

气候变化对甘肃省冬小麦气候适宜性的影响

蒲金涌^{1,2}, 姚小英³, 王位泰⁴

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 中国气象局干旱气候变化与减灾开放实验室,

甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 兰州 730020;

2. 甘肃省天水农业气象试验站, 天水 741020; 3. 天水市气象局, 天水 741000;

4. 甘肃省西峰农业气象实验站, 西峰 745000)

摘要: 运用甘肃省冬小麦种植区西峰、天水农业气象试验站及平凉、成县农业气象观测站 1981~2008 年冬小麦试验田平均物候观测资料及试验点气象站 1971~2008 年逐日日照、温度、降水量测量值, 建立了冬小麦日照、温度、降水及综合气候适宜度计算模型, 并对 1971~2008 年冬小麦各生产年度气候适宜度动态变化进行了评价。结果表明: 冬小麦全生育期温度、光照、降水及综合气候平均适宜度分别为 0.77、0.66、0.50 及 0.60。温度和光照适宜性较高, 降水是冬小麦生长发育的主要限制因子。在近 40 年中, 温度和光照适宜度分别以 $0.001 \cdot a^{-1}$ 及 $0.0014 \cdot a^{-1}$ 线性趋势上升, 降水适宜度以 $0.0013 \cdot a^{-1}$ 线性趋势下降。综合气候适宜度线性变化不明显。冬前生长阶段光照适宜性较强, 降水适宜性较弱。越冬期降水适宜性较强, 光照适宜性较弱。返青期~抽穗期及抽穗期~成熟期温度适宜性较强, 降水适宜性较弱。冬前生长阶段及返青期~抽穗期, 冬小麦温度、降水适宜度呈上升趋势, 光照适宜度呈下降趋势, 气候因子组合效果趋好。越冬期及抽穗期~成熟期温度、降水适宜度呈下降趋势, 光照适宜度呈上升趋势, 综合气候适宜性变差。冬小麦生长后期水分胁迫较大。

关键词: 气候变化; 甘肃; 冬小麦; 气候适宜性; 影响

文章编号: 1000-0585(2011)01-0153-08

气候变化是近 100 年来最显著的地球环境变化, 农业生产受其影响比较明显而广泛^[1~4]。粮食作物对当前及未来气候适宜性问题引起人们的重点关注^[5]。根据 IPCC 历次评估报告及气候变暖的事实及特点, 许多学者对粮食作物种植结构、作物生长发育节奏、作物种植界限北移、可种植海拔高度上限抬升以及产量增减等受气候变化的影响作了评估^[6~11]。研究结论中部分在近年的实际生产中得到验证, 部分还有待于进一步探索。由于作物生长影响因子的多样性及相互间关系的复杂性, 在评估作物气候适宜性时, 各因子选取及其关系的表达非常困难。故以往温度、降水单因子气候适宜性评价报道较多^[12~16], 综合气候适宜性变化研究成果比较少见。而单因子气候适宜性评价模型只考虑某一因子在其余影响因子变化不大的条件下的作用, 不能反映作物生长受气候因子影响的真实情况。且由于降水、温度等气象因子变化的不一致性, 研究结论不可避免地存在较大差异。综合各气候因子对冬小麦生长的影响程度, 客观评价气候变化对冬小麦生长发育的影响, 极有必要。

甘肃省冬小麦种植区位于我国冬、春小麦的交界区, 对气候变化比较敏感。近 40 年

收稿日期: 2010-04-18; **修订日期:** 2010-07-12

基金项目: 甘肃省气象局“十人计划”国家科技部公益行业专项 (GYHY200806021) 资助

作者简介: 蒲金涌 (1960-), 男, 汉族, 高级工程师, 主要从事应用气象业务及试验研究工作。

Email: pujinyong6@163.com

来受气候变暖的影响,冬小麦生长发育特征发生了较大变化^[17, 18]。随着区域气候对全球持续变暖的响应,冬小麦对气候的适应性将会极大地影响其生长发育及产量的形成。本文根据 1981~2008 年甘肃冬小麦种植区代表地点生长发育资料及同期气象资料,建立冬小麦气候适宜度计算模型,探究其生育阶段的气候适宜性,为未来应对气候变化进行科学决策提供依据。

1 资料来源与研究方法

1.1 资料来源及研究区域概况

甘肃省主要冬小麦种植区主要位于 33.5°~36.5°N, 104°~108.5°E 间,播种面积 $63.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占粮食作物播种面积的 23%。产量约占粮食总产的 15%。考虑到种植区区域性气候特点,选取西峰、天水农业气象试验站及平凉、成县农业气象观测站 1981~2008 年冬小麦试验田平均物候观测资料(表 1)及农业气象试验站、观测站所在地气象站 1971~2008 年的冬小麦生长期间光照、温度及降水的逐日测量值。取 4 点的逐年气候适宜度平均值,作为研究区域气候适宜度时间序列值。

表 1 甘肃冬小麦种植区代表点平均发育期(月—日)(1981~2008 年)

Tab. 1 Average date of wheat growth periods in representative points in Gansu (month-date) (1981—2008)											
地点	纬度 (°N)	经度 (°E)	海拔 (m)	播种期	三叶期	停止生长	返青期	拔节期	抽穗期	乳熟期	成熟期
西峰	35.44	107.38	1421	9—17	10—10	11—23	3—08	4—26	5—17	6—14	7—07
平凉	35.33	106.40	1347	10—02	10—30	12—01	3—05	4—25	5—13	6—09	6—28
天水	34.34	105.52	1085	10—10	10—20	12—12	2—20	4—06	5—07	6—04	6—23
成县	33.45	105.43	970	10—19	11—18	12—27	2—10	4—04	5—02	5—26	6—17

1.2 气候适宜度计算方法

气候因子对作物生长的“适宜”和“不适宜”界限应该允许一定程度的模糊。根据有关文献^[19~21],分别以(1)~(3)式表示冬小麦的光照、温度及降水的适宜程度。在(1)式中, $S_{(S)}$ 为光照适宜度,以日照百分率达到 70%为临界点。日照时数>日照百分率 70%时适宜度为 1,小于 70%其对作物的适宜程度应该小于 1。 S_0 为当日日照百分率为 70%的时数(h), S_i 为当时的日照时数(h)。 b_i :常数,根据文献在不同的生育阶段其取值是不相同的^[22](表 2)。(2)式中, $S_{(T)}$ 为温度适宜度,与冬小麦不同生长发育期的不同的三基点温度关系密切^[23](表 2)。 T_i 为生育阶段或生育期逐日平均温度(°C), T_1 为某一发育期下限温度(°C), T_2 为上限温度(°C), T_0 为最适温度的平均值(°C)。(3)中, $S_{(R)}$ 为降水适宜度, R 为降水量(mm), R_0 为生理需水量(mm),根据 FAO 给出作物系数,利用实时气象资料及 Penman (98 版)公式计算而得^[24~27]。当降水量大于冬小麦生理需水量时,假定可以全部被冬小麦吸收利用,适宜度为 1,当降水量小于冬小麦生理需水量时,适宜度定义为降水量与需水量的比值。植物对水分的利用比较复杂^[28, 29],考虑到土壤对降水量的调节及冬小麦对水分的利用特性,降水量和生理需水量用某一生育阶段的总量。某一生育阶段或全生育期的温度及光照适宜度可用(4)式计算,式中 m 为生育阶段或生育期的总天数, $S_{(o)}$ 为光照($S_{(S)}$)或温度($S_{(T)}$)适宜度。

$$S_{(s)} = \begin{cases} e^{-[(S-S_0)/b]^2} \\ 1 \end{cases} \quad (1)$$

$$S_{(T)} = \frac{[(T_i - T_1)(T_2 - T_i)^B]}{[(T_0 - T_1)(T_2 - T_0)^B]} \quad B = \frac{(T_2 - T_0)}{(T_0 - T_1)} \quad (2)$$

$$S_{(R)} = \begin{cases} 1 & R_i \geq R_0 \\ R/R_0 & R_i < R_0 \end{cases} \quad (3)$$

$$S_{(c)} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_{(c_i)} \quad (4)$$

表 2 冬小麦不同生育期的上限、下限与最适温度及光照适宜度计算式的 b 值Tab. 2 Maximum, minimum and optimum temperatures of wheat and b value in different growth periods

项目	播种期 ~三叶期	三叶期 ~停止生长	停止生长 ~返青期	返青期 ~拔节期	拔节期 ~抽穗期	抽穗期 ~乳熟期	乳熟期 ~成熟期
T_1	5	3	-15	1	10	13	13
T_0	17	13	-5	7	19	20	20
T_2	20	18	5	16	32	27	25
b	4.15	4.14	4.38	4.50	4.61	4.93	4.99

冬小麦的生长发育及产量形成受光、温、水综合气候因子影响，以温度、日照、降水单因子建立冬小麦适宜度模型假定除考虑因子本身变化外，不能反映各因子的综合效应。参考以往研究，用（5）式来表示光、温、水对冬小麦的组合作用^[22]。式中 Cr 为综合气候适宜度，参考以往的研究结论及当地冬小麦的生产特点，光、温、水的权重系数分别取 0.20、0.32、0.48^[11,13,17,22,26]。 j 为生育期， n 为计算生育阶段所包括生育期数。

$$Cr = \sum_{j=1}^n (0.20 S_{(S)_j} + 0.32 S_{(T)_j} + 0.48 S_{(R)_j}) \quad (5)$$

2 结果分析

2.1 冬小麦光照、温度与降水及综合气候适宜度的年际变化

近 40 年来冬小麦全生育期平均单因子气候适宜度以温度最高为 0.70，其次为光照 0.66，降水最低为 0.50。综合气候适宜度为 0.60。温度及光照基本能够满足冬小麦的正常生长需求，降水只及冬小麦生长发育的要求的 50%，与冬小麦生产的影响实际情况相符^[17]。1971~2008 年，温度、光照适宜度分别为以 $0.001 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.1015$, $P>0.01$) 及 $0.0014 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.1562$, $P>0.01$) 线性趋势上升，降水适宜度以 $0.0013 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.1096$, $P>0.01$) 线性趋势下降，综合气候适宜度线性变化不明显（图 1）。20 世纪 70 年代与 21 世纪初相比，气温及光照适宜度上升了 0.0175 和 0.0167，降水适宜度下降了 0.0306。由于降水适宜性下降，加大了甘肃冬小麦生产风险。

2.2 不同生育阶段光照适宜性

不同生育阶段光照适宜度差异不大。冬前生长阶段（播种~停止生长）及返青期~抽穗期适宜度分别为 0.60 和 0.68，越冬期及抽穗期~成熟期为 0.70。冬前生长阶段 1981~1991 年及 1999~2008 年适宜度累计距平分别以 $0.0327 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.9249$, $P<0.01$) 及 $0.0923 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.9227$, $P<0.01$) 线性趋势下降，1991~1999 年适宜度累计距平以 $0.0826 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.8972$, $P<0.01$) 线性趋势上升（图 2），阶段线性变化比较明显。

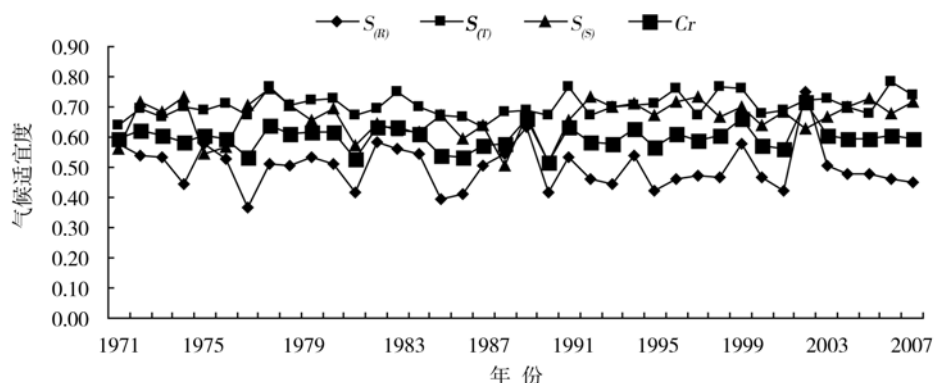


图1 冬小麦全生育期气候适宜度的年际变化 (1971~2008 年)

ig. 1 Annual variation of climate suitability in the whole growth period of wheat in Gansu (1971—2008)

20 世纪 70 年代前期至 20 世纪 80 年代中期正距平居多, 20 世纪 80 年代后期至 20 世纪 90 年代前期负距平较强, 20 世纪 90 年代中期至 21 世纪初正距平较强。越冬期适宜度累计距平自 1971 年以来以 $0.0139 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.4521$, $P<0.01$) 的线性趋势上升。返青期~抽穗期适宜度累计距平以 $0.0186 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.5152$, $P<0.01$) 线性趋势下降, 较强负距平出现在 20 世纪 90 年代末至 21 世纪初。抽穗期~成熟期适宜度累计距平 1971~1992 年以 $0.0587 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.7580$, $P<0.01$) 的线性趋势下降, 1992~2008 年以 $0.0637 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.9524$, $P<0.01$) 的线性趋势上升, 20 世纪 70 年代到 80 年代初, 正距平较强; 20 世纪 80 年代中期以后, 负距平较强。

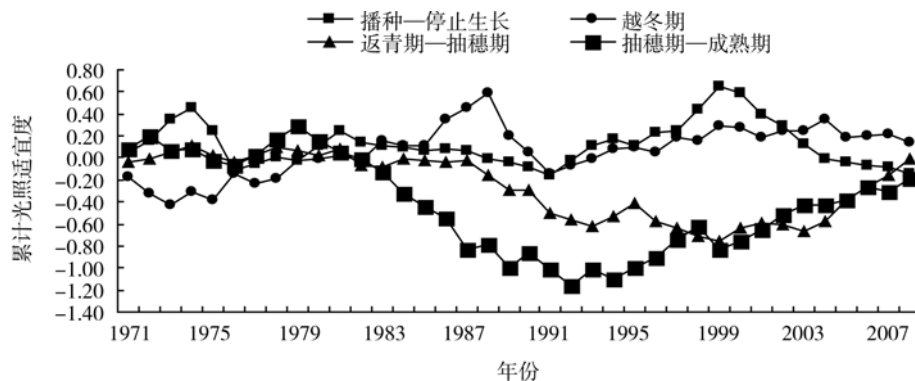


图2 累计光照适宜度距平 (1971~2008 年)

Fig. 2 Accumulated departure of light suitability in Gansu (1971—2008)

2.3 不同生育阶段温度适宜性

冬前生长阶段、越冬期、返青期~抽穗期及抽穗期~成熟期气温平均适宜度分别为 0.46、0.79、0.73 及 0.88, 除冬前生长阶段外其余各生育期适宜度都较高 (图 3)。播种~停止生长适宜度累计距平以 $0.006 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.3088$, $P<0.1$) 的速度上升, 气候变暖有利于冬前生长。越冬期气温适宜度累计距平值自 1971 年随年份呈二次曲线变化 ($S(t) = -0.0015t^2 + 0.0558t + 0.0438$ ($R^2=0.8694$, $P<0.01$), $S(t)$ 为越冬期温度

适宜度累计距平； t 为从1971年算起的年序数；1971年， $t=1$ ；2008年， $t=38$ ），变化转折点出现在1986年，1986~2008年以 $0.0254 \cdot a^{-1}$ （ $R^2=0.7819$ ， $P<0.01$ ）的线性趋势下降，20世纪80年代后期以来气候变暖，暖冬现象增多，不利冬性较强的小麦春化正常进行，温度适宜性减弱^[30]。返青期~抽穗期温度适宜度累计距平的变化与越冬期位相相反。1971~1991年以 $0.0279 \cdot a^{-1}$ （ $R^2=0.5871$ ， $P<0.01$ ）线性趋势下降，1991~2008年以 $0.0497 \cdot a^{-1}$ （ $R^2=0.9354$ ， $P<0.01$ ）线性趋势上升。抽穗期~成熟期温度适宜度累计距平基本呈下降趋势，线性减少趋势为 $0.0031 \cdot a^{-1}$ （ $R^2=0.2175$ ， $P>0.1$ ）。近40a来虽然年平均气温明显升高，夏季平均气温变化较小，且极端气温出现频繁^[31]。最高、最低气温超出了抽穗期~成熟期的温度适宜的上、下限范围，适宜度有所下降。

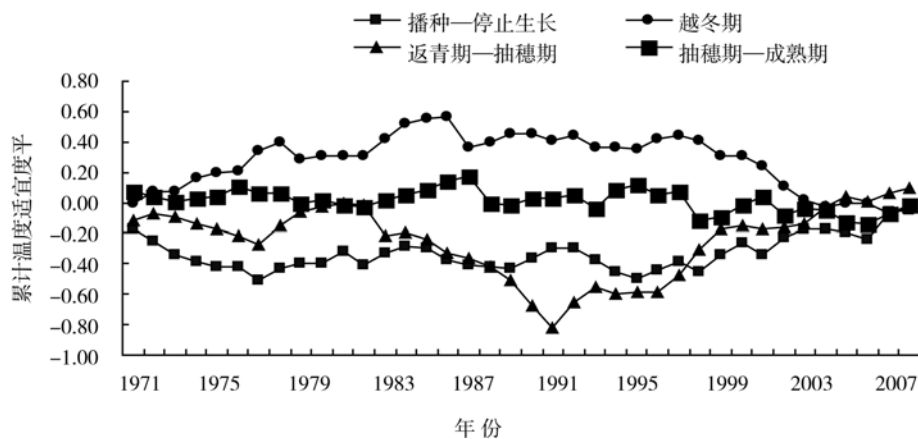


图3 累计温度适宜度距平（1971~2008年）

Fig. 3 Accumulated departure of temperature suitability in Gansu (1971—2008)

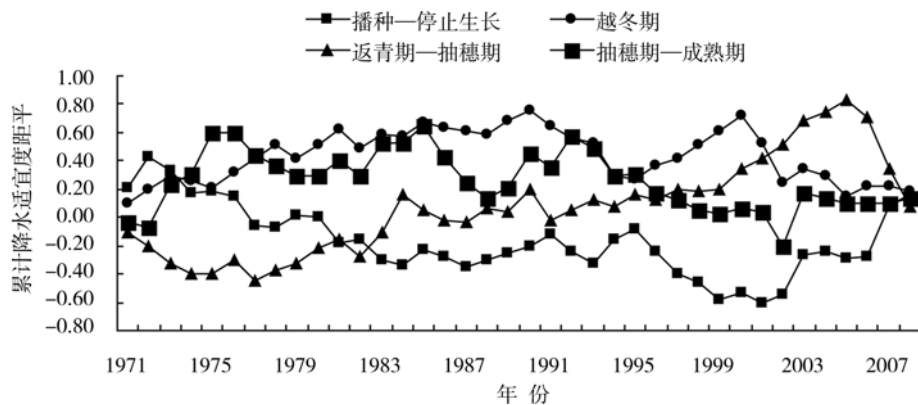


图4 累计降水适宜度距平（1971~2008年）

Fig. 4 Accumulated departure of precipitation suitability in Gansu (1971—2008)

2.4 不同生育阶段降水适宜性

冬小麦的降水适宜性比较差。抽穗期~成熟期平均适宜度最低为0.32，其次为播种~停止生长阶段平均适宜度为0.36，越冬期适宜度最高为0.90（图4）。返青期~抽穗期

适宜度累积距平以 $0.0262 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.7568$, $P<0.01$) 的线性趋势上升。较强正距平出现在 21 世纪初, 较强负距平出现 20 世纪 70 年代。抽穗期~成熟期降水适宜度累积距平 1971~1985 年以 $0.0304 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.4257$, $P<0.1$) 线性趋势上升, 1985~2008 年以 $0.016 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.3744$, $P<0.1$) 线性趋势降低。近 20 年来生长后期降水适宜性变差。

2.5 不同生育阶段综合气候适宜性

综合气候适宜度在播种~停止生长、越冬期~返青期、返青期~抽穗期及抽穗期~成熟期分别为 0.46、0.82、0.66、0.55 (图 5)。越冬期及越冬期~返青期适宜程度较好, 播种~停止生长及抽穗期~成熟期适宜程度较差。播种~停止生长适宜度累积距平 1971~1988 年以 $0.0272 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.8277$, $P<0.01$) 的线性趋势下降, 1988 年以后开始逐年上升。越冬期适宜度累积距平从 20 世纪 70 年代到 80 年代呈逐年升高趋势, 较强正距平出现在 20 世纪 80 年代末。20 世纪 80 年代末至 2003 年适宜度累积距平呈下降趋势, 近 3 年来有所升高。返青期~抽穗期适宜度累积距平 20 世纪 70 年代至 80 年代基本上呈逐年下降趋势, 20 世纪 80 年代末负距平较强。20 世纪 90 年代初至 21 世纪初适宜度累积距平呈上升趋势, 21 世纪初正距平较强。抽穗期~成熟期适宜度累积距平自 1971 年以来以 $0.0079 \cdot a^{-1}$ ($R^2=0.3370$, $P<0.1$) 的线性趋势下降。生长后期气候因子的有效匹配, 影响冬小麦正常生长发育。

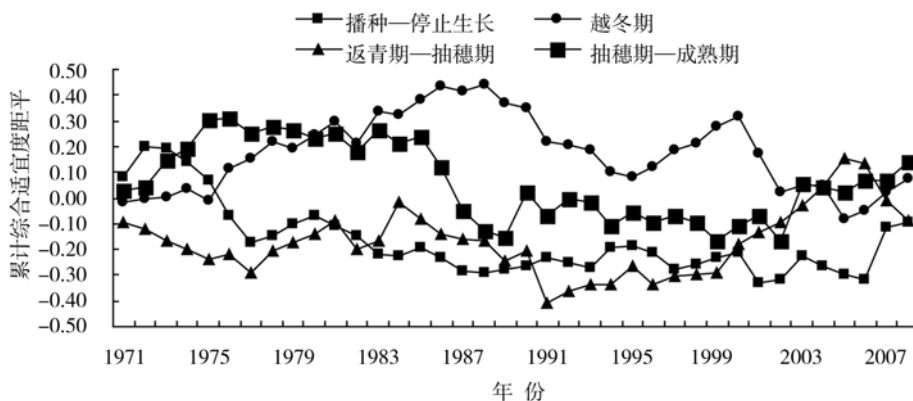


图 5 累积综合气候适宜度距平 (1971~2008 年)

Fig. 5 Accumulated departure of synthesized climate suitability in Gansu (1971—2008)

3 结论

冬小麦气候适宜度计算模型是建立在不同生长发育阶段对不同环境条件适应及要求的基础上, 适用性较强。对甘肃省冬小麦种植区 4 个代表点平均发育期适宜度的计算分析表明, 模型能够反映甘肃冬小麦气候适宜性水平及其动态变化, 为当地冬小麦应对气候变化提供决策依据。

运用建立的冬小麦气候适宜度模型计算了甘肃省冬小麦种植区气候适宜性变化。全生育期各气候因子的适宜度从高到低依次为温度、光照、降水, 表明降水是甘肃冬小麦种植区主要限制因子。温度、光照适宜度呈逐年上升趋势, 降水适宜度呈逐年下降趋势。综合

气候适宜度逐年降低, 环境因子匹配效果变差。

不同生育阶段的单因子气候适宜度及综合气候适宜度反映, 近年来冬前生长阶段温度、降水适宜度基本呈逐年上升趋势, 各气候因子在该生育时段匹配效果趋好。气候变暖暖冬增多使适宜度下降比较明显。20 世纪 90 年代以来, 返青期~抽穗期光照适宜度呈下降趋势, 温度、降水适宜度呈明显上升趋势, 综合气候适宜度逐年增加。抽穗期~成熟期光照适宜度呈上升趋势, 温度、降水适宜度呈下降趋势, 气候因子的匹配效果变差。应根据不同生育期气候适宜度的变化趋势, 做出应对气候变化的策略调整, 以充分利用气候资源。

参考文献:

- [1] 林而达. 气候变化的危险水平与可持续发展的适应能力建设. 气候变化研究进展, 2005, 1(2): 76~79.
- [2] 缪启龙, 丁园圆, 王勇. 气候变暖对中国亚热带北界位置的影响. 地理研究, 2009, 28(3): 634~642.
- [3] 巢清尘, 胡国权, 赵宗慈. 气候变化的风险、挑战与决策. 气候变化研究进展, 2009, 5(4): 249.
- [4] 李爽, 王羊, 李双成. 近 30 年气候要素时空变化特征. 地理研究, 2009, 28(6): 1593~1605.
- [5] 高素华. 未来 30 年气候对我国农业的可能影响. 见: 中国气候变化对农业影响的实验与研究. 北京: 气象出版社, 1991. 282~296.
- [6] 方修琦, 王媛, 朱晓禧. 气候变暖的适应性为与黑龙江省夏季低温冷害的关系. 地理研究, 2005, 24(5): 664~672.
- [7] 赵俊芳, 杨晓光, 刘志娟. 气候变暖对东北三省春玉米严重低温冷害及种植布局的影响. 生态学报, 2009, 29(12): 6544~6551.
- [8] 王石立, 马玉平, 庄立伟. 东北地区玉米冷害预测评估模型改进研究. 自然灾害学报, 2008, 17(4): 12~18.
- [9] 王建元, 薛德强, 邹树峰, 等. 气候变暖对山东农业的影响. 资源科学, 2006, 28(1): 163~168.
- [10] 王媛, 方修琦, 徐钺, 等. 气候变暖与东北地区水稻种植的适应行为. 资源科学, 2005, 27(1): 121~127.
- [11] 邓振镛, 张强, 蒲金涌, 等. 气候变暖对中国西北地区农作物种植的影响. 生态学报, 2008, 28(8): 3760~3768.
- [12] 刘青春, 千怀遂, 任玉兰, 等. 河南省棉花的温度适宜性及其变化趋势分析. 资源科学, 2004, 26(4): 52~56.
- [13] 蒲金涌, 张存杰, 姚小英, 等. 干旱气候对陇东南主要粮食作物影响的评估. 干旱地区农业研究, 2007, 25(1): 36~40.
- [14] 徐选学, 高鹏, 蒋定生. 延安降水对作物生长适宜性的模糊分析. 水土保持研究, 2000, 7(2): 73~76.
- [15] 马树庆, 希祝香, 王琪. 中国东北地区玉米低温冷害评估研究. 自然灾害学报, 2003, 12(3): 137~141.
- [16] 赵峰, 千怀遂. 全球变暖影响下农作物气候适宜性研究进展. 中国生态农业学报, 2004, 12(2): 134~137.
- [17] 蒲金涌, 邓振镛, 姚小英, 等. 甘肃省冬小麦生态气候分析及适生种植区划. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 179~185.
- [18] 邓振镛. 干旱地区农业气象研究. 北京: 气象出版社, 1999. 96~104.
- [19] 千怀遂, 魏东风. 气候对河南小麦产量的影响及其变化研究. 自然资源学报, 2000, 15(2): 149~154.
- [20] 赵峰, 千怀遂, 焦士兴. 农作物气候适宜度研究. 资源科学, 2003, 25(6): 78~82.
- [21] 千怀遂, 焦士兴, 赵峰. 河南省冬小麦气候适宜性变化研究. 生态学杂志, 2005, 24(5): 503~507.
- [22] 王丽霞, 任志远. 山西大同市农业生态气候适宜度评价. 地理研究, 2007, 26(1): 53~59.
- [23] 龚绍先. 粮食作物与气象. 北京: 北京农业大学出版社, 1987. 15~87.
- [24] 刘钰, Pereira L S. 对 FAO 推荐的作物系数计算方法的验证. 农业工程学报, 2000, 16(5): 26~30.
- [25] 刘尧东, 刘作新, 张运福. 参考作物蒸散计算方法及其评价. 河南农业大学学报, 2001, 35(1): 57~61.
- [26] 蒲金涌, 张存杰. 甘肃省冬小麦水分适应性动态变化研究. 资源科学, 2008, 30(9): 1397~1402.
- [27] 杨小利, 蒲金涌, 马鹏里, 等. 陇东地区苹果水分适宜性评估. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2009, 37(9): 71~76.
- [28] 曹生奎, 冯起, 司建华, 等. 植物水分利用效率研究方法综述. 中国沙漠, 2009, 29(5): 853~858.
- [29] 罗亚勇, 赵学勇, 黄迎新, 等. 植物水分利用效率及其测定方法研究进展. 中国沙漠, 2009, 29(4): 648~655.
- [30] 蒲金涌, 姚玉璧, 马鹏里, 等. 甘肃省冬小麦生长发育对暖冬现象的响应. 应用生态学报, 2007, 18(6): 1237~1241.
- [31] 陶健红, 王遂缠, 王宝鉴. 中国西北地区气温异常的特征分. 干旱区研究, 2007, 24(4): 510~515.

Influence of climate change on climate suitability of wheat in Gansu

PU Jin-yong^{1,2}, YAO Xiao-ying³, WANG Wei-tai⁴

(1. Lanzhou Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Key Laboratory of Arid climate Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Open Laboratory of Climate Change and Reducing Disaster of China Meteorological Administration, Lanzhou 730020, China;

2. The Agrometeorological Experimental Station of Tianshui, Tianshui 741020, Gansu, China;

3. Tianshui Meteorological Bureau, Tianshui 741000, Gansu, China;

4. Agrometeorological Experimental Station of Xifeng in Gansu Province, Xifeng 745000, Gansu, China)

Abstract: Based on the data of winter wheat experimental field and meteorological data in Xifeng and Tianshui agrometeorological experiment stations and Pingliang and Chenxian agrometeorological observation stations from 1981 to 2008, the models of climate suitability had been established. The dynamic variation of climate suitability in the whole growth period from 1971 to 2008 was evaluated. The results showed that the suitability degrees of temperature, light, precipitation and synthesized climate were 0.77, 0.66, 0.50 and 0.60 respectively during the whole growth period of winter wheat. It is indicated that the temperature and light suitability degree increased by 0.001 and 0.0014 every year respectively and precipitation suitability degree decreased by 0.0013 every year from 1971 to 2008. The accumulated departure of temperature and precipitation suitability degree increased by 0.006 every year and accumulated departure of light suitability decreased by 0.0923 every year from sowing to stopping growing period in recent years. The accumulated departure of temperature decreased by 0.0254 every year and light suitability increased by 0.0139 every year during the overwinter period in recent years. The accumulated departure of temperature and light suitability decreased by 0.0497 and 0.0186 every year respectively from reviving to heading period in recent years. But the accumulated departure of precipitation increased by 0.0262 every year since 1971 and the meteorological condition was becoming better in this growth period. The accumulated departure of temperature and precipitation suitability degree decreased by 0.0031 and 0.016 every year and the accumulated departure of light suitability degree increased by 0.0637 every year during heading to mature period in recent years. The synthesized results of all climatic factors trended grim in this period. Precipitation was main limiting factors during the later growth period of winter wheat. We suggested that countermeasures for climate change should be modified in accordance with climate suitability in order to utilize climate resource effectively.

Key words: climate change; Gansu province; winter wheat; climate suitability; influence