

海伦县城郊蔬菜生产系统 优化结构探讨

中国科学院

黑龙江农业现代化研究所

王立志

蔬菜生产系统是一个多单元的复杂系统,它既受到自然条件的约束又受到社会经济、技术诸因素的约束。生产的决策者如何利用现有的资源和条件,在时间和空间上合理安排生产以取得最佳经济效果和最大限度的满足社会需要,是一个非常重要的问题。随着科学的进步和社会的发展,对于复杂的生产系统仅仅依据感性认识作出决定性分析已经远远满足不了生产发展的需要,应用系统科学的理论、思想和方法对于现实生产系统进行定量化描述和最优选择成为解决农业生产中这一重大课题的有效方法和有力武器。基于这一思想,我们对海伦县城郊蔬菜生产系统结构

*海伦县城郊公社楚维山同志

进行开发性研究,以期在建立数学模型的基础上对该地蔬菜生产结构提出可行性意见。

一、模型建立

1. 线性规划的数学模型是:

求 x_1, x_2, \dots, x_n 满足:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i (i=1, 2, \dots, m) \\ x_j \geq 0 (j=1, 2, \dots, n) \\ \text{Max} f(\sum_{j=1}^n c_j x_j) \end{cases}$$

2. 决策变量的确定

考虑城郊菜田的空间范围较小,地理和气候条件差异不大,其空间分布不予分类。根据作物种类及不同时期对各类蔬菜需求情况不同作物间混套复的接茬关系(时间分布)确定34个变量,根据栽培的方式和作物种类分作七类

I、塑料大棚栽培

II、日光温室栽培

III、黄瓜类

IV、茄果类

V、豆类

VI、秋菜类

VII、其它

各类所包含的变量内容如下:

I = x_1 (黄瓜—芹菜)

x_2 (黄瓜—香菜)

x_3 (黄瓜—菠菜)

x_4 (大棚韭菜)

II = x_5 (韭菜—黄瓜)

x_6 (蒜苗—黄瓜)

III = x_7 (早黄瓜—秋白菜)

x_8 (晚黄瓜)

IV = x_9 (茄子) x_{10} (大辣椒)

x_{11} (小辣椒) x_{12} (架西红柿)

x_{13} (早西红柿—白菜)

V = x_{14} (早豆角) x_{15} (架豆角)

VI = x_{16} (秋白菜) x_{17} (?)

x_{18} (萝卜) x_{19} (芥菜)

x_{20} (窝瓜) x_{21} (晚甘兰)

x_{22} (插葱)

VII = x_{23} (中甘兰) x_{24} (早土豆)

x_{25} (角瓜)

x_{26} (早甘兰—秋白菜)

x_{27} (水萝卜—秋白菜)

x_{28} (雨荏香菜)

x_{29} (早角瓜—秋白菜)

x_{30} (菠菜—菜籽)

x_{31} (葱类)

x_{32} (紫皮蒜—秋白菜)

x_{33} (芹菜) x_{34} (露地韭菜)

3. 目标函数确定

最优化标准是看一定栽培条件下纯收益是否最大, 目标函数确定为纯收益。考虑绝大多数蔬菜是当年收益, 将效系数定为各作物一年纯收益(亩产值—亩成本)目标函数为一线函数。

$$\begin{aligned} \text{Max} f = & 1080x_1 + 1133x_2 + 1012x_3 + \\ & 1897x_4 + 3780x_5 + 2658x_6 + \\ & 282x_7 + 110x_8 + 221x_9 + 257x_{10} + \\ & 359x_{11} + 204x_{12} + 366x_{13} + \\ & 217x_{14} + 219x_{15} + 493x_{16} + \\ & 88x_{17} + 71x_{18} + 37x_{19} + 50x_{20} + \\ & 47x_{21} + 96x_{22} + 79x_{23} + \\ & 90.4x_{24} + 41.3x_{25} + 75x_{26} + \\ & 125x_{27} + 456x_{28} + 171x_{29} + \\ & 111x_{30} + 112x_{31} + 172x_{32} + \\ & 237x_{33} + 253x_{34} \end{aligned}$$

4. 约束条件的确定

优化结构除达到纯收益最大外, 还必须考虑生产条件和市场对各类蔬菜尤其是群众十分喜爱的蔬菜的必需, 以此形成31个约束条件。

(1) 耕地面积约束

$$\begin{aligned} & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \\ & + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} \\ & + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + \text{---} \\ & x_{28} + x_{29} + x_{30} + x_{31} + x_{32} + x_{33} + \\ & x_{34} = 11,809 \end{aligned}$$

(2) 劳动力的约束

$$\begin{aligned} & 195x_1 + 205x_2 + 165x_3 + 8.4x_4 + 220x_5 \\ & + 220x_6 + 105x_7 + 68x_8 + 37x_9 + 37x_{10} + \\ & 37x_{11} + 40.8x_{12} + 72x_{13} + 22x_{14} + \\ & 29.7x_{15} + 31.2x_{16} + 46.3x_{17} + 11x_{18} + \\ & 30x_{19} + 57x_{20} + 27.5x_{21} + 43x_{22} + 27.5x_{23} \\ & + 31x_{24} + 54.7x_{25} + 58.7x_{26} + 58x_{27} + \\ & 100x_{28} + 88.5x_{29} + 47x_{30} + 36.3x_{31} \\ & + 58x_{32} + 150x_{33} + 100x_{34} \leq 549,000 \end{aligned}$$

(3) 产量约束

$$\begin{aligned} & 12,000x_1 + 12,000x_2 + 12,000x_3 + \\ & 8,000x_5 + 8,000x_6 \leq 1,500,000 \\ & 8,000x_4 \leq 240,000 \\ & 6,000x_6 \leq 170,000 \\ & 12,000x_6 \leq 170,000 \\ & 3,000x_7 + 4,000x_8 \leq 1,400,000 \\ & 3,500x_9 \leq 2,500,000 \\ & 3,500x_{10} \leq 1,750,000 \\ & 3,000x_{11} \leq 300,000 \\ & 4,000x_{12} + 4,000x_{13} \leq 2,800,000 \\ & 2,500x_{14} + 3,000x_{15} \leq 750,000 \\ & 6,000x_{16} \leq 15,000,000 \\ & 6,500x_{17} \leq 970,000 \\ & 4,500x_{18} \leq 2,000,000 \\ & 45x_{19} \leq 450,000 \\ & 4,000x_{20} \leq 1,600,000 \\ & 6,000x_{21} \leq 14,000,000 \\ & 5,000x_{22} \leq 2,000,000 \\ & 6,000x_{23} \leq 1,800,000 \\ & 3,000x_{24} \leq 1,800,000 \\ & 6,000x_{25} \leq 1,800,000 \\ & 3,000x_{26} \leq 750,000 \\ & 8,000x_{27} \leq 3,200,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
4,000x_{28} &\leq 120,000 \\
5,000x_{29} &\leq 250,000 \\
2,000x_{30} &\leq 1,000,000 \\
4,500x_{31} &\leq 1,350,000 \\
300x_{32} &\leq 45,000 \\
800x_{33} &\leq 1,600,000 \\
5,000x_{34} &\leq 1,250,000
\end{aligned}$$

二、计算结果与分析

上述目标函数与约束条件形成的线性规划问题应用FORTRAN语言、“苹果Ⅱ”计算机计算(计算机程序略)得出最优方案的变量数值。经过对计算结果的统计分析得出城郊公社蔬菜生产的纯收入、总产量、各种蔬菜的种植面积和产量结构布局数值,见表一、表二:

内表一、表二可以看出:

1. 优化后的总产为五千万斤以上,人均年蔬菜占有量为500斤,达到国内较高水平。

2. 优化后的净总收入一百六十八万元以上,比一九八三年提高81%。

3. 优化后早春果菜可达十一万斤,

人均十斤左右,冬季鲜菜人均三斤以上,夏季茄子、辣椒、西红柿、黄瓜总产超过八百九十万斤,人年均达到九十斤左右。

4. 新的优化方案因增加保护地栽培和实行精耕细作需增加劳动力十四万个工日。

5. 新优化方案每年需增加投入化肥121吨。

三、几点说明

1. 蔬菜种植业系统的接茬关系(时间分布非常复杂,间混套复的各种类型因时因人差异迥然。本规划不可能一一列出。因此蔬菜生产结构的决策单元仅以海伦镇目前广为采用的三十四种列出。

2. 由于目前化肥投入量甚低、在优化过程中将化肥投入量按各作物正常需要量列入,亩产量也按化肥的投入略加适当调整。

3. 由于市场价格以日剧变,很难精细掌握,本规划中蔬菜价格按城镇蔬菜公司所定全年平均单价为准。

表1 优化结构面积、产量、效益统计表

变量代号	作物组合名称	种植面积(亩)	年产量(千斤)	劳动力(工日)	净收益(元)
x_1	棚黄瓜—芹菜	0	0	0	0
x_2	棚黄瓜—香菜	96	1152/192	18,720	104,064
x_3	棚黄瓜—菠菜	0	/	0	0
x_4	棚韭菜	30	240	2,520	56,910
x_5	室韭菜—黄菜	28	168/224	6,160	103,824
x_6	室蒜苗—黄瓜	14	168/112	3,080	37,212
x_7	早黄瓜—秋白菜	466	846/1864	48,930	131,412
x_8	晚黄瓜	0	0	0	0
x_9	茄子	714	2499	26,418	157,794
x_{10}	大辣椒	500	1750	18,500	128,500
x_{11}	小辣椒	100	350	3,700	25,700
x_{12}	架西红柿	0	0	0	0
x_{13}	早柿子—白菜	700	2,800/2,800	50,400	256,200
x_{14}	早豆角	300	750	6,600	65,100
x_{15}	架豆角	0	0	0	0

续表 1

变量代号	作物组合名称	种植面积(亩)	年产量(千斤)	劳动力(工日)	净收益(元)
x_{16}	秋白菜	2,500	15,000	78,000	123,250
x_{17}	胡萝卜	147	9,555	6,806	12,936
x_{18}	萝卜	444	1,998	4,884	31,524
x_{19}	芥菜	0	0	0	0
x_{20}	窝瓜	246	984	14,022	12,300
x_{21}	晚甘兰	207	1,449	5,692	9,729
x_{22}	插葱	400	2,000	17,200	38,400
x_{23}	中甘兰	300	1,500	8,250	23,700
x_{24}	早土豆	600	1,800	18,600	54,240
x_{25}	角瓜	0	0	0	0
x_{26}	早甘兰—秋白菜	250	750/1,000	14,675	18,750
x_{27}	水萝卜—秋白菜	400	3,200/1,600	23,200	50,000
x_{28}	二茬香菜	30	120	3,000	13,680
x_{29}	早角瓜—秋白菜	50	250/200	4,425	8,550
x_{30}	菠菜—菜籽	500	1,000/40	23,500	55,500
x_{31}	伏葱	300	1,350	10,890	33,600
x_{32}	蒜—秋白菜	150	45/600	8,700	25,800
x_{33}	春芹菜—秋芹菜	200	800/800	30,000	47,400
x_{34}	露地韭菜	250	1,250	25,000	63,250

优化方案与近四年情况比较(表二)

方 案	1980	1981	1982	1983	优化方案	增减情况	增长百分比
项 目							
菜田面积(亩)	10,894	11,045	10,532	11,800	9,920	-1,880	
总产量(万斤)	3,485.4	3,761.6	1,949.6	2,664.2	5,460.6	2,796	104%
总净收入(千元)	787.5	912.7	501.4	931.1	1,689.3	758.2	81%
劳动日(工日)				334,000	482,000	148,000	14%
化肥投入量(吨)	81.2	75.6	54.6	57.4	179	21.6	212%

※ ※ ※ ※

(上接第31页)

防风措施：我省春季风大、育苗小棚容易被风刮起，伤害秧苗、必须做好防风工作，小棚骨架要插牢，连接木杆要缠紧，塑料薄膜要绷紧，随时修补破洞、消除薄膜呼啦现象，薄膜四边用土压实，小棚床场的四周夹好风障。为使小棚牢固，可在小棚外面增加压杆固定。

除用小棚育苗外，还可用中棚、大棚育苗。管理原则与小棚基本一致。