

Analysis of Meteorological Conditions of Walnut Trees in Tianjin Jizhou

Shu Lu¹, Bi Zhang¹, Shujie Yuan^{1*}, Haidong Jin², Jinying Huang²

¹Atmospheric Science College, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

²Jizhou Meteorological Bureau, Tianjin

Email: zhangbi@cuit.edu.cn, *ysj@cuit.edu.cn

Received: Oct. 8th, 2019; accepted: Oct. 23rd, 2019; published: Oct. 30th, 2019

Abstract

This paper uses the daily average temperature, minimum temperature, maximum temperature and precipitation of the Jizhou Ground Conventional Meteorological Observatory in Tianjin from 1957 to 2018, and the data from 43 stations to the hourly temperature and precipitation in 2018, applying the 5-day moving average. The method and Kriging interpolation method analyze the meteorological conditions of the main phenological period of the walnut tree in Jizhou, Tianjin. The results show that: 1) the average temperature, extreme maximum temperature, extreme minimum temperature, average daily maximum temperature, average daily minimum temperature and the precipitation during the germination period of walnut trees in Jizhou district are respectively 11.1°C - 13.3°C, 24.1°C - 29.2°C, -1.3°C - 0.2°C, 18.1°C - 19.6°C, 2.1°C - 7.9°C, 2.7 - 27.7 mm; those during the leaf extension period are respectively 14.1°C - 15.5°C, 26.1°C - 31.3°C, -0.3°C - 6.3°C, 20.7°C - 22.0°C, 5.0°C - 10.8°C, 16.3 - 27.0 mm; those during the flowering period are respectively 18.7°C - 19.5°C, 33.2°C - 34.9°C, 3.8°C - 5.9°C, 24.2°C - 26.9°C, 10.7°C - 12.3°C, 10.6 - 25.8 mm; those during the fruit growth period are respectively 22.5°C - 25.4°C, 38.8°C - 40.2°C, 6.4°C - 8.2°C, 28.1°C - 31.3°C, 17.2°C - 20.1°C, 409.5 - 636.4 mm. 2) germination period, leaf spreading period, average flowering period, the daily minimum temperature and the average temperature of the fruit growing season, the average daily maximum temperature have passed the 0.05 significant test, the climate tendency rate is 0.3°C/10a, 0.3°C/10a, 0.3°C/10a, 0.3°C/10a, 0.2°C/10a, respectively.

Keywords

Tianjin Jizhou, Walnut Tree, Meteorological Condition Analysis

天津市蓟州区核桃树气象条件分析

卢 姝¹, 张 碧¹, 袁淑杰^{1*}, 金海东², 黄金颖²

¹成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都

*通讯作者。

²天津市蓟州区气象局, 天津 蓟州
Email: zhangbi@cuit.edu.cn, *ysj@cuit.edu.cn

收稿日期: 2019年10月8日; 录用日期: 2019年10月23日; 发布日期: 2019年10月30日

摘要

本文利用1957~2018年蓟州地面常规气象观测站逐日平均气温、最低气温、最高气温、降水量, 以及43个区域站从建站到2018年逐小时气温和降水等资料, 应用5d滑动平均法、克里金插值法分析了蓟州区核桃树主要物候期内气象条件, 结果表明: 1) 蓟州区核桃树萌芽期时段内平均气温、极端最高气温、极端最低气温、平均日最高气温、平均日最低气温、降水量分别为11.1℃~13.3℃、24.1℃~29.2℃、-1.3℃~0.2℃、18.1℃~19.6℃、2.1℃~7.9℃、2.7~27.7 mm; 展叶期分别为14.1℃~15.5℃、26.1℃~31.3℃、-0.3℃~6.3℃、20.7℃~22.0℃、5.0℃~10.8℃、16.3~27.0 mm; 开花期分别为18.7℃~19.5℃、33.2℃~34.9℃、3.8℃~5.9℃、24.2℃~26.9℃、10.7℃~12.3℃、10.6~25.8 mm; 果实生长期分别为22.5℃~25.4℃、38.8℃~40.2℃、6.4℃~8.2℃、28.1℃~31.3℃、17.2℃~20.1℃、409.5~636.4 mm。2) 萌芽期、展叶期、开花期平均日最低气温以及果实生长期平均气温、平均日最高气温均通过了0.05显著性检验, 气候倾向率分别为0.3℃/10a、0.3℃/10a、0.3℃/10a、0.3℃/10a、0.2℃/10a。

关键词

天津市蓟州区, 核桃树, 气象条件

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

众所周知, 核桃含有丰富营养, 有健脑补脑功效, 核桃中VE具有抗衰老的作用[1]。其巨大的价值使之深受众人喜爱, 国内外消费市场广阔[2]。核桃生长发育与气象条件密切相关[3] [4] [5]。前人对于气象条件已做过相关研究, 主要分为以下几个方面: 1) 通过田间、大棚试验进行专项研究。常冬梅等[6]得出2018年衡水市玉米灌浆期气温较常年偏高, 8月中旬、下旬以及9月上旬分别偏高1.3℃、1.6℃、1.6℃, 适宜玉米籽粒灌浆。李宁等[7]于2017~2018年对义县城南温室大棚中番茄进行记录研究, 认为苗期、开花坐果期、果实成熟期白天适宜分别为26.0℃~30.0℃、21.0℃~28.0℃、24.0℃~26.0℃, 夜间分别为13.0℃~15.0℃、15.0℃~18.0℃、11.0℃~14.0℃。李海凤等[8]研究认为, 聊城地区大棚内6到8月旬平均气温高于20℃, 日极端最高气温在5.0℃~42.0℃间, 空气相对湿度为80%左右, 利于草菇生长。陈连侠等[9]指出枣庄市甜樱桃果实着色至采收期昼夜温差为10℃最利于浆果膨大、着色以及含糖量的提高。2) 利用气候资料, 从光照、温度、降水分析当地作物生长发育气象条件[10] [11] [12], 王刚等[13]指出济宁冬小麦苗期、分蘖期、返青起身期、拔节期、抽穗开花期、乳熟期日平均气温分别为6℃~13℃、3℃~6℃、12℃~16℃、13℃~24℃、18℃~22℃时, 适宜冬小麦生长。蒋志国[14]利用山核桃重点产区浙江昌化历年气象资料与产量资料, 分析得出花期阴雨天数、雨量分别超过15 d、160 mm, 造成核桃减产。周伟等[15]指出汾阳市核桃树展叶期(4月上旬至中旬), 日最低气温为-2℃~-4℃新稍受冻。彭菊蓉等[16]指出汉中早实核桃要求果实成熟期气温达19℃以上, 当秋季日平均气温 < 10℃, 开始落叶休眠。李黎平等[17]指出渝东北地区的清香核桃全年日照时数需要达1000

以上,如低于该值,核仁发育不良。张鸿雁等[18]由商洛市近 30a 核桃产量和气象资料对比分析,得出花粉一般在日最高气温 24℃~25℃时最适宜发芽,低于 20℃时,发芽率极低。

本文在借鉴其它学者研究成果的基础上,应用 5d 滑动平均法,确立蓟州区核桃树主要物候期,详细分析主要物候期气象条件(详细到平均气温、极端最高气温、极端最低气温、平均日最高气温、平均日最低气温、降水量)。在空间分布图中,叠加了由高程数据转换的山体阴影地图,凸显出地形要素的重要性。

2. 资料来源与分析方法

2.1. 资料来源

本文观测资料来源于蓟州区气象局,主要包括 1957~2018 年蓟州区地面常规气象观测站观测的逐日日平均气温、最高气温、最低气温、降水量、平均风速的资料,以及自建站以来至 2018 年 43 个区域站观测的逐小时 2 Min 风速、10 分钟风速、气温、降水量、空气相对湿度的资料,并对所有资料进行了质量控制。DEM 数据来源于地理数据云网站,分辨率为 90×90 m。

2.2. 分析方法

1) 5 d 滑动平均法[19]——能够充分利用热量资源,显示温度变化的平稳性。该法优点在于能针对某一个确定年份温度变化情况。本文利用各站点逐年温度时间序列资料,依照时间顺序,将第一天至第五天数据求平均,同理,再将第二天至第六天数据求平均,依次计算从而得到五日滑动平均值序列,从中选取最长的一段大于或等于界限温度的一段序列,其中第一个滑动平均温度值对应了 5 个原始温度数据,再从中挑选第一个大于或者等于界限温度的日期作为初日。

气候倾向率法[20]——在线性回归基础上,分析不同物候期内各气象条件的变化趋势,并对系数进行显著性检验。建立方程如下:

$$y(t) = a + b * t \quad (1)$$

本文选用一元线性回归来做定量描述,其中, $y(t)$ 为各气象要素时间序列值, t 为时间, $b \times 10$ 即为气候倾向率。

2) 克里金插值法[21]——一种求最优、线性的空间内插法,其将对每个观测资料赋予权重,最后由加权平均得出估计值,特点在于能很好处理特高值与特低值间分布,以及准确反映变量的空间结构性。本文选用普通克里金插值法利用 Arcgis 对数据进行空间分析。

2.3. 研究区域地理概况

天津市蓟州区位于天津市最北部,地势呈北高南低形态,且阶梯状分布,南北高相差 1076.7 米。山区面积占 840.72 平方公里。蓟州属于暖温带半湿润大陆性季风型气候,具有鲜明的季风气候特征,夏季盛行东南风,冬季盛行西北风。四季分明,春季少雨多风,夏季气温高,湿度大,降水充沛,秋季冷暖适中,较夏季气温明显下降,冬季则气候寒冷,地表结冰。蓟州热量资源丰富,昼夜温差大,年平均气温 11.5℃,降水量 678.6 毫米,无霜期约 195 天。孙各庄核桃种植地光照充足,位于山区的缓坡地。年平均气温介于 8.5℃~10.0℃,无霜期 180 天以上,年降水量介于 600~800 mm。天津蓟州夏季暴雨多、也易形成夏季高温,冬季有寒潮、霜冻的影响。

2.4. 蓟州区核桃树主要物候期

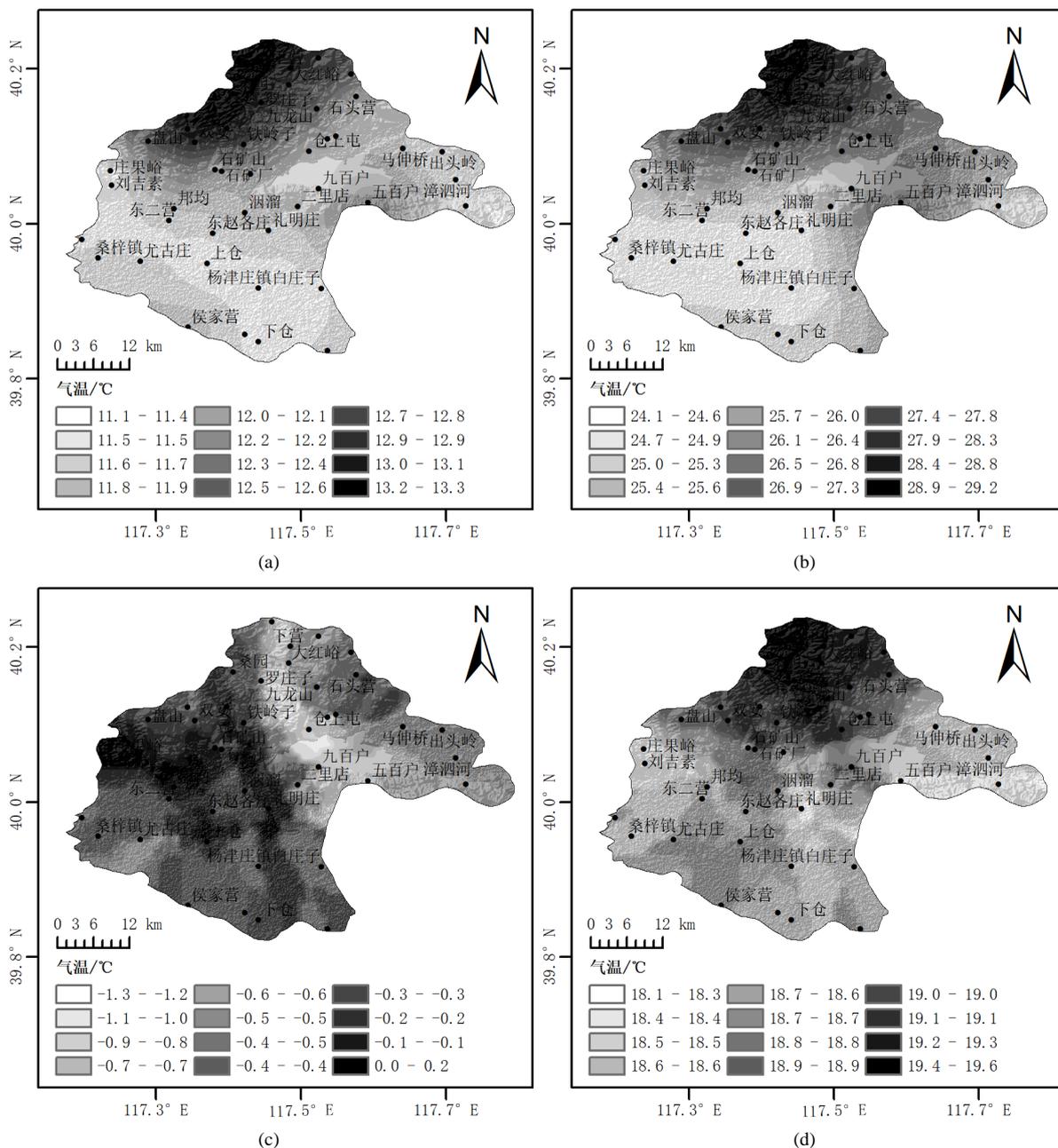
研究表明[22],蓟州区核桃树主要物候期分别为萌芽期、展叶期、开花期、果实生长期。蓟州区核桃

树开始萌芽、展叶、开花日平均气温分别为 9.0℃、13.0℃、15.0℃，将上述日平均气温作为临界温度，由 5 d 滑动平均法计算每年稳定通过临界温度值的初日，作为核桃树萌芽期、展叶期以及开花期的开始日期。核桃开花期约为 20 d 果实生长期时长 115 d，从而确定核桃树萌芽期、展叶期、开花期、果实生长期逐年具体时间。

3. 核桃树主要物候期气象条件时空分布

3.1. 蓟州区核桃树萌芽期、展叶期气象条件空间分布

本文利用 1957~2018 年蓟州地面常规气象观测站，以及自建站以来至 2018 年 43 个区域站逐日日平均气温、最高气温、最低气温，降水量观测资料，将蓟州区核桃树各台站各物候期时段内逐日日平均气



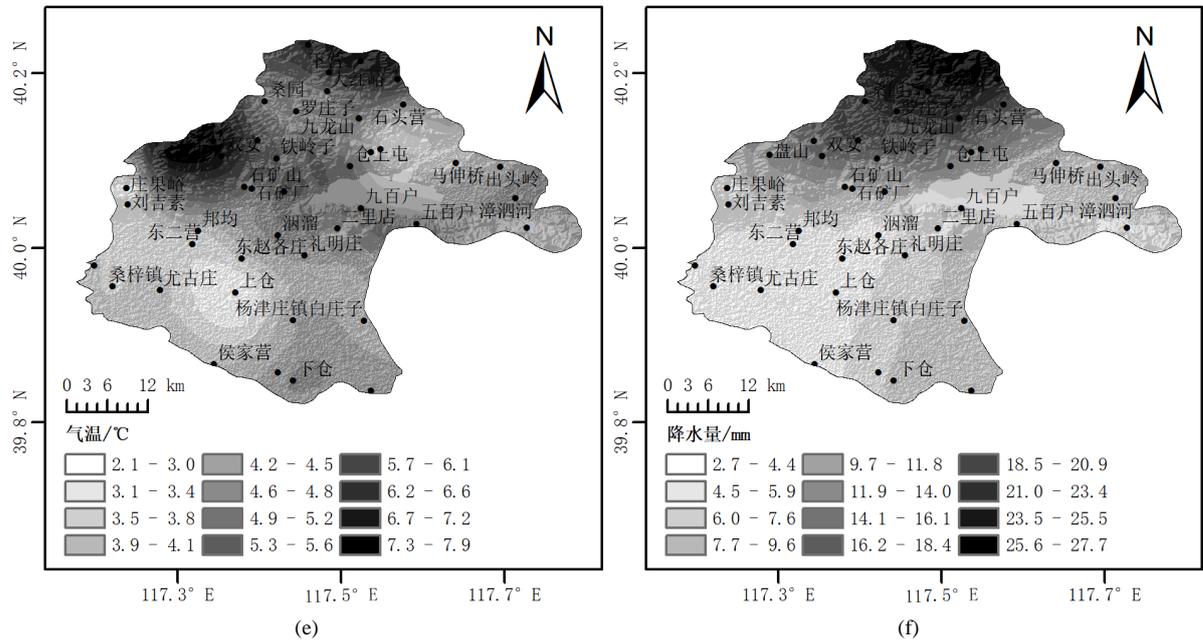


Figure 1. Spatial distribution of meteorological conditions of walnut trees during germination period in Jizhou district; (a) Mean temperature; (b) Extreme maximum temperature; (c) Extreme minimum temperature; (d) Average daily maximum temperature; (e) Average daily minimum temperature; (f) Precipitation

图 1. 蓟州区核桃树萌芽期气象条件空间分布; (a) 平均气温; (b) 极端最高气温; (c) 极端最低气温; (d) 平均日最高气温; (e) 平均日最低气温; (f) 降水量

温、最高气温、最低气温求时间平均，对降水量求累积量，找出极端最高气温，极端最低气温，最后对各气象要素值在各台站进行多年平均，利用克里金插值法并叠加高程图，进行空间插值分析。

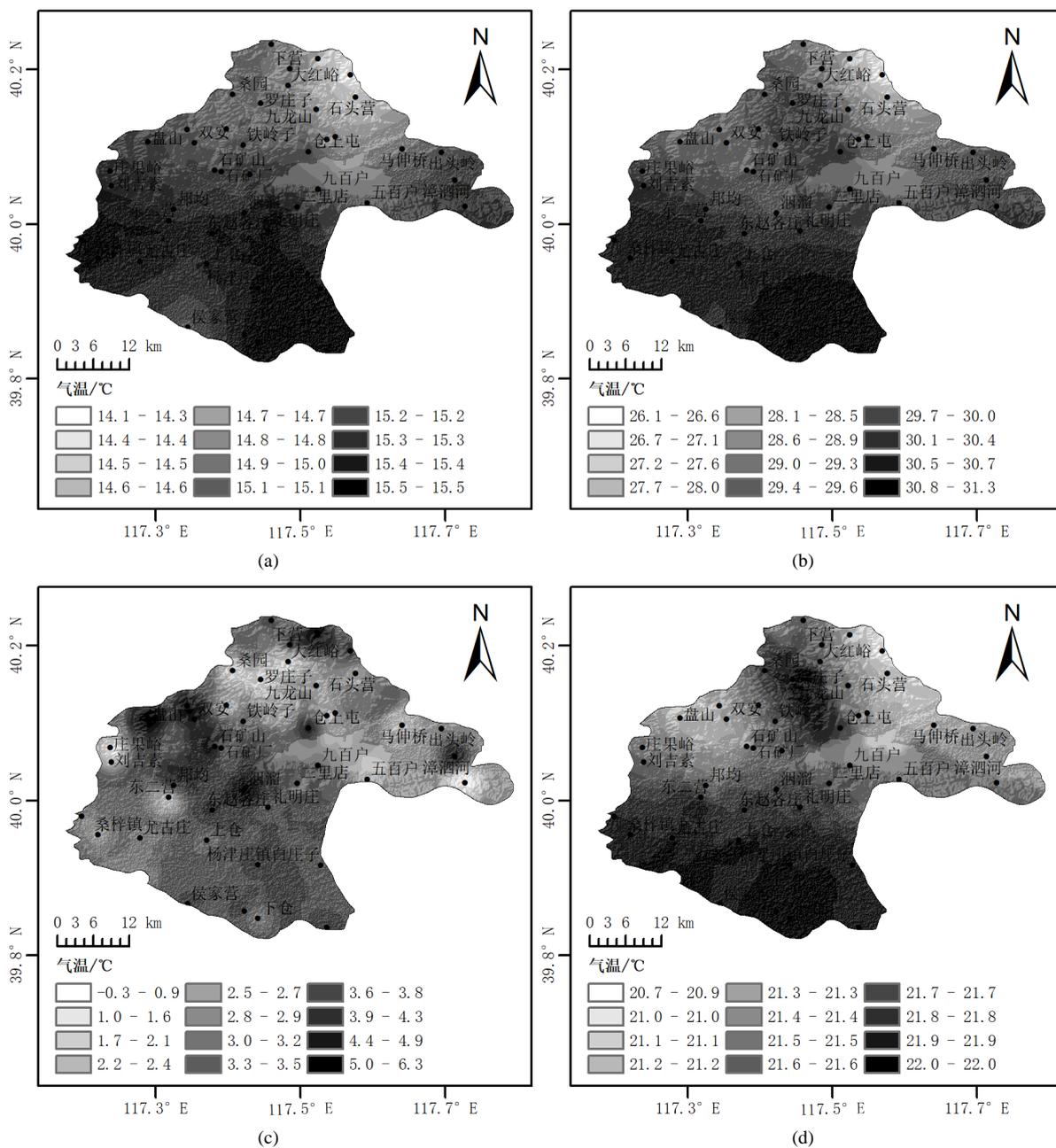
图 1 为蓟州区核桃树萌芽期气象条件空间分布，由图 1 可见，1) 平均气温为 11.1℃~13.3℃。极端最高气温、极端最低气温分别为 24.1℃~29.2℃、-1.3℃~0.2℃，平均日最高气温、平均日最低气温分别为 18.1℃~19.6℃、2.1℃~7.9℃，降水量为 2.7~27.7 mm。2) 平均气温、极端最高气温、平均日最高气温、降水量在蓟州区罗庄子、黄崖关等地较高，分别为 12.7℃~13.3℃、27.7℃~29.2℃、19.1℃~19.6℃、23.1~27.7 mm。极端最低气温、平均日最低气温分别在蓟州石矿山、刘吉素等地、蓟州盘山、八仙山等地较高，分别为 0.0℃~0.2℃、6.7℃~7.9℃。3) 平均气温、极端最高气温在蓟州上仓等地较低，分别为 11.1℃~11.6℃、24.1℃~25.0℃。极端最低气温在蓟州罗庄子、仓上屯等地较低，为 -1.3℃~-0.8℃。平均日最高气温、平均日最低气温分别在蓟州西龙虎峪、刘吉素、礼明庄等地、上仓、毛家峪等地较低，分别为 18.1℃~18.4℃、2.1℃~3.6℃。降水量在蓟州桑梓、上仓等地较少，为 2.7~7.3 mm。4) 平均气温、极端最高气温、降水量空间分布趋势相近，为北部偏高，南部偏低，降水量为北部偏多，南部偏少。

图 2 为蓟州区核桃树展叶期气象条件空间分布图，由图 2 可见：1) 平均气温为 14.1℃~15.5℃，极端最高气温、极端最低气温分别为 26.1℃~31.3℃、-0.3℃~6.3℃。平均日最高气温、平均日最低气温为 20.7℃~22.0℃、5.0℃~10.8℃，降水量为 16.3~27.0 mm。2) 平均气温、极端最高气温在蓟州下仓、安棋盘等地较高，分别为 15.2℃~15.5℃、30.3℃~31.3℃。极端最低气温、平均日最高气温、平均日最低气温分别在蓟州盘山、梁庄等地、下仓以及罗子庄附近、盘山、九百户等地较高，分别为 4.7℃~6.3℃、21.7℃~22.0℃、8.8℃~10.8℃。降水量在蓟州西龙虎峪，西太平庄等地较多，为 24.1~27.0 mm。3) 平均气温、极端最高气温在蓟州八仙山、石头营等地较低，分别为 14.1℃~14.7℃、26.1℃~28.5℃。极端最低气温、平均日最高气温、平均日最低气温分别在蓟州罗庄子、桑园等地、八仙山、盘山等地、罗庄子、九龙山等地较低，

分别为 $-0.3^{\circ}\text{C}\sim 2.2^{\circ}\text{C}$ 、 $20.7^{\circ}\text{C}\sim 21.2^{\circ}\text{C}$ 、 $5.0^{\circ}\text{C}\sim 6.9^{\circ}\text{C}$ 。降水量在九百户等地较少，为 $16.3\sim 18.4\text{ mm}$ 。4) 平均气温、极端最高气温的空间分布趋势相近，东北部偏低，西南部偏高。极端最低气温大部分地区为 $2.3^{\circ}\text{C}\sim 4.6^{\circ}\text{C}$ ，平均日最低气温为 $7.0^{\circ}\text{C}\sim 8.7^{\circ}\text{C}$ 。降水量的空间分布趋势为两边多，中间少。

3.2. 蓟州区核桃树开花期、果实生长期气象条件空间分布

图3为蓟州区核桃树开花期气象条件空间分布，由图3可见：1) 平均气温为 $18.7^{\circ}\text{C}\sim 19.5^{\circ}\text{C}$ ，极端最高气温、极端最低气温分别为 $33.2^{\circ}\text{C}\sim 34.9^{\circ}\text{C}$ 、 $3.8^{\circ}\text{C}\sim 5.9^{\circ}\text{C}$ ，平均日最高气温、平均日最低气温分别为 $24.2^{\circ}\text{C}\sim 26.9^{\circ}\text{C}$ 、 $10.7^{\circ}\text{C}\sim 12.3^{\circ}\text{C}$ 。降水量为 $10.6\sim 25.8\text{ mm}$ 。2) 平均气温在蓟州区北部、中部大部分地区如八仙山、石矿山等地较低，为 $18.7^{\circ}\text{C}\sim 19.1^{\circ}\text{C}$ 。极端最高气温在蓟州东北部如八仙山、石头营等地较高，为



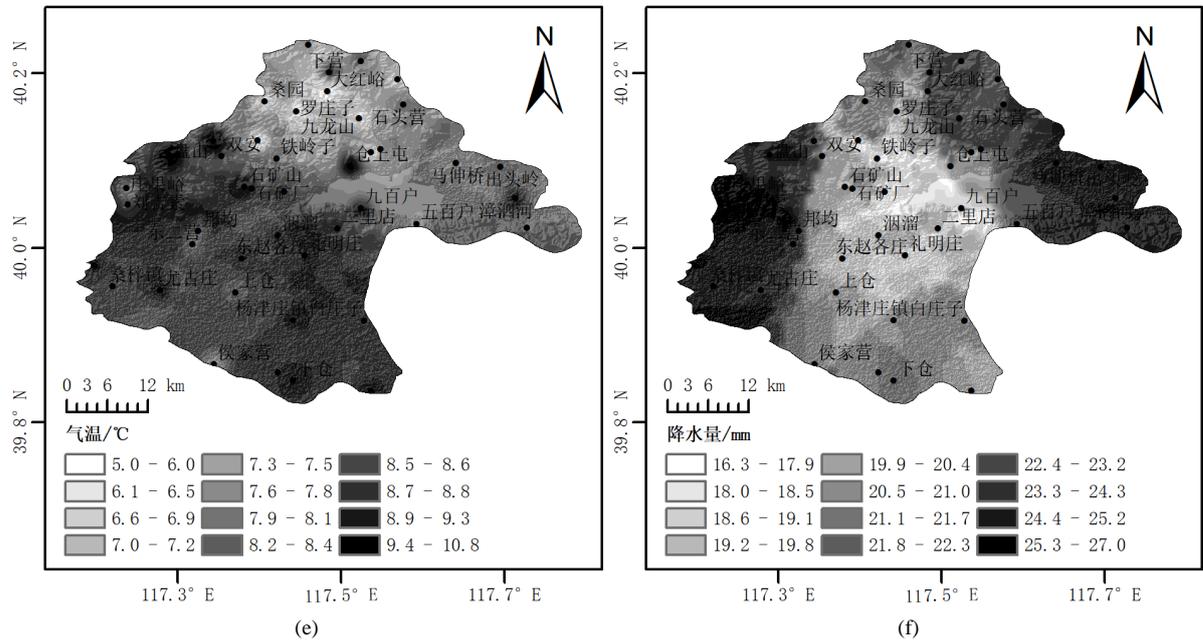


Figure 2. Spatial distribution of meteorological conditions of walnut trees during leaf spreading in Jizhou district; (a) Mean temperature; (b) Extreme maximum temperature; (c) Extreme minimum temperature; (d) Average daily maximum temperature; (e) Average daily minimum temperature; (f) Precipitation

图 2. 蓟州区核桃树展叶期气象条件空间分布; (a) 平均气温; (b) 极端最高气温; (c) 极端最低气温; (d) 平均日最高气温; (e) 平均日最低气温; (f) 降水量

34.6℃~34.9℃，在西北部如梁庄、盘山等地较低，且分布范围较小，为 33.2℃~34.0℃。极端最低气温在蓟州南部如下仓、杨津庄等地较高，为 5.4℃~5.9℃，在蓟州北部如罗庄子、黄崖关等地较低，为 3.8℃~4.6℃。平均日最高气温在蓟州北部如桑园、九龙山等地较高，为 26.1℃~26.9℃，在蓟州西北部如盘山以及八仙山附近较低，为 24.2℃~25.0℃。平均日最低气温在蓟州西部刘吉素以及礼明庄附近较高，为 12.0℃~12.3℃，在蓟州北部如罗庄子、八仙山等地较低，为 10.7℃~11.2℃。降水量在蓟州中部如九百户等地较多，为 21.6℃~25.8 mm，在蓟州北部如下营、西南部如上仓等地较少，为 10.6~13.0 mm。3) 极端最低气温、平均日最低气温空间分布趋势相近，北部偏高，南部偏低。

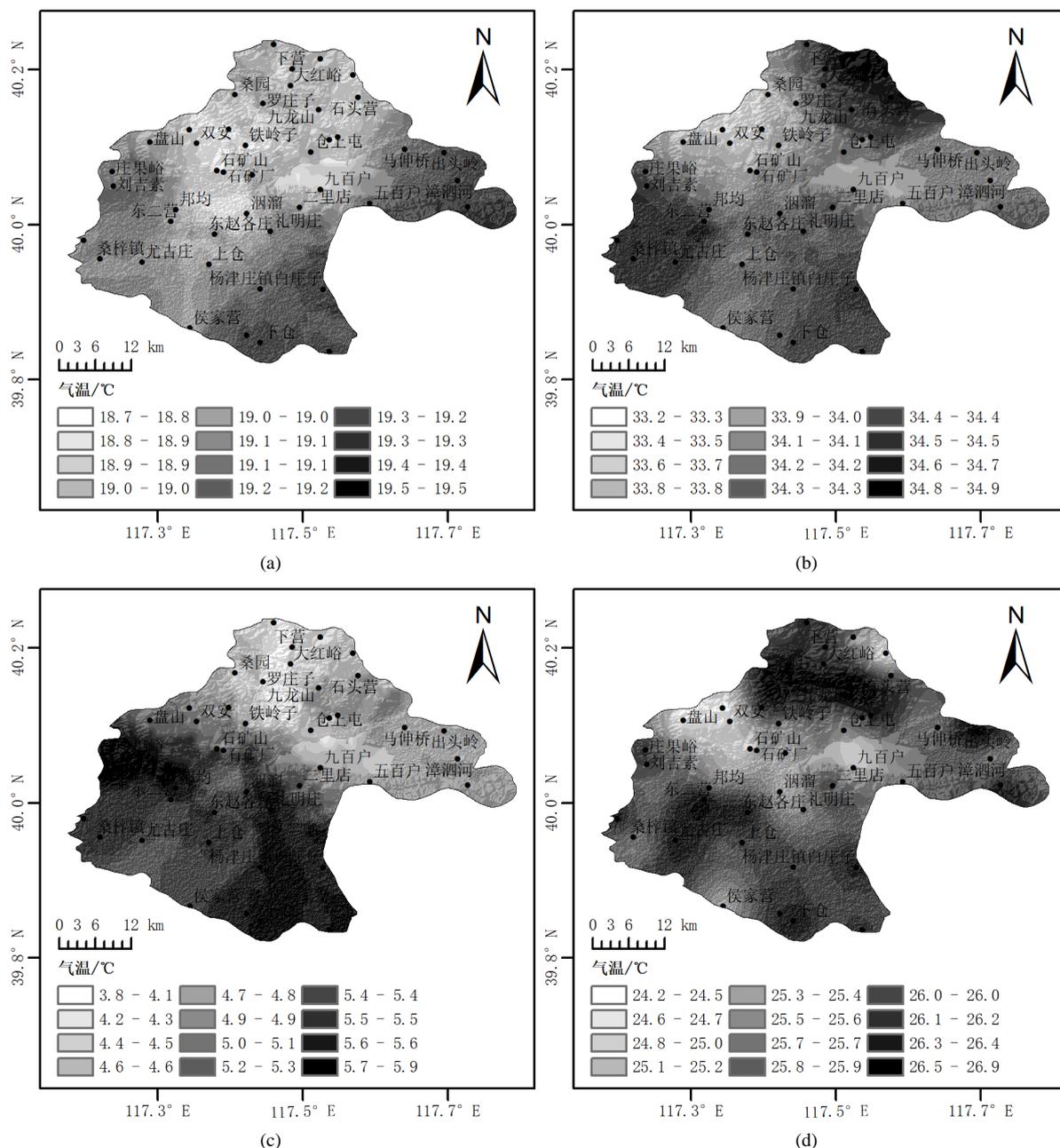
图 4 为蓟州区核桃树果实生长期气象条件空间分布，由图 4 可见：1) 平均气温为 22.5℃~25.4℃，极端最高气温、极端最低气温分别为 38.8℃~40.2℃、6.4℃~8.2℃，平均日最高气温、平均日最低气温分别为 28.1℃~31.3℃、17.2℃~20.1℃。降水量为 409.5℃~636.4 mm。2) 平均气温在蓟州中部如礼明庄、南部如下仓等地较高，为 24.9℃~25.4℃，在蓟州北部如下营、八仙山等地较低，为 22.5℃~23.7℃。极端最高气温在蓟州西部如西太平庄以及下仓附近较高，为 39.8℃~40.2℃，在蓟州西北部如盘山、黄崖关等地较低，为 38.8℃~39.4℃。极端最低气温在蓟州西部如刘吉素以及礼明庄附近较高，为 7.8℃~8.2℃。平均日最高气温在蓟州南部如下仓等地较高，为 30.7℃~31.3℃，在蓟州西北部如盘山、八仙山等地较低，为 28.1℃~29.6℃。平均日最低气温在蓟州中部如礼明庄、南部如下仓等地较高，为 19.6℃~20.1℃，在蓟州北部如八仙山、罗庄子等地较低，为 17.2℃~18.2℃。降水量在蓟州东北部如八仙山等地较多，为 589.1~636.4 mm，在蓟州南部如下仓、杨津庄等地较少，为 409.5~462.8 mm。3) 平均气温空间分布趋势大致为北部偏高，南部偏少。极端最低气温大致为东北部偏低，西南部偏高。

3.3. 蓟州区核桃树萌芽期、展叶期气象条件时间变化

由于仅蓟州地面常规气象观测站观测资料时间长度范围为 1957~2018 年，可以对气象条件作气候倾

向率分析, 故得出结论: 在该站点, 核桃树萌芽期平均日最低气温通过了 0.05 的显著性检验, 气候倾向率为 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 平均气温以及降水量的时间变化趋势不明显。平均气温、平均日最低气温最低值分别为 9.1 、 0.2°C , 分别出现在 1997、1978 年。降水量最低值为 0 mm , 一共有 14 个年份出现, 2000 年之前有 7 年, 之后有 7 年。平均气温、平均日最低气温、降水量最高值分别为 14.4 、 10.4°C 、 72.8 mm , 分别出现在 1998 年、1964 年、1979 年。

蓟州区核桃树展叶期平均日最低气温通过了 0.05 的显著性检验, 气候倾向率为 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 平均气温以及降水量随时间变化不明显。日平均气温、平均日最低气温最低值分别为 11.3 、 5.0°C , 分别出现在 2015、1965 年。降水量最低值为 0 mm , 一共有 19 个年份出现, 2000 年之前有 11 年, 之后有 8 年。平均气温、平均日最低气温、降水量最高值分别为 17.7 、 12.1°C 、 90.5 mm , 分别出现在 1994、2008、2008 年。



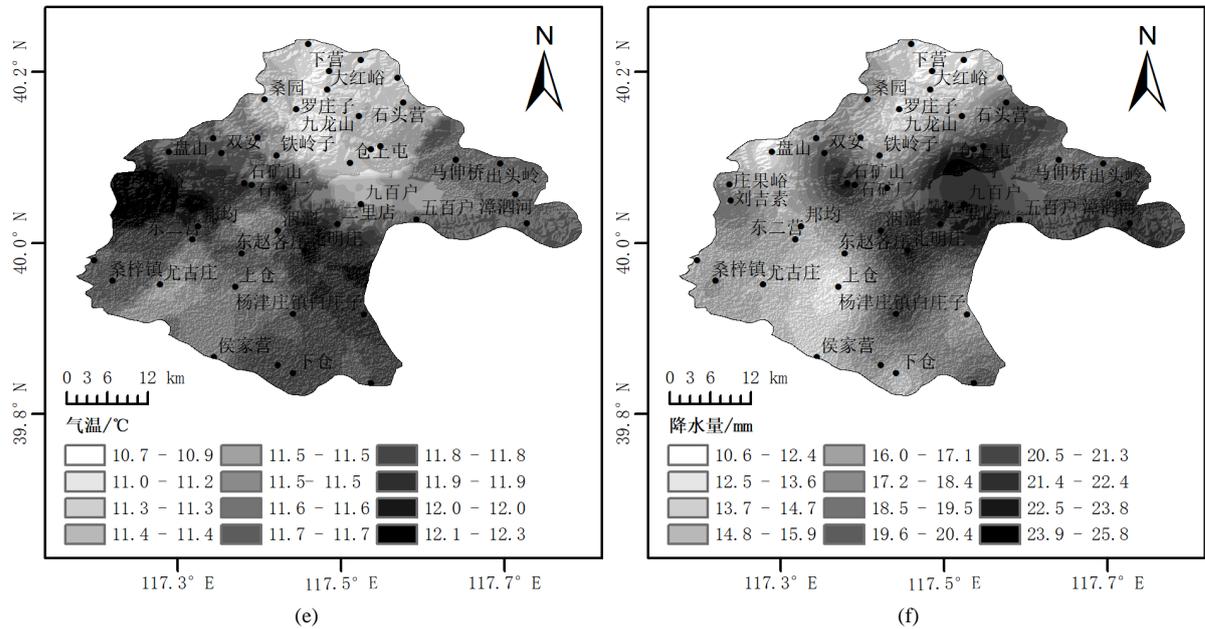
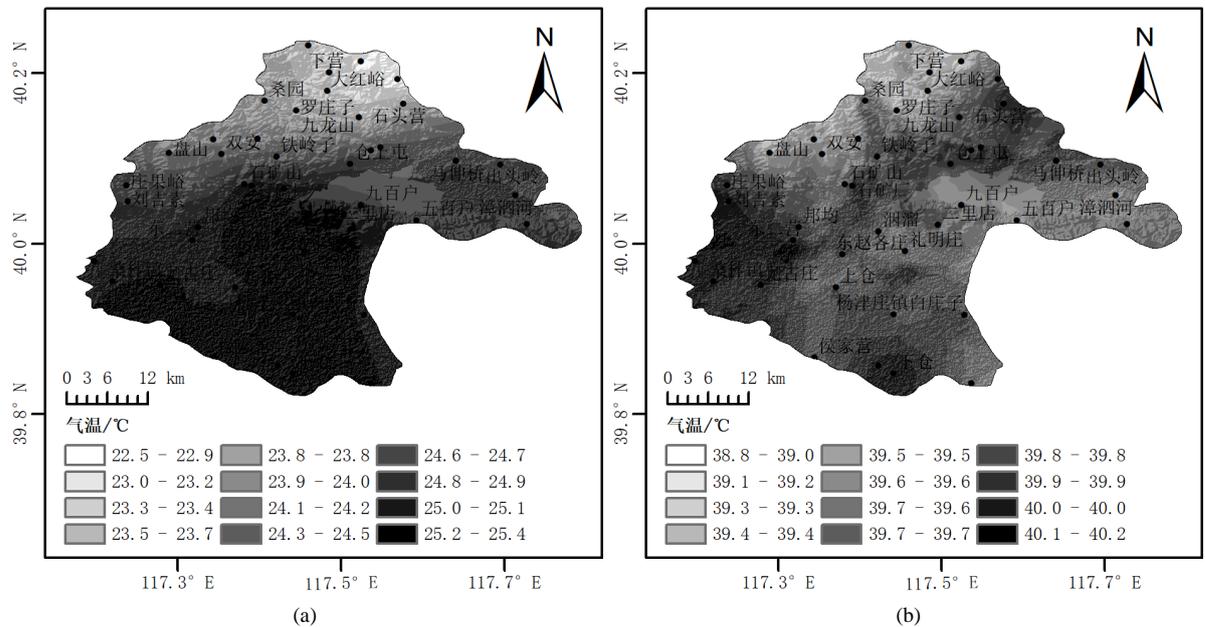


Figure 3. Spatial distribution of meteorological conditions during flowering period of walnut trees in Jizhou district; (a) Mean temperature; (b) Extreme maximum temperature; (c) Extreme minimum temperature; (d) Average daily maximum temperature; (e) Average daily minimum temperature; (f) Precipitation

图 3. 蓟州区核桃树开花期气象条件空间分布; (a) 平均气温; (b) 极端最高气温; (c) 极端最低气温; (d) 平均日最高气温; (e) 平均日最低气温; (f) 降水量

3.4. 蓟州区核桃树开花期、果实生长期气象条件时间变化

蓟州区核桃树开花期平均日最低气温通过了 0.05 的显著性检验, 气候倾向率为 0.3°C/10a, 平均气温以及降水量随时间变化不明显。平均气温、平均日最低气温、降水量最低值分别为 16.3、9.2°C、0 mm, 分别出现在 1979、2017、1972 年以及 2017 年。最高值分别为 21.8、16.6°C、94.4 mm, 分别出现在 2008 年、2008 年、1995 年。



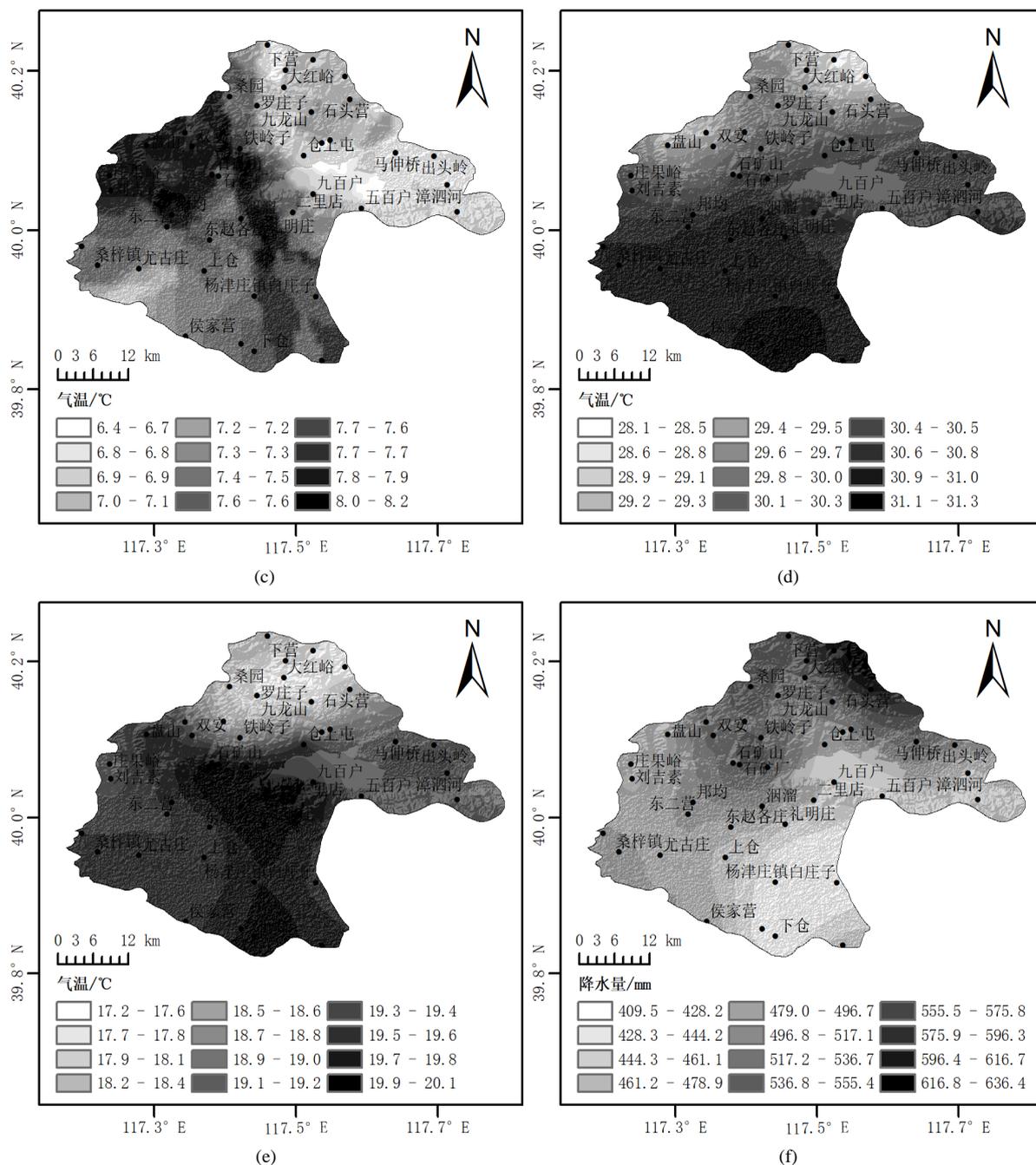


Figure 4. Spatial distribution of meteorological conditions during the fruit growth period of walnut in Jizhou district; (a) Mean temperature; (b) Extreme maximum temperature; (c) Extreme minimum temperature; (d) Average daily maximum temperature; (e) Average daily minimum temperature; (f) Precipitation

图 4. 蓟州区核桃树果实生长期气象条件空间分布; (a) 平均气温; (b) 极端最高气温; (c) 极端最低气温; (d) 平均日最高气温; (e) 平均日最低气温; (f) 降水量

蓟州区核桃树果实生长期平均气温、平均日最高气温通过了 0.05 的显著性检验, 气候倾向率分别为 0.3°C/10a、0.2°C/10a。平均气温、平均日最高气温、降水量最低值分别为 23.2、18.1°C、194.2 mm, 分别出现在 1985、1973、1999 年。平均气温、平均日最高气温、降水量最高值分别为 26.3、31.8°C、1184.2 mm, 分别出现在 2014、2000 年以及 2014、1978 年。

4. 结论

蓟州区核桃树萌芽期平均气温、极端最高气温、极端最低气温、平均日最高气温、平均日最低气温、降水量分别为 11.1℃~13.3℃、24.1℃~29.2℃、-1.3℃~0.2℃、18.1℃~19.6℃、2.1℃~7.9℃、2.7~27.7 mm。展叶期分别为 14.1℃~15.5℃、26.1℃~31.3℃、-0.3℃~6.3℃、20.7℃~22.0℃、5.0℃~10.8℃、16.3~27.0 mm。开花期分别为 18.7℃~19.5℃、33.2℃~34.9℃、3.8℃~5.9℃、24.2℃~26.9℃、10.7℃~12.3℃、10.6~25.8 mm。果实生长期分别为 22.5℃~25.4℃、38.8℃~40.2℃、6.4℃~8.2℃、28.1℃~31.3℃、17.2℃~20.1℃、409.5~636.4 mm。蓟州区核桃树不同物候期气象条件时间变化：蓟州站萌芽期、展叶期、开花期平均日最低气温以及果实生长期日平均气温、平均日最高气温随时间变化均通过 0.05 显著性检验，气候倾向率分别为 0.3℃/10a、0.3℃/10a、0.3℃/10a、0.2℃/10a。蓟州站萌芽期平均气温、平均日最低气温、降水量分别为 9.1℃~14.4℃、0.2℃~10.4℃、0~72.8 mm，展叶期分别为 11.3℃~17.7℃、5.0℃~12.1℃、0~90.5 mm，开花期分别为 16.3℃~21.8℃、9.2℃~16.6℃、0~94.4 mm，果实生长期平均气温、平均日最高气温、降水量分别为 23.2℃~26.3℃、28.1℃~31.8℃、194.2~1184.2 mm。

基金项目

天津市蓟州区 2019 年三农项目资助。

参考文献

- [1] 杨虎清, 席珂芳. 核桃的营养价值及其加工技术[J]. 粮油加工与食品机械, 2002(2): 47-49.
- [2] 孙龙生. 核桃的经济价值[J]. 新农业, 2007(1): 50.
- [3] 崔建旭. 核桃树生长发育与气象条件[J]. 山西气象, 1995(1): 55.
- [4] 王健, 邱宗旭. 核桃生长与气候[J]. 沙漠与绿洲气象, 2002, 25(5): 43-45.
- [5] 张福平, 廖宇. 浅析气象要素对核桃生长及产量的影响[J]. 农业与技术, 2014(1): 118.
- [6] 常冬梅, 王彦荣, 刘亮, 等. 2018 年衡水市玉米生产特点及气象条件分析[J]. 现代农村科技, 2019, 572(4): 17.
- [7] 李宁, 佟维华, 梁涛, 等. 冬季温室大棚番茄生产气象条件分析[J]. 现代农业科技, 2018, 729(19): 126-127.
- [8] 李海凤, 戴诚, 刘路花, 等. 夏季大棚栽培平菇气象条件分析[J]. 农业与技术, 2007, 27(3): 117-119.
- [9] 陈连侠, 赵淑芳, 程胜, 等. 枣庄市大棚甜樱桃种植气象条件分析[J]. 山东气象, 2004, 24(4): 39-40.
- [10] 肖永全. 秦巴山区核桃树的气候生态适宜性分析[J]. 陕西气象, 1995(1): 20-21.
- [11] 王志禄, 李正和. 陇南核桃丰产气候生态条件研究[J]. 干旱气象, 1999(2): 28-31.
- [12] 叶殿秀, 阮士文. 陕西引种黑核桃气候生态条件分析及适生区区划[J]. 陕西气象, 2000(3): 19-22.
- [13] 王刚, 李霏. 气象条件与指标对济宁市冬小麦生长的影响[J]. 河南农业, 2017(32): 36-42.
- [14] 蒋志国. 山核桃树生长的气象条件分析[J]. 中国农业气象, 1986, 7(3): 13-14.
- [15] 周伟, 李银山, 金梅, 等. 汾阳市种植汾州核桃气象条件分析[J]. 河北林业科技, 2010(2): 83-84.
- [16] 彭菊蓉, 杨睿敏. 汉中早实核桃栽培丰产气象条件分析[J]. 陕西农业科学, 2010, 56(2): 129-130.
- [17] 李黎平, 李佳雯. 清香核桃在渝东北种植的有利气象条件[J]. 农业与技术, 2018, 38(5): 149-150.
- [18] 张鸿雁, 胡晓黎, 雷蕾. 商洛核桃气象灾害、病虫害指标及防御方法探讨[J]. 陕西农业科学, 2018, 64(5): 82-83.
- [19] 刘波, 谢清萍, 李大军, 等. 基于高斯坐标平滑的界限温度日期求算的新方法[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(1): 347-350.
- [20] 李薇, 刘建朝, 尚博, 等. 长春大气水汽含量与气温、降水关系分析[J]. 气象灾害防御, 2019, 26(2): 6-9.
- [21] 潘正高, 赵晋陵. 空间插值法在土壤养分测定中的比较研究[J]. 宿州学院学报, 2019, 34(7): 61-63+68.
- [22] 周长征. 平阴县核桃种植气象条件分析[J]. 山东气象, 2003, 23(2): 48-49.