

基于气候适宜度的玉米产量动态预报方法^{*1}

魏瑞江¹⁾²⁾ 宋迎波³⁾ 王鑫¹⁾²⁾

¹⁾(河北省气象科学研究所, 石家庄 050021)

²⁾(河北省气象与生态环境重点实验室, 石家庄 050021) ³⁾(国家气象中心, 北京 100081)

摘 要

夏玉米是河北省主要粮食作物之一, 其生长发育及产量形成受气象条件影响很大, 开展玉米产量动态预报对河北省农业生产和粮食安全具有重要意义。该文结合夏玉米生理特性, 建立了夏玉米气候适宜度模型, 利用此模型借助于 SPSS 统计软件, 计算了 1972—2005 年河北省 8 个市夏玉米生育期内逐旬气候适宜度, 以此为基础, 建立了河北省 8 个市夏玉米不同时段产量预报模型。结果表明: 夏玉米气候适宜度与产量相关显著; 1972—2005 年历史预报检验和 2006—2007 年预报试验平均准确率分别为 88.8% 和 96.8%, 能够满足业务服务需要。

关键词: 气候适宜度; 夏玉米产量; 动态预报

引 言

玉米是河北省主要粮食作物之一, 其生长发育及产量形成无时不受温度、降水、光照等的影响, 利用气象资料及时、准确预报玉米产量对河北省乃至我国粮食安全具有重要意义。玉米的生长发育、产量形成是一个动态的过程, 实时跟踪气象条件对玉米生长发育的影响, 定量掌握玉米产量动态变化过程, 是气象为农业服务的一个重要内容, 可以为国家粮食生产、分配、运输、进出口贸易计划制定和调整等方面提供有用信息和科学依据。

我国农作物产量气象预报业务已有 20 多年的历史, 预报方法也很多^[1-11], 为产量预报制作奠定了基础, 预报效果也比较好。但这些方法多是在固定时间对作物产量进行预报, 很少开展动态、跟踪作物全生育期并同时考虑光、温、水 3 个因子的作物产量气象预报。王建林等利用改进后的 Miami 降水模型开展以月为时间步长的玉米产量动态趋势预报^[12], 利用综合聚类原理动态跟踪预报新疆不同棉区棉花产量^[13], 赵峰等从作物与气象相关分析出发, 建立了综合考虑作物全生育期内光、温、水 3 个因子影响的气候适宜度模型^[14], 但用气候适宜度来

进行产量预报在以前研究中尚未见报道。

本文通过建立夏玉米气候适宜度模型, 定量计算气象条件对夏玉米生长发育的适宜程度, 揭示以旬为时间单位的气候变化对夏玉米产量形成的定量影响, 做到客观、定量、动态地预测作物产量, 更好地为粮食安全与预警服务。

1 资料与处理

气象资料来自于河北省气象局, 包括河北省夏玉米产区代表市唐山、廊坊、保定、石家庄、沧州、衡水、邢台、邯郸 8 个市 1972—2005 年经过审核的逐旬旬平均气温、旬降水量、旬日照时数。上述 8 个市 1972—2005 年夏玉米单产资料来源于河北省统计局。

为了分析气象条件变化对产量的影响, 对夏玉米单产进行处理^[15]:

$$\Delta Y_i = Y_i - Y_{i-1} \quad (1)$$

式(1)中, ΔY_i 为第 i 年与第 $(i-1)$ 年的单产增减量, Y_i 和 Y_{i-1} 分别为第 i 年和第 $(i-1)$ 年的夏玉米单产。

产量动态预报模型的建立应用 SPSS 统计软件。

* 中国气象局“作物产量动态预报综合技术”项目资助。

2008-07-23 收到, 2009-03-09 收到再改稿。

2 夏玉米气候适宜度模型的建立

2.1 温度适宜度模型

为定量分析河北省热量资源对夏玉米生长发育的满足程度,引入玉米对温度的反应函数,根据马树庆^[16]、郭建平^[17]的研究,温度适宜度模型为:

$$\tilde{T}(t_{ij}) = \frac{(t_{ij} - t_{li})(t_{hi} - t_{ij})^B}{(t_{oi} - t_{li})(t_{hi} - t_{oi})^B}$$

$$B = \frac{t_{hi} - t_{oi}}{t_{oi} - t_{li}} \quad (2)$$

式(2)中, $\tilde{T}(t_{ij})$ 为第 j 年第 i 句句平均气温适宜度; t_{ij} 为第 j 年第 i 句句平均气温; t_{li}, t_{hi}, t_{oi} 分别为夏玉米第 i 句所需的句平均最低气温、句平均最高气温和句平均适宜气温。 t_{li}, t_{hi}, t_{oi} 的确定分别参照河北省夏玉米产区各市的句平均最低气温、句平均最高气温和句平均气温的历年平均值以及夏玉米各发育期对温度的需求,见表 1。当 $t_{ij} \leq t_{li}$ 或 $t_{ij} \geq t_{hi}$ 时, $\tilde{T}(t_{ij})=0$;当 $t_{ij}=t_{oi}$ 时, $\tilde{T}(t_{ij})=1$;当 $t_{li} < t_{ij} < t_{hi}$ 时, $\tilde{T}(t_{ij})$ 的值在 0 和 1 之间。

夏玉米全生育期内逐句的温度适宜度的加权集成构成了全生育期的温度适宜度,权重系数的确定运用积分回归法,即利用夏玉米生育期内历年的逐句平均气温及对应年的产量资料,计算逐句平均气温对夏玉米产量的影响系数,以每句影响系数的绝对值除以全生育期所有句影响系数的绝对值之和,做为当句温度适宜度 i 权重系数。每句温度适宜度乘以对应的权重系数,然后相累加,得到夏玉米全生育期的温度适宜度(下面全生育期降水适宜度、日照适宜度算法相同),即

$$b_{ii} = \frac{|a_{ii}|}{\sum_{i=1}^n |a_{ii}|}$$

$$\tilde{T}(t_j) = \sum_{i=1}^n b_{ii} \tilde{T}(t_{ij}) \quad (3)$$

式(3)中, a_{ii} 为第 i 句句平均气温对玉米产量的影响系数, b_{ii} 为第 i 句句平均气温适宜度的权重系数, $\tilde{T}(t_j)$ 为第 j 年温度适宜度, n 为夏玉米整个生育期的句数。

2.2 降水适宜度模型

降水量多少在一定程度上左右着玉米产量的高低。当降水量少于需水量时,玉米自身有一个抗性,根据文献^[18]的研究,以夏玉米生育期内降水量/需水量 $<70\%$ 为轻旱,即降水量小于 0.7 倍的需水量

时出现干旱。由于河北省夏玉米土壤类型为壤土,同时地下水位较低,当遇有强降水时,水分能够在较短时间内下渗,被土壤贮存接纳,所以本文定义降水量大于等于 0.7 倍需水量时,降水适宜玉米生长发育。降水适宜度模型为:

$$\tilde{R}(r_{ij}) = \begin{cases} r_{ij}/r_{oi} & r_{ij} < 0.7r_{oi} \\ 1 & r_{ij} \geq 0.7r_{oi} \end{cases} \quad (4)$$

式(4)中, $\tilde{R}(r_{ij})$ 为第 j 年第 i 句句降水量适宜度, r_{ij} 为第 j 年第 i 句句降水量, r_{oi} 为夏玉米生育期内第 i 句的需水量。根据文献^[19]的研究,将夏玉米需水量分解到各句得到 r_{oi} 值,见表 1。

夏玉米全生育期内逐句降水适宜度的加权集成构成了全生育期的降水适宜度,即

$$b_{ri} = \frac{|a_{ri}|}{\sum_{i=1}^n |a_{ri}|}$$

$$\tilde{R}(r_j) = \sum_{i=1}^n b_{ri} \tilde{R}(r_{ij}) \quad (5)$$

式(5)中, a_{ri} 为第 i 句句降水量对玉米产量的影响系数, b_{ri} 为第 i 句句降水量适宜度的权重系数, $\tilde{R}(r_j)$ 为第 j 年的降水适宜度, n 为夏玉米整个生育期的句数。

2.3 日照适宜度模型

玉米是喜光怕阴的 C4 作物,所以充足的光照是玉米高产的必要条件。玉米对光照最敏感的时段是雌穗分化期和开花吐丝期,如果此时光照不足使玉米植株正常发育受阻或花丝、花粉活力降低造成空秆或结实不良^[20-21]。日照适宜度模型为:

$$\tilde{S}(s_{ij}) = \begin{cases} s_{ij}/s_{oi} & s_{ij} < s_{oi} \\ 1 & s_{ij} \geq s_{oi} \end{cases} \quad (6)$$

式(6)中, $\tilde{S}(s_{ij})$ 为第 j 年第 i 句句日照时数适宜度, s_{ij} 为第 j 年第 i 句句日照时数, s_{oi} 为玉米生育期内第 i 句对日照需求的临界值,见表 1。

夏玉米全生育期内逐句的日照适宜度的加权集成构成了全生育期的日照适宜度,即

$$b_{si} = \frac{|a_{si}|}{\sum_{i=1}^n |a_{si}|}$$

$$\tilde{S}(s_j) = \sum_{i=1}^n b_{si} \tilde{S}(s_{ij}) \quad (7)$$

式(7)中, a_{si} 为第 i 句句日照时数对玉米产量的影响系数, b_{si} 为第 i 句句日照时数适宜度的权重系数, $\tilde{S}(s_j)$ 为第 j 年的日照适宜度, n 为夏玉米整个生育期的句数。

表1 模型(2)、(4)、(6)中的参数值

Table 1 The parameter values in model (2), (4), (6)

时间	发育期	$t_{0i}/^{\circ}\text{C}$	$t_{1i}/^{\circ}\text{C}$	$t_{2i}/^{\circ}\text{C}$	r_{0i}/mm	s_{0i}/h
6月上旬	播种期	25	17	35	10	60
6月中旬		25	19	35	20	60
6月下旬	苗期	26	21	35	20	60
7月上旬		26	21	35	20	60
7月中旬	拔节期	26	22	35	60	60
7月下旬		26	23	35	70	70
8月上旬	抽雄期	26	22	34	80	70
8月中旬	灌浆期	25	21	33	70	70
8月下旬		24	20	33	30	70
9月上旬		22	18	32	20	70
9月中旬		20	15	30	20	70
9月下旬		19	13	30	10	70

2.4 夏玉米气候适宜度模型的建立

为了综合反映温度、降水、日照3个因素对夏玉米适宜度的影响,合理评估河北各地对夏玉米的适宜动态,建立了夏玉米气候适宜度动态模型^[22-23]:

$$S_{ij} = \sqrt[3]{b_{ti}\tilde{T}(t_{ij}) \times b_{ri}\tilde{R}(r_{ij}) \times b_{si}\tilde{S}(s_{ij})}$$

$$S_j = \sum_{i=1}^n S_{ij} \quad (8)$$

式(8)中, S_{ij} 为第*j*年第*i*旬的气候适宜度, S_j 为第*j*年全年生育期的气候适宜度。

2.5 气候适宜度模型的检验

将上述8个市的夏玉米全生育期1972—2005年历年气候适宜度与对应的产量增减量做相关分析。结果表明,夏玉米产量增减量与气候适宜度相关显著(表2)。说明本文建立的夏玉米气候适宜度模型能客观反映河北省各地夏玉米气候适宜性的动态变化和夏玉米产量增减趋势。

表2 河北省各市夏玉米气候适宜度与产量增减量的相关检验

Table 2 The significance test for the relationship between summer corn output fluctuation quantity and the suitability degree for 8 cities in Hebei Province

站名	相关系数(<i>R</i>)	样本数(<i>N</i>)	检验结果
唐山	0.3744	34	$>_{\alpha}(0.05)=0.339$
廊坊	0.4334	34	$>_{\alpha}(0.02)=0.398$
沧州	0.4033	34	$>_{\alpha}(0.02)=0.398$
衡水	0.4059	34	$>_{\alpha}(0.02)=0.398$
邢台	0.3861	34	$>_{\alpha}(0.05)=0.339$
邯郸	0.3337	34	$>_{\alpha}(0.1)=0.287$
保定	0.3153	34	$>_{\alpha}(0.1)=0.287$
石家庄	0.2911	34	$>_{\alpha}(0.1)=0.287$

3 夏玉米产量动态预报

3.1 动态预报模型的建立

河北省夏玉米一般6月上旬开始播种,9月下旬收获,为了达到动态滚动预报夏玉米产量的目的,利用1972—2005年历年气候适宜度分别建立河北省8个市从播种到任意旬止的产量增减量气象预报模型。以7月中旬、8月中旬、9月中旬为例,预报模型见表3。表3中 $\Delta Y_7, \Delta Y_8, \Delta Y_9$ 分别为7月中旬、8月中旬和9月中旬玉米产量增减量预报值, x_1, x_2, x_3 分别为播种—7月上旬、播种—8月上旬、播种—9月上旬的气候适宜度。由表3可见,8个市通过了显著性 $\alpha=0.05$ 或 $\alpha=0.01$ 的检验。

表3 河北省夏玉米产区8个市不同起报时刻产量增减量预报模型

Table 3 The summer corn output fluctuation quantity prediction model in different reported time in eight cities of Hebei Province

站名	时间	模型	F值	F值检验
唐山	7月中旬	$\Delta Y_7=145.8521x_1-28.1282$	4.5773*	4.1491
	8月中旬	$\Delta Y_8=131.8838x_2-46.2796$	4.7056*	4.1491
	9月中旬	$\Delta Y_9=132.6361x_3-67.6749$	4.7249*	4.1491
廊坊	7月中旬	$\Delta Y_7=382.5164x_1-72.1036$	8.2863**	7.4993
	8月中旬	$\Delta Y_8=358.2022x_2-105.161$	7.6575**	7.4993
	9月中旬	$\Delta Y_9=355.4619x_3-132.964$	7.8857**	7.4993
沧州	7月中旬	$\Delta Y_7=946.3186x_1-148.71$	11.3443**	7.4993
	8月中旬	$\Delta Y_8=536.1421x_2-160.829$	8.2912**	7.4993
	9月中旬	$\Delta Y_9=477.7476x_3-193.095$	21.7719**	7.4993
衡水	7月中旬	$\Delta Y_7=354.6831x_1-69.5896$	6.8674*	4.1491
	8月中旬	$\Delta Y_8=385.2927x_2-134.468$	15.6246**	7.4993
	9月中旬	$\Delta Y_9=288.3183x_3-122.835$	12.5925**	7.4993
邢台	7月中旬	$\Delta Y_7=185.2467x_1-21.433$	7.4031*	4.1491
	8月中旬	$\Delta Y_8=162.564x_2-24.6851$	6.8756*	4.1491
	9月中旬	$\Delta Y_9=157.2146x_3-51.1252$	13.0250**	7.4993
邯郸	7月中旬	$\Delta Y_7=368.103x_1-68.792$	8.3646**	7.4993
	8月中旬	$\Delta Y_8=272.4996x_2-68.2241$	6.4473*	4.1491
	9月中旬	$\Delta Y_9=276.5359x_3-101.758$	10.3759**	7.4993
保定	7月中旬	$\Delta Y_7=149.5801x_1-38.4258$	4.3222*	4.1491
	8月中旬	$\Delta Y_8=141.6722x_2-41.7908$	4.4518*	4.1491
	9月中旬	$\Delta Y_9=153.9423x_3-53.1228$	4.7685*	4.1491
石家庄	7月中旬	$\Delta Y_7=83.5373x_1-26.2778$	6.0347*	4.1491
	8月中旬	$\Delta Y_8=82.3085x_2-32.5752$	6.6153*	4.1491
	9月中旬	$\Delta Y_9=74.1317x_3-34.2559$	5.3516*	4.1491

注:*,**分别表示通过0.05,0.01的显著性检验。

3.2 动态预报模型的检验与应用

应用表3中模型分别对河北省8个市1972—2005年历年夏玉米产量进行历史拟合检验。8个市

历年不同起报时刻的拟合准确率最大值为 100%，最小值为 59.0%，平均值为 88.8%；准确率 $\geq 95\%$ 的占 36%，准确率为 90%~94.9%的占 21%，准确率为 85%~89.9%的占 16%，准确率为 80%~84.9%的占 12%，准确率为 70%~79.9%的占 10%，准确率 $< 70\%$ 的占 5%。由于篇幅所限，本文仅列出了 1991—2005 年 8 个市不同起报时刻产量拟合平均准确率，见表 4。

用上述方法在 2006 年和 2007 年的 7 月中旬、8 月中旬和 9 月中旬分别对河北省夏玉米产量增减量进行了预报应用，外推预报结果与实际对比见表 5。从表 5 可见，2006 年唐山、廊坊、沧州、保定、衡水、石家庄 6 个市的 3 次预报结果以及邢台的第 3 次预报结果趋势均为增产，与实际情况是一致的，只有邢台市在 7 月中旬和 8 月中旬以及邯郸市在 3 次预报中预报趋势与实际相反，因为邯郸的实际产量与上年增减产幅度太小，差值仅为 15 kg/hm²；2007 年唐山、廊坊、保定、邢台、邯郸、石家庄 6 个市的 3 次预报结果趋势均为增产，与实际情况是一致的，只有沧州和衡水两市的 3 次预报趋势与实际相反，因为 2007 年河北省夏玉米生育期间，大部分时段光温水条件较好，利于夏玉米生长发育，气候适宜度较高，预报为增产，但在成熟期遭遇了连续十几天的阴雨天气，沧州、衡水两市降水量最多，玉米收获受影响

表 4 1991—2005 年 8 个市不同起报时刻产量拟合平均准确率(单位:%)

Table 4 The average accuracy of forecasted corn output in different reported time foreign cities from 1991 to 2005(unit:%)

年份	7月中旬	8月中旬	9月中旬
1991	94.0	93.5	93.0
1992	86.5	87.6	87.8
1993	88.8	88.7	88.5
1994	92.6	94.7	93.1
1995	94.8	95.3	94.4
1996	94.4	93.7	93.8
1997	83.4	86.8	89.0
1998	91.9	91.4	91.1
1999	84.8	88.0	90.0
2000	92.4	93.2	93.5
2001	90.4	90.4	89.5
2002	86.0	85.7	86.7
2003	92.6	91.9	91.4
2004	94.8	94.0	94.0
2005	96.4	96.3	97.1

最大而减产。两个年度 3 次预报中，预报准确率最大值为 99.3%，最小值为 87.8%，平均值为 96.8%；预报准确率 $\geq 95\%$ 的占 83%，准确率在 90%~94.9%的占 15%，准确率 $< 90\%$ 的占 2%；3 个起报时刻平均预报准确率分别为 96.6%，96.9%和 97.0%。

表 5 2006 年和 2007 年河北省夏玉米产量预报结果与实际对比

Table 5 Comparison between summer corn yield forecast results and the actual yield in the year of 2006 and 2007

年份	站名	ΔY 实际值 /(kg·hm ⁻²)	ΔY 预报值/(kg·hm ⁻²)			预报准确率/%		
			7月中旬	8月中旬	9月中旬	7月中旬	8月中旬	9月中旬
2006	唐山	285	195	90	45	98.5	96.7	96.0
	廊坊	315	150	165	60	97.3	97.6	95.9
	沧州	405	450	180	345	99.2	96.0	98.9
	保定	255	75	90	90	97.0	97.3	97.3
	衡水	75	315	150	195	96.1	98.8	98.0
	邢台	345	-45	-30	105	93.5	93.7	96.0
	邯郸	-15	75	30	75	98.5	99.3	98.5
	石家庄	15	195	195	225	97.5	97.5	97.0
2007	唐山	197	71	53	19	98.0	97.7	97.1
	廊坊	13	165	142	98	97.5	97.9	98.6
	沧州	-236	419	161	94	87.8	92.6	93.9
	保定	182	66	57	53	98.1	98.0	97.9
	衡水	-270	165	112	47	92.5	93.4	94.6
	邢台	260	95	84	42	97.3	97.2	96.5
	邯郸	222	148	109	61	98.8	98.2	97.5
	石家庄	174	31	19	9	98.0	97.7	97.7
平均					96.6	96.9	97.0	

4 结论与讨论

1) 利用所建立的气候适宜度模型计算了1972—2005年河北省夏玉米产区8个市的历年气候适宜度,气候适宜度与产量增减量相关显著,说明本文建立的夏玉米气候适宜度模型能客观反映河北省夏玉米的气候适宜性水平及其动态变化。

2) 在历年气候适宜度基础上,建立了河北省夏玉米产量增减量的滚动预报模型,利用模型对1972—2005年各市产量进行拟合检验,8个市历年不同起报时刻的拟合准确率最大值为100%,最小值为59.0%,平均值为88.8%,准确率 $\geq 80\%$ 的占85%。利用所建立的模型对2006年和2007年河北省各市的夏玉米产量进行滚动预报,7月中旬、8月中旬和9月中旬3个起报时刻各市平均预报准确率最大值为99.3%,最小值为87.8%,平均值为96.8%,准确率 $\geq 90\%$ 的占98%。

降水适宜度模型只考虑了当旬降水量与需水量的关系,由于前期降水有一定的滞后效应,所以在今后工作中对模型需进一步优化。

致 谢: 本文得到国家气象中心王建林正研级高工的指导,在此表示感谢!

参 考 文 献

- [1] 李郁竹,谭凯琰. 华北地区玉米遥感估产方法的初步研究. 应用气象学报,1995,6(增刊):33-41.
- [2] 马玉平,王石立,王馥棠. 作物模拟模型在农业气象业务应用中的研究初探. 应用气象学报,2005,16(3):293-303.
- [3] 侯英雨,王建林. 利用气象卫星资料估算全球作物总产研究. 气象,2005,31(8):18-21.
- [4] 杨霏云,王建林. 晚稻单产动态预测方法研究. 气象科技,2005,33(5):433-436.
- [5] 姜丽霞,王育光,孙孟梅,等. 黑龙江省玉米产量预报模式的研究. 中国农业气象,2004,25(1):13-16.
- [6] 杨天明,陈晓艺. 安徽省棉花生长气候条件分析及产量预报模式研究. 中国生态农业学报,2001,9(4):88-90.
- [7] 王石立,马玉平,刘文泉,等. 面向 Internet 的农业气象产量动态预报. 气象,2004,30(4):42-46.
- [8] 刘锦奎,何健,沙奕卓,等. 越南和泰国水稻产量预报研究. 华南农业大学学报,2005,26(3):1-4.
- [9] 韩永翔,伊东. 作物产量预报新方法研究. 干旱地区农业研究,2002,20(3):124-127.
- [10] 顾本文,吉文娟. 灰色关联度分析在云南小春作物产量预报中的应用. 干旱地区农业研究,2006,24(3):45-48.
- [11] 帅细强,王石立,马玉平. 基于水稻生长模型的气象影响评价和产量动态预测. 应用气象学报,2008,19(1):71-81.
- [12] 王建林,杨霏云,宋迎波. 西北地区玉米产量动态业务预报方法探讨. 应用气象学报,2004,15(1):51-57.
- [13] 王建林,宋迎波. 棉花产量动态预测方法研究. 中国棉花,2002,29(9):5-7.
- [14] 赵峰,千怀遂,焦士兴. 农作物气候适宜度模型研究——以河南冬小麦为例. 资源科学,2003,25(6):77-82.
- [15] 宋迎波,王建林,杨霏云. 粮食安全气象服务. 北京:气象出版社,2006:189.
- [16] 马树庆. 吉林省农业气候研究. 北京:气象出版社,1994:33.
- [17] 郭建平,田志会,张涓涓. 东北地区玉米热量指数的预测模型研究. 应用气象学报,2003,14(5):626-633.
- [18] 魏瑞江,姚树然,王云秀. 河北省农作物灾损评估方法. 中国农业气象,2000,21(1):27-31.
- [19] 钟兆站,赵聚宝,郁小川,等. 中国北方主要旱地作物需水量的计算与分析. 中国农业气象,2000,21(2):1-4.
- [20] 李文阁,刘孟军,高国学. 浅析玉米空秆的成因及预防措施. 中国种业,2007,(1):43-44.
- [21] 金宗亭,赵永红,王惠滨,等. 夏玉米秃顶缺粒的原因分析及预防措施. 种子,2007,26(2):106-107.
- [22] 千怀遂,焦士兴,赵峰. 全球气候变化对作物气候适宜性的影响——以河南省冬小麦为例. 农业现代化研究,2004,25(2):106-110.
- [23] 任王玉,千怀遂. 河南省棉花气候适宜度变化趋势分析. 应用气象学报,2006,17(1):87-93.

Method for Dynamic Forecast of Corn Yield Based on Climatic Suitability

Wei Ruijiang¹⁾²⁾ Song Yingbo³⁾ Wang Xin¹⁾²⁾

¹⁾ (Hebei Provincial Institute of Meteorology, Shijiazhuang 050021)

²⁾ (Hebei Provincial Meteorological and Eco-environmental Key Laboratory, Shijiazhuang 050021)

³⁾ (National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

Summer corn is one of the major grain crops in Hebei Province. Its growing development and yield formation are influenced by weather conditions during the growing and maturity seasons. So it is of great significance to forecast the yield dynamically for agricultural production and food security of Hebei Province. Operational weather forecast for crop yield has a history over 20 years in China, laying the foundation for the application of yield forecast. However, many of the crop yield forecasting methods are carried out at fixed time. Dynamical forecast that tracks the whole growth period of crops and considers the three typical climatic factors (sunshine, temperature and precipitation), is rarely carried out. There are some attempts that establish comprehensive climate models based on related analysis between crops and weather conditions considering the whole growth period of crops affected by the three factors. But it hasn't been done much to use the climate suitability for yield forecast. Meteorological data from the Hebei Meteorological Bureau are adopted, including temperature, precipitation and sunlight hours per ten-day period from 1972 to 2005 in the eight representative summer corn producing cities (Tangshan, Langfang, Baoding, Shijiazhuang, Cangzhou, Hengshui, Xingtai and Handan). The annual corn yield per unit data from the Hebei Province Statistics Bureau are used for research. Based on the physiological characteristics of summer corn, temperature suitability model, precipitation suitability model, sunshine suitability model and general climatic suitability model are established. Then the climatic suitability of every ten days during the corn growing period over the eight cities is calculated for the years of 1972—2005. Correlation analysis results between climatic suitability and the corresponding yield fluctuation quantity indicate that the relationship between them is remarkable, and the climatic suitability model of summer corn can reflect the climate and its dynamic changes in Hebei Province objectively. Taking the climatic suitability of every ten days during the growing period as the basis, the dynamical forecasting models of eight regions from 1972 to 2005 in Hebei Province have been established at different stages using the statistical analysis software SPSS. The average accuracy of the forecasting model by yield fitting validation is 88.8% for historical forecasting during 1972—2005 and 96.8% for a rolling yield forecasting during 2006—2007 respectively, proving the model applicable to operational service. The model should be further optimized in future work owing to imperfection in the precipitation suitability model, and the lagged effect of pre-precipitation should be brought into consideration.

Key words: climatic suitability; summer corn yield; dynamic forecast