

朝阳市种植业结构调整优化模型研究*

关福来

王春乙

(河北省廊坊市气象局, 廊坊, 065000)

(中国气象科学研究院, 北京, 100081)

梁 群 张富荣

(辽宁省朝阳市气象科学研究所, 朝阳, 122000)

近年来, 中国学者在资源配置、农作物种植结构优化模型方面做了大量工作. 如齐文虎、杨永歧、孙玉亭、马树庆、郭建平、李湘阁、于系民等均从不同角度, 探讨了如何利用气候资源, 建立了单目标线性规划模型, 为调整优化种植业或大农业的种植结构提供了可靠的依据和良好的建议. 王丙昆等、刘文俊等, 还分别建立了多目标线性规划模型和二次规划模型, 为当地的大农业和作物布局调整提供了依据. 何维勋应用单目标非线性规划方法研究了防御冷害的作物布局. 文中拟以朝阳市种植业结构调整优化模型为主题, 在前人已经建立的单目标和多目标两种线性规划、单目标非线性规划优化模型基础上, 尝试建立多目标非线性规划和动态规划等两种优化模型. 然后连同单目标线性、非线性规划和多目标线性规划一起共 5 种模型进行对比分析, 并与朝阳市的种植业现状进行比较, 选出最适合朝阳市种植业结构调整的优化模型.

1 模型建立

以朝阳市作物播种面积稳定 $0.67 \times 10^4 \text{hm}^2$ 以上的 12 种主要作物播种面积为决策变量, 这 12 种作物是春小麦、玉米、谷子、高粱、大豆、马铃薯、棉花、芝麻、向日葵、甜菜、烟草、蔬菜, 以作物播种面积、农业气候资源利用率、作物稳产性能指数、作物气候适应性指数及社会需求量为约束条件, 以经济效益和社会效益为目标, 分别建立 5 个模型, 它们是单目标线性、单目标非线性、多目标线性、多目标非线性及逆序动态规划模型.

2 结果分析

以经济效益为主的 5 种模型优化结果列于表 1.

从表 1 可以看出: 多目标非线性规划模型总净产值最大为 22.2514×10^8 元, 排列第 1 位, 相应总产量亦最大为 $42.4728 \times 10^8 \text{kg}$, 其中粮食产量为 $13.1328 \times 10^8 \text{kg}$, 排列第四位; 单目标非线性规划模型总净产值为 22.0765×10^8 元, 排列第 2 位, 比第 1 位少 0.1749×10^8 元, 减少率为 0.79%, 相应总产量为 $41.7674 \times 10^8 \text{kg}$, 其中粮食产量为 $13.2634 \times$

* 中国气象局“八五”重点科研项目

表1 以经济目标为主的优化结果

模型类别	单目标线性	单目标非线性	多目标线性	多目标非线性	动态规则	现状
总净产值 (10^8 元)	21.9454 (36.1%)*	22.076 5(36.87%)	20.68 (28.21%)	22.2514 (37.95%)	21.7064 (34.57%)	16.13
总产量 (10^8 kg)	42.122 (47.95%)	41.7674 (46.71%)	41.0952 (44.35%)	42.4728 (49.18%)	41.697 (46.46%)	28.47
粮食产量 (10^8 kg)	13.522 (7.75%)	13.2634 (5.68%)	13.00 (3.59%)	13.1328 (4.64%)	13.521 (7.73%)	12.55
春小麦 X_1 (10^4 hm ²)	8.0 (55.28%)	7.99 (55.18%)	8.0 (55.28%)	7.99 (55.21%)	7.93 (53.99%)	5.15
玉米 x_2 (10^4 hm ²)	8.67 (-5.12%)	8.06 (-11.8%)	6.67 (-27.2%)	7.67 (-16.06%)	8.4 (-8.04%)	9.13
谷子 X_3 (10^4 hm ²)	3.33 (-46.33%)	3.54 (-43.03%)	5.18 (-16.66%)	3.33 (-46.32%)	3.47 (-44.19%)	6.21
高粱 X_4 (10^4 hm ²)	3.4 (-51.65%)	3.38 (-51.92%)	3.33 (-52.6%)	3.35 (-52.38%)	3.60 (-48.81%)	7.03
大豆 X_5 (10^4 hm ²)	2.07 (-11.04%)	2.01 (-14.03%)	2.0 (-14.26%)	1.97 (-15.49%)	2.0 (-14.26%)	2.33
土豆 X_6 (10^4 hm ²)	2.07 (60.90%)	2.25 (75.10%)	2.67 (107.47%)	2.67 (107.47%)	2.27 (76.35%)	1.29
棉花 X_7 (10^4 hm ²)	3.20 (62.00%)	3.33 (68.75%)	2.0 (1.28%)	3.35 (68.75%)	3.07 (55.25%)	1.98
芝麻 x_8 (10^4 hm ²)	1.33 (-18.47%)	1.36 (-16.59%)	2.0 (22.3%)	1.36 (-16.92%)	1.40 (-14.39%)	1.64
葵花籽 X_9 (10^4 hm ²)	2.73 (57.57%)	2.79 (60.91%)	3.33 (92.16%)	2.69 (53.73%)	2.80 (61.41%)	1.73
甜菜 X_{10} (10^4 hm ²)	0.73 (-33.97%)	0.67 (-39.62%)	1.0 (-9.96%)	0.98 (-15.97%)	0.73 (-33.97%)	1.11
烟叶 X_{11} (10^4 hm ²)	1.08 (94.24%)	1.95 (109.93%)	1.33 (43.88%)	1.97 (108.63%)	1.73 (87.05%)	0.93
蔬菜 X_{12} (10^4 hm ²)	4.0 (64.88%)	4.0 (64.91%)	3.82 (57.6%)	4.0 (64.91%)	3.93 (62.13%)	2.43

注: ()内数值是与现状比较的增减率。

10^8 kg, 排列第3位; 单目标线性规划模型总净产值为 21.9454×10^8 元, 排列第3位, 比第1位少 0.3060×10^8 元, 减少率为1.38%, 相应总产量为 42.122×10^4 kg, 其中粮食产量为 13.522×10^8 kg, 排列第1位; 动态规划模型总净产值为 21.7064×10^8 元, 列第4位, 比第1位少 0.5450×10^8 元, 减少率为2.45%, 相应总产量为 41.697×10^8 kg, 其中粮食产量为 13.521×10^8 kg, 排列第2位; 多目标线性规划模型总净产值为 20.681×10^8 元, 列第5位, 比第1位少 1.5704×10^8 元, 减少率为7.06%, 相应总产量为 41.0952×10^8 kg, 其中粮食产量为 13.00×10^8 kg, 列第5位。

从以上分析可以得出: 综合考虑总净产值、总产量和粮食产量3个指标, 5种模型的

优劣顺序为:多目标非线性规划模型、单目标线性规划模型、单目标非线性规划模型、动态规划模型、多目标线性规划模型。

以社会效益为主的5种模型优化结果列于表2。

表2 以社会效益为主的优化结果

模型类别	单目标线性	单目标非线性	多目标线性	多目标非线性	动态规则	现状
总净产值 (10 ⁸ 元)	21.5311 (33.47%)	21.4113 (32.73%)	20.6810 (28.2%)	21.5545 (32.62%)	21.3866	16.1316
总产值 (10 ⁸ kg)	43.047 (51.20%)	42.6931 (49.95%)	41.0952 (44.34%)	43.1920 (51.71%)	42.583 (49.57%)	28.4707
粮食总量 (10 ⁸ kg)	13.818 (10.14%)	13.8382 (10.14%)	13.8382 (10.3%)	13.00 (3.62%)	14.0488 (11.98%)	12.5456
春小麦 X ₁ (10 ⁴ hm ²)	8.0 (55.28%)	8.0 (55.29%)	8.0 (55.28%)	7.99 (54.99%)	8.0 (55.28%)	5.15
玉米 X ₂ (10 ⁴ hm ²)	8.67 (-5.12%)	8.67 (-5.12%)	6.67 (-27.02%)	8.66 (-5.17%)	8.67 (-5.12%)	9.13
谷子 X ₃ (10 ⁴ hm ²)	3.33 (-46.33%)	3.43 (-44.84%)	5.18 (-16.66%)	3.33 (-46.30%)	3.53 (-43.11%)	6.21
高粱 X ₄ (10 ⁴ hm ²)	4.0 (-43.12%)	3.98 (-43.24%)	3.33 (-52.6%)	4.0 (-43.12%)	3.87 (-45.01%)	7.03
大豆 X ₅ (10 ⁴ hm ²)	2.0 (-14.26%)	2.08 (-10.6%)	2.0 (-14.26%)	2.01 (-13.86%)	2.13 (-8.55%)	2.33
土豆 X ₆ (10 ⁴ hm ²)	2.07 (60.79%)	2.05 (59.49%)	2.67 (107.47%)	2.64 (105.24%)	2.53 (97.1%)	1.29
棉花 X ₇ (10 ⁴ hm ²)	2.0 (1.25%)	2.04 (3.17%)	2.0 (1.28%)	2.02 (2.5%)	2.2 (11.37%)	1.98
芝麻 X ₈ (10 ⁴ hm ²)	1.67 (1.92%)	1.85 (-12.92%)	2.0 (22.3%)	1.31 (-19.73%)	1.47 (-10.31%)	1.64
葵花籽 X ₉ (10 ⁴ hm ²)	2.73 (57.57%)	2.67 (54.15%)	3.33 (92.16%)	2.69 (53.73%)	2.73 (57.57%)	1.73
甜菜 X ₁₀ (10 ⁴ hm ²)	1.0 (-9.96%)	0.87 (-21.55%)	1.0 (-9.96%)	1.0 (-9.93%)	0.8 (-27.97%)	1.11
烟叶 X ₁₁ (10 ⁴ hm ²)	1.87 (101.44%)	1.69 (82.88%)	1.33 (43.88%)	1.68 (79.86%)	1.40 (51.08%)	0.93
蔬菜 X ₁₂ (10 ⁴ hm ²)	4.0 (64.88%)	4.0 (64.90%)	3.82 (57.6%)	4.0 (64.90%)	4.0 (64.88%)	2.43

注:同表1

根据表2,综合考虑总产量,粮食产量和总净产值3个指标,5种模型的优劣顺序为:多目标非线性规划模型、单目标非线性规划模型、动态规划模型、多目标线性规划模型.结果与以经济效益为主的分析结果完全一致.

综上所述,无论是以经济效益为主还是以社会效益为主,5种模型的排序结果均相同,其优劣顺序为:多目标非线性规划模型效果最好,其次是单目标线性规划模型,第3是

单目标非线性规划模型,第4是动态规划模型,第5是多目标线性规划模型.通过5种模型优化结果的对比分析以及的现状的比较得知:对于种植业系统,结构调整的优化以多目标非线性规划模型最优.所以,在考虑种植业结构调整时,应同时考虑多个目标,而且采用非线性方法建模,最接近实际,优化结果最佳.

根据5种优化模型的结果和当地农业、气象专家的意见,我们综合制定出朝阳市种植业结构调整方案(单位: $\times 10^4 \text{ hm}^2$):

1. 以经济效益为主时,各种植物种植面积分别为:

春小麦: 8.0, 玉米: 8.2, 谷子: 3.5, 高粱: 3.7, 大豆: 2.0, 马铃薯: 2.3, 棉花: 3.1, 芝麻: 1.3, 向日葵: 2.7, 甜菜: 0.8, 烟草: 1.7, 蔬菜: 4.0.

对应的总净产值为: 21.8549×10^8 元, 总产量为 $42.259 \times 10^8 \text{ kg}$, 其中粮食产量为 $13.531 \times 10^8 \text{ kg}$.

2. 以社会效益为主时:

春小麦: 8.0, 玉米: 8.7, 谷子: 3.5, 高粱: 4.0, 大豆: 2.0, 马铃薯: 2.3, 棉花: 2.3, 芝麻: 1.4, 向日葵: 2.7, 甜菜: 0.8, 烟草: 1.7, 蔬菜: 4.0.

对应的总净产值为: 21.5686×10^8 元, 总产量为 $42.601 \times 10^8 \text{ kg}$, 其中粮食产量 0 为: $13.964 \times 10^8 \text{ kg}$.

A STUDY OF THE OPTIMIZED MODEL ON PLANTING STRUCTURE ADJUSTMENT IN CHAOYANG

Guan Fulai

(*Meteorological Bureau of Langfang city, Hebei province, Langfang, 060005*)

Wang Chunyi

(*Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081*)

Liang Qun Zhang Furong

(*Institute of Meteorological Sciences of Chaoyang city, Liaoning province, Chaoyang, 122000*)