瓜菜	488.95	考虑销路,适度发展

从表11中明显看出:杂粮、高粱不宜列为发展作物。玉米生产已经达到饱和程度。开发水稻必须在提高单产上下功夫,只有这样,才能反映出它的特殊经济意义和良好的社会效果。瓜菜对偶解高达488.95元,每增一亩净产值也相应增加488.95元。但由销路限制,不能随意增加,可根据情况,适度发展。因为对偶规划的最优解就是资源的影子价格,也称之为资源的边际值。就是在最优生产规划条件下,约束方程右端常数项增加或减少一个单位,总效益随之相对应的对偶解(影子价格)也增加或减少。所以对偶解是负值时而且较大,要根据需要适当控制,不宜发展。对偶解是零时,对总效益无影响。对偶解是正值,则应兼顾“三个效益”积极发展。

一个单位,总效益随之相对应的对偶解(影子价格)也增加或减少。所以对偶解是负值时而且较大,要根据需要适当控制,不宜发展。对偶解是零时,对总效益无影响。对偶解是正值,则应兼顾“三个效益”积极发展。

参 考 文 献

- (1) 河南农业大学、东北农学院、沈阳农业大学、浙江农业大学、安徽农学院合编:《农业系统工程基础》,河南科学技术出版社出版,1987年。
- (2) 向元望主编:《区域规划系统工程应用》,《系统工程》编辑部出版,1987年4月。

(上接第69页)

结 论

六年来不同培肥处理试验结果表明,施化肥区产量至今尚略高于施有机肥和有机肥加化肥区,但其增产幅度逐年趋于减少,经济效益也有逐年降低的趋势。并且施化肥区稻谷品质如粗蛋白、脂肪和氨基酸含量明显下降。施有机肥区耕层土壤有机质、全氮、全磷含量高于施化肥区和有机肥加化肥区。但对稻谷产量、品质、经济效益、土壤理化性质和田园生态环境的影响等综合因素分析,认为施有机肥加化肥区优于单施化肥或单施有机肥区。

参 考 文 献

- (1) 伊藤信、白石道夫:水田土壤に対する有机物の施用效果—作土中の养分动态を中心に、《农业および园艺》,49卷,第11号,1351—1356。
- (2) 中国科学院主编:《中国水稻栽培学》,农业出版社,1986年,608—624。
- (3) 三分一敬:おいしい、米への挑战—栽培上の课题、《北农》,57卷,第11号,27—62。