

水稻年度间产量与生长季气象因子的相关分析

王明珠 王勛 陈思哲 邹汶倩 黄旭阳

金湖县气象局

DOI:10.12238/as.v6i6.2310

[摘要] 采用2012–2022年金湖水稻生长季的气象和产量资料,分析气象因子对水稻产量年际间变化的影响,针对气象因子(日平均气温、日最高气温、日最低气温、日降水量、日照时数、日平均相对湿度、日平均风速、月日降水量 $\geq 0.1\text{mm}$ 日数、日平均5cm地温、日平均10cm地温等),对年际间水稻生长季,生育关键期的变化特征、趋势及其与产量之间的综合分析。结果表明,不同年份气象因子对金湖县产量的影响不同。11年来年际间水稻产量与月日降水量 $\geq 0.1\text{mm}$ 日数,日均相对湿度之间呈显著负相关关系;水稻秧苗期,日最高气温与产量之间呈显著正相关关系;水稻抽穗灌浆期最高气温与产量有着显著的正相关关系,降水量、月日降水量 $\geq 0.1\text{mm}$ 日数、日均相对湿度与产量呈显著负相关关系。

[关键词] 水稻; 气象因子; 产量; 相关性; 逐步回归

中图分类号: S511.5 文献标识码: A

Correlation analysis between annual yield and meteorological factors during the growing season of rice

Mingzhu Wang Xu Wang Sizhe Chen Wenqian Zou Xuyang Huang

Jinhu County Meteorological Bureau

[Abstract] The meteorological and yield data of the jinhu rice growing season from 2012 to 2022 were used to analyze the influence of meteorological factors on interannual variation of rice yield, and comprehensively analyze the meteorological factors (daily average temperature, daily maximum temperature, daily minimum temperature, sunshine hours, daily average relative humidity, daily average wind speed, daily average temperature of 5cm, daily temperature of 10cm, etc.). The results showed that the effects of meteorological factors on yield in Jinhu County was different in different years. In the past 11 years, there was a significant negative correlation between rice yield and daily precipitation of 0.1mm; in the rice seedling period, the maximum temperature and yield in the rice heading and filling period, including precipitation, 0.1mm, average daily relative humidity and yield.

[Key words] rice; meteorological factor; yield; correlation; gradual regression

引言

分析气象因子对年际间水稻产量的影响发现: 金湖11年来水稻单产年际波动较大, 单产最高值为2012、2019年的 $9240\text{kg}/\text{hm}^2$, 最低值为2016年 $7888\text{kg}/\text{hm}^2$, 综合分析, 11年以来总体气象条件对水稻单产影响较小, 但极端天气如2016年持续连阴雨天气对水稻单产影响极大。

水稻产量与选种、气象因子、田间管理等因素密切相关。光照、水分、热量等气象条件是农业气候资源最重要因子, 对水稻生产非常重要。而水稻产量又在一定气象条件下出现, 一些专家们对此有许多研究成果^[1-3]。

金湖县位于北纬 $32^{\circ} 47' \sim 33^{\circ} 13'$, 东经 $118^{\circ} 53' \sim 119^{\circ} 22'$, 是著名的鱼米之乡, 水稻是主要的秋熟作物。各气象因子对

水稻年际间产量的波动都存在不同程度的影响, 低温、连阴雨、寡照等极端气象因子对农业生产的影响尤为显著。表现为降水多, 持续连阴雨天气, 对水稻会造成籽粒不饱满, 降低稻穗千粒重, 延迟成熟, 部分早熟水稻倒伏而降低产量。

1 材料与方法

1.1 资料来源

本文研究2012–2022年内金湖国家基本气象站数据, 包括日平均气温、日最高气温、日最低气温、日降水量、日照时数、日平均相对湿度、日平均风速、月日降水量 $\geq 0.1\text{mm}$ 日数、日平均5cm地温、日平均10cm地温等逐日气象资料。2012–2022年间水稻产量数据及水稻生长情况调研分析来源金湖植保站和《金湖年鉴》。本研究中水稻全生育期为5月1日至10月30日, 根据农

表1 年际间水稻产量与水稻生长季气象因子之间相关系数

| | 平均值 | 标准差 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|-------|---------|----|
| 产量(1) | 8780.091 | 508.328 | 1 | | | | | | | | | | | |
| 日平均气温(2) | 23.573 | 0.500 | 0.309 | 1 | | | | | | | | | | |
| 日最高气温(3) | 27.918 | 0.638 | 0.497 | 0.941** | 1 | | | | | | | | | |
| 日最低气温(4) | 19.927 | 0.441 | 0.044 | 0.897** | 0.716* | 1 | | | | | | | | |
| 降水量(5) | 720.936 | 206.564 | -0.340 | -0.372 | -0.563 | -0.023 | 1 | | | | | | | |
| 日照时数(6) | 1121.655 | 116.150 | 0.029 | 0.241 | 0.380 | 0.045 | -0.518 | 1 | | | | | | |
| 月日降水量≥0.1mm日数(7) | 59.273 | 11.481 | -0.773** | -0.523 | -0.728* | -0.195 | 0.719* | -0.328 | 1 | | | | | |
| 日均相对湿度(8) | 79.636 | 4.007 | -0.731* | -0.280 | -0.580 | 0.102 | 0.735** | -0.532 | 0.828** | 1 | | | | |
| 日平均地表温度(9) | 27.509 | 0.867 | 0.402 | 0.843** | 0.916** | 0.636* | -0.481 | 0.479 | -0.578 | -0.555 | 1 | | | |
| 日平均风速(10) | 2.118 | 0.357 | 0.022 | 0.249 | 0.112 | 0.333 | -0.100 | -0.181 | -0.187 | 0.250 | -0.075 | 1 | | |
| 日平均5cm地温(11) | 26.255 | 0.735 | 0.374 | 0.932** | 0.937** | 0.754** | -0.452 | 0.261 | -0.541 | -0.400 | 0.945** | 0.121 | 1 | |
| 日平均10cm地温(12) | 25.955 | 0.750 | 0.407 | 0.935** | 0.941** | 0.757** | -0.447 | 0.247 | -0.551 | -0.415 | 0.945** | 0.093 | 0.997** | 1 |

业部门根据当地的经验将水稻生育期分为4个时期: 秧苗期(5月1日至6月15日)、分蘖期(6月16日至7月20日)、拔节孕穗期(7月21日至8月31日)、抽穗灌浆期(9月1日至10月31日)。本文考虑水稻生长的其它条件相同的情况下, 不考虑土地的面积、栽插方式、农业政策等其他因素。

1. 2 统计分析方法

利用Excel整理数据, 运用SPSS 22统计分析软件进行分析, 计算水稻生长季相应的时期的日平均气温、日最高气温、日最低气温、日降水量、日照时数、日平均相对湿度、日平均风速、月日降水量(≥0.1mm)日数、日平均5cm地温、日平均10cm地温等。计算各气象要素与产量之间的相关系数。

2 结果与分析

2.1 金湖县水稻产量与年同比增长率

图1表明, 近11年来金湖水稻产量均有所增加, 尤其在2017年以后增加最明显, 2015年水稻产量急剧下降, 2016年出现水稻单产最低点, 据《金湖年鉴》记载, 减产是因为水稻条纹叶枯病, 抽穗灌浆期稻纵卷叶螟发生严重, 同时2016年水稻生长季日降水量≥0.1mm日数达到79天, 降水量905.9毫米, 水稻生长季气象条件表现为降水多, 持续连阴雨天气, 对全县水稻造成籽粒不饱满, 降低稻穗千粒重, 延迟成熟, 部分早熟水稻倒伏而降低产量。低温阴雨寡照天气, 使纹枯病和稻瘟病等病源的蔓延发生。

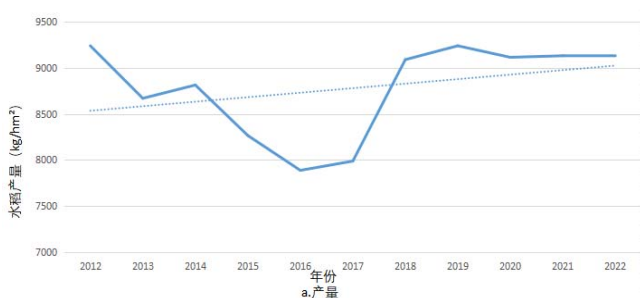


图1 金湖县年季间水稻产量与同比增长率变化

2.2 水稻全生育期年际间气象因子变化趋势分析

金湖县11年来年际间日平均气温、日最高气温、日最低气温、日平均风速、日平均地表温度、日平均5cm地温、日平均10cm地温等整体呈波动式上升趋势, 降水量、日照时数、月日降水量≥0.1mm日数、日均相对湿度等整体呈波动式下降趋势, 气象因子不同, 年际间均有差异。

2.3 年际间水稻产量与水稻生长季气象因子之间相关性与回归分析

由表1可知, 2012-2022年金湖县单面积水稻产量与气象因子的相关性存在一定的差异, 其中产量与月日降水量≥0.1mm日数, 日均相对湿度共2项之间全部均呈现出显著性, 相关系数值分别是-0.773, -0.731, 全部均小于0, 意味着产量与月日降水量≥0.1mm日数, 日均相对湿度共2项之间有着负相关关系。同时, 其余项之间没有呈现出显著性, 相关系数值接近于0, 说明之间并没有相关关系。

由表2可知, 将日平均气温, 日最高气温, 日最低气温, 降水量, 日照时数, 月日降水量≥0.1mm日数, 日均相对湿度, 日平均风速, 日平均地表温度, 日平均5cm地温, 日平均10cm地温作为自变量, 而将产量作为因变量进行逐步回归分析, 经过模型自动识别, 最终余下月日降水量≥0.1mm日数一共1项在模型中, R方值为0.598, 意味着月日降水量≥0.1mm日数可以解释产量的59.8%变化原因。而且模型通过F检验(F=13.395, p=0.005<0.05), 说明

模型有效。另外,针对模型的多重共线性进行检验发现,模型中VIF值全部均小于5,意味着不存在着共线性问题;并且D-W值为2.157,在数字2附近,因而说明模型不存在自相关性,样本数据之间并没有关联关系,模型较好。最终具体分析可知:

月日降水量 ≥ 0.1 mm日数的回归系数值为-34.241($t=-3.660$, $p=0.005<0.01$),意味着月日降水量 ≥ 0.1 mm日数会对产量产生显著的负向影响关系。说明月雨日数是影响金湖先水稻单位面积产量的重要因素。

表2 年际间水稻生长季内气象因子对水稻产量的回归分析

| 项目 | 金湖县 |
|----------|---|
| 多元逐步回归方程 | $Y = 10809.667 - 34.241 X$ ($R^2=0.598, F(1,9)=13.395, p=0.005$) |
| 标准误差 | 563.925 |

注:Y代表水稻产量(kg/hm^2);X代表月日降水量 ≥ 0.1 mm日数(d)。

2.4年际间水稻产量与水稻不同生育期内气象因子之间相关性与回归分析

本文研究水稻生长季分为:秧苗期(5月1日至6月15日)、分蘖期(6月16日至7月20日)、拔节孕穗期(7月21日至8月31日)、抽穗灌浆期(9月1日至10月31日)4个关键期。由水稻秧苗期可知,日平均气温、日最低气温、降水量、日照时数、月日降水量 ≥ 0.1 mm日数、日均相对湿度、日平均风速、日平均地表温度、日平均5cm地温、日平均10cm地温等对产量的波动无显著性影响,日最高气温与产量呈正相关关系,相关系数为0.603。由水稻分蘖期、拔节孕穗期,气象因子对产量的波动均无显著性影响。由抽穗灌浆期可知日平均气温、日最低气温、日照时数、日平均风速、日平均地表温度、日平均5cm地温、日平均10cm地温等对产量的波动无显著性影响,最高气温与产量有着显著的正相关关系,相关系数为0.602;降水量、月日降水量 ≥ 0.1 mm日数、日均相对湿度与产量呈显著负相关关系,相关系数分别为-0.750、-0.902、-0.729。

水稻分蘖期、拔节孕穗期生长季气象因子对年际间水稻产量没有显著性影响,回归失败,无法形成回归方程。金湖县水稻秧苗期 $R^2=0.363$,意味着日最高气温可以解释产量的36.3%变化原因,回归系数值为266.109,说明日最高气温会对产量产生显著的正向影响关系。水稻抽穗灌浆期 $R^2=0.814$,意味着月日降水量 ≥ 0.1 mm日数可以解释产量的81.4%变化原因,回归系数值为-65.682,说明月日降水量 ≥ 0.1 mm日数会对产量产生显著的负向影响关系。

3 结论与讨论

各气象因子对水稻年际间产量的波动都存在不同程度的影响,低温、连阴雨、寡照等极端气象因子对农业生产的影响尤为显著。本文研究中2015、2016和2017年的水稻产量因极端天气的发生而减产与之相符合。本文研究中其他气象因子对水稻产量波动影响较小。可能也与选取的品种、栽培条件及当年的农业政策有关。另外气象因子的选取虽具有一定的代表性,但难免存在一些遗漏,不能充分反映本地极端气候的变化。因此,要更加重视气象因子对农作物产量的影响,特别是水稻生育后期的低温冷害、连阴雨、高温高湿、寡照、暴雨、大风等气象灾害的发生,农业部门和种植大户也要及时关注气象部门发布的预测预警,利用好气候资源和农业措施降低水稻年际间产量的波动。

[参考文献]

- [1]黄大明,丁宏大,顾见勋,等.杂交中籼稻年度间产量波动与气象要素的相关性分析[J].中国稻米,2018,24(3):55-57.
- [2]周威,王亚,方的,等.湘西州1960--2017年气候变化及对农业的影响[J].中国农学通报,2018,34(24):128-134.
- [3]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.

作者简介:

王明珠(1989--),女,汉族,江苏省淮安市人,本科,工程师,研究方向:农业气象。