

# 陕西省粮食安全定量评价研究

吕晓虎<sup>1</sup>, 赵景波<sup>1,2</sup>

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062;

2. 中国科学院地球环境研究所 黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西 西安 710075)

**摘 要:** 从粮食自给率、人均粮食占有量、粮食单产水平、人均耕地、粮食生产波动系数等方面构建粮食安全综合指数, 采用粮食安全系数评价法, 对陕西省 11 个地市 1998~2007 年的粮食安全状况进行定量评价。结果表明, 在最近 10 年里陕西省粮食安全总体是安全的, 但是各地市差异明显。由粮食安全综合评价值  $F$  的大小可以将陕西省粮食安全大致分为 3 类地区: 关中地区的咸阳、渭南、宝鸡属于粮食安全区; 铜川、榆林、安康属于粮食临界安全区; 其他地区属于粮食基本安全区。影响陕西省粮食安全的主要因素是人口持续增长、土地资源短缺、粮食生产分布不平衡、粮食生产环境恶化等。认为应该从保护耕地、水利建设、商品粮基地建设、粮食储备以及粮食预警等方面保障陕西粮食安全。

**关键词:** 陕西省; 粮食安全综合指数; 粮食安全评价

**中图分类号:** F304.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)02-0219-07

近年国际粮价迅速上涨, 特别是国际大米价格创出 20 年以来的高点, 粮食问题再次成为我国一个时期内最热切的话题<sup>[1,2]</sup>。联合国粮农组织(FAO)将粮食安全定义为, 保证任何人在任何地方都能得到为了生存和健康所需要的足够食品<sup>[3]</sup>。根据该定义, 结合生态环境保护目标, 粮食安全的主要内容应包括粮食供给量的充足性和稳定性, 供给品质的优良性和品种的多样性, 生产、贮运及加工、消费的环境安全性和生态合理性<sup>[4]</sup>。20 世纪 90 年代以来, 随着我国人口不断增加、经济快速发展和城镇化建设步伐不断加快, 粮食供求关系和生产格局都发生了巨大变化<sup>[5-7]</sup>。中国的粮食安全问题在继续关注保障粮食总量平衡的同时, 解决区域性粮食短缺问题也逐渐提到日程上<sup>[8]</sup>。目前国外在联合国粮农组织的推动下, 主要从粮食获取能力的角度, 以生计脆弱人群的收入状况为主要指标, 从 1998 年到 2002 年期间分别在贝宁、危地马拉、尼泊尔、阿富汗和越南等国家完成了粮食安全脆弱人群地区分布的研究。2002 年, 地球系统科学合作组织(ESSP)4 大联合项目之一, 即全球环境变化与食物系统(GECAFS)联合计划提出食物供应概念体系之后, 经过完善于 2005 年重新提出了以食物供应能力、食物获取和食物利用为核心的食物系统概念体系。但是到目前为止, 还未见到在此框架指导下, 正式公布的区域粮食

安全评价研究成果。国内粮食安全评价主要用于国与国之间粮食安全比较或者国内某个地区或省级行政区粮食安全评价, 比较流行的方法是从粮食总产量波动系数、粮食自给率、粮食储备水平、人均粮食占有量和贫困人口的粮食保障水平等方面进行评估, 并用指标加和的方法得到综合评价指数<sup>[9,11]</sup>。而针对陕西省内各地区粮食安全时空差异的研究还未见到。陕西耕地面积呈减少的趋势, 这样即使粮食单产进一步有所提高, 粮食产量也将受到很大影响, 很难满足全省日益增加的粮食需求。粮食生产地区差异较大, 如果调控不到位, 同样可能会出现危及全省粮食安全的严重问题。因此, 开展陕西省粮食安全问题研究对于提高人民生活水平、保持社会安定、增加农民收入、顺利实施陕西地区的生态建设、构建和谐社具有的重要意义<sup>[12]</sup>。本文从时间和空间上分析了陕西省各地市 1998~2007 年的粮食安全状况, 计算了粮食安全综合指数, 探讨了粮食安全的时空变化规律, 以为陕西省的粮食安全提供决策依据。

## 1 陕西概况

陕西位于中国内陆腹地, 黄河中游, 地处东经 105°29'~111°15', 北纬 31°42'~39°35' 之间。全省南北长约 870 km, 东西宽约 200~500 km, 土地面积

收稿日期: 2009-07-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(40672108); 教育部人文社会科学研究基地重大项目(05JJD770); 陕西师范大学研究生培养创新基金(2009CX5041)

作者简介: 吕晓虎(1981—), 男, 陕西勉县人, 主要研究方向环境评价与治理。E-mail: lxh002@sohu.com.

通讯作者: 赵景波, E-mail: zhaojb@snnu.edu.cn.

20.56 万 km<sup>2</sup>。季风气候和大陆性气候的影响都较明显,由南而北具有北亚热带湿润气候,暖温带半湿润气候和暖温带、温带半干旱气候的特征。秦岭山脉横亘省境中南部,南北气候差异显著。陕西地域狭长,地势南北高、中间低,有山地、平原、高原、盆地和峡谷等多种地形,从北到南分为陕北高原、关中平原、秦巴山地三个大地貌区<sup>[13]</sup>。高原位于本省北部,占全省土地面积的 45%,生态失调,水土流失严重,仅山地之间的河川地适宜耕作。平原包括关中平原和汉中盆地、安康盆地,占全省土地面积的 29%,开阔、平坦,土地肥沃,灌溉条件好,是全省主要产粮区之一。山地以秦岭、巴山为主体,适宜发展经济林、用材林,不适宜耕作,低山区一般坡陡、土薄,可以种植,但不宜过量垦。全省自然土壤包括栗钙土、黑垆土、褐色土、黄褐土和棕壤土等。关中平原以壤土为主,耐涝、抗旱,生产性能良好,但由于水肥条件差,土壤的生产潜力还未能完全发挥。黄土高原的黑垆土土壤腐殖层厚,疏松宜耕,由于缺水,以旱作为主。汉江两岸分布的黄褐土和棕壤土由于水资源较为丰富,土壤肥沃,所以是全省稻米主要产区。

## 2 陕西各地市粮食安全评价

### 2.1 数据来源

本文所用粮食产量数据、社会经济数据来自陕西省统计年鉴以及各地市统计年鉴。

### 2.2 区域粮食安全综合评价方法

**2.2.1 粮食安全评价指标** 这里采用粮食安全系数评价法<sup>[14]</sup>对陕西省 11 个地市的粮食安全状况进行评价。根据陕西社会经济、自然条件的实际情况,选择了 5 个易于获取、操作性强,并且最能客观反映各地粮食安全现状的指标,即粮食自给率、人均粮食占有量、粮食单产水平、人均耕地、粮食生产波动系数,采用特尔斐法确定各个指标的权重<sup>[15]</sup>。

(1) 人均粮食占有量  $L$ 。该指标反映各地市人均占有的粮食数量,在一定程度上反映区域粮食安全水平,该指标值越大粮食安全度越高,指标权重值取 0.25。

(2) 粮食自给率  $Z$ 。该指标反映区域内的粮食生产量满足其消费总量的程度,也从一个侧面反映了区域粮食的对外依存度,其计算公式为: $Z = \text{粮食生产量} / \text{粮食消费量}$ ,指标值越大则粮食安全度越高,指标权重值取 0.3。

(3) 粮食单产水平  $D$ 。该指标综合反映了区域土地资源质量禀赋、投入水平高低、生产条件好坏,

是衡量土地生产力水平高低的重要指标,在土地资源数量有限的情况下,粮食产量的提高主要依靠单产水平的提高,它与粮食安全度成正相关,指标权重值取 0.2。

(4) 人均耕地  $G$ 。该指标反映了土地资源数量对粮食生产的制约作用。一般情况下,人均耕地越多则粮食安全度越高,指标权重值取 0.15。

(5) 粮食生产波动系数  $B$ 。反映粮食产量的年度波动幅度,其计算公式为: $B = (Y_t - Y_{t-1}) / Y_{t-1}$ ,式中  $Y_t$  为  $t$  年的粮食实际生产量; $Y_{t-1}$  为粮食产量的平均值,采取 3 年移动平均法进行求取。粮食生产波动系数越小粮食安全度越高,指标权重值取 0.1。

**2.2.2 评价分值的计算** 粮食自给率  $Z$ 、人均粮食占有量  $L$ 、粮食单产水平  $D$ 、人均耕地  $G$ 、粮食生产波动系数  $B$  所对应的取值分别为  $Z_1$ 、 $L_1$ 、 $D_1$ 、 $G_1$ 、 $B_1$ ,则粮食安全系数的分值  $F$  为:

$$F = 0.3 \times Z_1 + 0.25 \times L_1 + 0.2 \times D_1 + 0.15 \times G_1 + 0.1 \times B_1$$

在构建各指标的安全系数分值时,参照朱泽<sup>[16]</sup>等人的取值标准,同时考虑了陕西各地市的实际情况,确定各项指标的系数分值(表 1)。

**2.2.3 粮食安全等级划分标准** 刘振伟依据 1996 年中国政府发布的《中国的粮食问题》白皮书把中国的粮食安全自给率定为 95% 以上,粮食人均占有量不低于 400 kg<sup>[17]</sup>。从中国改革开放的经验看,人均占有粮食高于 400 kg,粮食安全有保障,有时会出现结构性、地区性剩余。在 350 ~ 400 kg 之间是紧平衡。低于 350 kg 会发生粮食危机<sup>[18]</sup>。王征等认为当粮食产量波动系数在 3% 左右,粮食自给率 90% ~ 95%,人均粮食占有量 400 kg 时粮食安全有保障<sup>[19]</sup>。国际公认的耕地面积警戒线为 0.053 hm<sup>2</sup><sup>[20]</sup>。根据陕西省的实际情况和以上数据,本文采取以下划分标准:

I 级,安全级,系数分值为 0.70 分以上;

II 级,基本安全级,系数分值为 0.6 ~ 0.7 分之间;

III 级,临界安全级,系数分值为 0.5 ~ 0.6 分之间;

IV 级,不安全级,系数分值为 0.5 分以下。

**2.2.4 各地市 1998 ~ 2007 年粮食安全综合评价分值  $F$**  通过对 1998 ~ 2007 年陕西省各地市粮食安全各指标的收集、计算,根据  $F$  值的计算公式,我们得到该地区的粮食安全综合评价  $F$  值, $F$  值随时间的变化趋势见图 1、图 2。

表 1 粮食安全系数取值  
Table 1 The value of food safety factors

分值 Value	粮食自给率 $Z$ Food self-sufficiency rate $Z$ (%)	人均粮食占有量 $L$ Per capita share of grain $L$ (kg)	粮食单产水平 $D$ Grain production levels $D$ (kg/hm <sup>2</sup> )	人均耕地 $G$ Per capita arable land $G$ (hm <sup>2</sup> /人)	粮食生产波动系数 $B$ Fluctuation coefficient in grain production $B$ (%)
0	≤ 20	≤ 100	≤ 1500	≤ 0.022	≥ 19
0.1	20 ~ 30	100 ~ 150	1500 ~ 2000	0.022 ~ 0.026	17 ~ 19
0.2	30 ~ 40	150 ~ 200	2000 ~ 2500	0.026 ~ 0.031	15 ~ 17
0.3	40 ~ 50	200 ~ 250	2500 ~ 3000	0.031 ~ 0.038	13 ~ 15
0.4	50 ~ 60	250 ~ 300	3000 ~ 3500	0.038 ~ 0.045	11 ~ 13
0.5	60 ~ 70	300 ~ 350	3500 ~ 4000	0.045 ~ 0.053	9 ~ 11
0.6	70 ~ 80	350 ~ 400	4000 ~ 4500	0.053 ~ 0.062	7 ~ 9
0.7	80 ~ 90	400 ~ 600	4500 ~ 5000	0.062 ~ 0.073	5 ~ 7
0.8	90 ~ 95	600 ~ 800	5000 ~ 5500	0.073 ~ 0.085	3 ~ 5
0.9	95 ~ 100	800 ~ 1000	5500 ~ 6500	0.085 ~ 0.150	1 ~ 3
1.0	≥ 100	≥ 1000	≥ 6500	≥ 0.150	≤ 1

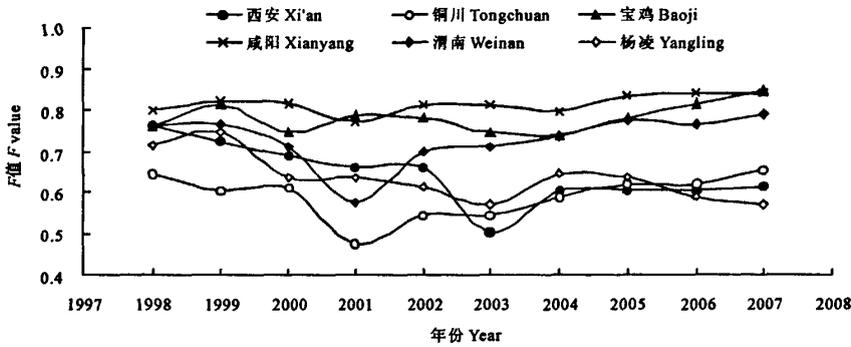


图 1 关中各地粮食安全综合评价  $F$  值变化

Fig.1 The  $F$  - change of comprehensive evaluation of food security per capita of each city of Guanzhong in Shaanxi

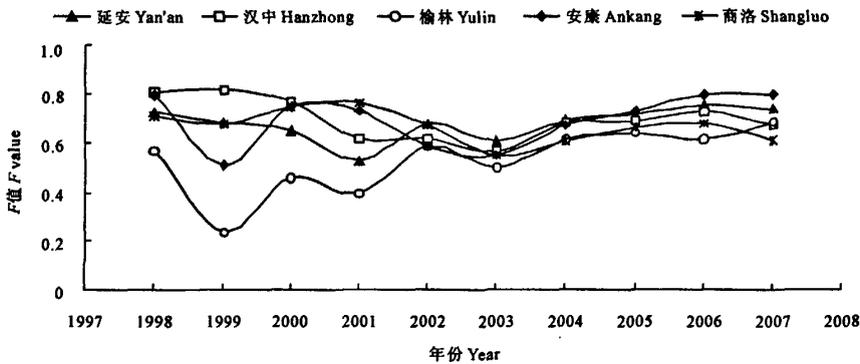


图 2 陕南、陕北各地粮食安全综合评价  $F$  值变化

Fig.2 The  $F$  - change of Comprehensive evaluation of food security per capita of each city in southern and northern Shaanxi

### 3 粮食安全综合评价 $F$ 值变化规律

以陕西省各地市 1998 ~ 2007 年的五项指标为基础,按照公式计算了各地市的粮食安全综合指数。

本文选取 1998、2007 这两个具有代表性的年份,以 Coreldraw 软件为技术手段,对陕西省各地市粮食安全程度时空变化进行分析,从而得出陕西省各地市粮食安全时间变化规律(图 1,图 2)和空间分布规律

(图 3)。



图 3 1998(a)、2007(b)年陕西省粮食安全等级变化

Fig. 3 The distribution of food safe grades in Shaanxi Province in 1998(a) and 2007(b)

由图 1、图 2 可以看出,陕西省粮食安全指数的总体变化比较稳定,但是有降低趋势,各地粮食安全有显著差异。在 2001 年、2003 年这两年中,各地市粮食安全指数有明显下降,主要原因是当年发生了干旱灾害以及受退耕还林的影响。由图 3 可以将陕西省大致分为 3 类地区:关中地区的咸阳、渭南、宝鸡属于粮食安全区;铜川、榆林、安康属于粮食临界安全区;其他地区属于粮食基本安全区。其中西安由于人口比较集中,人口增长快,建设用地占用了大量的耕地资源,耕地压力指数不断增高,粮食安全状况不断下降;陕南秦巴山区由于区域内生态退耕、城镇建设等因素耕地面积大量减少,粮食安全有下降的趋势;而陕北的粮食安全有明显的好转,特别是榆林地区由临界安全转变为基本安全,其主要原因是由于经济的不断增长,省外、跨市调人粮食已成为榆林市粮食调剂的主要来源渠道,市场调节功能对实现粮食供需平衡发挥了决定性的作用<sup>[22]</sup>。

#### 4 影响陕西粮食安全的主要因素

通过调查和资料分析得知,影响陕西粮食安全的因素主要有人口的增加、耕地面积减少等以下几个方面。

##### 4.1 人口总量持续增长

由 1998 ~ 2007 年陕西省人口资料变化(图 4)分析可知陕西省人口在此阶段逐渐增加,陕西各地的人口自然增长率平均为 0.5 左右。据测算,若按照人均占有粮食 400 kg 的通用标准,2010 年陕西全

区的粮食需求量将达到 1 586 万 t,如果 2010 年陕西全省的粮食总产量仍维持在目前的水平,到时粮食缺口将达 228 万 t。同时陕西的粮食自给率也在逐渐减小,与此同时全省各地人口数量仍在持续增加,因此粮食需求缺口将会逐步扩大<sup>[23]</sup>。在自然条件较好、粮食生产能力较强的陕西南部地区,粮食安全问题尚不突出,而在自然条件较差和粮食生产能力较弱的山区和陕西北部地区,粮食安全问题将会更加严重。

##### 4.2 耕地面积减少与土地质量较差

随着陕西各地人口的增长、城镇化进程的加快,大量耕地被非农建设占用<sup>[24]</sup>。通过资料收集,1998 ~ 2007 年陕西省耕地面积净减 93.3 多万公顷,呈现持续减少趋势(图 4)。经过计算,1998 ~ 2007 年的耕地面积年平均减少率为 1.7%。粮食作物属于土地密集型产品,耕地资源的多少在很大程度上制约着粮食生产的规模。由于陕西基本农田总量不足,人均面积偏少,真正达到旱涝保收稳产高产的面积更少,成为制约陕西农业发展的突出问题。陕西省有 33 个县被确定为国家级生态退耕县,可开发利用的耕地后备资源有限<sup>[25]</sup>。

我省是全国水土流失最严重的省份之一,全省 80% 的耕地和 70% 的人口分布于水土流失区。现有耕地中旱地和坡耕地占 74.5%,水浇地占 25.5%。在陕北黄土高原区,由于环境恶劣、水资源极缺,农业生产水平较低,严重制约了粮食生产的发展<sup>[26]</sup>。

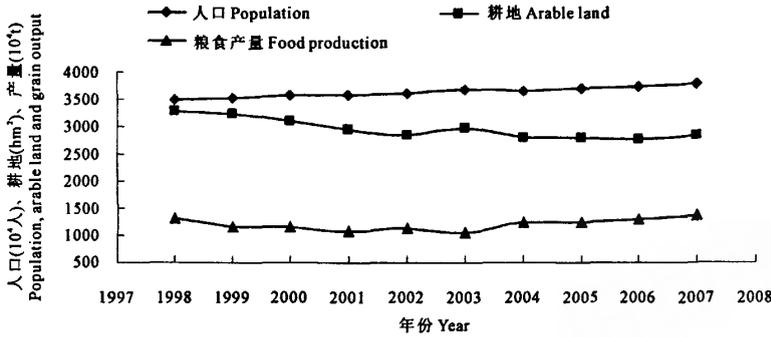


图 4 1998~2007 年陕西省人口、耕地、粮食产量变化

Fig.4 The change of population, arable land and grain output in Shaanxi Province during 1998~2007

#### 4.3 粮食生产环境恶化, 威胁粮食安全

陕西各地受地理、气候和人为因素的影响,以旱涝为主的自然灾害频繁发生。特别是旱灾对粮食生产影响很大<sup>[27]</sup>。据统计,陕西人均拥有水资源每年仅 1 316 m<sup>3</sup>,只有全国人均占有量的一半。全省旱地占到总耕地的 62%,年降雨量由北到南为 400~1 200 mm。降雨量少且分布不均,灌溉设施不足,几乎是十年九旱,干旱成为陕西农业的第一自然灾害<sup>[28]</sup>。尤其对粮食生产来讲,大旱大减产,小旱小减产,不早就增产。因此,陕西农业生产必须立足抗旱夺丰收,要注重大力发展旱作节水农业。就是灌区也要推行科学节水灌溉。另外,不少地区的粮食生产受工业“三废”的严重污染,加上大量使用化肥和农药,粮食作物中的有害残留物含量增加,严重影响到粮食安全问题。

### 5 保障陕西粮食安全的对策

#### 5.1 进行合理区域布局,建立渭南、咸阳、宝鸡三个国家大型优质商品粮生产基地

由于陕西的耕地资源、水资源和生态资源面临严重短缺。应高度重视对农业生产资源的保护,根据各区域粮食生产的不同情况,发挥各自优势,形成科学合理的粮食生产布局。随着陕北、陕南地区退耕还林还草工作的实施、农业种植结构的调整以及工业化进程的加快,关中主产区粮食产量占全省粮食生产的比重进一步提高。近 3 年来,关中粮食主产区粮食产量占全省的比重已经由 2005 年的 67.85% 上升到 2007 年的 71.51%,上升了 3.66 个百分点<sup>[22]</sup>。以市场需求为导向,在渭南、咸阳、宝鸡粮食主产区优化粮食品种区域布局,建设商品粮生产基地。在此基础上,改善品种结构,种植优质专用品种、实施优质粮食产业工程,提高粮食生产的附加值,增加粮农收入,推进优质粮食产业带建设。

#### 5.2 严格保护耕地,确保粮食种植面积和总产

据陕西省政府决策咨询委员会预测,陕西要确保粮食安全,实现粮食产销基本平衡,

粮食年总产量应保持在 130 亿 kg 以上,粮食播种面积应保持在 380 万 hm<sup>2</sup> 以上。严格保护耕地,控制非农建设占用耕地,确保基本农田总量不减少、质量不下降、用途不改变、并落实到地块和农户。认真落实农村土地承包政策。必须在农户自愿、有偿的前提下依法进行,对于农民外出务工形成的撂荒地,依法实行流转,由其他农民户种粮。坚持不懈改造中低产田。力争基本实现陕南人均 0.067hm<sup>2</sup>、关中人均 0.1hm<sup>2</sup>、陕北人均 0.13~0.2 hm<sup>2</sup> 基本农田,使农作物(特别是粮食)单产显著提高。

#### 5.3 搞好农田水利建设,提高粮食生产抗御自然灾害的能力

作为水资源紧缺、水土流失严重、局部洪涝灾害频繁的陕西省,水是制约陕西粮食生产的重要“瓶颈”之一。在农田水利建设上,省地、县各级政府应加强投入,在争取国家“沃土”工程投资的基础上,集中农业综合开发资金、国有土地出让金和新增建设用地有偿使用费等支持粮食生产的专项资金,使已建骨干农田水利工程高效运行起来;其次要抓好延伸配套建设,使农田水利工程真正服务于农作物生产,服务于千家万户;再次要结合陕南、关中、陕北的区域特点,因地制宜,分类指导,形成不同区域特色水利发展的格局;最后要建立协调有效的农田水利设施管理、利用机制,把用与管的关系处理好。在开展水利建设的同时,还要注意生态环境的建设,积极进行植树造林和水土保持工作,为粮食生产营造一个风调雨顺的环境。

#### 5.4 完善各级粮食储备体系,调整粮食储备的结构和规模

粮食产销放开后,宏观调控不仅不能削弱而且

需要更加加强。为了防止粮食产量因特大自然灾害意外下降,造成粮食市场和价格的大幅度波动,要强化省级专项储备和各地、市的地方专项储备。按照不同区域特点,根据本地粮食余缺状况,可以发展粮食银行,作为储备粮垂直管理体系的补充。鼓励有储存能力的收储企业,为农民储存粮食,政府可以向那些在相当一段时间内为农民储存粮食的企业,在仓储建设和维修方面予以扶持<sup>[29]</sup>。同时支持国有粮食企业开展跨地区粮食调运和销售,加强陕南、陕北和大中城市与关中产区之间的粮食购销协作关系。

### 5.5 建立和完善粮食安全预警系统及应急机制

建立粮食安全预警系统是国际上保持粮食市场基本稳定的普遍做法。陕西省应加快建立粮食安全预警系统,确定调控预警指标,对粮食和主要食物供求状况进行动态监测、深度测量和警情预报<sup>[30]</sup>。同时还应该建立健全全省粮食应急体系,制定和完善粮食应急预案实施办法。

## 6 结 论

1) 陕西省粮食状况在最近 10 年变化不很大,总体是安全的,但是有降低趋势,各地粮食安全有显著差异。以粮食安全综合评价指数  $F$  值大小为依据,可以将陕西省大致分为 3 类区域:关中地区的咸阳、渭南、宝鸡属于粮食安全区;铜川、榆林、安康属于粮食临界安全区;其他地区属于粮食基本安全区。

2) 西安由于人口比较集中,人口增长快,建设用地占用了大量的耕地资源,耕地压力指数不断增高,粮食安全状况不断下降;陕南秦巴山区由于区域内生态退耕、城镇建设等因素耕地面积大量减少,粮食安全有下降的趋势;而陕北的粮食安全有明显的好转,特别是榆林地区由临界安全转变为基本安全,其主要原因是由于经济的不断增长,市场调节功能对实现粮食供需平衡发挥了决定性的作用。

3) 影响陕西粮食安全的主要因素是人口总量持续增长,粮食缺口逐步扩大;耕地面积减少与土地质量较差;粮食生产环境恶化,威胁粮食安全。

4) 在咸阳、渭南、宝鸡粮食安全区,应该发挥粮食生产的优势,建设商品粮生产基地。在铜川、榆林、安康粮食临界安全区不宜过分追求粮食生产能力的提高,国家应继续加大粮食实物性补贴以及扶贫政策力度,以保证这些地区的粮食安全和生态安全,并且落实贫困地区的粮食储备制度。对于粮食基本安全区如西安、杨凌、汉中等地由于人口、经济的快速增长,过低的粮食自给率已影响到粮食安全

保障能力,应该确定地区基本耕地尤其是高产耕地保护,以及粮食播种面积的警戒线,切实保护地区粮食种植业,提高粮食生产能力,以确保地区的粮食安全。同时应该积极促进粮食市场的稳定发展,建立完善的粮食储备制度,优化粮食配置,关注粮食生产供给和市场平衡,抓紧建立粮食安全预警机制。

### 参 考 文 献:

- [1] 王志振. 简议我国的粮食安全问题[J]. 前进, 2008, (9): 52—53.
- [2] 张小虎, 雷国平, 袁 磊. 从全球粮价上涨及粮食安全谈我国耕地保护[J]. 中国国土资源经济, 2008, 8(14): 14—15.
- [3] 李国安. 中国粮食安全研究[M]. 北京: 中国经济出版社, 2005: 160—161.
- [4] 熊丽英, 史月兰, 龚道新. 中国粮食安全的系统思考[J]. 学术论坛, 1999, 4(6): 5—8.
- [5] 刘应杰. 我国“三农”面临的问题和对策研究[M]. 北京: 中共中央党校出版社, 2005: 40—61.
- [6] 鲁 奇, 吕鸣伦. 五十年代以来我国粮食生产地域格局变化趋势及原因初探[J]. 地理科学进展, 1997, 16(1): 31—36.
- [7] 殷培红, 方修琦, 马玉玲. 21 世纪初我国粮食供需的新空间格局[J]. 自然资源学报, 2006, 21(4): 625—631.
- [8] 任桂镇, 赵先贵, 巢世军. 陕西省耕地压力时空变化规律分析及预测[J]. 农业系统科学与综合研究, 2008, 24(2): 13—16.
- [9] 殷培红, 方修琦. 中国粮食安全脆弱区的识别及空间分异特征[J]. 地理学报, 2008, 63(10): 1064—1072.
- [10] 程亨华, 肖春阳. 中国粮食安全及主要指标研究[J]. 财贸经济, 2002, (12): 70—73.
- [11] 朱 泽. 中国粮食安全状况研究[J]. 经济研究参考, 1997, 6(7): 12—23.
- [12] 郭新亮, 吉万全. 陕西省粮食安全问题及其对策研究[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2005.
- [13] 徐映雪, 任志远, 张文梅. 基于 GIS 的陕西省耕地与人口空间变化分析[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 3(26): 217—219.
- [14] 刘晓梅. 关于我国粮食安全评价指标体系的探讨[J]. 财贸经济, 2004, (9): 1—6.
- [15] 颜章雄, 严志强, 黄宗葵. 广西省城粮食安全评价与虚拟土地战略的初步研究[J]. 经济与社会发展, 2006, 4(8): 35—38.
- [16] 朱 泽. 中国粮食安全问题: 实证研究与政策选择[M]. 武汉: 湖北科技出版社, 1998: 105.
- [17] 李忙全. 关于我省粮食安全问题的研究[J]. 陕西综合经济, 2008, 3(3): 1—5.
- [18] 刘振伟. 我国粮食安全的几个问题[J]. 农业经济问题, 2004, (12): 8—13.
- [19] 王 征, 彭青秀. 中国粮食安全的应对策略[J]. 河南科技大学学报, 2005, (3): 88—90.
- [20] 龙 方. 新世纪中国粮食安全问题研究[J]. 湖南农业大学学报, 2007, 3(8): 2—5.
- [21] 刘景辉, 李立军, 王志敏. 中国粮食安全指标的探讨[J]. 中国农业科技导报, 2004, 6(4): 10—12.
- [22] 榆林市商务局. 榆林市粮食供需平衡及安全对策[EB/OL]. 榆林: 榆林市商务局, 2006—12—31, 2008—11—10, <http://yulin-shi.mofcom.gov.cn/aarticle/dongtai/200612/20061204197249>.

- html.
- [23] 顾胜安,何晓媛. 陕西粮食供需平衡的思考[J]. 陕西气象, 2004, (4):21—24.
- [24] 王书转,赵先贵. 陕西省耕地面积变化趋势及其驱动因子研究[J]. 干旱区研究, 2006, 23(1):140—142.
- [25] 彭珂珊,王德轩. 浅析陕西省耕地资源减少的原因与对策[J]. 地理学与国土研究, 1989, 4(5):30—33.
- [26] 武宏文,李世平. 经济社会发展对耕地资源的影响及其对策研究—以陕西省为例[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(19):5097—5098.
- [27] 李世奎. 中国农业灾害风险评价与对策[M]. 北京:气象出版社, 1999:248—249.
- [28] Wang J G, Su Y, Sang Y R. Vulnerability Identification and Assessment of Agriculture Drought Disaster in China[J]. Advances in earth science, 2006, 21(1):163—165.
- [29] 姚增战. 关于增强陕西粮食安全保障能力的思考[J]. 粮食加工, 2007, 32(1):10—15.
- [30] 丁声俊. 居安思危, 确保国家食物安全[J]. 调研世界, 2004, 9(1):3—5.

## Study on quantitative assessment of food security in Shaanxi Province

LÜ Xiao-hu<sup>1</sup>, ZHAO Jing-bo<sup>1,2</sup>

(1. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;

2. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, CAS, Xi'an 710075, China)

**Abstract:** This study is to assess the status of food security in 11 cities of Shaanxi Province. An integrated index of food security, including the food self-sufficiency rate, per capita share of grain, grain production levels, per capita arable land, fluctuation coefficient in grain production etc is constructed for assessing quantitatively the status of the province's food security by taking the coefficient of food security assessment method. The results show that the food security in Shaanxi was overall safe in the last 10 years, but there are obvious differences in various parts of the province. About three types of food security have been identified, which are based on F-value of food security comprehensive assessment. Xianyang, Weinan and Baoji belong to the food security area; Tongchuan, Yulin and Ankang belong to the critical food safety area; and other regions belong to the basic food security zone. The major factors that have impact on food security in Shaanxi Province include the continuous growth of population, the few land resources, the unbalanced distribution of food production and the worsening environment for food production. A series of measures should be adopted in protecting land resources, improving water conservancy facilities, establishing production bases of grain, storing sufficient grain and establishing food warning system so as to ensure Shaanxi's food security.

**Keywords:** Shaanxi Province; food security integrated index; food security assessment