

吴叶青,张锴,金小岚,2020. 德兴市农业气候变化及其对覆盆子产量的影响[J]. 气象与减灾研究,43(2):144-148.

Wu Yeqing, Zhang Kai, Jin Xiaolan, 2020. Agricultural climate change and its impact on raspberry yield in Dexing City[J]. Meteorology and Disaster Reduction Research,43(2):144-148.

德兴市农业气候变化及其对覆盆子产量的影响

吴叶青¹, 张 锴², 金小岚¹

1. 德兴市气象局, 江西 上饶 334200

2. 三清山气象局, 江西 上饶 334599

摘 要: 基于 1959—2019 年气象站观测资料和 2011—2020 年覆盆子产量资料,分析了江西省德兴市农业气候变化及其对覆盆子产量的影响。结果表明,与覆盆子产量显著相关的气象因子分别为无霜期日数、稳定通过 10 ℃ 初终日间隔日数、稳定通过 10 ℃ 积温、年极端最低气温和 3 月极端最低气温。5 个气象因子总体呈上升趋势,但阶段性特征不同。稳定通过 10 ℃ 积温在 1980—1989 年呈减少趋势,其他时段均呈增加趋势;年极端最低气温在 1960—1969 年和 2000—2009 年呈略下降趋势,其他时段呈升高趋势;1990 年以前,无霜期日数、稳定通过 10 ℃ 初终日间隔日数和 3 月极端最低气温总体呈下降趋势,对覆盆子生长不利,而 1990 年以后呈显著上升趋势,有利于覆盆子生长。

关键词: 覆盆子,气候变化,产量,影响,德兴市

中图分类号: S162.5

文献标识码: A

文章编号: 1007-9033(2020)02-0144-05

doi:10.12013/qxyjzyj2020-019

Agricultural Climate Change and Its Impact on Raspberry Yield in Dexing City

Wu Yeqing¹, Zhang Kai², Jin Xiaolan¹

1. *Dexing Meteorological Bureau, Shangrao 334200, China*

2. *Sanqingshan Meteorological Bureau, Shangrao 334599, China*

Abstract: Based on atmospheric sounding data observed during 1959 – 2019, and raspberry yield during 2011 – 2020, the agricultural climate change and its influence on the yield of raspberry in Dexing City of Jiangxi Province were analyzed. The results showed that, five meteorological factors exhibiting high correlations with the yield of raspberry were determined, including days of frost-free periods, the duration days between beginning and ending 10 ℃, accumulated 10 ℃, annual extreme minimum temperature and extreme minimum temperature in March, and the evolution of which in the near 61 years was discussed. The results showed that the five meteorological factors presented positive trend in the near 61 years, but with obvious stage characteristics. The accumulated 10 ℃ showed a downward trend in the 1980s and an increasing trend during other periods. The annual extreme minimum temperature exhibited a small decreasing trend in 1960s and 2000s, and an increasing trend in other periods. The other 3 meteorological factors showed a downward trend before 1990, which was not good for the growth of raspberry, but after 1990, the meteorological 3 factors showed a significant upward trend, contributing to the growth of raspberry.

Key words: raspberry; climate change; yield; impact; Dexing city

收稿日期: 2020-03-02; 修订日期: 2020-04-19.

基金项目: 2019 年上饶市气象局自筹经费科研项目“德兴市气候变化对种植覆盆子影响分析”。

作者简介: 吴叶青,工程师,主要从事农业气象业务与研究, E-mail:254480273@qq.com.

0 引言

江西省德兴市位于赣、浙、皖、闽交界处的怀玉山脉北麓,属亚热带湿润季风区,年平均气温 17.7℃,极端最低气温 -10.6℃,极端最高气温 40.7℃,相对湿度 80%,年均降水量 1 935 mm,年平均无霜期 272 d,年均日照时数 1 778 h,具有气候温暖、雨量充沛、光照充足、四季分明、昼夜温差大和无霜期长等山区小气候特点。近几十年来,气候变化在所有大陆和海洋上都对自然和人类系统造成影响(董思演和高学杰,2014)。中国气候也有变暖的趋势(王保生,1994),1951—2009 年中国陆地表面平均气温上升了 1.38℃(占明锦,2013)。德兴市的气候也发生了明显变化,主要表现为气温明显上升,冬季气候变暖。

德兴境内群山连绵,山地面积约占全部土地面积的近 50%,荒山、荒坡、荒地资源非常丰富,境内土壤以水稻土和山地红壤、黄壤为主。其垂直分布带谱明显,土质肥沃,有机质丰富、水源丰富,适宜中草药生长。生态环境的多样性,孕育着十分丰富的药用植物种植资源,尤其覆盆子资源丰富,德兴的地理环境和典型山区小气候特点为德兴覆盆子特色品质的形成和保持提供了基本条件。覆盆子是目前德兴农林业种植的理想物种之一,经济、社会和生态效益均显著。目前国内外许多学者对覆盆子的栽培技术进行了研究,如潘彬荣等(2011)对掌叶覆盆子优株的生长习性进行调查及选育的研究,程艳(2018)研究了黄山市掌叶覆盆子发展优势及种植技术,等等。但由于覆盆子的生长和产量对气候条件的要求比较高,气候的变化可能会影响覆盆子的生长,而目前关于气候变化对种植覆盆子的影响研究尚不多见。

本研究以 1959—2019 年德兴市气象站观测资料和 2011—2020 年德兴市覆盆子产量资料(来源于德兴市农业农村局)为基础,利用相关性分析方法和一元线性回归方程对覆盆子生长期的气候特征进行统计分析,得出影响德兴市覆盆子产量的气候因子,分析其变化对覆盆子生长的影响,旨在为发展德兴市覆盆子种植提供气候依据。

1 影响覆盆子产量的气象因子

以德兴市覆盆子的各个发育期为依据,统计各个发育期相应的气象因子,然后分析产量与各气象因子的相关系数,从中挑选出相关性较高的气象因子。德兴市覆盆子是一种 2 a 生果树,其产量年际间波动比较明显,除了气候因子的影响外,农业技术水平的影

响也很大,因此把覆盆子的产量分为 3 个部分:趋势产量、气象产量和其它产量。利用滑动平均方法分离覆盆子的趋势产量和气象产量,由于产量资料的年限较短,滑动平均方法的步长以 3 a 为宜,其结果如表 1 所列。

表 1 2011—2020 年德兴市覆盆子单产、趋势和气象产量(单位:kg·hm⁻²)

Table 1 Unit yield, trend yield and meteorological yield of raspberry in Dexing City from 2011 to 2020 (units: kg·hm⁻²)

年份	平均单产	趋势产量	气象产量
2011	2 361.0	-	-
2012	2 395.5	2 313.5	82.0
2013	2 184.0	2 377.5	-193.5
2014	2 553.0	2 435.5	117.5
2015	2 569.5	2 511.0	58.5
2016	2 410.5	2 528.5	-118.0
2017	2 605.5	2 524.0	81.5
2018	2 556.0	2 657.0	-101.0
2019	2 809.5	2 800.0	9.5
2020	3 034.5	-	-

根据掌叶覆盆子的生物学特性,在普查大量气象因子的基础上,选取年平均气温、3 月最低气温、年极端最低气温、稳定通过 10℃初终日期间隔日数、稳定通过 10℃积温、年日照时数、年降水量、3—5 月降水量、3—5 月暴雨日数、无霜期日数等 10 个气象因子作为备选因子,分别与 2011—2020 年德兴市覆盆子气象产量进行相关性分析,其中 5 个气象因子与气象产量的相关系数通过了信度 0.05 的显著性检验(表 2),表现出显著相关,分别是年极端最低气温、3 月极端最低气温、稳定通过 10℃初终日期间隔日数、稳定通过 10℃积温、无霜期日数。

表 2 与覆盆子产量有关的气象因子相关系数统计

Table 2 Correlation coefficient between meteorological factors and raspberry yield

气象因子	相关系数
年极端最低气温	0.657 4
3 月最低气温	0.718 5
稳定通过 10℃初终日期间隔日数	0.641 4
稳定通过 10℃积温	0.675 8
无霜期日数	0.644 5

2 气象因子的年际变化特征

2.1 无霜期

覆盆子生长期与无霜期有密切关系,无霜期的长短是覆盆子生长热量资源的重要指标,无霜期越长,生长期越长,产量越高(汪黑铁,2019)。分析 1959—

2019年德兴市年无霜期日数年际变化(图1)发现,无霜期日数呈线性增加的趋势,变化函数为 $y = 0.875x - 1468.6$,气候倾向率为 $8.8 \text{ d}/(10 \text{ a})$,这种增加的趋势通过信度 0.001 显著性水平检验。无霜期日数随年际变化增加趋势更为显著,有利于覆盆子产业的发展。

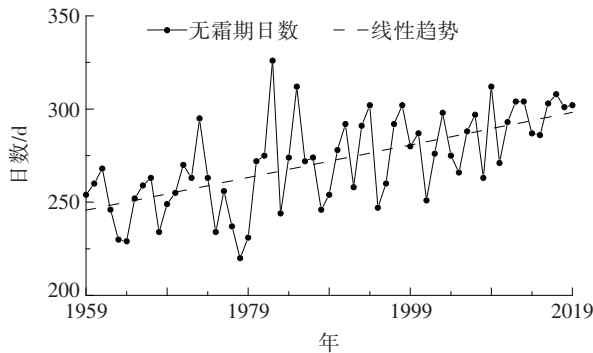


图1 1959—2019年德兴市无霜期日数年际变化

Fig. 1 Interannual variation of frost-free days in Dexing city from 1959 to 2019

1959—2019年德兴市无霜期日数总的变化趋势是每 10 a 增加 8.8 d ,但从德兴市不同时段无霜期日数倾向率统计(表3)可以看出,1959—1989年无霜期呈减少的趋势,其中,1959—1969年、1970—1979年、1980—1989年期间每年分别减少 0.87 、 1.10 、 2.04 d ;1990年以后呈增加的趋势,其中1990—1999年、2000—2009年、2010—2019年每年分别增加 1.67 、 2.27 、 3.13 d 。

2.2 稳定通过 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 初终日日期间隔日数和积温

$10 \text{ }^\circ\text{C}$ 是覆盆子生理活动较活跃的温度,也是覆盆子开始生长的温度。从萌芽到展叶期, $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 气温

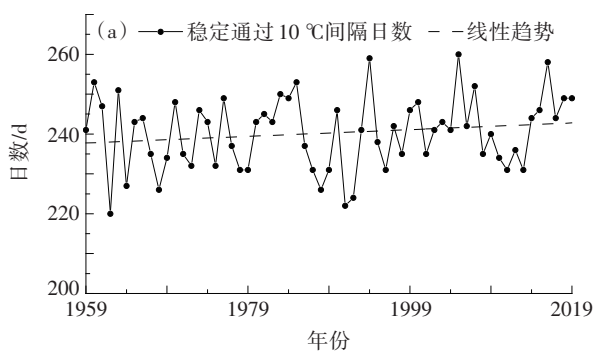


表3 德兴市不同时段无霜期日数倾向率统计

Table 3 Tendency rate of frost-free days in different days of Dexing city

时段	无霜期日数倾向率/ $(\text{d} \cdot \text{a}^{-1})$
1959—1969年	-0.87
1970—1979年	-1.10
1980—1989年	-2.04
1990—1999年	1.67
2000—2009年	2.27
2010—2019年	3.13

对于覆盆子小枝的生长起到重要作用, $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 初终日日期间隔日数越长,积温越高,则小枝越可生长成健壮枝条;反之,则小枝长成瘦弱的短枝,影响挂果。在一定范围内,积温高的地方覆盆子早生快发、早投产、早得益,积温的高低对果品也有很大影响。分析1959—2019年德兴市逐年稳定通过 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 初终日日期间隔日数和积温演变趋势(图2)可见,稳定通过 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 初终日日期间隔日数和积温呈明显的线性增加趋势,有利于覆盆子的生长和产量。

1959—2019年德兴市稳定通过 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 初终日日期间隔日数的年际变化函数为 $y = 0.084x + 237.7$,倾向率为 $0.8 \text{ d}/(10 \text{ a})$,通过 0.001 显著性水平检验。稳定通过 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 初终日日期间隔日数最短为 220 d ,出现在1962年,最长 260 d ,出现在2005年。稳定通过 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 初终日日期间隔积温年际变化函数为 $y = 4.964x + 5187.1$,倾向率为 $49.6 \text{ }^\circ\text{C}/(10 \text{ a})$,通过信度 0.001 显著性水平检验,其中积温最少的年份为1964年,积温 $5120 \text{ }^\circ\text{C}$,最多的年份为2017年,积温 $5712 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

1959—2019年德兴市不同时段稳定通过 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 初终日日期间隔日数和稳定通过 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 积温变化倾向率(表4)可见,德兴市不同时段稳定通过 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 初终日日期

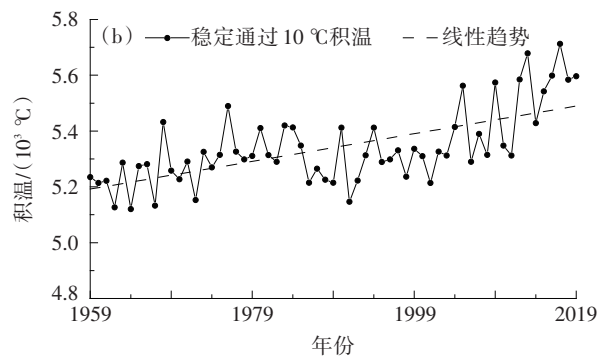


图2 1959—2019年德兴市稳定通过 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 初终日日期间隔日数(a)和稳定通过 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 积温(b)年际变化

Fig. 2 Interannual variation of duration days between beginning and ending $10 \text{ }^\circ\text{C}$ (a) and accumulated $10 \text{ }^\circ\text{C}$ (b) in Dexing during 1959—2019

表4 德兴市不同时段稳定通过10℃初终日期间隔日数和稳定通过10℃积温变化倾向率

Table 4 Tendency rate of accumulated 10℃ and duration days between beginning ending 10℃ in Dexing city during different periods

年份	间隔日数 倾向率/(d·a ⁻¹)	积温倾向率 /(℃·a ⁻¹)
1959—1969年	-1.06	9.27
1970—1979年	-0.55	13.43
1980—1989年	-1.05	-14.35
1990—1999年	0.78	1.94
2000—2009年	0.61	21.07
2010—2019年	2.33	28.19

间隔日数和积温倾向率存在着明显差异。1959—1989年间间隔日数呈减少趋势,1959—1969年、1970—1979年、1980—1989年每年分别减少1.06、0.55、1.05 d;1990年以后呈增加趋势,1990—1999年、2000—2009年、2010—2019年每年分别增加0.78、0.61、2.33 d。稳定通过10℃积温大都呈增加趋势,只有1980—1989年呈减少趋势,每年减少14.35℃。

2.3 年极端、3月极端最低气温

对覆盆子产量影响最大的气象灾害是冬季低温冻害和春季倒春寒。覆盆子根系较浅,抗寒力较差,容易遭受低温伤害,冻害对掌叶覆盆子生长的危害较大,发生以深冬季节为多,主要表现为春季萌芽晚或不整齐。覆盆子一般3月上、中旬开花,3月末至4月

初花期结束,倒春寒主要影响掌叶覆盆子开花量及坐果率,从而影响产量。

分析1959—2019年德兴市年极端最低气温和3月极端最低气温资料绘制演变趋势(图3)可见,年极端最低气温、3月极端最低气温呈线性增加。3月极端最低气温年际变化函数为 $y = 0.026x - 51.378$,倾向率为 $0.26\text{℃}/(10\text{a})$,通过信度0.01显著性检验。1959—2019年3月极端最低气温最低为 -4.4℃ ,出现在1986年,最高为 4.8℃ ,出现在1960年。年极端最低气温年际变化函数为 $y = 0.0644x - 133.81$,倾向率为 $0.64\text{℃}/(10\text{a})$,超过信度0.001显著性水平,最低值为 -10.6℃ ,出现在1967年,最高值为 -0.9℃ ,出现在2019年。

1959—2019年德兴市年极端最低气温、3月极端最低气温倾向率分别为 $0.64、0.26\text{℃}/(10\text{a})$ 。但不同的时段倾向率不同(表5),1959—1969年和2000—2009年极端最低气温倾向率呈降低的趋势,每年分别平均降低 $0.03、0.06\text{℃}$,其他时段呈增高的趋势。1959—1989年3月极端最低气温的倾向率呈降低的趋势,1959—1969年、1970—1979年、1980—1989年期间分别每年平均降低 $0.09、0.08、0.15\text{℃}$,而90年代以后呈增高的趋势,1990—1999年、2000—2009年、2010—2019年期间分别每年平均增高 $0.08、0.12、0.37\text{℃}$ 。

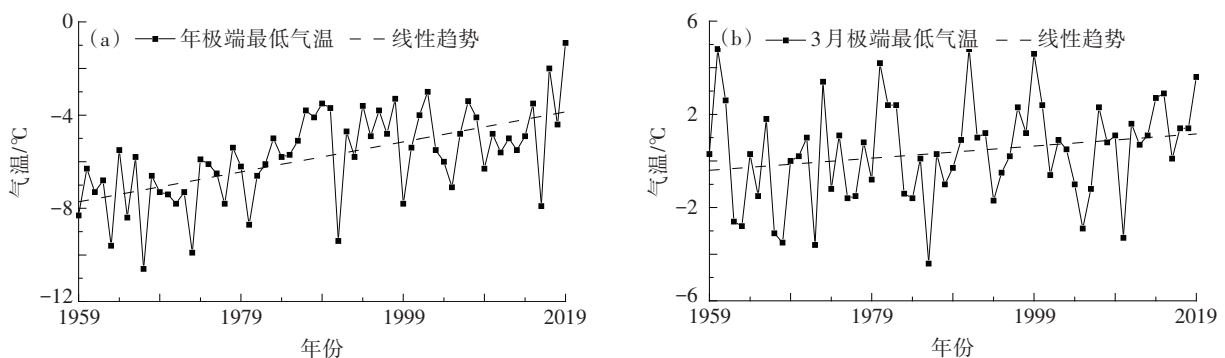


图3 1959—2019年德兴市年极端最低气温(a)和3月极端最低气温(b)年际变化

Fig. 3 Interannual variation of annual extreme minimum temperature (a) and extreme minimum temperature (b) of March in Dexing city from 1959 to 2019

3 小结与建议

文中基于1959—2019年德兴市气象站资料和2011—2020年德兴市覆盆子产量资料,利用相关性分析方法提取了影响德兴市覆盆子产量的气象因子,统计分析气象因子的气候变化特征,得到以下结论:

1) 影响覆盆子产量的气象因子主要5个,分别为无霜期日数、稳定通过10℃初终日期间隔日数、稳定通过10℃积温、年极端最低气温和3月极端最低气温。

2) 提取的5个气象因子在近61a均呈显著的上升趋势,但都具有明显的阶段性特征。

表5 德兴市不同时段年极端最低气温和3月极端最低气温倾向率统计(单位: $^{\circ}\text{C} \cdot \text{a}^{-1}$)

Table 5 Tendency rate of annual extreme minimum temperature and extreme minimum temperature of March in Dexing city during different periods (units: $^{\circ}\text{C} \cdot \text{a}^{-1}$)

时段	年极端最低气温倾向率	3月极端最低气温倾向率
1959—1969年	-0.03	-0.09
1970—1979年	0.21	-0.08
1980—1989年	0.46	-0.15
1990—1999年	0.07	0.08
2000—2009年	-0.06	0.12
2010—2019年	0.32	0.37

3) 稳定通过 10°C 积温在 1980—1989 年呈下降趋势, 积温下降对覆盆子生长不利, 其他时段均呈增加的趋势, 有利于覆盆子生长; 年极端最低气温在 1959—1969 年、2000—2009 年有小的下降趋势, 其他时段呈增加的趋势; 1990 年以前的无霜期、稳定通过 10°C 初终日间隔日数和 3 月极端最低气温总体呈下降趋势, 对覆盆子的生长不利, 1990 年以后呈显著上升趋势, 有利于覆盆子的生长。

德兴市地形复杂, 高低悬殊, 地理位置每升高 100 m, 年平均气温下降 0.56°C , 积温减少 180°C , 海拔越高覆盆子生长期越短, 种植效益越差。为确保德兴覆盆子种植效益, 宜选择德兴市海拔 200 m 以下避风向阳低丘陵区域种植。

文中重点讨论了与德兴市覆盆子产量相关的农

业气候变化的情况, 对未来气候变化的影响以及应当采取的生产性防御措施还需进一步研究。

参考文献 (References)

- 程艳, 2018. 黄山市掌叶覆盆子发展优势及种植技术[J]. 安徽农学通报, 24(6):109,112. Cheng Y, 2018. Development advantages and planting techniques of palm leaf raspberry in Huangshan city [J]. Anhui Agron Bull, 24(6):109,112. (in Chinese)
- 董思言, 高学杰, 2014. 长期气候变化: IPCC 第五次评估报告解读[J]. 气候变化研究进展, 10(1):56-59. Dong S Y, Gao X J, 2014. Long term climate change: Interpretation of IPCC fifth assessment report[J]. Adv Climate Change Res, 10(1):56-59. (in Chinese)
- 潘彬荣, 许立奎, 阮柏苗, 等, 2011. 掌叶覆盆子优株的生长习性调查及选育[J]. 温州农业科技, (1):18-20. Pan B R, Xu L K, Ruan B M, et al, 2011. Investigation and breeding of growth habits of superior plant of phellodendron chinensis[J]. Wenzhou Agric Sci Technol, (1):18-20. (in Chinese)
- 王保生, 黄淑娥, 1996. 近几十年气候变化对江西农业生产的影响[J]. 气象与减灾研究, 19(2):22-24. Wang B S, Huang S E, 1996. Impact of climate change on agricultural production in Jiangxi province in recent decades[J]. Meteor Disaster Reduction Res, 19(2):22-24. (in Chinese)
- 汪黑铁, 2019. 掌叶覆盆子繁育栽培技术[J]. 现代农业科技, (20):73-74. Wang H T, 2019. Breeding and cultivation techniques of palm leaf raspberry[J]. Present Agric Sci Technol, (20):73-74. (in Chinese)
- 占明锦, 殷剑敏, 孔萍, 2013. 鄱阳湖流域气候变化事实研究[J]. 气象与减灾研究, 36(3):18-24. Zhan M J, Yin J M, Kong P, 2013. A factual study of climate change in Poyang lake basin [J]. Meteor Disaster Reduction Res, 36(3):18-24. (in Chinese)