

# 陕西省粮食生产与粮食安全趋势预测

李建平<sup>1</sup>,上官周平<sup>1,2</sup>

(1.西北农林科技大学农学院,陕西 杨凌 712100; 2.中国科学院水土保持研究所,陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 基于移动平均法,应用陕西省近31 a粮食产量数据对其未来10 a粮食综合生产潜力进行了短期预测。结果表明:陕西省粮食单产提升幅度较小,年均每公顷增长46.2 kg;粮食总产上升缓慢,年均增长10万t;在粮食产量构成中,小麦产量及其比例下降,玉米产量及其比例上升,水稻与大豆产量及其比重变化较小;各粮食作物单产均稳步提升;人口持续增长是人均粮食占有量提高缓慢的关键制约因子。结合陕西省粮食生产现状,从人口、耕地保育、节水农业、科技与财政投入、粮食储备和环境保护等方面提出粮食综合潜力开发的未来策略。

**关键词:** 移动平均法;粮食生产潜力;气象产量;粮食单产;陕西省

**中图分类号:** F303.4;F326.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)04-0245-07

作物潜在的生产力称为作物生产潜力,也可以称为理论潜力。它是假设作物生长所需的光、温、土、水、气等各种生态要素都得到满足,品种、耕作技术、管理水平等都处于最佳状态时的生产能力<sup>[1,2]</sup>。作物生产潜力具有时空性特征<sup>[3~5]</sup>,即作物生产潜力随着地点的转变或社会—经济—技术条件的改变而变化。对作物生产潜力的研究是粮食综合生产能力研究的一个重要内容,也是区域粮食综合生产能力研究的基础。粮食生产潜力的研究,对于制定作物生产规划、粮食储运、人口控制、合理开发利用农业自然资源以及环境保护等一系列宏观决策都具有重要意义。目前,由于耕地面积逐渐减少、水资源紧缺以及众多的耕地面积由食物生产转为燃料生产等原因,区域粮食生产潜力问题的研究更加引人瞩目<sup>[6~8]</sup>。

传统的粮食生产潜力是指影响作物产量的所有因子都达到最佳状态时作物所能达到的产量。但是,这些基于光热资源角度估算的粮食生产潜力往往高于农业的实际生产水平,且参数众多,确定不同潜力层次主要限制因子的有效程度难度较大,其预测的结果对粮食生产、安排调运供应和进出口计划以及防灾减灾的指导意义有限<sup>[9,10]</sup>。目前移动平均法是一个对非平滑数据进行平滑的一种非常有效的数学方法,广泛应用于金融、商业和农业等领域的预测分析<sup>[11,12]</sup>。因此,本文利用陕西省31 a粮食产量动态变化数据,采用移动平均法建立粮食产量回归模型,对陕西省粮食总产、单产及主要粮食作物产量进行短期预测。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料来源

陕西省南北狭长,处于我国东部湿润地区向西部干旱地区过渡地带,形成全国少有的南北兼有、东西过渡气候资源特点和农业特点,全省总土地面积20.60万km<sup>2</sup>,2008年总人口3762万人,其中农业人口2735万人。陕西省地貌类型复杂,从北向南可划分成三大地貌单元,即北部黄土高原、中部关中平原和南部秦巴山区,分别占全省总土地面积的38.92%、26.96%和34.12%。以黄土广泛覆盖的关中、陕北地区80%以上的耕地无灌溉条件或无灌溉保障,是我国主要的旱作农业区之一。本文所用的陕西省近31 a粮食产量动态变化数据资料主要来源于《陕西省统计年鉴》(1978~2008)<sup>[13]</sup>。

### 1.2 粮食生产潜力预测理论基础

在一个开放性系统中,如果某一变量随时间递增而呈现波动式上升趋势时,必然有一种趋势的力量在使其不断上升,同时也必然有一种非趋势的力量在使之在上升途中上下震荡。现代社会任何一个空间单元的粮食生产潜力都随时间延长而表现为波动式上升趋势,因为气候总是处于波动状态,科技总是表现为不断进步的趋势。气候的波动不能构成单产持续上升的驱动力,科技进步才是粮食产量提高的主要驱动力。

在图1中,1区上限为历史最好年连线形成单产趋势通道上轨,2区为平均气候条件下的产量连线形成单产增加趋势通道中轨,3区下限为历史最

收稿日期:2010-06-10

基金项目:中国科学院知识创新工程重大项目课题(KSCX1-YW-12);国家科技支撑项目(2006BAD09B04)

作者简介:李建平(1982—),男,陕西富县人,博士研究生,从事粮食安全方面的研究。E-mail:lijianpingsas@yahoo.cn。

通讯作者:上官周平(1964—),男,研究员,主要从事植物生态领域的研究工作。E-mail:shangguan@ms.iswc.ac.cn。

差年连线形成单产增加趋势通道下轨,相应地可划分 1 区为丰产年、2 区为平产年、3 区为歉产年,本文所要预测的就是位于区域 2 内的潜力值。粮食单产构成因素分为科技进步和气候产量两部分,位于 1 区的点可以认为是气候因素的正作用,使产量高于平均气候年型下的产量;反之,位于 3 区的点可以认为是气候因素的负作用,使产量低于平均气候年型下的产量。位于 2 区的点就是平均气候年型下的产量,趋势线上相邻两点之间的差异认为是科技进步的差异造成的,而与气候因素作用无关。这里科技进步是一个综合的概念,它包括经济因素、技术投入水平以及政策因素等影响因子。

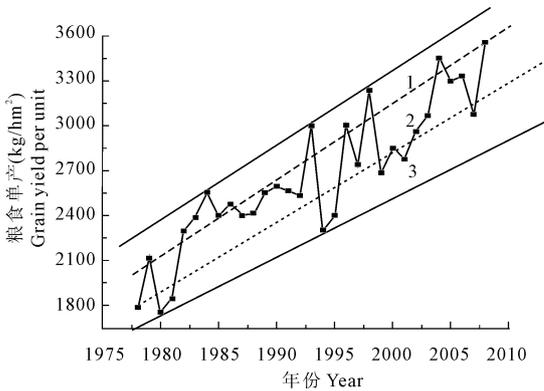


图 1 1978~2008 年陕西省粮食单产变化趋势

Fig. 1 The trend of grain yield per unit area in Shaanxi (1978~2008)

### 1.3 粮食产量预测方法及模型的建立

1.3.1 移动平均分析方法 移动平均方法是时间序列分析中的一种数据分析方法,计算公式为:

$$MA = (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + \dots + Y_n) / n$$

式中,  $MA$  为平滑期为  $n$  的数列;  $Y$  表示观测值;  $n$  表示平滑期。它能很好地对原始数据进行平滑,消除气候波动对产量的影响。因此,选择移动平均法消除气候波动对产量影响,从而得到较为准确的粮食产量变化趋势模型,对粮食综合生产潜力进行预测。

1.3.2 移动平均回归模型 将移动平均后获得的新序列进行回归,所获得的模型为移动平均回归模型,本文正是用由此方法获得的模型进行粮食生产潜力的预测。该方法与传统粮食生产研究中的经验模型和机理模型方法相比,预测期提前,并且参数少,便于计算和预测。

在用移动平均方法进行数据平滑时,一个重要的问题是如何确定平滑期数( $n$ )。常用的两个原则是:(1) 误差标准差(RSE)最小法,即要求预测误差的标准差最小;(2) 经验判断法,有时单依据误差标

万方数据

准差最小的原则也不会获得最佳的平滑效果,这时就要用经验判断。如果序列比较平滑,且存在自相关,这时用较小的平滑期数就能获得较好的平滑效果;如果序列波动较大,且不存在自相关,这时要用较大的平滑期数才能获得较好的平滑效果。

根据这两个常用原则,应用以下三个适合粮食生产潜力预测的平滑期数的确定方法<sup>[11,12]</sup>:(1) 平滑后的序列建模时,方程的决定系数  $R^2$  达到 0.99 以上极显著水平;(2) 平滑后的预测年限不小于建立模型总年限的一半,一般地,剩下的年限至少要有 10 a 以上;(3) 误差标准差(RSE)最小法,即要求预测误差的标准差最小。

## 2 粮食生产与粮食安全趋势预测

### 2.1 粮食单产预测

陕西省 1978~2008 年粮食单产变化动态如图 1 示,31 a 来粮食单产总趋势为波动式上升,平滑程度较差,模拟方程复杂而其参数较多,预测值不准确并且随着时序变化预测偏差增大。所以,需要对观测数据采用移动平均法进行平滑处理。应用 DPS 软件对平滑期数进行选择,执行时间序列分析“一次平滑模型”后,系统提示输入最大时段数  $L$ ,然后系统在 1 到  $L$  的范围内,以拟合均方误差最小为原则,选择出最佳时段数  $n$ 。计算结果显示,当  $n=2$  时,预测误差的标准差最小。当  $n=2$  时,平滑后建立模拟方程,进行参数估计与计算。表 1 给出粮食单产估计值和气象产量,其中估计值是由平滑后数据模拟方程所估计,气象产量为实际观测值与估计值之差,其代表气候因素对产量波动影响的向量。例如 1982~1990 年,气象产量均为正值,表明在此期间气候对粮食增产起到促进作用,风调雨顺。1999~2003 年粮食单产走低主要原因是气候的方向作用,气候灾害是粮食单产下降的主要原因。

应用平滑后的序列建立模拟方程如图 2 所示。由于每增加一年的预测数据,相应的最佳平滑期数  $n$  就会改变,所以此方法对短期粮食单产潜力预测较准确,而对长期预测要进行平滑期数  $n$  的随时调整,保证每次预测都能达到预测误差标准差最小。应用预测模型对陕西省未来 10 a 粮食单产进行了预测(表 2),发现陕西省未来粮食年均单产提升幅度较小,年均增长  $46.2 \text{ kg/hm}^2$ 。粮食单产的预测值是在气候处于正常年份时的数值,不考虑气候变化和自然灾害对产量的影响,粮食单产的上升完全取决于科技进步。

表 1 陕西省粮食单产时序实际产量值、估计值与气象产量  
Table 1 Actual yield per unit area, estimated value and climatic yield in Shaanxi

年份 Year	实际产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) Actual yield	估计值 Estimated value (kg/hm <sup>2</sup> ) (n=2)	气象产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) Climatic yield	年份 Year	实际产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) Actual yield	估计值 Estimated value (kg/hm <sup>2</sup> ) (n=2)	气象产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) Climatic yield
1978				1994	2302	2761.2	-459.2
1979	2115	1885.0	230.0	1995	2399	2792.1	-393.1
1980	1755	1948.3	-193.3	1996	3003	2825.4	177.6
1981	1845	1990.0	-145.0	1997	2740	2887.6	-147.6
1982	2295	2033.7	261.3	1998	3233	2933.2	299.8
1983	2385	2098.3	286.7	1999	2686	3001.9	-315.9
1984	2550	2165.0	385.0	2000	2850	3039.0	-189.0
1985	2400	2237.5	162.5	2001	2776	3082.0	-306.0
1986	2475	2299.3	175.7	2002	2960	3118.4	-158.4
1987	2400	2362.3	37.7	2003	3067	3161.8	-94.8
1988	2415	2418.4	-3.4	2004	3452	3208.1	243.9
1989	2550	2472.4	77.6	2005	3300	3271.9	28.1
1990	2595	2530.7	64.3	2006	3333	3325.1	7.9
1991	2565	2588.5	-23.5	2007	3074	3377.2	-303.2
1992	2535	2641.8	-106.8	2008	3558	3413.1	144.9
1993	3000	2690.7	309.3				

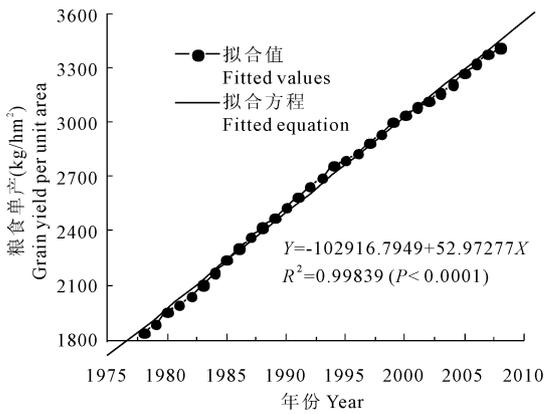


图 2 陕西省粮食单产潜力预测模型

Fig.2 The predicting model of potential grain yield per unit area in Shaanxi

### 2.2 粮食总产预测

陕西省 1978~2008 年粮食总产数据来源于陕西省统计年鉴<sup>[13]</sup>,31 a 的数据做成散点图(图 3),初步判断时间序列的平滑程度和散点分布情况。应用 DPS 软件对平滑期数进行选择,当平滑期  $n=7$  时,预测误差的标准差最小。用平滑后的序列建立模拟方程,对平均气候年份下,粮食总产的估计如表 3 所示。1993~1998 年粮食总产波动较为剧烈,波动幅度最大为 1998 年,达到 18.5%。总体上看粮食总产是逐年上升,总产主要由粮食单产、播种面积和气候

因素所决定。改革开放以来关中地区粮食播种面积变化平缓,所以粮食总产提升的主要动力是科技进步对粮食单产的贡献和适宜的气候条件所决定,气象产量主要包括气候变化对粮食总产的影响,如:旱灾、涝灾、冻害和气候性病虫灾害等负面因素,降水充沛、光充足、温度适中及无病虫害等正面因素。

表 2 陕西省 2009~2018 年粮食单产、总产、人口和人均粮食占有量预测值

Table 2 The predicted value of grain yield per unit area, total yield, population and grain possession per capita from 2009~2018 in Shaanxi

年份 Year	粮食单产 Grain yield pre unit area (kg/hm <sup>2</sup> )	粮食总产 Total yield (10 <sup>4</sup> t)	人口 Population (10 <sup>4</sup> 人)	人均粮食 Grain possession per capita (kg/a)
2009	3471.66	1210.08	3776.34	320.4
2010	3523.02	1222.00	3790.07	322.4
2011	3574.37	1233.90	3803.81	324.4
2012	3625.73	1245.88	3817.54	326.4
2013	3677.09	1257.81	3831.27	328.3
2014	3728.45	1269.74	3845.00	330.2
2015	3779.80	1281.67	3858.74	332.1
2016	3831.16	1293.60	3872.47	334.1
2017	3882.52	1305.54	3886.20	335.9
2018	3933.88	1317.47	3899.93	337.8

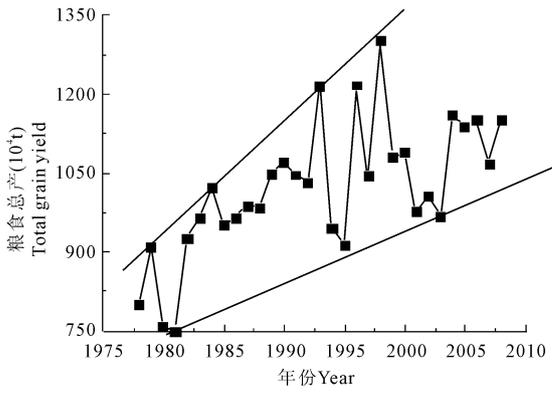


图 3 陕西省历年粮食总产分布

Fig. 3 Distribution of total grain yield over the years in Shaanxi

食总产贡献为正值,实际产量高于平均气候年份粮食总产。1994 年以后,除了特殊年份如 1996 年和 1998 年气候产量为正值,其余年份均为负值,表明实际近 10 a 来,陕西省整体农业气候条件较差,是影响区域粮食总产抬升艰难的一个主要原因。

应用平滑后的数据序列对陕西省粮食总产进行模型模拟,如图 4 所示。利用此模型对陕西省未来十年粮食总产趋势进行预测得到 2009~2018 年粮食总产如表 2 所示,在正常气候年份中,陕西省粮食总产在未来 10 a 增长约 100 万 t,年均增长 10 万 t,为 2020 年全国新增粮食 500 亿 kg 目标的贡献率较小,约为 0.2%,但对陕西省粮食自给率的提高具有重要意义。

表 3 中粮食气候产量,1985~1993 年气候对粮

表 3 陕西省粮食总产时序观测值、估计值与气象产量

Table 3 Actual total yield, estimated value and climatic yield in Shaanxi

年份 Year	实际产量 Actual yield (10 <sup>4</sup> t)	估计值 Estimated value (10 <sup>4</sup> t) (n=7)	气象产量 Climatic yield (10 <sup>4</sup> t)	年份 Year	实际产量 Actual yield (10 <sup>4</sup> t)	估计值 Estimated value (10 <sup>4</sup> t) (n=7)	气象产量 Climatic yield (10 <sup>4</sup> t)
1985	951.9	905.7	46.2	1997	1044.4	1088.6	-44.2
1986	965.5	920.5	45.0	1998	1303.1	1099.9	203.2
1987	987.9	935.4	52.5	1999	1081.6	1124.1	-42.5
1988	983.6	950.8	32.8	2000	1089.1	1135.9	-46.8
1989	1049.3	965.3	84.0	2001	976.6	1147.3	-170.7
1990	1070.7	982.5	88.2	2002	1005.6	1152.2	-146.6
1991	1047.0	1000.2	46.8	2003	968.4	1157.9	-189.5
1992	1031.6	1016.0	15.6	2004	1160.4	1160.9	-0.6
1993	1215.6	1030.2	185.4	2005	1139.5	1173.5	-34.0
1994	944.6	1053.4	-108.8	2006	1150.9	1184.2	-33.3
1995	913.4	1061.6	-148.2	2007	1067.9	1194.9	-127.0
1996	1217.3	1067.4	149.9	2008	1150.9	1200.6	-49.7

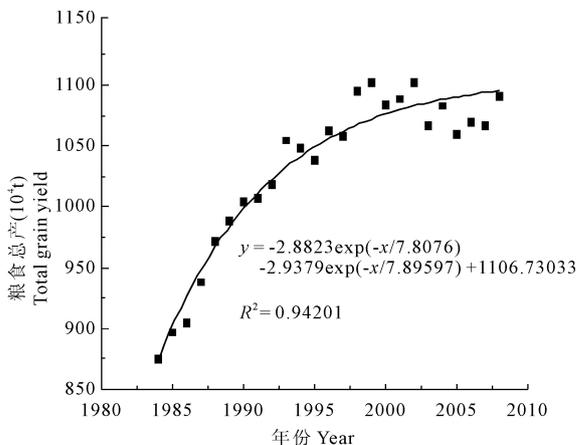


图 4 陕西省粮食总产潜力预测模型

Fig. 4 The predicting model of potential grain yield in Shaanxi  
万方数据

### 2.3 主要粮食作物单产预测

粮食单产的影响因子主要有两方面:粮食单产受制于气候、土壤、灌溉条件、病虫害等自然条件,体现为其自然属性;它又决定于生产技术和生产积极性等人为因素。前者与育种水平、新品种推广力度有关。在人为因素中,生产技术主要体现在品种选用和农艺管理技术上。

移动平均法消除了影响粮食单产波动的气候因素及病虫害等自然因素,利用 1978~2008 年的历史数据建立回归模型对未来 10 年各粮食作物单产潜力进行预测,结果如表 4 所示,小麦单产未来十年增产比较缓慢,由 2009 年 3 445 kg/hm<sup>2</sup> 增长到 2018 年 3 940.2 kg/hm<sup>2</sup>,年均增长 4.95%,稻谷单产年均增长率为 3.36%,玉米单产增加高于其它作物,年均

增长率为5.44%,高粱受到被淘汰的威胁,品种改良和科技投入较少,导致其单产逐年下降,未来10 a年均下降4.13%,大豆由于产量和经济效益低下,得不到农户的重视,在粮食种植结构中所占份额很少,未来10 a单产不会大幅度提升,单产水平基本保持在1 150 kg/hm<sup>2</sup>,年均增长0.38%。

表4 陕西省2009~2018年粮食作物单产预测值

Table 4 The predicted value of grain yield per unit area from 2009~2018 in Shaanxi

年份 Year	小麦 Wheat (kg/hm <sup>2</sup> ) n=7	稻谷 Rice (kg/hm <sup>2</sup> ) n=14	玉米 Corn (kg/hm <sup>2</sup> ) n=3	高粱 Sorghum (kg/hm <sup>2</sup> ) n=3	大豆 Beans (kg/hm <sup>2</sup> ) n=9
2009	3445.0	6350.2	4432.6	2211.5	1131.2
2010	3500.0	6387.5	4493.1	2165.6	1135.5
2011	3555.0	6424.8	4553.6	2119.8	1139.8
2012	3610.1	6462.2	4614.0	2073.9	1144.0
2013	3665.1	6499.5	4674.5	2028.1	1148.3
2014	3720.1	6536.8	4734.9	1982.2	1152.6
2015	3775.1	6574.1	4795.4	1936.4	1156.8
2016	3830.2	6611.4	4855.9	1890.5	1161.1
2017	3885.2	6648.7	4916.3	1844.6	1165.4
2018	3940.2	6686.0	4976.8	1798.8	1169.6

注:n采用移动平均分析法最佳平滑期,预测误差的标准差最小。下同。

Note: n adopts the best smoothing phase to get minimum standard deviation of forecast error. The same as below.

## 2.4 主要粮食作物产量预测

通过对陕西省粮食作物未来生产潜力预测,得到在粮食产量构成比例中,小麦和玉米所占比重分别为31%和47%,占到粮食总产量的78%,其次是稻谷和大豆,分别占到7.7%和2.7%,高粱产量不足1%。从粮食产量潜力趋势上看(表2),小麦和高粱总产量趋于下降,由于小麦单产水平趋于不断地提高(表4),所以小麦播种面积下降是导致其产量下降的主要原因。稻谷和玉米产量持续增加,通过统计分析得出稻谷产量与其单产之间呈显著正相关关系( $R=0.99, P<0.001$ ),玉米产量与其单产之间也存在显著正相关( $R=0.98, P<0.001$ ),大豆产量及其单产之间呈显著正相关( $R=0.99, P<0.001$ ),表明稻谷、玉米和大豆产量的增加主要驱动力是粮食单产的增加。

粮食作物中,小麦比例逐年减小(表5),从2009年小麦占粮食总产的38.3%下降到2018年的32%,玉米比例逐年增加,2009年玉米占粮食总产的49%上升到2018年56%。玉米作为饲料和工业用粮比例增加,口粮作物小麦比例降低。玉米产量的上升主要

由科技贡献率提升和其播种面积增加所致。

表5 陕西省2009~2018年粮食作物产量预测值

Table 5 The predicted value of grain yield from 2009~2018 in Shaanxi

年份 Year	小麦 Wheat (10 <sup>4</sup> t) n=8	稻谷 Rice (10 <sup>4</sup> t) n=1	玉米 Corn (10 <sup>4</sup> t) n=3	高粱 Sorghum (10 <sup>4</sup> t) n=4	大豆 Beans (10 <sup>4</sup> t) n=2
2009	374.6	86.4	485.9	3.9	29.2
2010	369.9	86.5	496.3	3.8	29.4
2011	365.1	86.6	506.8	3.8	29.7
2012	360.4	86.7	517.3	3.8	30.0
2013	355.7	86.7	527.7	3.7	30.3
2014	350.9	86.8	538.2	3.7	30.6
2015	346.2	86.9	548.7	3.6	30.9
2016	341.5	86.9	559.2	3.6	31.2
2017	336.8	87.0	569.6	3.5	31.5
2018	332.0	87.1	580.1	3.5	31.8

## 2.5 人均粮食占有量预测

利用移动平均分析法对1978~2008年人口时序数据进行建模,预测陕西省未来10 a人口数量变化趋势,结果表明平滑期为1时,预测误差最小,说明人口增长变化平缓,波动微小。建立预测模型预测未来十年人口变化趋势如表2所示,未来10 a将新增人口123.58万,年均增长率为3.27%,据预测<sup>[2]</sup>在新增人口消费结构中,直接粮食消费比重下降,粮食间接消费剧增,其中肉、蛋、奶等消费剧增,消费结构由20世纪的直接粮食消费转变成本世纪的高蛋白、高脂肪、高营养消费。所以新增人口对口粮需求会降低,而间接地对饲料用粮需求剧增,这也是保障未来粮食安全必须考虑的因素之一。

根据陕西省粮食总产量预测数据和人口预测数据,可得到陕西省2009~2018年人均粮食占有量的时序变化(表2),虽然粮食总产量增加较快,但是人口增长迅速,导致人均粮食占有量增长缓慢,在未来10 a中,人均粮食占有量年增长1.74 kg。

陕西省粮食生产潜力预测表明,未来10 a陕西省粮食总产上升缓慢,对国家粮食贡献微乎其微,对国家新增500亿kg粮食目标贡献率仅为0.2%;陕西省粮食单产波动式上升,波动主要原因是气候不稳定性所致,单产上升的主要驱动力是农业科技投入的增加与政策稳定性;在粮食产量构成中,小麦产量及其比例下降,玉米产量及其比例上升,这种比例的变化与人们消费结构变化相适应,水稻与大豆产量及其比重变化较小,对粮食总产及构成比例影响较小,各粮食作物单产均稳步提升;人口持续增长是人

均粮食占有量缓慢提高的关键制约因子。

### 3 确保陕西省未来粮食安全的对策和建议

#### 3.1 制定科学的人口政策

人口的增长是一个渐进的历史过程,要解决人口问题必须着眼于未来,提早制定科学的人口政策。陕西省未来 10 a 人口增长大约 123.58 万,粮食消费随人口增长以及消费水平提高而迅速增加,科技投入增加的粮食产量大部分被人口增长所抵消,人口增长是导致未来陕西省人均粮食占有量较低的主要原因之一。所以,严格控制人口数量增加是未来粮食安全的基础,控制住人口数量增长,也就抓住了未来粮食安全的根本。人口数量的增加必须有粮食等食物相应增加的物质支持,意味着对粮食需求的增加,不可避免地引起人们对自然环境索取的加剧,在陕西这样一个整体生态环境较为脆弱的西部省份,粮食生产后备资源匮乏,特别是西部大开发和退耕还林(还草)措施的实施,大量耕地被永久性占用,区域粮食安全形势不容乐观。所以协调好人口与粮食安全的关系,既要坚持控制人口数量,又要保护好生态环境,特别是保育有限的耕地资源。在人地矛盾中,人口是一个有下限而无上限且趋于无穷的变量,而耕地是一个有上限而无下限且随着人口增长趋于无穷小的变量。由此可见,人口是影响区域粮食安全的根本要素之一,抓住这个根本,才有可能缓解这一尖锐矛盾。

#### 3.2 实施严格的耕地保育措施

耕地是粮食生产的基本载体,是国家或区域粮食安全的根本保证。通过预测得出未来 10 a 陕西省粮食总产可能增加 100 万 t(表 2),增产 100 万 t 粮食的实现,要以耕地稳定性作为前提。陕西省自 1999 年实施退耕还林还草政策以来,耕地面积迅速递减,城市化、能源基地建设和道路建设等对耕地的永久性占领,以及非法占用耕地和改变土地用途的现象屡见不鲜。制定严格的保护和保育土地政策势在必行,根据陕西省的基本情况,耕地资源的开发难度大、代价高以及生态环境的脆弱性,致使耕地资源开发现实意义不大。只有通过保育和节约耕地,制定严格的土地管理制度,尤其是制定严格的基本农田保护政策,才是保障宝贵耕地资源不受侵占的明智之举。对现有耕地资源的保育更为重要,用可持续发展科学的眼光看待耕地,切勿走先污染后治理浪费资源之路,既要满足当代人的粮食需求,更不能破坏后代对粮食需求的基础。

#### 3.3 大力发展农田水利设施与节水农业技术

气候波动是粮食单产波动的主要原因,与政策导向相关性较小。陕西省历年单产波动的上限均为气候适宜年份,最低限为气候灾害年,如何克服和缓解气候灾害对农业生产的影响,是旱地农业发展极为有效的途径。西北地区农业发展主要限制因子就是农业水资源匮乏,农业水资源的充沛和充分利用是实现与超越未来 10 a 粮食增产 100 万吨的主要因素。根据陕西统计年鉴<sup>[13]</sup>,灌溉条件较好的关中地区有效灌溉面积比率在 60% 左右,而灌溉条件较差的陕北和陕南地区有效灌溉面积比率分别在 20% 和 38%,陕北地区耕地面积大,由于耕地质量差、灌溉困难、气候恶劣和年降雨相对较低且降雨期集中等原因,粮食产量低,占全省 13%。在未来确保陕西粮食安全的措施中,提高粮食产量的有效途径是发展水利与节水农业并举。对于关中和陕南地区,水源比较充沛,新修和返修年久失修的水利设施是保证耕地灌溉率的基础,是确保耕地高产出的基础,合理利用水资源和保护好水资源质量是水资源与耕地资源可持续利用的关键。对于陕北旱区,水资源缺乏,大力发展现代节水农业是充分利用旱区耕地资源的唯一途径。

#### 3.4 加大科技投入与财政投入

陕西省未来粮食产量的提升不仅要考虑粮食数量,而且要考虑粮食构成比例的和谐。小麦作为陕西省主要口粮作物,在未来一段时间内小麦产量及其占总产比例下降,主要是单产低和播种面积小所致。提高小麦产量主要靠提高单产与复种指数得以实现,粮食单产以科技作为支撑,以集约化生产为发展方向,高投入更高产出为最终目标。陕西省农业机械化水平较低,尤其是在陕北和陕南,由于耕地地理位置复杂,先进农业科学技术推广困难,耕地劳作仍然以畜力为主,劳动工具落后,农民收入水平低,农民收入低决定了科技投入低。所以政府对农业科技推广和投入的力度,是决定该地区科技投入水平高低的关键。为了保证区域粮食安全,提高粮食产量,调动农民的生产积极性,只有靠政府投入资金与技术,因而政府制定免费的技术投入是解决科技推广的唯一有效途径。加大农业财政投入,如农业科学研究投入和粮农补贴投入从不同的方向促进粮食综合生产能力的提升。

#### 3.5 多途径做好粮食储备工作

粮食储备对粮食安全具有特别重要的意义。尤其是对陕西省这样一个粮食自给率不高,自然灾害频发的省份来说,储备粮的意义更加重大。陕西省

人均粮食占有量 330 kg 左右,小于安全警戒线 400 kg,所以粮食丰产与否直接关系到每家每户的食物安全。因此,丰年多储以备歉收年之不足,平抑粮食价格波动,均衡粮食供给。合理的粮食储备是稳定粮食供求、维护粮食安全的重要举措,农户储量不仅可以缓解市场流通压力,还能增加抵御突发事件与突发自然灾害的能力。陕西省多年来粮食自给率维持在 85% 左右,而且粮食产量空间分布不均匀,大量的粮食供需通过流通得以实现。在确保未来陕西省粮食安全,鼓励农户储备充分的粮食以备自然灾害之用,加大商业粮食储备以备市场调节之用,增加国有粮仓储备量以备国家宏观调控之用。FAO 规定“粮食储备要以相当于当年粮食消费量的 17% ~ 18% 作为粮食安全线”。由于农户储量的不稳定性,加大了健全粮食储备体系的难度,所以完善粮食储备制度,也是粮食安全的当务之急。

### 3.6 保护生态环境确保粮食安全

陕西省未来粮食安全不容乐观,农业可持续发展势在必行。相对严峻的生态环境态势,环境污染问题已经成为制约国民经济发展,制约陕西省粮食安全的重要因素。陕西省实施退耕还林还草生态工程,耗费大量人力、物力、财力以及占用耕地导致粮食危机等现象足以证明环境恢复的艰巨性和困难性。可持续发展已经成为未来粮食产业发展的唯一道路,决不能再走“先污染,后治理;先破坏,后保护;先耗竭,后节约;先砍伐,后种植”的发展弯路。我们应当以史为鉴,把生态环境建设好、治理好和保护

好,为未来粮食生产和人类生存创造一个和谐的自然生态环境。为了保障区域和国家的粮食安全,为经济可持续发展和社会和谐,必须制定科学的、强而有效的生态环境保护政策。

### 参考文献:

- [1] Odum E P. 生态学基础[M].北京:人民教育出版社,1981:42—61.
- [2] 马晓河,蓝海涛.中国粮食综合生产能力与粮食安全[M].北京:经济科学出版社,2008:212—225.
- [3] 王令超,王国强,杨建波,等.农用地分等中作物生产潜力空间插值方法研究[J].农业工程学报,2006,22(2):89—93.
- [4] 殷培红,方修琦,马玉玲,等.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.
- [5] 殷培红,方修琦,马玉玲,等.21世纪初中国粮食短缺地区的空间格局和区域差异[J].地理科学,2007,27(4):463—472.
- [6] 刘彬,李新国,常庆瑞,等.南疆地区农业资源条件及生产潜力分析[J].农业现代化研究,2004,25(6):414—433.
- [7] 孟庆香,刘国彬,常庆瑞,等.陕北黄土高原农牧交错带土地生产潜力及人口承载力[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(12):135—141.
- [8] 谢立勇,徐正进,贺明慧,等.沈阳地区水稻光合生产潜力的估算[J].辽宁农业科学,2003,(4):4—6.
- [9] 谷冬艳,刘建国,杨忠渠,等.作物生产潜力模型研究进展[J].干旱地区农业研究,2007,25(5):89—94.
- [10] 周治国,孟亚利,曹卫星.基于知识模型和GIS的作物生产潜力评价[J].中国农业科学,2005,38(6):1142—1147.
- [11] 段利中,刘思峰,卢奇.移动平均法中移动步长的确定[J].北京工业大学学报,2004,30(3):378—381.
- [12] 周永娟.粮食生产潜力预测方法研究[D].北京:中国科学院研究生院,2008.
- [13] 陕西省统计局.陕西省统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,1978—2008.

## Trend forecast of grain production and food security in Shaanxi Province

LI Jian-ping<sup>1</sup>, SHANGGUAN Zhou-ping<sup>1,2</sup>

(1. College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Based on moving average method and data of grain production in Shaanxi Province over the past 31 years, its short term grain production potential of the next 10 years was predicted. The results indicate that: grain yield per unit area of Shaanxi will increase with a small scale of 46.2 kg/hm<sup>2</sup> annually for another decade; and its total grain output increases slowly, with an average annual growth of 10<sup>4</sup> tons; In components of grain yield, wheat production and its ratio in total output are declining, but corn production is increasing, while the change of rice and soybean yield and their proportion are negligible; The yield of each crop per unit area is steadily increasing; A key factor to hinder the increase of grain possession per capita is the ever increase of population. According to the actual situation of grain production in the province, we present some developing strategies of comprehensive grain production potential in respects of population control, land conservation, water-saving agriculture, technology and financial investment, grain reserve, environmental protection and so on.

**Keywords:** moving average method; grain production potential; climatic yield; grain yield per unit area; Shaanxi Province

万方数据