



史风梅,裴占江,卢玢宇,等. 黑龙江省农业干旱灾害时空变化特征研究[J]. 黑龙江农业科学,2019(7):18-23,24.

# 黑龙江省农业干旱灾害时空变化特征研究

史风梅,裴占江,卢玢宇,王 粟,高亚冰,刘 杰

(黑龙江省农业科学院 农村能源研究所/农业部种养循环重点实验室/黑龙江省秸秆能源化重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为促进黑龙江省农业发展,利用 Mann-kendall 检验、Morlet 小波法和 GIS 软件对黑龙江省 1986-2015 年的农业干旱灾害数据进行了分析,研究了农业干旱灾害的时空变化特征。结果表明:在 1986-2015 年,黑龙江省受干旱影响的面积最大,由其造成的受灾面积约占总受灾面积的 50% 以上。农业干旱导致的农业受灾率和成灾率总体呈下降趋势,但下降趋势不明显,发生中度干旱、轻度干旱、特大干旱和重度干旱的年数依次减少。通过 Morlet 小波分析可知,干旱受灾率在 1986-2015 年间呈周期性变化,变化的周期分别为 3、5 和 14 a,其中 14 a 为变化主周期。在 2016-2020 年,黑龙江省干旱受灾率处于负相位,但有发生干旱灾害的可能,需要有关部门提前进行水利设施的维修、维护,做好防旱部署。通过 GIS 软件对基于降水距平百分率和受灾率的干旱指数进行模拟可知,黑龙江省西南部是干旱高危害区,须同时做好春旱和夏旱的防治工作。

**关键词:**农业气象灾害;时空变化特征;M-K 法;Morlet 小波法;干旱

因地理位置和气候特征不同,影响黑龙江省农业生产的气象灾害有 20 多种,其中干旱的危害较大<sup>[1-3]</sup>。在 1987-2006 年,洪涝、干旱和低温冷害为黑龙江省的主要气象灾害,旱灾与涝灾的发生呈周期性变化<sup>[4]</sup>。因黑龙江省是我国重要的农业大省和商品粮基地,干旱对其经济发展和粮食安全影响巨大<sup>[5-7]</sup>。郭丽娜等<sup>[4]</sup>研究表明旱灾对黑龙江省粮食产量的影响显著,影响程度高于水灾。仅 1982 年,黑龙江全省受旱灾影响,粮食减产 39.33 亿 kg,使部分企业停产,造成 8.98 亿的产值损失<sup>[8]</sup>。2000 年,黑龙江省因干旱导致粮食减产 62 亿 kg,受灾人数 869.7 万人,73 万余头牲畜饮水困难,直接经济损失 80 亿元<sup>[8]</sup>。1984-2007 年,黑龙江省平均每年发生 19.6 次干旱,因其导致的经济损失达到了 82 329.7 万元<sup>[2]</sup>。干旱指标可用来进行旱情的表征、分析和对比。常用的指标有降水距平百分率<sup>[9]</sup>、Z 指数<sup>[9]</sup>、标准化降水蒸散指数<sup>[10]</sup>、标准化降水指数 SPI<sup>[11]</sup>、受(成)灾率<sup>[12-13]</sup>等。目前,已发表的关于黑龙江省旱灾的文献存对干旱变化的时频特征研究较少,

且干旱指数计算大多基于降水量,很少将其与干旱实际受灾情况结合起来的问题<sup>[3,14-16]</sup>。因此,本文利用 M-K 和 Morlet 小波法详细研究了 1986-2015 年干旱灾害受灾率的时频变化情况,然后基于降水距平百分率与干旱受灾率之间的关系,计算干旱指数,利用 GIS 软件拟合分析干旱危害的空间分布特征,可清楚、真实地表达黑龙江省干旱灾害多时间尺度的变化规律和空间分布特征,从而达到为黑龙江省的农业发展服务的目的。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

本文所用黑龙江 31 各站点的降水数据由黑龙江省气象站提供,干旱灾害数据来源于《中华人民共和国农业农村部种植业管理司历史自然灾害数据库》<sup>[17]</sup>。受灾面积和成灾面积分别为农作物产量比正常年份减少 1 成以上和 3 成以上的面积,受灾率和成灾率分别为农作物受灾面积和成灾面积与播种面积的比值<sup>[18]</sup>。二者能较为客观地反映旱灾灾情的轻重程度<sup>[19]</sup>。

### 1.2 方法

本文利用 Mann-Kendall 法<sup>[20]</sup>(M-K 法)和 Morlet 小波法<sup>[20-21]</sup>对 1986-2015 年黑龙江省的旱灾农业数据进行分析,研究干旱灾害受灾率的时间变化趋势和特征。结合年降水数据,计算干旱危害指数。

结合降水数据计算干旱危害指数,研究表明降水距平百分率、Z 指数、标准化降水指数得到的

收稿日期:2019-01-20

基金项目:中国清洁发展机制基金赠款项目(2014101)。

第一作者简介:史风梅(1972-),女,博士,助理研究员,从事气候变化对农业生产的影响研究。E-mail: ocean-water@126.com。

通讯作者:刘杰(1974-),男,博士,研究员,从事气候变化对农业生产的影响研究。E-mail: liujie1677@163.com。

旱涝情况与干旱实际发生情况较一致,但降水距平百分率计算和使用更为简单<sup>[22]</sup>。祖世亨等<sup>[23]</sup>的研究表明黑龙江农业主要受春旱和夏旱的影响,影响时段为 5-8 月。结合《干旱评估标准》,本文利用各黑龙江省 31 个站点 1986-2015 年的 4-8 月降水数据计算降水距平百分率<sup>[22]</sup>。降水距平百分率的计算方法如下<sup>[24]</sup>:

$$R_i(\%) = \frac{p_i - \bar{p}}{\bar{p}} \times 100 \tag{1}$$

其中, $R_i$ -第  $i$  年降水距平百分率, $P_i$ -第  $i$  年实际降水, $\bar{p}$ -降水平均值。

参照《干旱评估标准》中的指标(见表 1)<sup>[25]</sup>,得到各站点发生各级别干旱灾害的次数,然后利用黑龙江省干旱受灾率与各灾害级别次数进行多元线性拟合,得到:

$$Y = a_0 + a_1 N_1 + a_2 N_2 + a_3 N_3 + a_4 N_4 \tag{2}$$

其中, $Y$ -干旱灾害受灾率, $\%$ ;  $a$ -常数; $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 和  $a_4$  分别为轻度、中度、严重和特大干旱灾害

系数,均 $\geq 0$ ;  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $N_4$  分别为省年轻度、中度、严重和特大干旱灾害次数。

则权重系数  $w_i$ ,单站年均干旱指数  $f$  和省年均干旱指数  $F$  可通过下式计算<sup>[26]</sup>:

$$w_i = \frac{a_i}{\sum_{i=1}^4 a_i} \tag{3}$$

$$f = \sum_{i=1}^4 w_i n_i / k \tag{4}$$

$$F = \sum_{i=1}^4 w_i N_i / M \tag{5}$$

其中, $w_i$ - $i$  级干旱的权重系数; $f$ ,  $F$ -分别为单站和省年均干旱指数; $n_i$ ,  $N_i$ -分别为单站和省  $i$  级别干旱发生的次数; $k$ ,  $M$ -分别为年数和站点个数。

然后利用 GIS 软件分析黑龙江省干旱指数的空间分布特征。

表 1 基于降水距平百分率的干旱等级划分

Table 1 Drought grade classification of precipitation anomaly percentage index

季节/月 Season/Months	计算时段 Time span/d	特大干旱 Extremely severe grade	严重干旱 Severe grade	中度干旱 Moderate grade	轻度干旱 Light grade
春季(3-5 月)	60	$R < -75$	$-75 \leq R < -65$	$-65 \leq R < -50$	$-50 \leq R < -30$
夏季(6-8 月)	30	$R < -80$	$-80 \leq R < -60$	$-60 \leq R < -40$	$-40 \leq R < -20$
秋季(9-11 月)	60	$R < -75$	$-75 \leq R < -65$	$-65 \leq R < -50$	$-50 \leq R < -30$
冬季(12-2 月)	90	$R < -55$	$-55 \leq R < -45$	$-45 \leq R < -35$	$-35 \leq R < -25$

## 2 结果与分析

### 2.1 黑龙江省主要的农业气象灾害

基于其所处的地理位置,黑龙江省主要的农业气象灾害有洪涝、干旱、低温冷害、风雹等<sup>[1-4]</sup>。黑龙江省因干旱洪涝、低温冻害、风雹等造成的农业受灾面积和成灾面积如图 1 所示。由图 1 可知,1986-2015 年,黑龙江省因洪涝、干旱、风雹和低温冷害造成的年平均农业受灾面积分别为 95.66,181.29,28.79 和 19.04 万  $\text{hm}^2$ ,占农业总受灾面积的 29.45%、55.82%、8.86%和 5.86%,农业成灾面积分别为 50.09、89.01、13.93 和 10.22 万  $\text{hm}^2$ ,占农业总成灾面积的 30.68%、54.5%、8.6%和 6.3%。因此,黑龙江省农业近 30 年来受干旱影响的面积最大,其次是洪涝灾害,该结果与文献所得结果一致<sup>[4,14]</sup>。

### 2.2 黑龙江省干旱年际变化特征

由图 2 可知,1986-2015 年干旱灾害受灾率

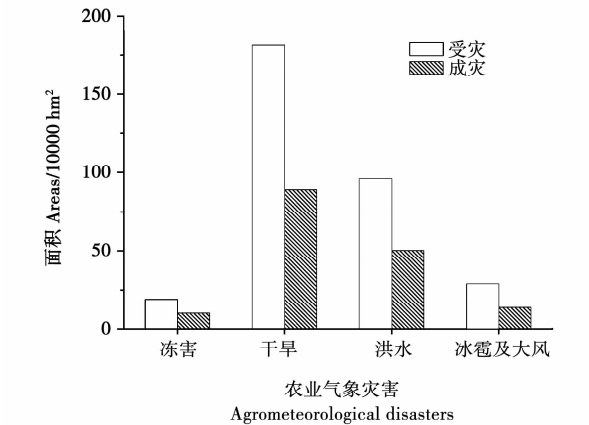


图 1 黑龙江省 1986-2015 年冷害、干旱、水灾和风雹的年平均受灾和成灾面积

Fig. 1 Average annual disaster area and hazard area of freeze injury, drought, flood and hail in Heilongjiang Province from 1986 to 2015

和成灾率呈现出一定的波动性,总体呈下降趋势,

下降速率分别为  $1.6\% \cdot 10\text{ a}^{-1}$  和  $0.6\% \cdot 10\text{ a}^{-1}$ , 受灾率较成灾率下降速度快。农业干旱灾害受灾率和成灾率在 1996-2010 年振荡幅度较大, 其中最高值为 54.6%, 出现在 2007 年, 在 2009 年之后干旱导致的农业受灾率普遍较低, 符合黑龙江省的气象灾情普查数据<sup>[27]</sup>。在 1990-1996 年和 2010-2015 年间振荡幅度较小。因此, 干旱主要发生在 1998-2010 年。根据黑龙江省抗旱规划等级划分<sup>[12]</sup>, 1986-2015 年, 黑龙江生共发生特大旱灾、重旱、中旱和轻旱各 6、2、10 和 8 a, 占有所有年

份 20.0%, 6.7%, 33.3% 和 26.7% (表 2)。平均每 5、15、3 和 3.75 a 即有 1 a 属于特旱、重旱、中旱和轻旱年份, 基本符合黑龙江省三年一小旱, 五年一大旱的特点<sup>[28]</sup>。特大干旱主要发生在 2001-2010 年, 重度干旱主要发生在 1991-2000 年, 中度干旱主要发生的时间段为 1991-1995, 2006-2010 和 2001-2005 年。轻度干旱主要发生于 2011-2015, 1986-1990, 1996-2000 年 (表 2)。因此, 在黑龙江省发生年数由多到少的干旱等级依次为中度干旱、轻度干旱、特大干旱和重度干旱。

表 2 基于成灾率的干旱等级划分及发生频率

Table 2 Classification and frequency of drought based on disaster rate

时间段 Time span	平均受灾率 Mean disaster rate/%	平均成灾率 Mean hazard rate/%	成灾年数 Number of disaster years			
			轻度干旱 (2%~5%)	中度干旱 (5%~10%)	重度干旱 (10%~15%)	特大干旱(≥15%)
			Light grade	Moderate grade	Severe grade	Extremely severe grade
1986-1990	14.83	7.01	2	1	0	1
1991-1995	18.25	8.33	1	3	1	0
1996-2000	20.33	10.63	2	1	1	1
2001-2005	26.07	12.69	0	2	0	2
2006-2010	26.09	13.2	0	3	0	2
2011-2015	4.00	1.81	3	0	0	0

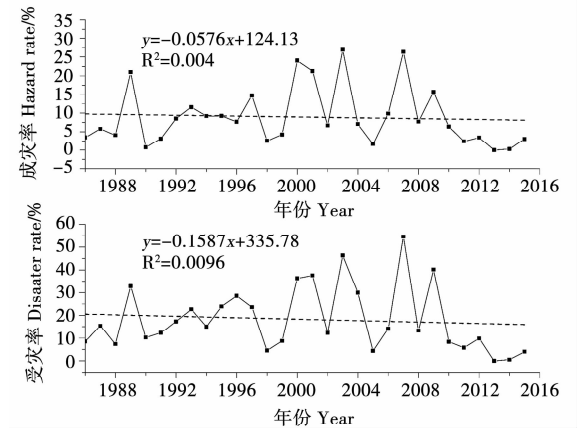


图 2 1986-2015 年黑龙江省干旱受灾率和成灾率的年际变化  
Fig. 2 Change of disaster rate and hazard rate of drought in Heilongjiang Province during 1986-2015

利用 M-K 法对黑龙江省 1986-2015 年农业干旱灾害数据进行了分析, 得到农业干旱灾害受灾率和成灾率的 Mann-kendall 统计量 S 和 Z 均小于 0, Z 值分别为 -0.96 和 -0.71, 绝对值均小于 1.64, 因此干旱灾害受灾率和成灾率均呈下降趋势, 但下降趋势不显著。对农业成灾率和受灾率进行线性拟合, 得到成灾率和受灾率之间的关系式: 成灾率  $y = 0.51x - 0.371$ ,  $R^2 = 0.85$ , 受灾

率与成灾率关系密切, 且趋势具有一致性<sup>[4]</sup>, 所以下面研究均基于干旱受灾率展开。

由图 3 可知, 农业干旱农业灾害受灾率在 2012-2013 年发生突变, UF 在 1989-2012 年间均大于零, 且 Z 值绝大多数小于 1.96, 表明旱灾受灾率在该期间呈上升趋势, 但上升趋势不显著, 其后呈下降趋势, 下降趋势亦不显著。

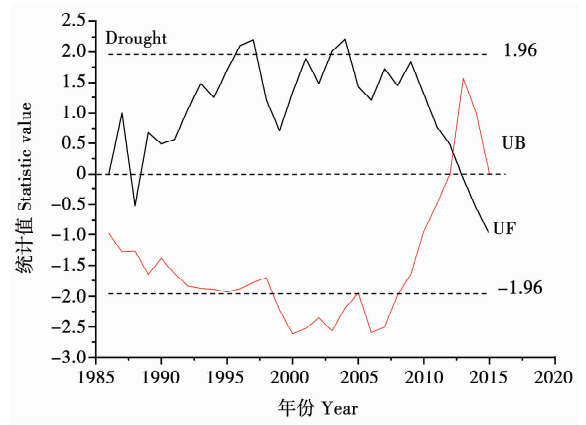


图 3 1986-2015 年黑龙江省干旱受灾率 M-K 突变检验结果  
Fig. 3 The M-K mutation test results of drought disaster rate in Heilongjiang Province during 1986-2015

黑龙江省的农业生产主要依赖自然降水。由图 4 黑龙江省近 30 年 4-8 月的降水及累积距平图可知,黑龙江省 4-8 月的降水整体增加趋势,且降水在 1986-1998、1999-2007 和 2008-2015 年分别是明显增加、下降和稍微增加的,与黑龙江省全年降水规律一致<sup>[29]</sup>。降水的增加及年际变化是导致黑龙江省干旱受灾率和成灾率下降,以及干旱主要发生于 1996-2010 年的主要原因。另外,近几年黑龙江省的水利设施和浇灌技术不断进步也使干旱受灾率和成灾率下降。

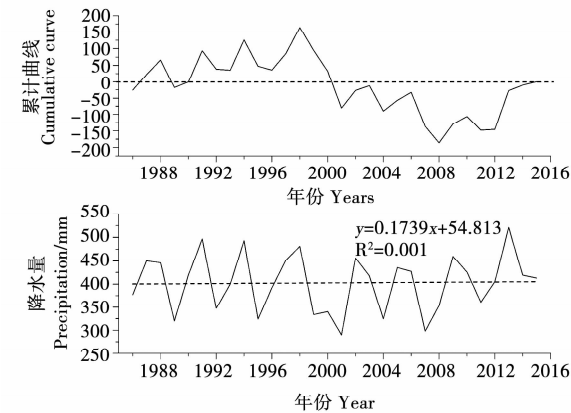
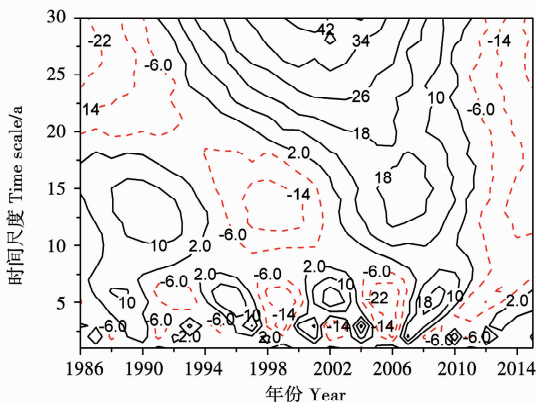


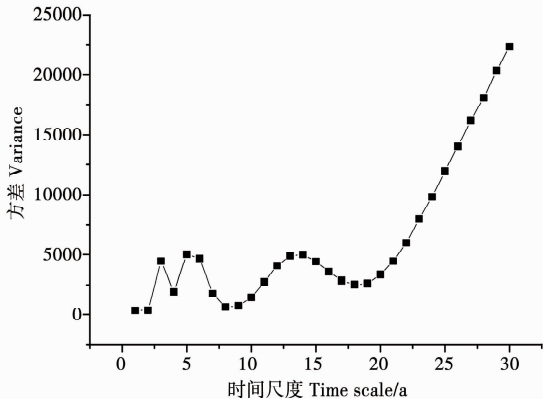
图 4 1986-2015 年黑龙江省 4-8 月降水及累积距平变化  
Fig. 4 Change of precipitation and cumulative anomaly from April to August in Heilongjiang Province during 1986-2015

2.3 黑龙江省农业气象灾害的小波分析

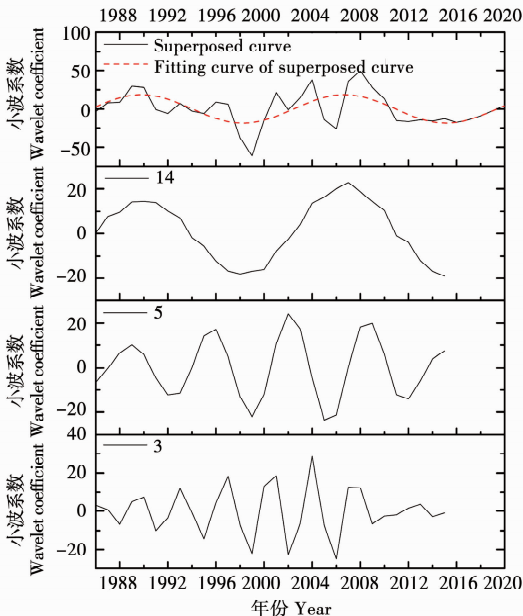
由小波系数等值线图 5a 可知,农业干旱灾害受灾率的变化存在 9~18 a, 4~9 a 和 0~4 a 时间尺度的周期性振荡变化。其中,在 9~18 a 时间尺度上经历了减-增的准 1.5 次振荡,2011-2015 年受灾率的小波系数处于负相位;在 4~9 a 年时间尺度上经历了减-增的准 4 次振荡,2013-2015 年受灾率的小波系数处于正相位;在 0~4 a 时间尺度上经历了减-增的准 6 次振荡,2013-2015 年受灾率的小波系数处于正相位。经小波方差分析可知,农业旱灾的变化周期为 3, 5 和 14 a, 其中 14 a 为变化的主周期(图 5b)。图 5c 为将农业旱灾受灾率的 3, 5 和 14 a 时间尺度的小波系数图及其叠加图,并得到叠加图的拟合公式为  $y=0.21+18.75\sin(0.37x+35)$ , 由拟合公式可知,2016-2020 年黑龙江省农业干旱受灾率处负相位,且处于由波谷向波峰的位置转变,干旱灾害进入新一轮变重周期。



(a) 小波系数等值线图  
Wavelet transform coefficient contour map



(b) 小波方差图  
Wavelet variance diagram



(c) 主周期小波系数图  
Wavelet coefficients curve on the main time scales

图 5 1986-2015 年黑龙江省历年农业干旱受灾率小波分析结果  
Fig. 5 Morlet analysis results of drought disaster rates in Heilongjiang Province during 1986-2015

## 2.4 黑龙江省农业气象灾害的空间分布特征

基于4-8月份降水距平百分率的各等级干旱次数与干旱受灾率的关系为:  $Y = 0.15N_1 + 0.68N_2 + 0.64N_3 + 1.132N_4 - 3.61$ ,  $R^2 = 0.45$ , 通过了0.05显著性检验。利用公式(1)~(5)计算干旱指数, 然后利用GIS软件对其进行拟合, 研究黑龙江省农业干旱危害的空间分布特征, 如图6所示。由图可知, 干旱指数呈黑龙江西部和东北部高, 中间低的分布状态, 其中干旱指数以齐齐哈尔最高, 其次是大庆、绥化、黑河西南部、佳木斯和七台河部分地区。

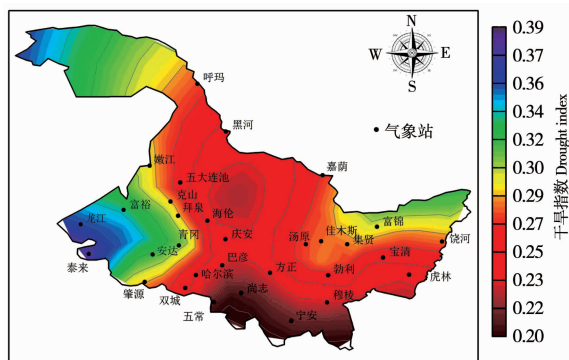


图6 干旱指数空间分布

Fig. 6 Spatial characteristics of drought indices in Heilongjiang Province

黑龙江是春旱和夏旱多发省份<sup>[30]</sup>。图7是黑龙江省春季干旱和夏季干旱指数在黑龙江的空间分布图。由图7a可知, 春旱指数是以富裕、乌苏里江南端以及佳木斯为中心, 分别向周围递减, 其中齐齐哈尔中部地区春旱指数最高, 其次是鸡西市的东南部、大庆、绥化、黑河西南部、哈尔滨市南部和佳木斯及周边地区, 西部地区春旱的面积约为东部地区的两倍。而夏旱指数则呈现出西部和东北部高, 中部低的特征(图7b)。夏旱指数与年干旱指数的空间特征相一致, 表明夏旱在黑龙江的农业生产中危害最大。春旱和夏旱危害较大的地区有: 齐齐哈尔市、绥化、黑河西南部、佳木斯市及周边地区。需要在该地区做好水利基础设施建设, 发展节水农业、推广节水技术, 选育和推广抗旱品种、做好抗旱减灾的应急响应方案以及健全抗旱体系和相应的规章制度, 尽量减轻旱灾的危害。因本文考虑各级干旱的危害权重, 所以干旱指数的空间分布与干旱发生次数或发生频率的空间分布并不完全一致<sup>[31]</sup>。

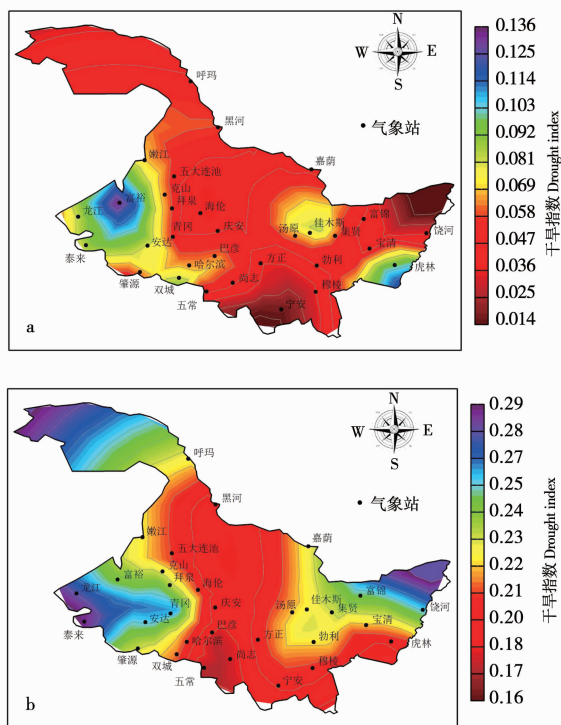


图7 黑龙江省春旱(a)和夏旱(b)指数分布特征

Fig. 7 Spatial characteristics of drought index in spring(a) and summer(b)

## 3 结论

利用 Mann-kendall 检验和 Morlet 小波法对黑龙江省 1986-2015 年的农业干旱灾害数据进行了分析, 研究了黑龙江省农业干旱灾害多尺度时间变化特征。并基于降水, 计算了干旱指数, 利用 GIS 软件分析了干旱指数的空间分布特征, 得到以下结论:

在 1986-2015 年, 干旱造成黑龙江省农业受灾和成灾的面积最大, 干旱成灾率和受灾率下降趋势不显著。发生中度干旱、轻度干旱、特大干旱和重度干旱的年数依次减少。

通过 Morlet 小波分析可知, 干旱受灾率在 1986-2015 年呈周期性变化, 主周期分别 14 a。在 2016-2018 年, 黑龙江省干旱导致的农业受灾率分别处于负相位, 需要有关部分做好防旱的部署和安排。

通过 GIS 软件模拟可知, 黑龙江省西南部是春旱和夏高危害区。需要在该地区做好水利基础设施建设, 发展节水农业、推广节水技术, 选育和推广抗旱品种, 以及做好抗旱减灾的应急响应方案, 健全抗旱体系和相应的规章制度。

## 参考文献:

- [1] 王秀芬,杨艳昭,尤飞.近 30 年来黑龙江省气候变化特征分析[J].中国农业气象,2011,32(Z1):28-32.
- [2] 历超,董洋,阮多.黑龙江省干旱灾情概要[J].现代农业,2017(6):45-46.
- [3] 王春丽,孙爽,孙海波.简析黑龙江省近 30 年主要农业气象灾害及其影响[J].现代化农业,2015(12):61-62.
- [4] 郭丽娜,张立新.黑龙江省农业气象灾害的动态特征及其对粮食生产的影响[J].潍坊工程职业学院学报,2014,27(4):72-77.
- [5] 周长生.黑龙江省近 30 年农业气象灾害对粮食生产影响研究[D].哈尔滨:黑龙江大学,2010.
- [6] 黄俊梅.黑龙江省农业旱涝灾害经济损失评估研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2010.
- [7] 李铁男,李莹,郎景波.黑龙江省旱灾对粮食安全影响的分析研究[J].节水灌溉,2010(12):84-86.
- [8] 温克刚.中国气象灾害大典(黑龙江卷)[M].北京:气象出版社,2007.
- [9] 李柏贞,周广胜.干旱指标研究进展[J].生态学报,2014,34(5):1043-1052.
- [10] 张煦庭,潘学标,徐琳,等.基于降水蒸发指数的 1960-2015 年内蒙古干旱时空特征[J].农业工程学报,2017,33(15):190-199.
- [11] 胡毅鸿,李景保.1951-2015 年洞庭湖区旱涝演变及典型年份旱涝急转特征分析[J].农业工程学报,2017,33(7):107-115.
- [12] 张桂芳.黑龙江省旱灾等级划分及旱情分布研究[J].黑龙江水利科技,2016,44(6):53-55.
- [13] 杨贵羽,韩冬梅,陈一鸣.1950-2010 年东北地区旱涝演变特征分析[J].中国水利,2014(5):45-48.
- [14] 王秋京,吕佳佳,李秀芬,等.黑龙江省农业气象灾害分布特征及其对农业生产的影响[J].黑龙江水利科技,2016,44(4):57-61.
- [15] 胡亚男.1978-2008 年中国十省主要农业气象巧害风险评估[D].南京:南京农业大学,2015.
- [16] 王萍,王桂霞,石剑,等.黑龙江省 2002 年农业气象灾害综述[J].黑龙江气象,2003(3):24-25.
- [17] 中华人民共和国农业农村部种植业管理司.历史自然灾害数据库[DB/OL]. [2019-01-20]. <http://zzys.agri.gov.cn/zaqing.aspx>.
- [18] 蒋红花.山东省干旱灾害的变化特征及相关分析[J].灾害学,2000,15(3):51-55.
- [19] 杨方,李茂松,王春艳,等.全国及区域尺度上农业旱灾受灾率分级研究[J].灾害学,2014,29(4):209-214.
- [20] 张秀梅,杨萌,李春景.基于 M-K、Morlet 小波分析图们江下游降水量[J].延边大学农学学报,2014,36(4):285-290,296.
- [21] 据彤军,石辉,胡庆.延安市近 50 年来降水特征及趋势变化的小波分析研究[J].干旱地区农业研究,2008,26(4):230-235.
- [22] 王跃民,鲁慧霞,刘璟瑜,等.3 个不同旱涝指标划分旱涝等级的比较研究[J].现代农业科技,2011(7):326-327,329.
- [23] 祖世亨,石剑,祖雪梅.黑龙江省旱涝灾害农业气候指标及地理分布区划[J].自然灾害学报,1996,5(3):116-122.
- [24] 王艳秋,邢俊江,张丽娟,等.黑龙江省旱涝低温指标及其气候分析应用[J].自然灾害学报,2008,17(5):142-146.
- [25] 丁梅,王会肖,马美红,等.基于降水距平百分比指标的哈尔滨市旱情分析[J].节水灌溉,2017(7):114-118.
- [26] 张桂香,霍治国,吴立,等.1961-2010 年长江中下游地区农业洪涝灾害时空变化[J].地理研究,2015,34(6):1097-1108.
- [27] 王春丽,孙彦坤.黑龙江省 2001 年以来气象灾情普查数据分析[J].现代化农业,2014(9):11-12.
- [28] 周秀杰,那济海,潘华盛.黑龙江省夏季干旱气候特征及成因分析[J].自然灾害学报,2011,20(5):131-136.
- [29] 顾金普,王双银,龚家国,等.黑龙江省降水及旱涝时空演变特征[J].水电能源科学,2017,35(2):17-20.
- [30] 陈红,张丽娟,李文亮,等.黑龙江省农业干旱灾害风险评估与区划研究[J].中国农学通报,2010,26(3):245-248.
- [31] 徐虹,张丽娟,姜蓝齐.黑龙江省公元 612-2000 年主要气象灾害时空规律研究[J].自然灾害学报,2014,23(3):107-118.

## Study on the Change Characteristics of Agrometeorological Drought Disaster in Heilongjiang Province

SHI Feng-mei, PEI Zhan-jiang, LU Bin-yu, WANG Su, GAO Ya-bing, LIU Jie

(Rural Energy Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Combining Farming and Animal Husbandry Ministry of Agriculture, P. R. China, Key Laboratory of Energy Utilization of Main Crop Straw Resources, Harbin 150086, China)

**Abstract:** In order to promote agricultural development in Heilongjiang Province, temporal and spacial change characteristics of agrometeorological drought disasters in Heilongjiang Province from 1986 to 2015 were studied via Mann-kendall method, Morlet wavelet method and GIS software. The results showed that drought was





张晓云,杨伟伟,费青青,等.北疆地区设施主栽桃品种需冷量和需热量研究[J].黑龙江农业科学,2019(7):24-29.

# 北疆地区设施主栽桃品种需冷量和需热量研究

张晓云<sup>1</sup>,杨伟伟<sup>2</sup>,费青青<sup>1</sup>,王生海<sup>2</sup>,容新民<sup>1</sup>

(1.石河子农业科学研究院,新疆 石河子 832001;2.石河子大学 农学院,新疆 石河子 832000)

**摘要:**为研究北疆地区设施桃树品种的需冷量、需热量之间的关系,以7种主栽设施桃品种为试验材料,利用不同的经典需冷量和需热量模型估算各品种叶芽、花芽的需冷量和需热量。结果表明:北疆地区7种设施主栽桃品种中,金秋晚水蜜、春雪、春美和贵妃红的叶芽和花芽需冷量较低,犹他模型估算值在330~560 CU;中油16叶芽和花芽的需冷量居为中为428~560 CU;中农金辉、映霜红叶芽和花芽的需冷量最高在684~828 CU。春美、春雪叶芽和花芽的需热量最低,有效积温模型估算的需热量值为256 D<sup>o</sup>C;金秋晚水蜜、中贵妃红、中油16叶芽和花芽的需热量居中,在279~369 D<sup>o</sup>C;中农金辉、映霜红叶芽和花芽的需热量最高,在375~448 D<sup>o</sup>C。需冷量低的品种需热量也低,萌芽和开花时间也早。北疆地区,选用低需冷量品种金秋晚水蜜、春雪、春美和贵妃红可以保证设施桃树早开花结果;不同桃品种叶芽和花芽需冷量和需热量存在差异,需冷量和需热量之间呈显著正相关。

**关键词:**桃;花芽;叶芽;需冷量;需热量

果树设施栽培是利用温室、大棚等设施条件,通过人为的调控生态环境条件来满足果树生长发育的一种栽培方式<sup>[1]</sup>。设施温度的调控管理是设施果树栽培能否成功的关键,其中需冷量与需热量是控制果树萌芽开花的两个重要因子。同其他落叶果树一样,桃树休眠期如果低温累积量不够,无法解除休眠,即使给予适宜的生长发育环境,桃树也不会萌芽开花,有时尽管萌芽,但往往开花不整齐,花期持续时间长,坐果率低,生产周期长<sup>[2]</sup>。

与需冷量相似,开花所需热量的积累也是影响桃树萌芽开花的关键因素,设施栽培中如升温晚,桃树萌芽开花晚,成熟上市日期推迟,经济效益降低。目前对落叶果树解除休眠的需冷量量化研究主要采用0~7.2℃模型、7.2℃模型及犹模型,需热量量化研究多采用生长度时数模型、有效积温模型等,研究内容涵盖葡萄、桃、杏、李、苹果等果树,对桃树需冷量的研究在品种和地域上具有广泛和多样性。桃树需冷量及需热量的研究报道多集中在北京、江苏南京、河北中部、河南郑州等地,北疆地区设施桃树栽培近几年发展迅速,但由于缺乏本地区桃树需冷量和需热量数据,常造成设施环境调控不合理,造成萌芽不整齐、花芽无法萌发或花期不统一,限制了北疆设施桃栽培技术及经济效益的提升。本研究拟利用经典的需冷量

收稿日期:2019-03-31

基金项目:新疆生产建设兵团师域项目(2015AF021)。

第一作者简介:张晓云(1987-),女,硕士,助理研究员,从事果树生理和栽培研究。E-mail:zh\_xiaoyun@sina.cn。

通讯作者:容新民(1963-),男,硕士,研究员,从事果树生理和栽培研究。E-mail:rxmpt1963@163.com。

the main agrometeorological disasters in Heilongjiang Province in 1986-2015 and the affected areas by drought was the largest counting for about 50% of total disaster areas affected by agrometeorological disasters. According to the statistical data of drought, the frequency of drought at moderate, light, extremely severe and severe grades decreased. The disaster rate and hazard rate of drought were both in the trend of subsiding from 1986 to 2015 via Mann-Kendall analysis although they were not significant. The results of morlet wavelet analysis showed that disaster rate of drought changed periodically at 3 a, 5 a and 14a time scale, and the dominant period was about 14a. The disaster rate of drought over the period 2016-2020 would remain in negative phase and appropriate measurements still should be taken. Then the GIS software was used to study the spacial change characteristics of drought indices based on the precipitation anomaly percentage and drought disaster rates. The southwest area of Heilongjiang Province was at high risk of drought. The study outcomes can provide scientific guidance to drought disaster fighting and to agro-production development in Heilongjiang Province.

**Keywords:** agrometeorological disasters; temporal and spacial change characteristics; M-K method; Morlet method; drought