

对永吉县农业气象限制因子 及气象产量预测的探讨

刘瑞华 刘 莉 李仲哲 刘金印

(永吉县农业技术推广中心)

(吉林市农科所)

永吉县地处吉林省东部半山区,无霜期较短,温度较低,气象因素对作物产量影响很大,高温,雨水调和年易获高产;而低温,雨水不均衡年往往歉收。为了探讨气象因素与粮豆产量的关系,本文利用近22年永吉县气象、产量资料,通过计算机统计分析,力求初步探明作用于粮豆产量的主要气象限制因子,并建立这些因子与产量的多元线性回归方程,初步揭示出其在量上的内在关系,对在栽培上采取适当的技术措施,减轻气象灾害具有一定意义,对根据气象因素预测产量也具有一定参考价值。

一、气候资源

永吉县历年降水量平均为670毫米,作物生长季4至9月为450~700毫米,平均为580毫米。从各级降水出现频率看,全年降水500~700毫米出现频率最高为50%;大于700毫米出现频率为38%;400~550毫米出现频率仅为12%。从年降水分布看,4月20日至5月10日播种出苗期降水为24毫米,占全年降水总量的3.6%;7月1日至8月20日作物生育中期降水量平均为284毫米,占42.2%。

永吉县历年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温为2400~3000 $^{\circ}\text{C}$,平均为2840 $^{\circ}\text{C}$,80%保证概率的 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温仅为2660 $^{\circ}\text{C}$ 。8月中旬后气温下降较快,初霜期为9月10日至9月30日。根据东北冷害科研协作组的冷害危险度公式^[1]计算,沿江河平原中熟区属中等危险度,丘陵半山区为偏重危险度。4至9月日照时数为1314小时,年辐射总量为6.49KJ/cm²,光能利用率1%左右。

二、生长季内各种气象因素对粮豆产量的作用及多元回归方程的建立

(一)统计分析方法

粮豆产量是社会生产水平,气象因素共同作用的结果。因此,分析中所采用的产量资料为气象产量,气象产量是用回归分析方法将实际产量去掉了社会生产水平变化的影响,从中分离出的仅依气象因素变化而变化的产量分量。由于进入80年代生产水平提高较快,因而采用了分段线性回归的方法,见图1,2及表1。

在分析过程中,将作物整个生长季内的日平均气温、降水量、降水分布状况、日照时数和初霜期等做为主要影响因素。其中降水分布状况用旬间降水变率均值表示,计算公式为:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{S_i - \bar{S}}{\bar{S}} \right|}{n} \times 100$$

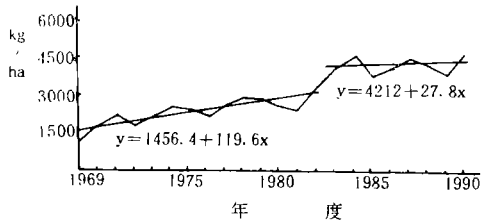


图1 1969~1990年旱田产量分析图

表1 1969~1990年气象产量表 kg/ha

年份	气象产量		年份	气象产量	
	水稻	玉米、大豆综合		水稻	玉米、大豆综合
1969	-1080	-450	1980	-615	-285
1970	300	75	1981	-675	-585
1971	735	300	1982	420	285
1972	-2190	-150	1983	405	-30
1973	225	45	1984	1380	383
1974	660	270	1985	180	-411
1975	1065	105	1986	-315	-48
1976	-1065	-225	1987	-120	225
1977	-45	90	1988	225	-59
1978	180	330	1989	-1920	-431
1979	-645	165	1990	1035	360

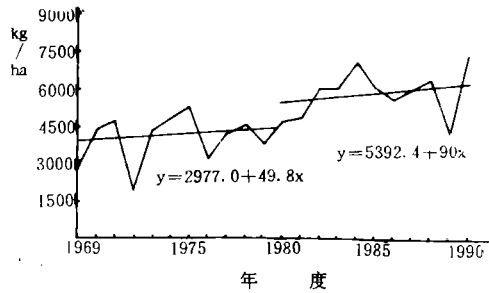


图2 1969~1990年水稻产量分析图

V为旬间降水变率均值,S为旬实际降水量,S为多年旬平均降水量,n为生长季内旬数。旬间降水变率均值主要反应了作物生长季内降水的分布状况、阶段性干旱或内涝的严重程度。在统计方法上首先采用正交多项式回归分析方法⁽²⁾将作物生长季4月20日到9月30日按旬分为若干时段,计算出各气象因素对粮豆产量影响的时间分布状况,回归通式为: $a = a_0\xi_0 + a_1\xi_1 + a_2\xi_2 + a_3\xi_3$,a为各时段内某气象因素每增减一个单位值对产量的平均作用。通过对回归方程的F测验确定了对粮豆产量影响较显著的气象因素,进一步根据回归分析结果并结合单相关分析明确主要气象因素中作用最为显著的时间区段,并把各主要时间区段值全部输入计算机在5%显著水平下进行逐步回归,寻找出影响粮豆产量最主要气象限制因子,建立可靠性较强的多元线性回归方程。

(二)影响旱田作物产量的主要气象因素、气象限制因子及多元回归方程的建立

正交多项式分析结果表明气温对旱田产量作用的时间分布回归方程较显著,方程为: $a = 12.92\xi_0 + 1.0988\xi_1 + 0.1838\xi_2 + 0.2174\xi_3$ F=2.30 接近0.1显著水平,并绘成图3。

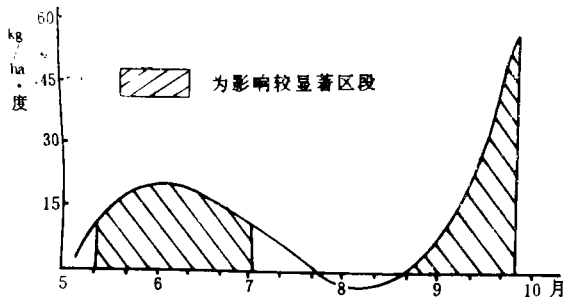


图3 1969~1990年5·1~9·30日15旬气温对旱田产量影响

由图中可直观看出各时间区段内气温每变化一个单位值粮豆产量的相应变化,以8月下旬后气温对旱田产量影响正效应最明显。

降水量对旱田产量影响的时间分布回归方程为: $a = -0.6900\xi_0 + 0.1742\xi_1 + 0.0039\xi_2 + 0.0203\xi_3$ F=2.32,接近0.1显著水平,并绘成图4。

由图中可直观看出,以生育中

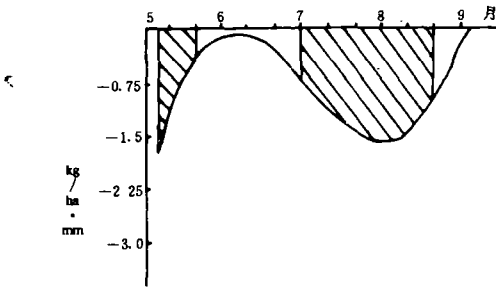


图4 22年5·1~9·20日
14旬降水量对旱田产量影响

由图中可直观看出来,以6月20日至8月31日雨季的旬间降水变率平均值对旱田作物产量负效应最为明显。

光照作用的时间分布回归方程极不显著。

因此,温度、降水量、降水分布是影响旱田作物产量的主要气象因素。以某旬气象因素变化的标准差与对应此旬的a值的积大于气象产量标准差5%为标准,并结合单相关分析确定以上主要气象因素中最主要作用的时间区段为:8月20日至9月30日生育后期日平均气温,与气象产量的单相关系数 $r=0.4002^*$;5月10日至6月30日平均气温,单相关 $r=0.2810$;7月1日至8月20日生育中期降水量,单相关 $r=-0.4392^*$;6月20日至8月31日旬平均降水变率, $r=-0.7266^{**}$;初霜期对旱田产量影响也较显著,单相关 $r=0.5150^*$ 。将以上各因素区段值输入微机在5%显著水平下进行逐步回归运算,建立了可靠性较强的多元线性回归方程:

$$Y = -1265.85 + 137.33x_1 - 10.32x_2 - 1.23x_3$$

$$F = 17.76^{***} \quad R = 0.8646^{**}$$

x_1 为8月20日至9月30日平均气温, x_2 为6月20日至8月31日旬间平均降水变率, x_3 为7月1日至8月20日生育中期降水量。这三项因子是作用于永吉县旱田产量的主要气象限制因子,一般减产年后期日平均气温 x_1 都在 15.5°C 以下,6月20日至8月31日旬间平均降水变率 x_2 都在55%以上,生育中期降水量 x_3 都在350毫米以上。丰歉年公顷产量相差900公斤左右。

(三)影响水稻产量的主要气象因素,气象限制因子及多元回归方程的建立

正交多项式回归分析结果表明,气温对水稻产量的影响是很显著的,回归方程为:
 $a = 58.95\xi_0 + 7.84\xi_1 + 0.999\xi_2 + 0.1069\xi_3$, $F = 4.04^*$, $R = 0.6981^*$, 达到了0.05显著水平,绘成图6。由图中可看出,以8月上旬后气温正效应最为明显。

降水分布状况对水稻产量影响的时间分布回归方程为 $a = -1.8945\xi_0 - 0.1895\xi_1 - 0.00881\xi_2 + 0.0347\xi_3$, $F = 1.94$, 接近0.1显著水平,绘成图7。

由图中可直观看出来,以7月10日至9月10日的降水分布状况对水稻产量影响负效应较为明显。

光照与降水量对水稻产量影响的时间分布回归方程极不显著。因此,温度和降水分布是影响水稻产量的主要气象因素。以某旬气象因素标准差与对应此旬的a值的积大于水稻气

期降水量负效应较明显。

降水分布对旱田产量影响的时间分布回归方程为: $a = -0.8708\xi_0 + 0.017\xi_1 + 0.0108\xi_2 + 0.0152\xi_3$, $F = 6.02^{**}$, 达到了0.01显著水平,绘成图5。

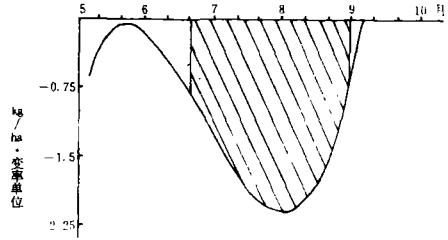


图5 22年5·1~9·10日
13旬降水分布对旱田产量影响

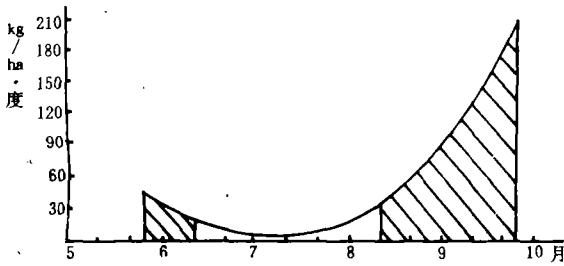


图6 1969~1990年5·20~9·30日
14旬气温对水稻产量影响

水稻产量影响也很显著,单相关 $r = 0.7675^{**}$ 。将以上各因素主要作用时间区段值输入计算机在5%显著水平下进行逐步回归运算,建立了可靠性较强的多元线性回归方程:

$$Y = -8096.55 + 472.65x_1 - 19.35x_2 + 50.4x_3$$

$$F=23.87^{**} \quad R=0.8939^{**}$$

x_1 为8月10日至9月30日平均气温, x_2 为7月10日至9月10日旬间平均降水变率, x_3 为初霜期。这三项气象因子是作用于水稻产量的主要气象限制因子。

由方程可算得,一般减产年生育后期日平均气温 x_1 在17℃以下,生育中、后期旬间降水变率大于60%,初霜期在9月17日前出现,丰歉年水稻每公顷产量相差2300公斤左右。从方程可看出,温度对水稻产量影响极为显著,生育后期平均气温每下降1度,水稻每公顷产量可减少470公斤。

三、气象灾害的发生类型及频率

(一)旱田作物气象灾害的发生类型及频率

统计的22年中,影响旱田产量的三项主要气象限制因子都对作物不利的年份共发生两年,为1969和1989年,都是减产年,发生频率为9.1%。两种限制因子不利的年份共发生7年,有6年是减产年;其中后期低温,雨季(6·20~8·31日)降水不均发生3年,为1972,1976和1980年,发生频率为13.6%;降水分布不均与中期降水过多同时发生4年,为1981,1985,1986和1973年,发生频率为18.2%,两年是减产年;旱田气象灾害总的发生频率为40.9%。只发生一种气象限制因子不利的年份有8年,发生频率为36.4%,无减产年;三种气象限制因子对作物都有利的年份有3年,为1978,1984和1990年,发生频率为13.6%,都是丰收年。

由以上分析可以认为,只有两种以上气象限制因子不利同时发生才能构成气象灾害。只一种不利往往是形成平年的气象条件,两种以上有利才是形成丰收的气象条件。

(二)水稻气象灾害发生类型及频率

统计的22年中,影响水稻产量的三项气象限制因子都不利的年份共发生4年,为1972,

象产量标准差10%为标准,并结合单相关分析进一步确定两项主要气象因素中起主要作用的时间区段为:8月10日至9月30日水稻灌浆成熟期平均气温,与气象产量单相关系数 $r = 0.7583^{**}$;5月20日至6月30日分蘖期平均气温,单相关 $r = 0.2270$;7月10日至9月10日生育中后期旬间平均降水变率,单相关 $r = -0.5775^{**}$;初霜期对

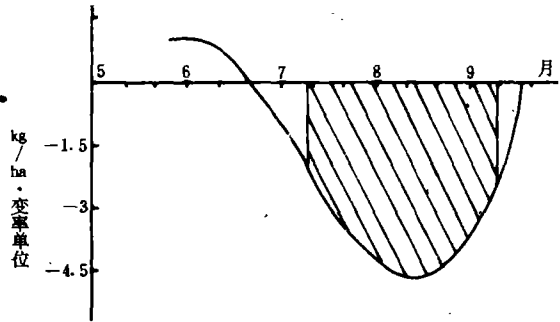


图7 22年5·1~9·30日
15旬平均降水变率对水稻产量影响

1976, 1977和1989年,发生频率为18.2%,都是减产年。只两种不利共发生4年,3年是减产年,其中以后期低温,降水分布不均同时发生影响较大,发生频率是13.6%,为1969, 1980和1973年;低温、早霜同时发生1年,为1979年,发生频率为4.6%;两种因子不利年份的发生频率共为18.2%。

只一种限制因子不利发生7年,发生频率为31.8%,其中两年是减产年。三项因子都有利发生5年,为1975, 1978, 1982, 1984和1990年,都是丰收年,发生频率为22.7%。因此,只有两种以上气象限制因子对水稻不利同时发生才能构成较严重气象灾害,其中以低温、早霜、中后期降水不均同时出现威胁最大,其次是低温,中后期降水不均同时发生。

四、抗御气象灾害的主要措施

(一)扩种高产、中熟、适应性强品种

县内每3年可能发生一次低温,内涝,降水不均,早霜危害,尤其近20年随着中晚熟品种面积的扩大对气象因素反应更为敏感。因此,在品种选用上应以中熟、高产、抗病品种为主,搭配中熟或中早熟品种。县内旱田易涝面积2万公顷,在品种选用上还应注意抗涝性鉴定,以增强推广品种适应能力。

(二)培肥土壤,提高氮、磷比例

培肥土壤是减轻气象灾害的有效措施,永吉县50年代土壤有机质含量为2.44%,而80年代测定为2.2%,由于施用有机肥逐年减少,有机质含量呈下降趋势,减弱了抗灾能力。因此,应大力提倡增施有机肥,逐步恢复土壤肥力。

增施磷肥,提高氮、磷比例也是减轻气象灾害的有效措施,县内土壤速效磷含量平均只有6.1ppm,近40年统计表明,施肥氮、磷比例由50年代1:0.007提高到现在的1:0.25左右,粮豆产量显著提高,所以,应增施磷肥,提高氮、磷比例,高产地块应增施钾肥。

(三)加强林业建设,增加森林覆盖面积

全县境内多丘陵、坡岗地,往往由于暴雨造成严重水土流失和内涝。植树造林,增加林木覆盖面积是减轻水土流失,预防洪涝灾害和雹灾,形成农业生产良好生态环境的有效措施。因此应切实抓好植树造林工作,减少砍伐,逐年增加林木覆盖率。

(四)加强水利设施建设

加强水利设施建设是减轻洪涝灾害以及旱灾的有效措施,首先应加强和完善现有水利设施的维护工作,以保证其充分发挥作用。在涝区进一步建立和完善排水工程,控制迳流。还应大力加强补修、加固沿江、河危险堤段,提高抗洪能力。

参 考 文 献

(1)东北冷害科研协作组,东北部延迟冷害分布规律,《中国农业科学》,1986,2。

(2)丁希泉,《多元回归在农业科学中应用》,吉林省农业局翻印,1979。