

马耀绒,淡会星,尹贞铃,等. 渭南玉米产量气象条件分析与预报模型研究[J]. 陕西气象,2020(2):34-37.

文章编号:1006-4354(2020)02-0034-04

渭南玉米产量气象条件分析与预报模型研究

马耀绒,淡会星,尹贞铃,许伟峰

(渭南市气象局,陕西渭南 714000)

摘要:利用渭南市 1996—2018 年玉米产量和同期全市 11 个气象站玉米生育期内光、温、水气候资源,采用直线滑动平均法结合调和权重法对渭南市玉米产量进行趋势产量和气象产量的分离。采用 SPSS17.0 软件对分离出的 1996—2014 年玉米气象产量与生育期各类气象因子进行相关性分析,筛选出相关性较高气象因子,采用多元线性回归方法,与气象产量建立预报模型。分析各因子对玉米产量的影响发现:在营养生长阶段,降水对产量贡献最大;在生殖生长阶段,降水与产量呈负相关。预报模型回代、预测结果显示,回归方程显著,预报效果良好。

关键词:产量分离;相关分析;预测模型;回代检验

中图分类号:S513;S165.27

文献标识码:A

渭南地处关中平原东部,素有“陕西粮仓”之称,粮食总产位居全省前列。玉米是渭南市主栽粮食作物,种植面积占全市粮食面积的 45%~55%,产量占全市粮食总产的 55%~60%,产量丰欠影响全市乃至全省粮食安全。因此,进行玉米产量预测模型研究,对全市粮食安全、农业产业结构调整及合理部署可利用资源具有十分重要的意义。大量研究发现,作物产量与气象条件关系密切,尹贞铃等^[1]研究出冬小麦产量与气象因素的关系;徐延红^[2]研究出气候适宜度指数与玉米气象产量的相关关系。本文通过对渭南市 1996—2018 年玉米产量分离与模拟,建立较为准确的趋势产量、气象产量预测模型,为提高全市玉米产量预报准确率,政府部门合理调整生产布局提供重要依据。

1 资料来源

玉米是喜水、喜光作物,降水量、温度、光照是影响玉米产量的重要气象要素,昼晴夜雨是农作物最理想的生长条件,因此增加夜间降水量作为模型备选气象因子。渭南春玉米生长期为 4 月下旬至 9 月下旬,夏玉米生长期为 6 月上旬至 9 月

下旬。选取 1996—2018 年 4—9 月月降水量、月平均气温、月日照时数、月夜间降水量;旬降水量、旬平均气温、旬日照时数、旬平均最高气温和旬平均最低气温。以上气象数据来自渭南市气象局资料室,1996—2018 年渭南市玉米产量数据来自渭南市统计局。

2 趋势产量模拟与分离

影响产量的主要因素有自然因素和社会因素两大类,因此将玉米产量分为趋势产量、气象产量和随机产量 3 部分^[1]。随机产量由病虫害、风雹等随机因素影响,出现概率和影响较小,可忽略不计。趋势产量受农业生产技术等非自然因素影响,产量逐年提高。气象产量是指由气象条件影响的那部分产量,可正可负。因此,玉米实际产量可表示为

$$y = y_t + y_w, \quad (1)$$

式(1)中 y 为实际产量, y_t 为趋势产量, y_w 为气象产量。

2.1 趋势产量预报模型建立

趋势产量与社会生产力、耕作技术水平及社会因素有关。其模拟方法有多种^[3],本文采用直

收稿日期:2019-10-28

作者简介:马耀绒(1974—),女,陕西蒲城人,汉族,本科,工程师,从事农业气象研究工作。

线滑动平均法结合调和权重法进行趋势产量模拟。直线滑动平均法是用一组最近的产量数据值来预测未来一年产量的一种常用方法,当产量既不快速增长也不快速下降,且不存在季节性因素时,直线滑动平均法能有效地消除预测中的随机波动,是非常有用的。调和权重法以不同权重方法求算各序列样本对趋势产量的影响,即距离预报年越近的样本,其权重越大^[4]。因此采用直线滑动平均法结合调和权重法进行趋势产量模拟和预报,准确率更高。

设某阶段的线性趋势方程^[5]为

$$y_i = a_i + b_i t \quad (2)$$

式(2)中 $i = n - k + 1$, 为方程个数(k 为滑动步长; n 为样本序列个数); t 为时间序号; a_i 、 b_i 为常数。当 $i = 1$ 时, $t = 1, 2, 3 \dots, k$; 当 $i = 2$ 时, $t = 2, 3, 4 \dots, k + 1$; 当 $i = n - k + 1$ 时, $t = n - k + 1, n - k + 2, n - k + 3 \dots, n$ 。计算每个方程在 t 点上的函数值 $y_i(t)$, 然后再求算每个 t 点上 i 个函数值的平均值, 连接各点的 $y_i(t)$, 即可表示产量的历史演变趋势, 当步长 k 值足够大时, 趋势产量才能消除短周期波动的影响。

利用渭南市 1996—2014 年玉米产量数据, 取

滑动步长 11 a^[5], 求得 9 个二元一次线性方程, 计算各方程在 t 点的函数值 $y_i(t)$, 求算每个 t 点上的函数值的平均值, 得到趋势产量 y_t , 分离出气象产量 y_w 。按照调和权重计算方法^[4], 依次求算出趋势产量的年增长率

$$\omega_{(t+1)} = y_{(t+1)} - y_t \quad (3)$$

式(3)中 $\omega_{(t+1)}$ 为趋势产量年增长率; $y_{(t+1)}$ 为后一年趋势产量; y_t 为当年趋势产量。用序列样本权重计算出调和权重系数 $C_{t+1}^n = m_{(t+1)} / (n - 1)$, $m_{(t+1)}$ 为序列样本权重(第一个权重为 $1 / (n - 1)$, 第二个权重为 $m_{(2+1)} / (n - 2)$, …… 以此类推)。

用趋势产量年增长率乘以调和权重系数后求和即为趋势产量的平均增长率 $\bar{\omega} = \sum_{t=1}^{n-1} C_{t+1}^n \omega_{(t+1)}$ 。

当年趋势产量即为上年趋势产量加上当年趋势产量的平均增长率, 即

$$y_t = y_{(t-1)} + \bar{\omega} \quad (4)$$

2.2 趋势产量分离

依据趋势产量计算方法, 分别计算出 1996—2014 年趋势产量, 用实际产量减去趋势产量得出各年气象产量(表 1)。

表 1 1996—2014 年渭南玉米实际产量分离结果

单位: kg/hm²

年份	趋势产量	气象产量	年份	趋势产量	气象产量	年份	趋势产量	气象产量
1996	4 471	374	2003	3 975	-745	2010	5 370	155
1997	4 301	-626	2004	4 410	-439	2011	4 995	-276
1998	4 317	783	2005	4 185	-773	2012	5 205	-123
1999	4 315	500	2006	4 440	-595	2013	5 175	-209
2000	4 353	-273	2007	5 355	280	2014	4 800	-641
2001	4 448	-638	2008	5 100	-2			
2002	4 578	-708	2009	5 115	-43			

3 气象产量与气象因子相关性分析

3.1 月气象因子

利用 SPSS17.0 软件, 对选取的各月气象因子与气象产量进行相关分析, 结果(表 2)显示: 5—8 月月降水量和月夜间降水量与气象产量呈正相关, 9 月降水量呈弱的负相关, 表明在玉米营养生长阶段(5—8 月), 降水量对产量贡献最大。

9 月转入生殖生长阶段, 降水偏多, 易造成植株生长延长, 贪青晚熟, 对产量形成不利。7 月降水量、7 月夜间降水量通过 $\alpha = 0.01$ 显著性检验, 表明产量随降水量增多而增加。7 月夏玉米处于大喇叭口期, 营养生长与生殖生长并进, 是玉米穗粒形成的关键期, 水分需求旺盛。春玉米处于拔节—灌浆期, 此期缺水可造成幼穗发育不良, 严重

时无法抽雄、受精,产量下降^[6-7]。

4—7月月平均气温、月日照时数与气象产量负相关,6、7月月平均气温通过 $\alpha=0.05$ 显著性检验,表明玉米出苗期—灌浆期温度越高,光照偏多时光合作用受阻,抑制产量增加。8—9月月平

均气温、月日照时数与产量正相关,表明玉米乳熟—成熟期,气温高、光照条件充足,有利产量形成。月日照时数未通过显著性水平检验,表明日照时数对产量形成无显著影响。

表2 1996—2014年渭南玉米气象产量与月气象因子相关系数

气象因子	4月	5月	6月	7月	8月	9月
月降水量	0.167	0.367	0.0	0.637**	0.229	-0.276*
月平均气温	-0.018	-0.251	-0.536*	-0.501*	0.088	0.374
月日照时数	-0.074	-0.313	-0.448	-0.374	0.198	0.193
月夜间降水量	-0.051	0.389	0.101	0.670**	0.357	-0.352

注:*表示通过 $\alpha=0.05$ 显著性检验,**表示通过 $\alpha=0.01$ 显著性检验。

3.2 旬气象因子

各旬气象因子与气象产量相关分析结果(见表3)显示:4月下旬、6月中旬、9月下旬降水量,5月下旬、6月上旬、9月下旬平均最高气温以及5月下旬日照时数通过 $\alpha=0.05$ 显著性检验。6月下旬、7月上旬降水量通过 $\alpha=0.01$ 显著性检验。旬平均气温、旬平均最低气温未通过相关检验。6月下旬—7月上旬正值夏玉米苗期,春玉米拔节期,是需水关键期,此期降水偏多,有利作物生长。

表3 1996—2014年渭南玉米气象产量与旬气象因子的相关系数

旬气象因子	降水量	平均最高气温	日照时数
4月下旬	0.477*	0.079	0.123
5月下旬	0.370	-0.459*	-0.457*
6月上旬	0.088	-0.464*	-0.387
6月中旬	0.522*	-0.378	-0.235
6月下旬	0.615**	-0.017	-0.040
7月上旬	0.715**	-0.247	-0.339
9月下旬	-0.517*	0.497*	0.232

注:*表示通过 $\alpha=0.05$ 显著性检验,**表示通过 $\alpha=0.01$ 显著性检验。

4 气象产量预报模型建立与检验

4.1 气象产量模型建立

选取通过 $\alpha=0.05$ 、 $\alpha=0.01$ 显著性检验的气

象因子,遵循建模时气象因子正交的原则^[8](7月降水量中包含了7月上旬降水量),采用多元线性回归方法,利用SPSS17.0软件,设气象产量为因变量,气象因子为自变量^[9-11],建立气象产量预报模型

$$y_w = 476.297 + 0.207X_1 + 0.034X_2 - 13.193X_3 - 6.17X_4 - 0.91X_5 \quad (5)$$

式(5)中 y_w 为玉米气象产量, X_1 为7月降水量, X_2 为7月夜间降水量, X_3 为6月平均气温, X_4 为7月平均气温, X_5 为6月下旬降水量。方程 $R^2=0.719$, $F=10.206$, $F > F_{0.01}(5, 13)=4.862$,通过显著性检验,回归方程显著。

4.2 预报模型检验

利用趋势产量、气象产量预测模型,对1996—2014年玉米产量进行回代检验,结果(表4)显示:1996—2014年玉米实际产量与拟合值误差为0.3%~8.7%,平均误差绝对值4.1%,检验情况较好。

利用预测模型对2015—2018年玉米产量进行预测,结果显示(表5):4a中预报误差<10%概率为75%,平均误差5.9%,模型预报效果好,可以推广应用。

5 结论与讨论

(1)渭南玉米气象产量受气象条件因素影响波动较大,表明气象因素是影响玉米产量波动的

表4 1996—2014年玉米产量方程回报检验结果

年份	实际值 /(kg/hm ²)	拟合值 /(kg/hm ²)	误差/%	年份	实际值 /(kg/hm ²)	拟合值 /(kg/hm ²)	误差/%	年份	实际值 /(kg/hm ²)	拟合值 /(kg/hm ²)	误差/%
1996	4 845	4 935	-1.9	2003	3 975	4 275	-7.5	2010	5 370	5 385	-0.3
1997	3 675	3 870	-5.3	2004	4 410	4 680	-6.1	2011	4 995	4 890	2.1
1998	5 100	4 755	6.8	2005	4 185	4 065	2.9	2012	5 205	5 070	2.6
1999	4 815	4 530	5.9	2006	4 440	4 275	3.7	2013	5 175	5 295	-2.3
2000	4 080	3 795	7.0	2007	5 355	5 475	-2.2	2014	4 800	5 055	-5.3
2001	3 810	4 140	-8.7	2008	5 100	5 055	0.9				
2002	3 870	3 705	4.3	2009	5 115	5 040	1.5				

表5 2015—2018年玉米产量预报检验结果

年份	实际值/(kg/hm ²)	预报值/(kg/hm ²)	误差/%
2015	4 845	4 395	9.3
2016	4 770	4 680	1.9
2017	4 620	5 160	-11.7
2018	4 905	4 935	-0.6

最主要因子,采用气象产量分离法进行气象因子与气象产量模型预测,此种方法合理且准确率高,为其他农作物产量预测提供了参考。

(2)在玉米营养生长阶段,降水对气象产量贡献最大。在生殖生长阶段,降水与气象产量呈弱的负相关,降水偏多对气象产量形成不利。因此,降水量是影响玉米产量的主要气象因子,农业气象服务中应关注旬月降水预报和旱情监测。

(3)预报模型检验结果显示,该模型预报效果良好,可在日常产量预报业务中推广应用,有利预报准确率提高。

参考文献:

- [1] 尹贞铃,许伟峰,田中伟,等.渭南市冬小麦产量预报模型研究[J].陕西气象,2014(5):35-37.
[2] 徐延红.夏玉米产量动态预报方法研究[J].陕西气

象,2017(3):1-5.

- [3] 杨海鹰,付祥建,马振生,等.河南省夏玉米产量预报方法[J].河南气象,2005(2):25.
[4] 温晓慧,温桂清,薛敏.用直线滑动均值法做作物趋势产量预报[J].黑龙江气象,1994(1):19-20.
[5] 中国气象局.QX/T 81—2007 小麦干旱灾害等级[S].北京:中国标准出版社,2007.
[6] 尹立国,陈军胜.环境条件对玉米出苗的影响[J].学术园地,2009(9):35-36.
[7] 陈怀亮,张雪芬.玉米生产农业气象服务指南[M].北京:气象出版社,1999.
[8] 李美荣,杜继稳,李星敏,等.陕西果区苹果始花期预测模型[J].中国农业气象,2009,30(3):417-420.
[9] 李树岩,刘伟昌.基于气象因子的河南省夏玉米产量预报研究[J].干旱地区农业研究,2014(9):224-227.
[10] 李树岩,余卫东.基于气候适宜度的河南省夏玉米产量预报研究[J].河南农业大学学报,2015(2):28-33.
[11] 张翠英,樊景豪.菏泽市夏玉米产量与气象条件分析及预报[J].黑龙江气象,2006(6):40-41.