

Study on the Meteorological Conditions and Forecasting Model of the Growth of “Chongguo Peach” in Xichong County

Xiaohong Mao

Nanbu County Meteorological Bureau of Sichuan Province, Nanchong Sichuan
Email: mxh19870721@126.com

Received: May 3rd, 2019; accepted: May 17th, 2019; published: May 24th, 2019

Abstract

Based on the weather observation data of Xichong County from 1961 to 2010, as well as the past 10 years collected Xichong County incense peach phenophase observation data, we use some mathematical statistics methods such as linear tendencies estimation, moving average and M-K test to analyze the influence of different meteorologic conditions on the growth of the peach. What's more, we have carried out some relevant researches and thus establish the weather prediction equation for the production of peach. It plays a key role in guiding the rational planning and scientific production of Chongguo Peach in Xichong area.

Keywords

Chongguo Peach, Meteorological Conditions, Prediction Model

西充县“充国香桃”生长的气象条件及预报模型研究

毛小红

四川省南部县气象局, 四川 南充
Email: mxh19870721@126.com

收稿日期: 2019年5月3日; 录用日期: 2019年5月17日; 发布日期: 2019年5月24日

摘要

利用西充县1961年~2010年50年的气象观测资料 and 通过收集整理10年香桃物候期观测资料, 采用线

性倾向估计、滑动平均和M-K检验等数理统计方法,分析不同气象条件对香桃生长发育的影响,并进行相关性研究,以此建立香桃产量的气象预报方程,对充国香桃的合理规划和科学生产起到关键性的指导作用。

关键词

充国香桃, 气象条件, 预报模型

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

俗话说“民以食为天”,当今社会经济快速发展,人民生活水平不断提高,然而食品安全问题层出不穷,使得消费者更青睐于有机食品和本地食品,尤其在发达国家现象普遍[1][2]。

西充县位于四川省中北部、南充市西北部,是国家现代农业示范县,香桃产业经济是西充县富民兴县的支柱产业,更是西充县大力发展旅游业的品牌保障,市场前景非常可观[3]。

目前,国内外学者对气候变化对植物生长机理的影响进行了大量的研究,但大多数是集中在农作物等禾本科作物上,对果树的生长发育及果实的生长研究报道相对较少。国外研究气候条件对作物产量影响的主要方法有三种:一是历史资料评价法;二是野外控制实验方法;三是模型模拟预测法[4]。我国工作开展相对较晚,但进步很快,满足了不同服务对象对业务的需求。其中产量预报方法和模型在农作物领域研究、应用较多,在果业中研究较少,尤其在桃产量预报技术研究方面,少之甚少[5][6][7][8]。

本文首次全面系统的研究在四川盆地丘陵地区西充县种植香桃的气候适应性,以及西充香桃产量的气象预报方程等研究,为西充县香桃产业化发展提供科学支撑,促进西充县香桃果业的快速、健康发展,引导西充县果业发展中用好用活气象服务信息、先进生产技术,有效拓宽气象服务领域,推进现代化农业发展进程,促进新农村建设,从而使气象为农服务达到事半功倍的效果。

2. 资料来源与处理

2.1. 资料来源

1) 气象因子资料:使用西充县气象局地面观测站 1961~2010 年 50 年平均温度、降水量、日照时数等气象因子观测资料和气象灾害统计资料,气象数据对农业生产和灾害预防等领域具有重要的应用价值。

2) 香桃物候期资料:来源于西充县农业局收集的 1995~2010 年 15 年香桃发芽期、开花期、果实成熟期、落叶期观测资料,物候观测资料反映了气候条件对作物的影响,对于合理开展农业生产具有十分重要的意义。

3) 社会经济资料:来源于西充县统计局的 1995~2014 年香桃产量年鉴资料,反映作物综合发展状况。

2.2. 资料处理方法

本文基于 Excel、Origin、Matlab 等软件的分析 and 绘图等能力,采用线性倾向估计、滑动平均和 M-K 检验等数理统计方法,分析不同气象条件对香桃生长发育的影响,并进行相关性研究,以此建立香桃产量的气象预报方程;对“充国香桃”产量与气象指标进行相关性分析,研究气象灾害对“充国香桃”产

量影响程度，并提出气象灾害防御措施。

3. “充国香桃”生长适宜气候特征分析

3.1. “充国香桃”平均物候期

本文通过对西充“充国香桃”1995~2010年物候观测资料求平均，得到香桃平均物候期，如表1所示。

Table 1. The average phenological period of Chongqian “Chongguo Peach” in Xichong County (1995-2010) (format: month-day)

表 1. 西充县“充国香桃”平均物候期(1995~2010年)(格式:月-日)

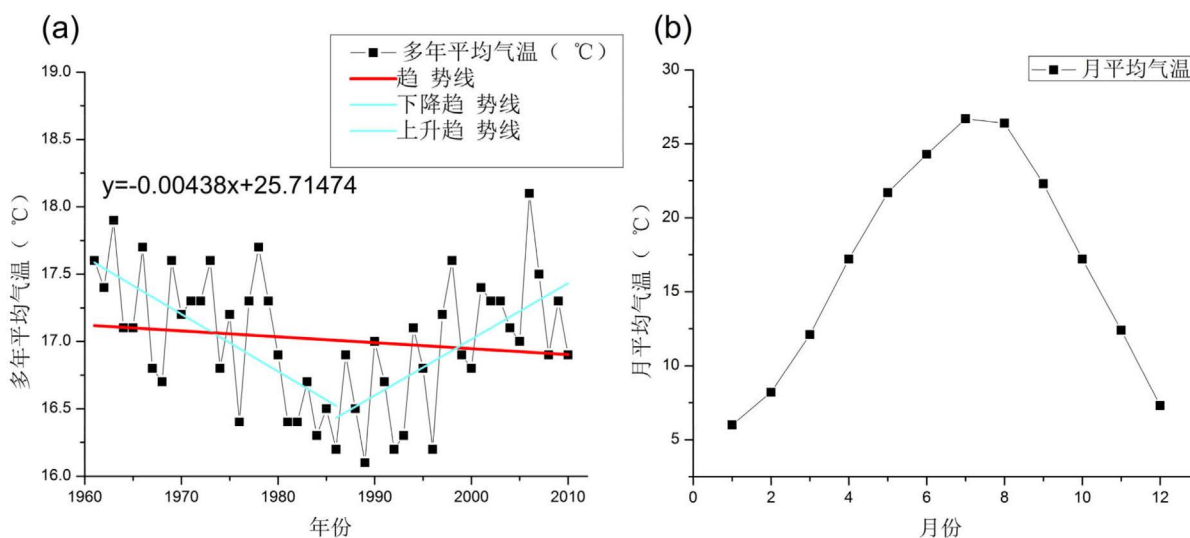
物候	叶芽开放期	展叶始期	展叶盛期	开花始期	开花盛期	开花末期
日期	03-28	04-04	04-16	03-26	04-03	04-11
物候	果实发育期	成熟期	叶变始期	叶变盛期	落叶始期	落叶末期
日期	04-12	07-12	10-21	10-31	10-25	11-27

3.2. “充国香桃”生长适应温度条件分析

桃树通常需冷量要保持在 0℃至 7.2℃之间(不含 0℃)，如果在休眠期温度低到-23℃至-25℃时，桃树将遭受冻害；温度低至-18℃时，花芽将遭受冻害，温度低于-27℃时，整棵桃树将被冻死。土壤温度降低到-10℃至-11℃时，桃树根部将遭受冻害[9]。本文利用西充县气象站 1961~2010 年近 50 年常规地面气象观测资料进行气候特征分析，如图 1 所示。

图 1 显示，西充县近 50 年来年平均气温总体上为下降趋势，下降幅度为 0.004℃/a，但下降趋势不大，变化平稳，累年平均气温为 17.01℃，1 月温度最低，为 6.0℃，能满足“充国香桃”的需冷量；7 月温度最高，高达 26.7℃，能满足“充国香桃”的光合速率要求。2000 年以来，西充县年平均气温持续较高，气候呈变暖趋势，热量资源持续不断增加，有利于“充国香桃”的生长发育。

通过 M-K 突变检验来看(如图 2)，西充县 1961 年到 1990 年平均气温降低，1991 年到 2010 年升高，总体上年平均气温 50 年时间变化尺度上呈现先降低后升高。



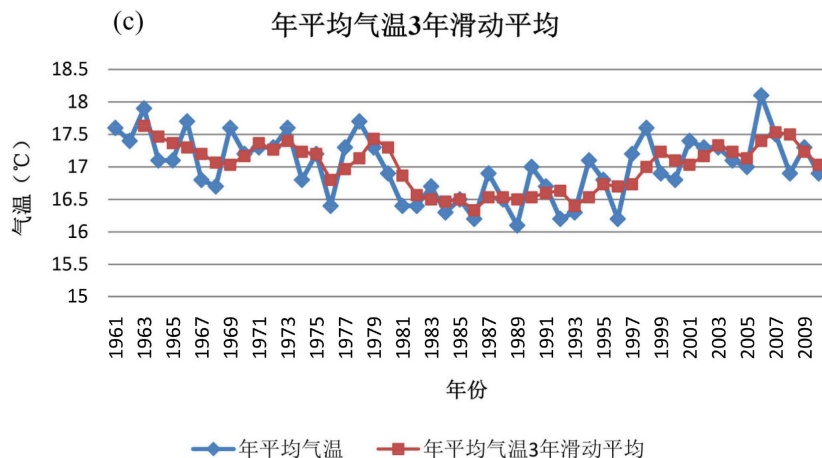


Figure 1. Annual average temperature (a), monthly average temperature (b) and 3-year moving average (c) change trend of Xichong County from 1961 to 2010

图 1. 西充县 1961~2010 年 50 年来的年平均气温(a)、月平均气温(b)、3 年滑动平均(c)变化趋势图

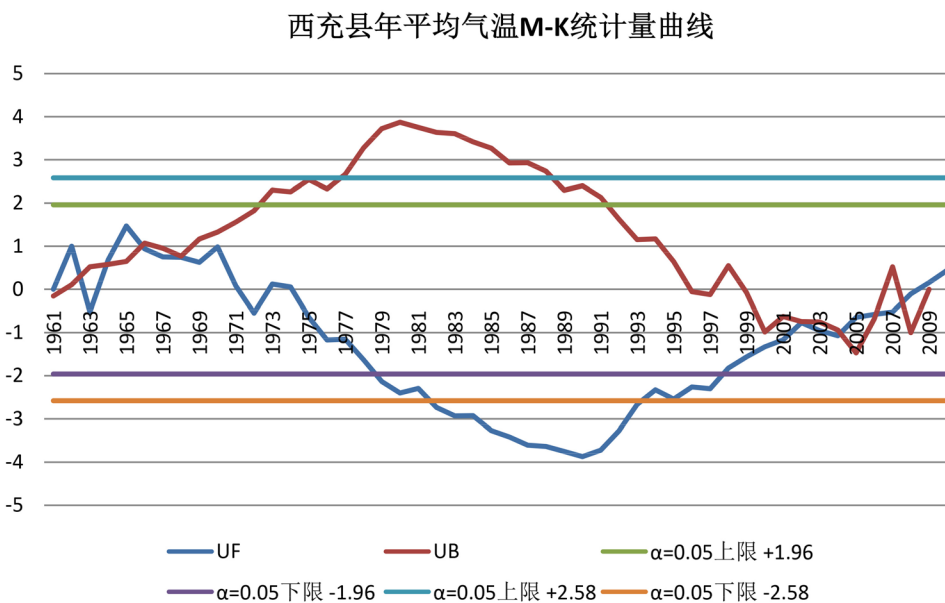


Figure 2. M-K statistic curve of the annual average temperature change test in Xichong County from 1961 to 2010

图 2. 西充县 1961-2010 年 50 年的年平均气温突变检验 M-K 统计量曲线

3.3. “充国香桃” 生长适应降水条件分析

本文统计西充县的降水量分布情况，得出西充县近 50 年年降水量、月平均降水量和 3 年滑动平均变化趋势图(如图 3)。

如图 3 显示，西充县 1961~2010 年年降水量整体上表现为缓慢减小趋势，减小幅度较大为每年 1.58 mm，近 50 年平均年降水量为 965.11 mm；滑动平均曲线总体上呈现平稳变化；多月平均降水量时间分布不均匀，整体上呈现“正态分布”的特点，全年降水量主要集中于 5 月、6 月、7 月、8 月和 9 月，其中 7 月份平均降水量最多。

通过 M-K 突变检验来看(如图 4)，西充县 50 年降水的时间变化尺度上来看，降水变化过程经历了变化平稳到增多再到较少。

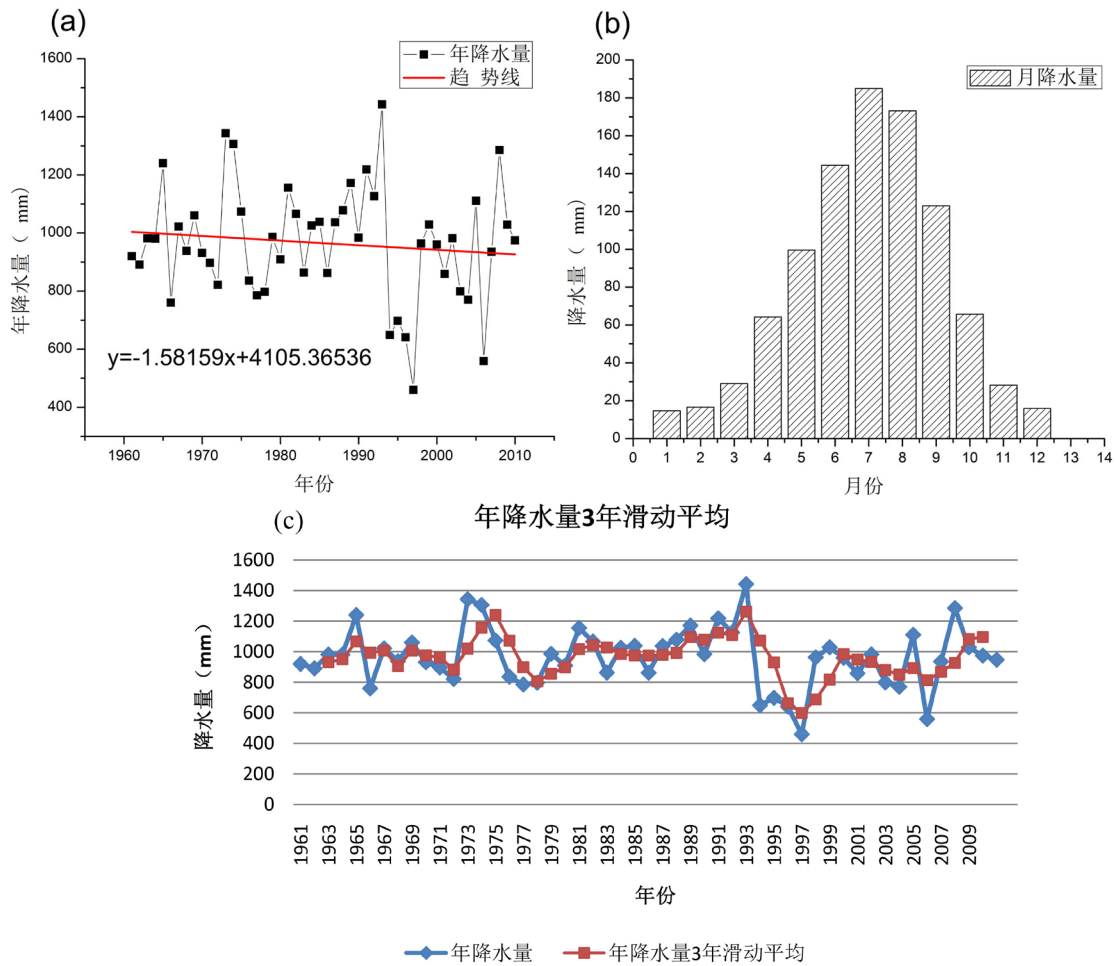


Figure 3. Annual precipitation (a), monthly average precipitation (b), and 3-year moving average (c) change trend in Xi-chong county from 1961 to 2010

图 3. 西充县 1961~2010 年 50 年来的年降水量(a)、月平均降水量(b)、3 年滑动平均(c)变化趋势图

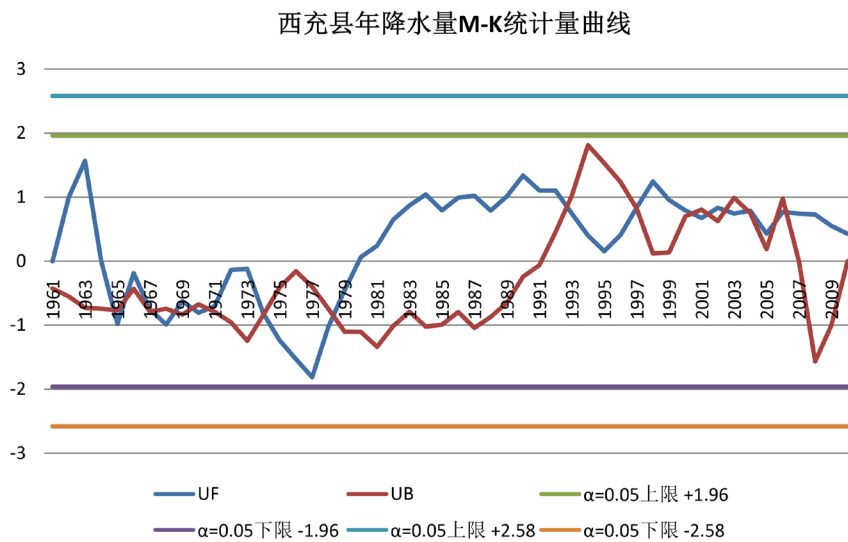


Figure 4. M-K statistic curve of annual precipitation variation test in Xichong county from 1961 to 2010

图 4. 西充县 1961~2010 年 50 年的年降水量突变检验 M-K 统计量曲线

从降水条件分析可以看出，西充县春季降水量相对较少，容易发生季节性的干旱，而夏季降水丰富，热量条件好，是“充国香桃”形成产量的重要时期。

3.4. “充国香桃” 生长适宜光照条件分析

采用相同方法得出西充县近 50 年日照时数变化趋势图(如图 5)。

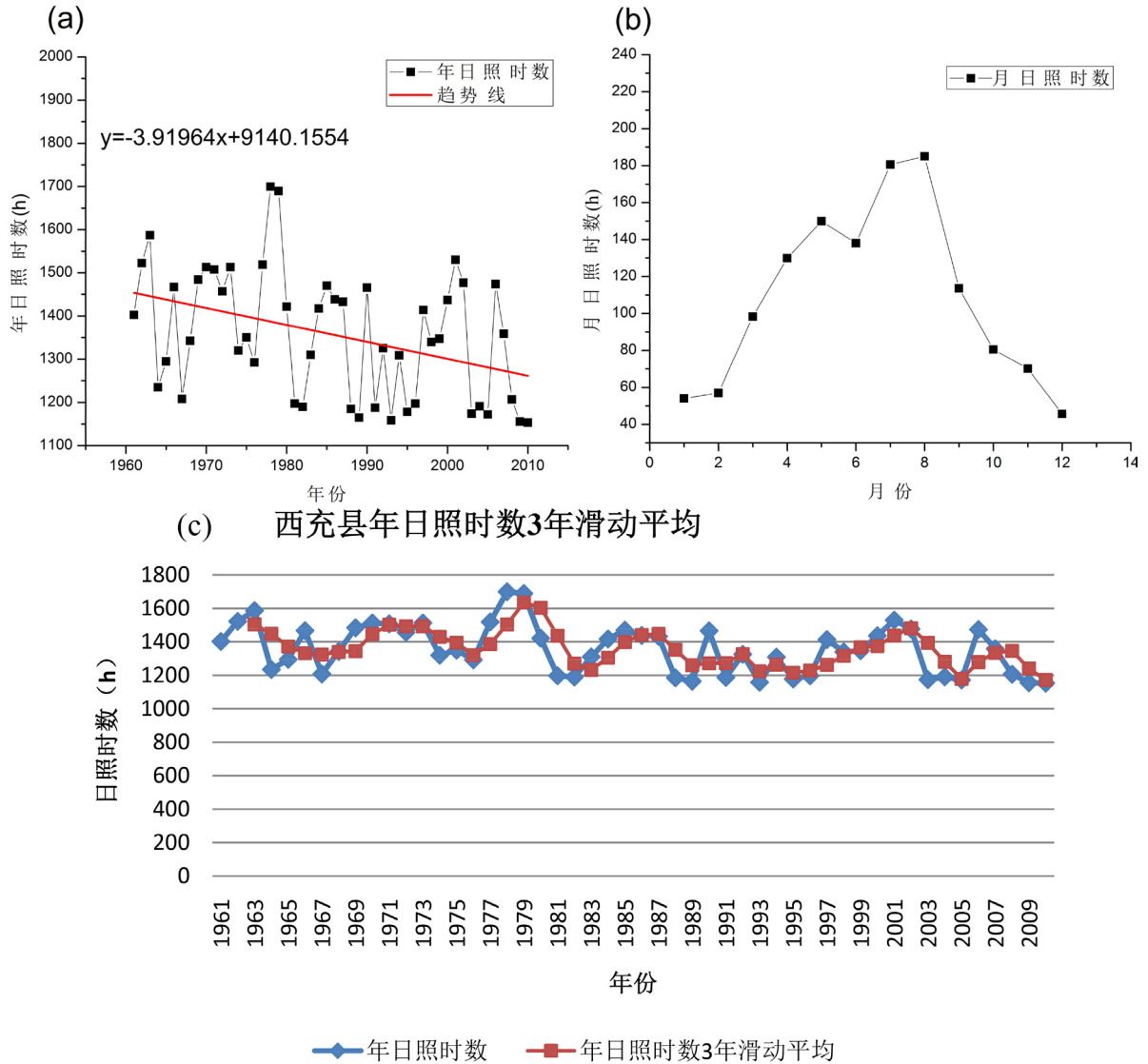


Figure 5. Annual sunshine hours (a), monthly sunshine hours (b), and 3-year moving average (c) trends in the 50 years from 1961 to 2010 in Xichong county

图 5. 西充县 1961~2010 年 50 年来的年日照时数(a)、月日照时数(b)、3 年滑动平均(c)变化趋势图

据日照时数数据分析来看：年日照时数整体上呈现减少趋势，减少幅度为每年减少 3.9 h；年日照时数在时间尺度上表现为由较少到增多到平缓变化再到较少的变化特征；全年日照时数分布不均匀，3~9 月日照时数相对较多，有利于农作物的萌芽以及后期的生长发育，秋冬季节由于可照时数较少，天气多为阴天，日照时数减少很多。

通过 M-K 突变检验后发现西充年日照时数 50 年的时间变化尺度上变化平稳(如图 6)。

西充县年日照时数M-K统计量曲线

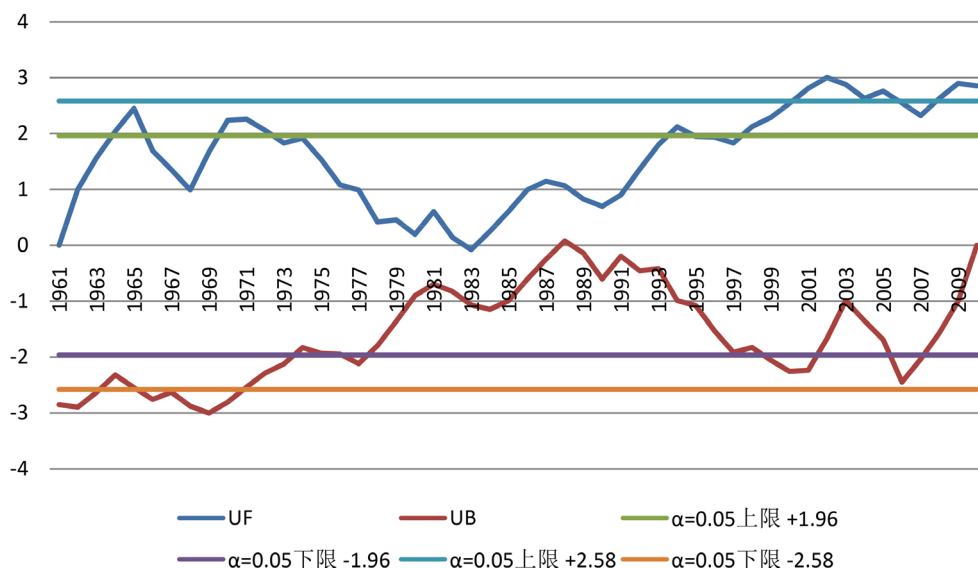


Figure 6. M-K statistic curve of annual sunshine hours mutation test in Xichong county from 1961 to 2010
图 6. 西充县 1961~2010 年 50 年来的年日照时数突变检验 M-K 统计量曲线

总体来说,西充县 50 年平均温度为 17.0℃,大于等于 10.0℃的年活动积温为 5336.9℃,极端最低气温-4.4℃,年降雨量 965.1 mm,年日照时数 1299.2 h,且未出现严重霜冻,该地区气温、降水、日照条件等气候条件十分优越,栽植香桃十分适宜。但由于气象条件在香桃生长的各个时期的变化较大,长时间的气候条件年际变化也将对西充香桃种植的规划和发展有重要影响。

4. “充国香桃”产量预测研究

4.1. 研究说明

因香桃生长过程中环境条件资料记录较少,本研究生通过调查问卷的方式,收集整理分析出影响香桃产量的主要因子,以此建立香桃产量预测动态模型,然后采用多元回归分析,以确定关联变量间的作用大小,从而建立香桃单产气象预报方程。

4.2. “充国香桃”产量预测模型研究

基于上述研究方法,本文采用多元回归法对香桃产量进行分析和预测[10],构建的产量预测模型如下:

$$C = \beta_0 x_1 + \beta_1 x_2 + \beta_2 x_3 + \beta_3 x_4 + \beta_4 x_5 + \beta_5 x_6 + \dots + \beta_{n-1} x_n \quad (1)$$

以上公式中, C 代表产量, X_n 代表阳光、土壤、空气、水分、环境、温度等因子影响。其中阳光用研究区间内的平均日照时间表示,土壤用土壤质量指数表示,空气用 PM2.5 表示,水分用平均湿度表示,环境用研究区间内的平均环境质量表示,温度用研究区间内的平均温度表示。

根据统计数据结果,本研究选取了 6 个权重较大的主要影响因子,以此建立的“充国香桃”产量预测动态模型,如表 2 所示:

通过表 2 可以看出,在西充县香桃产量预报动态模型中,香桃产量与阳光、土壤、空气、水分、环境和温度有关。本研究将利用多元回归分析法,建立香桃气象产量预报方程:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5 + b_6 x_6 + e \quad (2)$$

Table 2. The yield prediction model of “Chongguo Peach”
表 2. “充国蜜桃”产量预测模型

项目分类	1		2		3		4		5		总和	加权分数
	极重要	极重要(%)	重要	重要(%)	普通	普通(%)	不重要	不重要(%)	极不重要	极不重要(%)		
1. 阳光	39	0.105	82	0.155	12	0.083	3	0.068	2	0.125	138	1.657
2. 土壤	41	0.111	78	0.147	13	0.090	4	0.091	2	0.125	138	1.720
3. 空气	61	0.165	62	0.117	11	0.076	3	0.068	1	0.063	138	1.720
4. 水分	58	0.157	64	0.121	12	0.083	3	0.068	1	0.063	138	1.716
5. 环境	42	0.114	71	0.134	19	0.132	4	0.091	2	0.125	138	1.806
6. 温度	31	0.084	35	0.066	47	0.326	20	0.455	5	0.313	138	2.884

上述方程式中, Y 表示蜜桃单产预报量, $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ 分别代表预报因子阳光、土壤、空气、水分、环境和温度, $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ 为各预报因子相应的回归系数, e 为残差误差。

根据气象观测资料和蜜桃单产数据, 采用 Excel 数据分析工具进行回归分析, 得出回归系数和相关参数(如图 7)。

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple R	0.910810516
R Square	0.829575795
Adjusted R Squ	0.75091847
标准误差	0.102612213
观测值	20

方差分析					
	df	SS	MS	F	Significance F
回归分析	6	0.666294539	0.11104909	10.54670741	0.000234328
残差	13	0.136880461	0.010529266		
总计	19	0.803175			

	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
Intercept	-5.307191133	3.336650059	-1.59057469	0.135719727	-12.51558534	1.901203072	-12.51558534	1.901203072
X Variable 1	0.088510539	0.091780507	0.964371862	0.35245699	-0.109769192	0.28679027	-0.109769192	0.28679027
X Variable 2	0.021146727	0.026894024	0.786298348	0.445789675	-0.03695428	0.079247733	-0.03695428	0.079247733
X Variable 3	0.000377117	0.000211959	1.779191731	0.098585094	-8.07941E-05	0.000835027	-8.07941E-05	0.000835027
X Variable 4	5.17503E-05	0.000226708	0.228268639	0.82298872	-0.000438022	0.000541523	-0.000438022	0.000541523
X Variable 5	0.010961781	0.005230965	2.095556064	0.016264467	-0.000339032	0.022262594	-0.000339032	0.022262594
X Variable 6	0.000276473	0.000154178	1.7932035	0.016225283	-5.66089E-05	0.000609555	-5.66089E-05	0.000609555

Figure 7. The output regression coefficients and related parameters

图 7. 输出的回归系数和相关参数

图 7 中, 相关系数 $R = 0.9108$, 表明蜜桃单产预报量与预报因子之间的关系为高度正相关。经 F 检验, 该线性预报方程回归效果显著, 据此可得出估算的蜜桃单产量气象预报方程:

$$Y = -5.3072 + 0.0885x_1 + 0.0211x_2 + 0.0003x_3 + 0.00005x_4 + 0.01096x_5 + 0.00028x_6 + 0.0105 \quad (3)$$

根据预报方程, 将蜜桃单纯预报值与实际观测值对比(如图 8)可以看出蜜桃单产量气象预报方程拟合预测效果较好。

4.3. “充国蜜桃”产量与气象条件相关性研究

根据西充县 1961~2010 年气象数据(如表 3)和“充国蜜桃”1995~2010 年产量资料, 得出 α 信度系数(如表 4)。

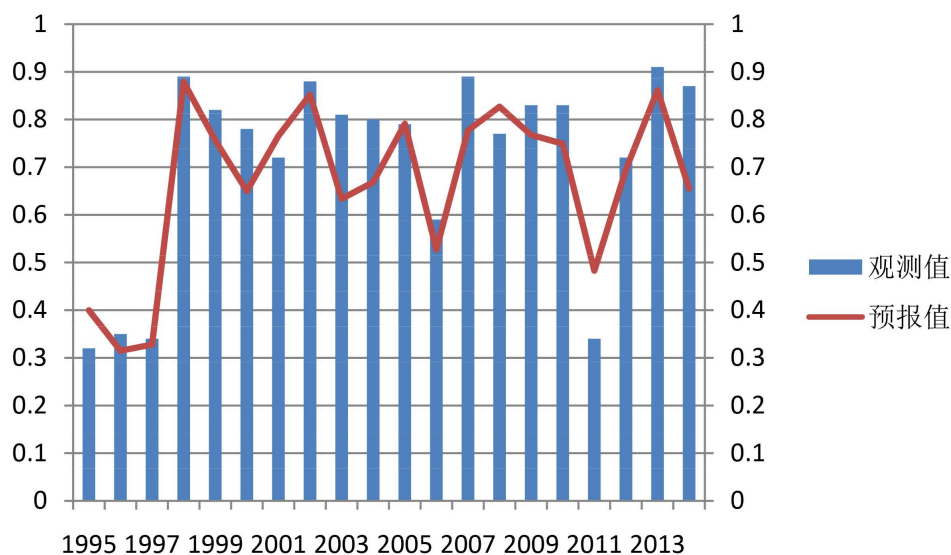


Figure 8. The observations and forecasts of the yield forecast for peaches
图 8. 香桃单产预报量的观测值和预报值

Table 3. The meteorological data of Xichong county from 1961 to 2010

表 3. 西充县 1961~2010 年累年气象数据

气象要素 \ 日期	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均值
平均气温 (°C)	6	8.2	12.1	17.2	21.7	24.3	26.7	26.4	22.3	17.2	12.4	7.3	16.8
平均降水量 (mm)	14.6	16.6	29.1	64.2	99.6	144.3	184.9	173.1	1230	65.7	28.2	15.9	959.2
平均日照数 (h)	54	57	98.3	129.9	149.9	138	180.5	185	113.6	80.5	70.1	45.7	1303

Table 4. The reliability analysis of questionnaire variables

表 4. 问卷变量的信度分析

变量	X_1	X_2	X_3	X_4
测量项	7	10	2	4
alpha系数	0.778	0.845	0.825	0.792

从表 4 可以看出, 产量 X_1 、品质 X_2 、土壤水分 X_3 、综合气象条件 X_4 , α 信度系数均大于 0.7, 且变量 X_2 和 X_3 超过 0.8, 表示信息高可以接受。

为进一步检验气象条件与香桃产量显著性水平, 本研究采用敏感性高的 LSD 方法, 对研究区气象条件对香桃产量程度进行检验。结果表明(如表 5)气象条件分别与“充国香桃”产量和品质显著性水平小于 0.05, 通过检验。

通过以上研究得出, 气象条件与香桃产量呈线性关系, 为进一步研究其相关程度, 下面对气象条件与香桃产量进行相关分析和检验, 结果如表 6 和表 7 所示:

气象条件与香桃产量皮尔森相关系数为 0.56, 显著水平小于 0.05, 呈正向相关关系, 气象条件对香桃产量具有积极的正面影响。

Table 5. The LSD analysis of the influence of meteorological conditions on the yield of peach
表 5. 气象条件对香桃产量影响程度的 LSD 分析

(I)	(J)	均值差(I-J)	标准误	显著性	95%置信区间	
					下限	上限
1	2	-0.051	0.091	0.574	-0.23	0.13
	3	-1.246*	0.161	0.000	-1.56	-0.93
2	1	0.051	0.091	0.574	-0.13	0.23
	3	-1.195*	0.170	0.000	-1.53	-0.86
3	1	1.246*	0.161	0.000	0.93	1.56
	2	1.195*	0.170	0.000	0.86	1.53

注：*均值差的显著性水平小于 0.05。

Table 6. Pearson correlation coefficient analysis results
表 6. 皮尔森相关系数分析结果

变数	气象条件	香桃产量
气象条件	1.00	
香桃产量	0.56	1.00

Table 7. Table of the effect coefficient of meteorological conditions on the yield of peach
表 7. 气象条件对香桃产量作用系数表

因变数	未标准化系数		标准化系数 β	t	显著性P
	B	标准误差			
	7.605	0.915		8.312	0.000***
	0.279	0.055	0.405	5.008	0.000***

R = 0.405; R² = 0.165; 调整后的R² = 0.159; F = 26.075 显著性 = 0.000

4.4. “充国香桃”产量与气象灾害相关性研究

采用上述相同方法对气象灾害与“充国香桃”产量之间进行相关性分析。结果显示：气象灾害与“充国香桃”产量呈现反比的关系，关系系数为-0.61，表明气象灾害对“充国香桃”产量影响较大。从皮尔森相关系数分项分析结果中看出(如表 8)，气象灾害与“充国香桃”产量均呈现反比关系，其中关联系数最大的是暴雨洪涝，其中关联系数最小的是高温热害，因此应该致力于预防各种气象灾害。

5. “充国香桃”生长策略建议

本研究就如何防御气象灾害的影响提出以下策略建议：

1) 加强暴雨洪涝的防御和补救措施

暴雨洪涝会使桃树根部较长时间处于水浸状态，致使桃树因无法正常进行呼吸作用而吸收储备营养，造成烂根，易出现果树果实发育不良不能正常膨大甚至脱落、影响果树正常生长而严重影响秋梢的抽生等不良生长现象，严重时甚至还会出现死树现象，大力减少香桃产量。所以，当果树遭受涝灾后，我们可以从以下几个方面加强灾害补救措施：一是立即排湿；二是中耕松土；三是追加施肥；四是修剪改善；五是防治病虫害；六是合理采收[11] [12] [13] [14]。

Table 8. Pearson correlation coefficient sub-analysis results**表 8.** 皮尔森相关系数分项分析结果

变数	香桃产量	暴雨洪涝	伏旱	高温热害	霜冻
香桃产量	1.00				
暴雨洪涝	-0.87	1.00			
伏旱	-0.67	1.00	1.00		
高温热害	-0.26	0.025	0.328	1.00	
霜冻	-0.36	0.265	0.356	0.456	1.00

2) 加强果园日常管理：一是建立母本园；二是控制桃园负载量；三合理稀植栽培；四是改造现有密植果园[15] [16] [17] [18]。

6. 结论

1) 西充县近 50 年来气候呈平稳状态，夏季降水丰富，热量资源充足，有利于“充国香桃”的生长发育，光照资源相对缺乏，果树的产量。

2) 基于统计方法，对西充县香桃生长气象条件分析和气候适宜性研究，初步建立产量预报动态模型，对西充地区“充国香桃”专业气象服务工作提供科技支撑，对香桃的相关管理工作提供一定指导。

3) 气象灾害与“充国香桃”产量呈现反比的关系，关系系数为-0.61，显示气象灾害对“充国香桃”产量影响较大，呈现反比的关系，其中关联系数最大的是暴雨洪涝，关联系数最小的是高温热害，因此应该致力于预防各种气象灾害。

由于各方面条件的限制，本文仍然存在一定的限制。一方面，由于时间和经费的关系，研究样本的数量有可能不是特别巨大。因此，后续研究可以扩大研究样本的数量再做研究。其次，因为各个不同地区和品种情况千差万别，后续研究者可以对不同地区和品种进行比较研究，以增加研究的说服力。

参考文献

- [1] 叶新福. 以色列现代果业技术及我国精品果业发展的思考[J]. 福建果树, 2012(3): 1-3.
- [2] 吴大付, 李东方, 刘大强. 我国有机农业的发展现状及对策[J]. 河南科技学院学报(自然科学版), 2007, 35(2): 6-9.
- [3] 李敏. 充国香桃栽培技术[J]. 现代农业科技, 2007(10): 36-45.
- [4] 何震, 唐以林, 姜磊. 南充市水果品牌现状及对策探索[J]. 四川农业科技, 2014(6): 56-57.
- [5] 毛留喜, 吕厚荃. 国家级农业气象业务技术综述[J]. 气象, 2010, 36(7): 75-80.
- [6] 冯锐, 张玉书, 纪瑞鹏, 等. 基于 GIS 的农业气象预报系统集成[J]. 中国农学通报, 2012, 28(26): 298-303.
- [7] 陈晖. 作物产量动态气象预报业务系统的设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2008.
- [8] 易雪. 早稻产量动态预报技术研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京信息工程大学, 2010.
- [9] 吴春艳, 刘勇洪, 李慧君, 等. 北京种植桃气候适应性及优势分析[J]. 气象科技, 2010, 38(1): 129-132.
- [10] 张晓玲, 饶志坚. 云南省粮食产量预测——基于多元线性回归分析[J]. 现代商业, 2017(4): 46-47.
- [11] 皇甫中泗, 左奎旺. 科学发展果树生产[J]. 农村实用科技, 2003(9): 12-13.
- [12] 于长春. 甜樱桃的园地选择及规划技法[J]. 山西果树, 2010(5): 9-10.
- [13] 文旭. 充国香桃主要病虫害绿色防控技术[J]. 中国果树, 2015(3): 70-73.
- [14] 李永焘. 苹果矮化自根砧建园技术总结[J]. 西北园艺: 果树, 2016(4): 45-47.
- [15] 侯春红, 李钢, 李敏. 提高充国香桃品质的关键栽培技术[J]. 吉林农业, 2015(7): 102.

- [16] 蒙斌. 西充县充国香桃省力栽培技术[J]. 现代农业科技, 2014(18): 110-111.
- [17] 喻凤莲, 谭晓莲, 刘应平. 叶面喷晒对香桃果实品质的影响[J]. 中国农业信息, 2013(2S): 78-80.
- [18] 陈新宏. 地被植物在园林绿化中的应用[J]. 安徽林业科技, 2007(2): 38-38.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2330-1724, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojs@hanspub.org