

文章编号: 1000-2022(2001) 03-0423-06

甘肃武威市作物气候—经济优势分析及种植结构调整方案

刘明春, 马兴祥, 张惠玲, 刘惠兰

(甘肃省武威地区气象局农业气象试验站, 武威 733000)

摘 要: 通过建立增产性能、稳产性能、重要性能、经济性能、抗旱性能 5 个评价指标的隶属函数, 运用模糊数学方法计算了武威市主要种植作物的气候—经济优势, 得出了在武威市目前社会、自然和经济条件下最具优势的 4 种植物依次为玉米、甜菜、油菜和小麦。根据气候—经济优势度值对现有种植结构提出了调整方案。

关键词: 气候—经济优势, 结构调整, 农作物

中图分类号: S162.57 **文献标识码:** A

近年来, 随着农业产业化的飞速发展, 河西绿洲农业也开始向质量效益型转化。部分地方出现了“订单农业”, 即在作物播种前农户就和有关单位签定购销合同, 以此来确定种植品种、面积等, 以便直接和市场挂钩。但从思维方式、种植习惯上看, 还未摆脱传统农业种植模式。具体表现是种植单一、高投入低收益。另一方面由于气候干旱, 降水稀少, 河流来水量不足, 保灌面积在减少, 作物生长期缺水, 直接影响作物的产量和效益。为了继续保持河西绿洲商品粮生产基地的主导地位, 进一步扩大市场占有份额, 就必须对现有的种植结构和生产方式进行优化和调整。本着合理利用当地气候资源, 提高气候生产力, 同时兼顾社会、经济效益的原则, 本文着重对武威市主要种植作物春小麦、玉米、甜菜、马铃薯、胡麻、油菜、谷子的生态气候适应性、经济性能等因素进行综合分析, 进而确定较合理的种植比例和面积, 最大限度地发挥每种作物的种植优势, 提高经济效益。

1 资料来源和方法

作物种植面积、产量为武威行署统计局 1971~1998 年年鉴资料。粮食作物产品价格自 1998 年国家出台保护价以后, 近三年来一直保持稳定, 市场价在此基础上略高但运行平稳。因此, 计算作物单位产值时采用 1999 年该产品大量上市时的市场收购价。气象资料采用武威观测站 1950~1999 年常规气象观测资料。

本文采用 Fuzzy 数学原理进行综合判定¹⁾。表达式为

收稿日期: 2001-01-15; 改回日期: 2001-05-08

基金项目: 甘肃省气象基金项目

第一作者简介: 刘明春, 男, 1966 年 3 月生, 工程师。

1) 汪久文, 申元村. 绿洲建设的理论与实践学术研讨会文集. 内蒙古: 中国自然资源学会干旱区研究委员会出版, 1995.

$$\boldsymbol{B} = \boldsymbol{A} \boldsymbol{R}.$$

(1)

式中, $\boldsymbol{B}$ 为气候—经济优势度; $\boldsymbol{A}$ 为 Fuzzy 向量, 表示各评价指标权重值; $\boldsymbol{R}$ 为各种作物评价指标的关系矩阵。根据武威气候与经济特点, 选用增产性能、稳产性能、重要性能、经济性能、抗旱性能 5 个评价指标, 以武威市主要种植作物春小麦、玉米、马铃薯、甜菜、胡麻、油菜、谷子为评判对象, 于是得到 $\boldsymbol{R}$ 矩阵的原始矩阵 $\boldsymbol{R}$ 为

$$\boldsymbol{R}' = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} & r_{16} & r_{17} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} & r_{25} & r_{26} & r_{27} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} & r_{35} & r_{36} & r_{37} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} & r_{45} & r_{46} & r_{47} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} & r_{54} & r_{55} & r_{56} & r_{57} \end{pmatrix}。$$

式中, r_{ij} 为 j 作物 ($j = 1, 2, \cdots, 7$) 与 i 评判指标 ($i = 1, 2, \cdots, 5$) 之间的隶属函数, 反映各种作物对各评判指标的响应程度。分别确定如下:

(1) $r_{1j} = (Y_{w\max} - Y_{w\min}) / Y_{w\min}$ 。式中, $Y_{w\max}$ 为 1990~1999 年 j 作物气象产量最大值; $Y_{w\min}$ 为 1990~1999 年 j 作物气象产量最小值。 r_{1j} 为增产性能, 表示近年来生产技术水平相对稳定时的气象产量波动幅度, 揭示了在作物生长发育过程中光、热、水诸因子及相互组合对产量的综合影响。气象产量是采用正交多项式将实际产量处理而得(下式趋势产量亦同)^[1]。从各种作物气象产量正负极值来看, 与作物丰、欠年型基本相吻合。以大旱年 1995 年为例, 夏粮作物春小麦、谷子严重减产, 单产分别只有 281、100 kg/($\frac{1}{15}$ hm²), 为 70 年代以来历史最低值。相应地, 气象产量极值分别为 - 57. 1、- 63. 2 kg/($\frac{1}{15}$ hm²); 丰产年 1975(春小麦)、1986(玉米)、1988(马铃薯、胡麻)、1994(谷子、油菜)、1996(玉米) 气象产量均达到 1970 年以来最高水平。说明用正交多项式拟合效果较好。从不同作物不同年代气象产量变化情况看(表 1), 剔除大欠年气象产量后, 夏收作物中春小麦气象产量逐年代减小, 且降幅较大。这是由于春小麦主要在武威市沿山一带种植, 靠山水灌溉, 80、90 年代春末夏初干旱加重, 降水变少, 山水来水量减少, 春小麦第一轮苗水保灌系数低, 每年有 20 %~30 % 的面积缺灌, 从而使单产下降。谷子由于前期较耐旱, 后期雨水渐多, 对生育影响不大, 产量逐年代上升。秋收作物中如甜菜气象产量增加较快, 原因是甜菜种植区主要靠井水灌溉, 水分满足程度高。其他作物如玉米、马铃薯、胡麻、油菜等气象产量变幅不大, 相对比较稳定。

表 1 各种作物不同年代平均气象产量

Table 1 The average meteorological output of various crops in different decades

	15 kg · hm ⁻²						
	春小麦	玉米	马铃薯	甜菜	胡麻	油菜	谷子
70 年代	45. 2	9. 2	10. 0	11. 5	- 5. 7	6. 3	- 5. 5
80 年代	34. 8	1. 5	1. 4	26. 6	3. 8	- 1. 9	0. 3
90 年代	25. 9	- 0. 4	4. 9	39. 2	- 1. 2	4. 1	10. 6

(2) $r_{2j} = [\sum_{i=1}^n (\frac{Y_{i+1} - Y_i}{Y_i})] / (n - 1)$ 。式中, r_{2j} 为稳产性能, 用历年分离后的趋势产量的相对变率表示, 反映了在剔除气象因素影响后由当地农业生产条件、作物品种、栽培技术措施在一定时期相对稳定时的产量水平。 Y_{i+1} 为 $i+1$ 年的趋势产量; Y_i 为 i 年的趋势产量。

(3) $r_{3j} = S_{ij}/s_{i0}$ 。式中, r_{3j} 为重要性能,包括政府调控、农民种植习惯、耕作制度改革、作物生态适应性、市场因素、饮食结构改变等的综合影响。用当年 j 作物种植面积占当年农作物总播种面积的比例表示。 S_{ij} 为 j 作物 i 年播种面积; s_i 为农作物 i 年总播种面积。

(4) $r_{4j} = Q_j - B_j$ 。式中, r_{4j} 为经济性能,表示作物产出收益的高低(元/ hm^2); Q_j 为 j 作物近10年每 hm^2 产量(kg); B_j 为 j 作物1999年产品市场收购价(元/kg)。

(5) $E_a = C \cdot P$ 。式中, E_a 为抗旱性能,反映武威在主要气象灾害——干旱,不同概率背景下作物的产量水平。 C 为作物产量益损值矩阵^[2],表达式为

$$C = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1j} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2j} \\ X_{31} & x_{32} & \cdots & x_{3j} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} \end{pmatrix}。$$

式中, X_{ij} 为 i 作物($i=1,2,\cdots,7$)在不同干旱程度($j=1,2,3$,分别为重旱、轻旱、不旱,下同)下的作物产量; P 为干旱概率向量。将连续4旬无 $\geq 10\text{ mm}$ 降水次数,5.0~9.9 mm的降水次数 ≤ 1 ,且连续3旬以上降水距平百分率 $< -20\%$;或6旬 $\geq 10\text{ mm}$ 降水次数 ≤ 1 ,5.0~9.9 mm降水1~2次,且连续4旬以上降水距平百分率 $< -10\%$,定为轻旱。将连续4旬无 $\geq 5\text{ mm}$ 降水次数,且4旬降水距平百分率 $< -40\%$,或6旬无 $\geq 10\text{ mm}$ 降水次数,5.0~9.9 mm降水 ≤ 1 次,且6旬降水距平百分率 $< -10\%$,定为重旱^[3]。据此算得武威历年干旱概率向量为

$$P = \begin{pmatrix} 0.25 \\ 0.57 \\ 0.18 \end{pmatrix}。$$

根据以上各隶属函数计算,得到武威市各作物评判指标的关系矩阵 R 为

$$R = \begin{pmatrix} 1.47 & 1.95 & 2.10 & 1.57 & 1.43 & 1.75 & 1.97 \\ 0.03 & 0.044 & 0.029 & 0.034 & 0.052 & 0.049 & 0.028 \\ 0.504 & 0.384 & 0.078 & 0.031 & 0.007 & 0.153 & 0.001 \\ 5\,256 & 5\,379 & 2\,420 & 7\,832 & 5\,808 & 5\,069 & 1\,095 \\ 354.8 & 449.2 & 206.2 & 920.5 & 113.9 & 131.2 & 130.2 \end{pmatrix}。$$

2 作物气候—经济优势分析

2.1 增产性能

R 中第一行数值反映在目前生产栽培条件下,因气候变化导致各作物气象产量的波动较大。其值越大说明增产潜力也大。其中马铃薯的增产潜力为2.10,其次为谷子和玉米,增产性能值分别为1.97和1.95。如通过地膜覆盖等生产措施,改善作物生态微气象条件,可促使产量得到进一步提高。胡麻、小麦的增产潜力较小,分别为1.43和1.47,说明在本地气候条件下提高产量的可能性有限,只有通过更新品种才有可能大幅度提高产量。

2.2 稳产性能

从稳产性能值看,胡麻、油菜较好。由于这两种作物均属小秋作物,生育期短,种植面积小,加之是油料作物,因此田间生产技术水平较高。谷子、马铃薯的稳产性较差,前者是粗粮,主要是调节农民饮食所需,管理粗放,白水种现象较严重,导致产量不高。后者主要是品种的遗传性能较差、变异较大,往往因品质性状不稳定引起产量下降。

2.3 重要性能

从重要性能值来看,小麦> 玉米> 油菜> 马铃薯> 甜菜> 胡麻> 谷子。但从历年种植面积变化趋势看,小麦、马铃薯、甜菜、胡麻、谷子的种植面积在逐年减小,玉米、油菜的种植面积逐年增加。这主要与市场价格起伏引起作物布局发生变动有关,其次与政府部门的行政干预有关。

2.4 经济性能

受价值规律的影响,使作物种植面积发生局部变动。平均每公顷以 1999 年的市场收购价计算,各种作物产值大小依次为甜菜> 胡麻> 玉米> 小麦> 油菜> 谷子> 马铃薯。

2.5 抗旱性能

作物产量的高低受气候因素的影响较大。在武威各类气象灾害中,干旱对作物的危害程度最大,缺水使保灌面积减少,影响作物的正常生长发育,最终使单产和总产降低。从多年受灾面积积看,河西东部旱灾面积占受灾总面积的 50.9 % ~57.1 %,其他灾害只占 14 % 左右。因此干旱发生与否及程度大小与产量的高低有十分密切的关系,在作物布局中是一重要因素。比较各种作物抗旱性能值大小依次为甜菜> 玉米> 小麦> 马铃薯> 油菜> 谷子> 胡麻。

为了确定各评判指标在作物气候—经济优势度中的权重值,采用灰色关联度分析方法,以各作物多年平均产量作为母序列,以增产性能、稳产性能、重要性能、经济性能、抗旱性能值作为子序列,进行关联度求算,得关联度向量为

$$R_i = (0.606 \ 0.598 \ 0.638 \ 0.645 \ 0.493)^T。$$

式中, $i=1,2,\cdots,5$ 。将 R_i 进行百分数处理即得到各种作物气候—经济优势评判因素的权重值

$$W_i = (0.204 \ 0.201 \ 0.214 \ 0.217 \ 0.166)^T。$$

式中, $i=1,2,\cdots,5$ 。由此得到 Fuzzy 向量 $A=W_i^T$ 。

为了消除各评判指标因量纲不同引起计算结果上的差异,将矩阵 R 作标准化处理后得到 R 矩阵,即可求得作物气候—经济优势度 $B=A \cdot R$,

$$B = (0.3766 \ 0.6427 \ 0.2637 \ 0.4884 \ 0.3394 \ 0.4450 \ 0.1740)。$$

至此,各种作物的气候—经济优势度大小依次为:玉米> 甜菜> 油菜> 小麦> 胡麻> 洋芋> 谷子。主要优势作物为玉米、甜菜、油菜和小麦。

3 作物种植结构调整

通过以上作物优势度分析,可将武威市作物种植结构进行优化和调整,有效地发挥本地地理环境、生态气候等的综合效能,提高经济效益。

3.1 确定作物调整比例

$$X_j = B_j / B。$$

(2)

式中, X_j 为 j 作物调整系数; B_j 为 j 作物气候—经济优势度; B 为各种作物气候—经济优势度平均值。

经计算,各作物的调整比例为:小麦 0.966,玉米 1.648,洋芋 0.676,甜菜 1.252,胡麻 0.870,油菜 1.141,谷子 0.446。凡比例系数大于 1 的都要在原种植基础上扩大种植面积,小于 1 的则要缩小种植面积。即增加玉米、甜菜和油菜的种植面积,缩小小麦、洋芋、胡麻和谷子的种植面积。

3.2 确定作物种植面积

$$V_j = M_j \times X_j。$$

(3)

式中, V_j 为 j 作物理论种植面积; M_j 为 j 作物原种植面积。

$$C_j = V_j / \sum_{j=1}^7 V_j。$$

式中, C_j 为 j 作物分配比例。 C_j 与总播种面积相乘则得到作物调整后种植面积(表2)。

表2 作物种植结构调整决策表

Table 2 Decision-making table of crops planting structure adjustment

	小麦	玉米	洋芋	甜菜	油菜	胡麻	谷子
原种植面积/hm ²	36 586	27 833	5 633	2 253	11 107	480	40
原种植比例/%	43. 600	33. 200	6. 700	2. 700	13. 200	0. 600	0. 100
调整后面积/hm ²	29 380	38 107	3 360	2 353	12 673	420	20
调整后比例/%	35. 000	45. 400	4. 000	2. 800	14. 700	0. 400	0. 020

从表2见, 经过调整后小麦面积由原来的 36 586 hm² 减少至 29 380 hm², 种植比例由原来的 43. 6 % 下降至 35. 0 %, 玉米由原来的 27 833 hm² 增加至 38 107 hm², 种植比例由原来的 33. 2 % 上升至 45. 4 %, 油菜比原来增加 1 566 hm², 其他如马铃薯、胡麻、谷子的面积均比原来有所减少。

从调整后水资源满足程度来看, 经测算, 小麦面积压缩后节约用水 334. 0 万 m³, 马铃薯、胡麻、谷子分别节水 47. 0 万 m³、2. 2 万 m³、0. 8 万 m³, 总节水 384. 0 万 m³。玉米、油菜、甜菜面积增加后, 分别增加水量 380. 0 万 m³、15. 6 万 m³、4. 0 万 m³, 需增加水量 399. 6 万 m³, 水分亏缺量为 15. 6 万 m³。鉴于此, 必须积极开展人工增雨、雪作业, 天上水、地表水、地下水齐抓, 并在“增、保、节”上下功夫, 争取农业综合效益的提高。

4 小 结

(1) 通过作物气候—经济优势数学模型计算, 得出武威市主要优势作物为玉米、甜菜、油菜和小麦。因此在保持上述作物原有产量水平的同时, 应着力探讨和改进栽培管理技术, 积极发挥玉米—小麦、小麦—甜菜带田以及油菜套种、复种的生产潜力, 提高效益。

(2) 作物结构调整后, 玉米、甜菜、油菜种植面积分别增加 12. 2 %、0. 1 % 和 1. 5 %, 而小麦、马铃薯、胡麻和谷子面积则适当缩减。其中小麦的种植面积比原来减少 8. 6 %, 约 7 206 hm²。

(3) 近年来, 在干旱程度逐年加重的气候背景下, 在作物种植结构上要采取压夏、扩秋、扩经、扩草等措施, 大力发展设施农业。沿祁连山区要积极开展人工增雨(雪)工作, 增加水库蓄水量。无灌溉保证的浅山区应积极退耕还林还草, 发展生态农业, 促进畜牧业的发展。

(4) 作物评价指标综合考虑了经济、自然和社会等因素, 因而得出的作物结构调整方案比较符合实际, 可行性较强。

参考文献:

[1] 魏淑秋. 农业气象统计[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1985.
[2] 马兴祥. 河西走廊东部防御干旱的农业种植决策分析[J]. 甘肃气象, 1989, (1): 31~32.
[3] 邓振镛. 河西农业与开发[M]. 北京: 气象出版社, 1993.

CLIMATE-ECONOMY SUPERIORITY ANALYSIS
AND PLANTING STRUCTURE ADJUSTMENT
FOR CROPS IN WUWEI

LIU Ming-chun, MA Xing-xiang, ZHANG Hui-ling, Liu Hui-lan
(Agrometeorological Experiment Station of Wuwei Region in Gansu Province, Wuwei 733000)

Abstract: By establishing the following five dependent functions: feature of increasing output, feature of stabilizing output, importance feature, economy feature and drought resistance feature; and by using mathematical method Fuzzy, this paper calculates major planting crops' ecologic climate & economic superiority of Wuwei town, and shows that the most superior four planting crops in order are corn, sugar beet, cole and wheat under the present condition in society, nature and economy. Furthermore, on the basis of ecologic climate and economic superiority the adjustment suggestion for the present planting structure is proposed.

Key words: climate-economy superiority; structure adjustment; crop