

基于 SPEI 的濮阳市夏玉米干旱

天气指数保险研究

董建设

(濮阳市气象局, 河南 濮阳 457000)

关键词: 夏玉米; 干旱; 天气指数; 保险费率

1 资料与方法

1.1 资料来源

本文 1991-2020 年濮阳市 5 个气象站点逐日观测数据和玉米产量数据, 借助 Excel、Eviews、R 等软件, 采用常规统计方法, 对玉米产量数据、生长观测数据和天气指数模型进行处理。

1.2 干旱天气指数

本文选取标准化降水蒸散指数 SPEI 作为衡量濮阳夏玉米干旱程度的指标, 它既融合了降水和温度对区域干旱的影响, 又具有多时间和空间尺度的特性, 能有效反映不同区域的旱涝状况。

1.2.1 参考作物蒸散量

参考作物蒸散量 (reference crop evapotranspiration) 是指供水充分条件下满足参考作物的潜在蒸散量。逐日参考作物蒸散量采用联合国粮农组织 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 1998 年修正的标准 Penman-Monteith 公式计算, 公式如下。

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{\text{mean}} + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

1.2.2 SPEI 计算

a. 计算潜在蒸散量与逐月降雨量的差值 D_i : $D_i = P_i - ET_i$ (2)

b. 构建水分盈亏累积序列, 采用 log-logistic 概率分布函数, 并对概率密度进行标准化处理, 计算出对应的 SPEI 值:

1

$$I = \begin{cases} \omega - \frac{C_0 + C_1\omega + C_2\omega^2}{1 + d_1\omega + d_2\omega^2 + d_3\omega^3} & P \leq 0.5 \\ -\left(\omega - \frac{C_0 + C_1\omega + C_2\omega^2}{1 + d_1\omega + d_2\omega^2 + d_3\omega^3}\right) & P > 0.5 \end{cases} \quad (3)$$

1.3 气象产量与减产率

运用 H-P 滤波法分离出相对气象产量作为减产率，减产率为相对气象产量为负值的序列。将 $\leq -5\%$ 视为减产年。

1.4 干旱风险评估

玉米干旱风险选用致灾因子危险性来衡量发生干旱灾害的可能性。一般用干旱频率(F)和干旱强度(Q)的乘积来表示玉米全生育期干旱致灾因子危险性(E)，暂不考虑其他影响因素。

$$E = F \times Q \quad (4)$$

1.5 纯费率

本文利用干旱灾害风险评估的结果，设计修订保险费率。纯费率(R)等于投保作物单位面积灾害损失率的数学期望 $E(\text{loss})$ ，利用灾害损失率和其发生的概率统计得出。

$$R = E(\text{loss}) = \sum L_i \times P_i, \quad i > q \quad (5)$$

2 结果与分析

2.1 SPEI 指数特征变化

根据 SPEI 干旱指数定义，由图 1 可知，1991-2020 年濮阳地区夏玉米生长季共出现了 12 次不同程度的干旱，干旱发生率为 40%，其中 1997、2001 年出现了特旱、1999、2002、2011、2014、2020 出现了中旱，1995、2012、2015-2016、2019 出现了轻旱；夏玉米生长季月度轻旱 21 次、月度中旱 11 次、月度重旱 5 次，月度特旱 2 次。

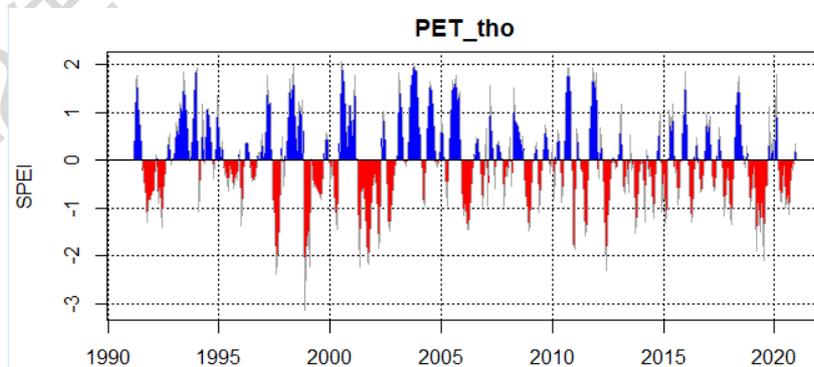


图 1 1991-2020 年濮阳夏玉米 SPEI 干旱指数变化特征

2.2 干旱天气指数模型的建立

通过对减产数据分析，筛选样本数据。对 12 组样本数据与之对应的干旱天

气指数和减产率进行回归分析，得出濮阳夏玉米干旱天气指数模型如下：

$$y = -16.333x - 0.6984 \quad (6)$$

其中， y 为减产率（单位：%）， x 为夏玉米干旱天气指数，回归方程通过了 0.05 的显著性水平检验，拟合程度高。

2.3 干旱风险评估

致灾因子危险性一般由强度和频次来决定，一般情况下，强度越大、频次越高，致灾因子所造成的损失越严重，那么相应的灾害风险也就越大^[10]，本文选取干旱发生概率作为夏玉米干旱危险性致灾因子。

表 1 濮阳地区干旱风险评估结果

气象站点	致灾因子危险性
南乐县	0.219
清丰县	0.201
濮阳县	0.185
范县	0.179
台前县	0.167

2.4 濮阳地区夏玉米干旱天气指数保险的赔付标准

根据实地调研，目前玉米的市场价格为 2.8 元/千克，濮阳市地区正常年份玉米亩产可达 450 千克以上，即每公顷玉米产值可达 18900 元以上。由表 1 可知干旱导致玉米减产率最高为 36.9%，按照正常产值计算，则干旱最高导致玉米每公顷损失 6974 元，即保险金额为 6974 元/hm²，在设定干旱指数等于 -0.5 为赔付触发值时，计算出赔付标准，见表 2

表 2 濮阳地区夏玉米干旱指数赔付标准表

夏玉米干旱天气指数	相对减产率%	赔付值（元/hm ² ）
-0.4	5.8	0
-0.5	7.5	1411
-0.6	9.1	1720
-0.7	10.7	2029
-0.8	12.4	2338
-0.9	14.0	2646
-1.0	15.6	2955
-1.1	17.3	3264
-1.2	18.9	3572
-1.3	20.5	3881

-1.4	22.2	4190
-1.5	23.8	4498
-1.6	25.4	4807
-1.7	27.1	5116
-1.8	28.7	5424
-1.9	30.3	5733
-2.0	32.0	6042
-2.1	33.6	6351
-2.2	35.2	6659
-2.3	36.9	6968

2.5 夏玉米干旱天气指数保险费率厘定和修订

根据已经确定的夏玉米干旱天气指数小于-0.5 为起赔点, 利用式(6), 可计算得到濮阳夏玉米干旱天气指数纯保险费率为7.2%, 纯保费=保险金额×纯保险费率=502 元/hm²。

为保障设计的产品相对公平、承保公司的财务安全并有适当的利润, 参考史培军等^[12]给出的方案, 将风险附加费率的最高值定位2%, 即风险评估高的地区, 可附加2%的风险费率。修订后的夏玉米干旱天气指数纯保险费率为7.2%~9.2%, 单位面积保费为502~642 元/hm²。

3 参考文献

- [1] 陈盛伟, 张宪省. 农业气象干旱指数保险产品设计的理论框架[J]. 农业技术经济, 2014 (12): 32-38.
- [2] 杨太明, 刘布春, 孙喜波, 等. 安徽省冬小麦种植保险天气指数设计与应用[J]. 中国农业气象, 2013, 34 (2): 229-235.
- [3] 牛浩. 农业指数类保险产品研究与适宜性选择分析: 以山东省玉米为例[D]. 泰安: 山东农业大学, 2017.
- [4] 李琴英, 黄伟洁. 河南省玉米区域产量保险费率厘定实证研究[J]. 保险研究, 2018 (2): 85-101.
- [5] 马晓群, 姚筠, 许莹. 安徽省农作物干旱损失动态评估模型及其试用[J]. 灾害学, 2010, 25 (1): 13-17.
- [6] 李喜平. 河南省夏玉米生长季水分供需时空变化特征[J]. 干旱气象, 2013, 31 (4): 796-802.
- [7] 聂荣, 宋妍. 农业气象指数保险研究与设计—基于辽宁省玉米的面板数据[J]. 东北大学学报(社会科学版), 2018, 20 (3): 262-268.
- [8] 曲思邈, 王冬妮, 郭春明, 等. 玉米干旱天气指数保险设计—以吉林省为例[J]. 气象与环境学报, 2018, 34 (2): 92-99.
- [9] 杨太明, 许莹, 孙喜波, 等. 安徽省夏玉米干旱天气指数保险产品设计与应用[J]. 气象, 2016, 42 (4): 450-455.
- [10] 任义方, 赵艳霞, 王春乙. 河南省冬小麦干旱保险风险评估与区划[J]. 应用气象学报, 2011, 22 (5): 537-548.

- [11] 马玉妍. 黄淮海地区夏玉米干旱灾害危险性评估与区划. 哈尔滨师范大学硕士学位论文, 2015. 6
- [12] 史培军, 王静爱, 叶涛, 等. “全国种植业保险区划” 研究报告[R]. 北京. 中国保险监督管理委员会, 2011.
- [13] 马建勇, 许吟隆, 潘婕. 基于 SPI 与相对湿润度指数的 1961-2009 年东北地区 5-9 月干旱趋势分析[J]. 气象与环境学报, 2012, 28 (3): 90-95.
- [14] 中保网. 中华联合财险—玉米干旱气象指数保险 (适用于北京市) [EB/OL]. (2015-12-18)
[2017-06-07]. http://www.sinoins.com/zt/2015-12/18/content_178604.htm.
- [15] 吴利红, 娄伟平, 姚益平, 等. 水稻农业气象指数保险产品的设计—以浙江省为例[J]. 中国农业科学, 2010, 43 (23): 942-950.
- [16] 曹雯, 成林, 杨太明, 等. 河南省冬小麦拔节-抽穗期干旱天气指数保险研究[J]. 气象, 2019, 45 (2): 74-281.
- [17] 方文松, 刘荣花, 马志红, 等. 河南省冬小麦干旱评估指标初探[J]. 气象与环境科学, 2008, 31 (3): 2-14.
- [18] 赵自强, 程飞, 常晓鹏. 河南省夏玉米干旱天气指数保险研究[J]. 河南教育学院学报(自然科学版), 2019, 28 (3): 27-31.
- [19] 基于降水距平的黄淮平原夏玉米干旱评估指标研究[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30 (3): 252-256.
- [20] 薛昌颖, 马志红, 胡程达. 近 40a 黄淮海地区夏玉米生长季干旱时空特征分析[J]. 自然灾害学报, 2016, 25 (2): 2-14.
- [21] 温克刚, 庞天荷. 中国气象灾害大典(河南卷) [M]. 北京: 气象出版社, 2005: 71-81.
- [22] 张运福, 房一禾, 龚强. 基于 SPEI 指数的辽宁省生长季干旱时空特征[J]. 生态学杂志, 2017, 36 (1): 190-197.

2022年气候预测与气象灾害论坛