

文章编号: 1006-4354 (2013) 01-0015-03

汉中市水稻产量特征及气候要素对其影响研究

杨利霞¹, 袁再勤¹, 孟 茹¹, 周晓丽²

(1. 汉中市气象局, 陕西汉中 723000; 2. 铜川市气象局, 陕西铜川 727031)

摘要: 通过分析 1949—2010 年汉中市水稻产量特征、气候产量与气候条件的相关性及气候变化对产量的影响, 结果表明: 水稻单产年际变化呈增—减—增趋势; 气候产量年际波动较大, 1970—1993 年气候产量多为正值, 1993 年后负值年份明显增多; 水稻生育期间 7 月日照、8 月降水、5 月温度、7 月温度对产量的影响为负效应, 5 月降水、8 月日照为正效应。5—9 月的旱、涝程度与气候产量呈明显的负相关, 旱、涝程度越重, 产量减产越严重。增温对汉中水稻产量的影响是减产, 因此气候变暖使水稻呈减产趋势。

关键词: 水稻产量; 气候要素; 相关分析

中图分类号: S161

文献标识码: A

水稻在我国南北方各省均有栽培, 在不同气候条件下, 由于光、温、水各种气象因子的综合作用, 形成了我国不同的稻作带。按照著名水稻专家丁颖研究划分^[1], 汉中市处于秦岭以南的长江流域地区, 属于季风亚热带湿润气候, 归属于华中单双稻作带。水稻又是汉中市最重要的粮食作物, 产量占全年粮食总产的 50% 以上, 但气候变化和灾害性天气气候制约着水稻生产, 产量波动明显。研究气候条件与水稻生产的关系, 对适应气候变化, 合理利用农业气候资源, 规避气象灾害促进水稻高产, 保障粮食安全具有重大意义。

1 资料和方法

采用汉中市统计局 1949—2010 年水稻产量资料^[2]、汉中市 1971—2010 年的地面气象观测资料, 运用统计学方法和农业气象原理对产量特征进行分析, 并对光照、降水、温度、气象灾害对水稻产量的影响进行相关分析研究。

2 汉中市水稻产量特征分析

粮食总产量取决于播种面积和单位面积的产量, 播种面积主要由国家的粮食政策和市场价格决定, 单位面积的产量主要受土壤特性、品种、农业投入、环境气象因子等因素的影响。

2.1 水稻单产特征

分析 1949—2010 年汉中市水稻单产特征 (图 1), 1949—1954 为较明显的增长期, 1955 年产量开始下滑, 1960 年降至低谷, 公顷产量仅有 2 314 kg; 1961—1993 年总体为波动快速增长期, 1993 年公顷产量最高达到 7 063 kg; 1994—2007 年总体为波动下滑期, 这个时期中 1994 年最低公顷产量仅 4 985 kg, 1994 年比 1993 年减产高达 30%; 其次是 2003 年 5 629 kg, 比 1994 年减产 20%; 2008 年以后单产开始回升。

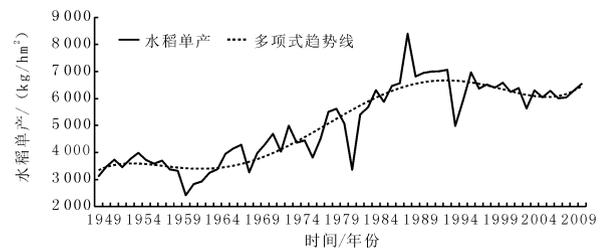


图 1 汉中市水稻单产时间序列图

比较水稻总产与平均单产年际变化, 1993 年之前二者均为持续波动增加, 1993 年达到最高水平; 1994 年二者同时巨幅减少, 1994 年后二者趋势一致, 总体呈现增—减—增趋势。1994 年是个

收稿日期: 2012-07-11

作者简介: 杨利霞 (1973—), 女, 陕西勉县人, 高工, 从事农业气象工作。

十分特殊的年份,与1993年相比,水稻面积、技术水平没有较大变化的情况下,气象条件是影响产量的最大因素。

2.2 水稻气候产量特征

依据产量和气候要素的特点和时间尺度,将作物的单产划分为两部分,即时间趋势产量(主要受长期要素如耕作技术、管理标准影响)和气候产量(主要受短期气候要素的影响),其表达式为^[3]

$$Y_{Ai} = Y_{Ti} + Y_{Ci}, \quad (1)$$

Y_{Ai} 为单位面积作物的实际产量, Y_{Ti} 为产量的时间趋势项即趋势产量, Y_{Ci} 为产量的波动项(气候产量), i 为年份。气候产量 Y_{Ci} 用来分析作物产量随时间波动的影响,可表达为 $Y_{Ci} = Y_{Ai} - Y_{Ti}$ 。计算汉中市逐年水稻气候产量(图2),可以看出,1970—1993年气候产量多为正值,说明气象条件对形成产量有利,为正影响;1993年后负值年份明显增多,正负影响交替出现,气象条件对水稻产量的影响变得复杂。尤其是1981年、1994年影响分别达到 $-1\ 540.5\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 和 $-1\ 986\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。

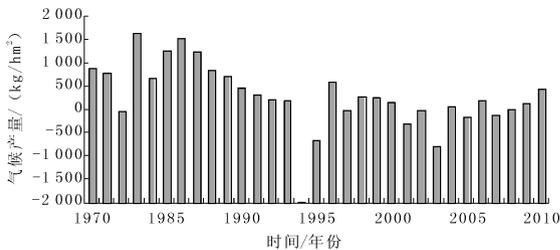


图2 汉中市水稻气候产量时间序列图

3 气候要素与水稻气候产量的相关性分析

作物单产主要受土壤类型、品种、农业投入、环境气象因子等因素的影响,其中土壤类型、品种、农业投入在一定区域内相对较稳定。大量研究表明^[4-10],一定区域内,年际间单位面积产量的波动主要是由气象因素引起的,因此在研究气象条件对粮食作物产量的影响时,主要研究气象条件对粮食作物平均单产的影响。汉中市水稻种植模式为一季稻,4月播种,9月成熟收获,影响作物生长进程的主要气象因子是4—9月的光、温、水条件,而4—9月分别对应的物候期为:4

月为幼苗期,5月为分蘖期,6月为分蘖期,7月为孕穗期,8月为抽穗灌浆期,9月为收获期。选取1971—2010年汉中盆地年降水量、年平均气温、年日照时数,水稻全生育期4—9月的月气温、月降水量、月日照时数、农业气象灾害进行相关分析,研究影响水稻产量的主要气候因素。

3.1 光照与水稻气候产量的相关性

水稻属于热带喜光植物,汉中市水稻在4月上旬到中旬播种,9月中旬到下旬成熟收获,这一阶段光照总体充足,但有年际、月际变化。分析气候产量与全生育期日照时数、各月日照时数的相关性,发现4、8、9月及4—9月总日照时数与气候产量呈正相关,5、6、7月日照时数与气候产量呈负相关。回归分析可得方程

$$Y_C = 42.03 - 0.31S_5 - 0.05S_6 - 0.41S_7 + 0.53S_8 + 0.08S_9, \quad (2)$$

式中 S_5 、 S_6 、 S_7 、 S_8 、 S_9 分别为5、6、7、8、9月日照时数。5、6、7月日照时数每增加1h,每公顷气候产量将分别减少4.65、0.75、6.15kg;8、9月日照时数每增加1h,每公顷气候产量将分别增加7.95、0.4kg,且8月日照增产效应较明显。说明水稻抽穗—灌浆期光照充足利于增产。

3.2 降水与水稻气候产量的相关性

分析各时段降水量与水稻气候产量的相关系数,4、5、6、7、9月降水量和4—9月总降水量与气候产量均呈正相关,8月降水量与气候产量呈负相关,5月、8月降水与气候产量相关显著,且8月降水对水稻气候产量的影响极其显著。回归方程为

$$Y_C = -19.724 + 0.41R_5 + 0.01R_6 + 0.14R_7 - 0.25R_8, \quad (3)$$

式中 R_5 、 R_6 、 R_7 、 R_8 分别为5、6、7、8月降水量,5、6、7月降水量各增加1mm,气候产量每公顷分别增加6.15、0.15、2.1kg,并且有5月降水量对水稻增产贡献最大,即说明水稻分蘖和移栽需水量大,降水充足利于水稻分蘖、移栽成活和苗期营养生长积累干物质。而8月降水量增加1mm,气候产量每公顷减产3.75kg,即说明水稻抽穗扬花、结实灌浆期降水天气对产量产生不利影响。

3.3 温度与水稻气候产量的相关性

分析各时段气温与水稻气候产量的相关系数, 所有时段的气温与气候产量呈负相关。回归方程为

$$Y_C = 487.5 - 8.81T_5 - 4.03T_6 - 9.04T_7, \quad (4)$$

式中 T_5 、 T_6 、 T_7 分别为 5、6、7 月气温, 5、6、7 月温度每升高 1°C , 每公顷气候产量分别减少 132.15、60.45、135.6 kg, 说明营养生长期温度增高, 发育期提前, 对营养积累和产量产生不利影响。

3.4 旱涝灾害对气候产量的影响

汉中市水稻主要生长期在 5—9 月, 旱涝灾害对其正常生长和产量影响较大。将逐年的旱、涝程度与气候产量做相关分析, 相关系数分别为 -0.2461 、 -0.2549 , 均呈较明显的负相关, 即旱、涝程度越重, 产量减产越严重。经普查气候减产每公顷 300 kg 以上的年份有 1976、1981、1994、1995、2001 和 2003 年, 都发生严重的农业气象灾害, 尤其是 1981 年和 1994 年, 特涝特旱年水稻减产特别严重。

4 气候对水稻产量的影响

水稻气候产量是光、温、水气候因子综合影响的结果, 而不是单一的光照、降水或者温度影响的结果。选择与气候产量相关性较强的 7、8 月日照时数、5、8 月降水量, 5、7 月温度做回归分析, 得到回归方程

$$Y_C = 167.33 - 0.31S_7 + 0.23S_8 + 0.33R_5 - 0.18R_8 - 6.44T_5 - 1.11T_7. \quad (5)$$

回归方程的判定系数为 0.6289, 明显高于单独用日照、降水和气温的回归效果。方程表明: 增温对产量的影响是减产, 5 月降水增加可增产, 8 月降水减少、光照增加可增产。

5 结论与讨论

5.1 汉中市水稻单产年际变化呈增—减—增趋势, 但年际气候产量波动较大。1970—1993 年气候产量多为正值, 1993 年以后负值年份明显增多, 气候条件对水稻产量的影响变得复杂。

5.2 水稻生育期 7 月日照、8 月降水、5 月温度、7 月温度对产量的影响为负效应, 5 月降水、8 月

日照为正效应。即有增温对产量的影响是减产, 5 月增加降水可以增产, 8 月减少降水增加光照时间可以增产。

5.3 5—9 月的旱、涝程度与气候产量呈明显的负相关, 即旱、涝程度越重, 产量减产越严重。1981 年和 1994 年, 特涝特旱年水稻减产特别严重每公顷减产 1 500 kg 以上。气候异常是导致大幅减产的直接原因。

5.4 水稻生育关键期内的天气气候条件、积温对产量的影响有待于今后深入研究。

参考文献:

- [1] 丁颖. 中国水稻栽培学 [M]. 北京: 农业出版社, 1961.
- [2] 汉中市统计局. 新汉中六十年 [M]. 汉中: 汉中市统计局, 2009.
- [3] 张继权, 李宁. 主要气象灾害风险评价与管理的数量化方法及其应用 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2007.
- [4] 高涛, 陈彦才, 于晓. 气候变暖对内蒙古三种主要粮食作物单产影响的初步分析 [J]. 中国农业气象, 2011, 32 (3): 407-416.
- [5] 刘新安, 崔玉香, 王伯伦, 等. 辽宁省水稻产量波动与气象条件的关系 [J]. 沈阳农业大学学报, 1993, 24 (3): 211-216.
- [6] 罗梦森, 付桂萍, 查菲娜. 盐城市气象因子与水稻产量关系的研究 [J]. 中国农学通报, 2011, 27 (14): 210-213.
- [7] 谢远玉, 张智勇, 刘翠华, 等. 赣州近 30 年气候变化对双季早稻产量的影响 [J]. 中国农业气象, 2011, 32 (3): 388-393.
- [8] 孙卫国, 程炳岩, 杨沈斌, 等. 区域气候变化对华东地区水稻产量的影响 [J]. 中国农业气象, 2011, 32 (2): 227-234.
- [9] 杨利霞, 鲁学忠, 王海丽. 2003 年汉中市水稻低产的气象灾害分析 [J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2006, 36 (增刊): 171-173.
- [10] 杨利霞, 王国栋, 杨晓永. 2005 年汉中市农业气象灾害分析及减灾对策 [J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2006, 36 (增刊): 33-35.