

黄娟,刘纪疆,高明华,等.近30年伊宁县气候变化规律及其对冰葡萄种植可行性的影响[J].江苏农业科学,2021,49(15):136-142.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.15.025

近30年伊宁县气候变化规律及其对冰葡萄种植可行性的影响

黄娟^{1,2},刘纪疆²,高明华³,王森²

(1. 中亚大气科学研究中心,新疆乌鲁木齐 830002; 2. 新疆农业气象台,新疆乌鲁木齐 830002;

3. 伊犁州气象局农业气象服务中心,新疆伊宁 835000)

摘要:通过分析新疆伊宁县1987—2017年的平均气温、最高气温、最低气温、相对湿度、日照时数等气象要素的年际变化特征,结合主要农业气象灾害,运用Mann-Kendall突变检验法综合分析伊宁县冰葡萄种植的农业气象条件。结果表明:(1)1987—2017年30年间伊宁县的年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温分别为10.2、16.6、4.7℃,气温的突变现象大多发生在1998年前后,随年份的增长整体呈上升趋势;热量条件充足,有利于冰葡萄糖分积累,提高品质和产量;(2)日照时数多年平均值、年均日照时数及年平均相对湿度分别为2748.6h、7.5h、61%,能够满足冰葡萄生长所需光照水分条件;(3)伊宁县稳定通过10℃积温的多年平均值为3559.1℃·d,稳定通过10℃日数为182d,无霜期为166d,降水量为378.0mm;1996—1999年及2017年气象条件对葡萄产量为负影响,其他年份均为正影响,2009、2014、2015年气象产量值高,平均最低气温、相对湿度及日照时数值低,白天高温有利于光合作用,有机质积累较多;夜间低温,呼吸作用较弱,降低有机物消耗,有利于糖分的积累。除霜冻、大风对冰葡萄生长略有影响,需采取适当防冻措施外,整体气候环境良好,符合冰葡萄生长适宜条件,建议产业化发展。

关键词:伊宁县;气候变化规律;小气候;冰葡萄;种植可行性;影响

中图分类号: S162.5⁺5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)15-0136-06

冰酒是一种推迟葡萄收获而酿制成的葡萄酒。当温度低于-8℃时,葡萄留在树枝上冷冻一段时间,然后收获、压榨,用独特的酿造工艺制作的葡萄酒称为冰酒^[1]。冰酒是葡萄酒中的贵族,具有极高的市场价值,其酿造原料冰葡萄的品质至关重要^[2]。适宜的气候条件,能栽培出糖酸平衡、香味充足的冰葡萄原料^[3]。独特的气候及生态环境,形成了冰葡萄独特的品质和极强的地域性特点,不同地区气候条件的差异和年际气候变化对冰葡萄的品质和产量影响很大^[4]。因此,探索影响冰葡萄生产的气候机制,分析冰葡萄产区,合理调控种植基地位置及大小,使得生产方式规模化,剖析引进冰葡萄种植的农业气象条件,分析原产地与当前种植区域的气候差异,进行小气候调节与补偿^[5],对未

来冰葡萄规模化、产业化发展具有深远的意义。

目前,国内外学者主要从2个方面展开研究。一方面研究气候年际变化特征。李小乐等分析了璧山区葡萄种植的可行性和生长适宜性^[6]。陈啸天等通过分析河北省涉县1982—2012年的气象数据年际变化特征,作出涉县冰葡萄种植可行性的判断^[7]。另一方面,研究气候指标及相关系数。谭志昌等分析了桓龙湖山地气候指标,制定出符合冰葡萄威代尔生长的各项指标^[8]。也有研究表明,法国的光热系数值在2.95~6.70之间,属于适宜种植酿酒葡萄的区间;而当光热系数值低于2.60时,不适宜种植^[9]。另外,当光热指数>2400或<1500时,不适宜种植酿酒葡萄^[9]。其他研究中,有利用维度-温度指数对新西兰进行适宜度划分^[10],也有按照热量指标划分澳大利亚的不同种植区^[11]。前人针对葡萄适宜区划分及种植可行性做了相关研究,但是冰葡萄相关研究较少,且缺乏综合气象要素与气象灾害相结合的系统性分析。本试验通过研究新疆伊宁县1987—2017年的气象要素变化规律,结合冰葡萄生长特性,分析伊宁县种植冰葡萄的可行性,有利于顺应自然,根据冰葡萄种植需求改善环境气

收稿日期:2020-10-12

基金项目:中亚大气科学研究基金(编号:CASS201819);中国沙漠气象科学研究基金(编号:Sqj2019009)。

作者简介:黄娟(1990—),女,新疆乌鲁木齐人,硕士,工程师,主要从事农业气象研究。E-mail:1321265319@qq.com。

通信作者:刘纪疆,工程师,主要从事农业气象和信息化研究。E-mail:at1321265319@163.com。

象条件,打造适宜冰葡萄生长的种植基地,减少盲目开发造成的损失,以期为伊宁县冰葡萄生产的提高和未來合理化区域管理提供参考^[12-13]。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

伊宁县隶属于新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州,位于新疆维吾尔自治区西部,天山山脉西部,伊犁河谷中部。地理坐标在 $81^{\circ}13'40'' \sim 82^{\circ}42'20''\text{E}$ 、 $43^{\circ}35'10'' \sim 44^{\circ}29'30''\text{N}$ 之间,县境东西距最长 116 km,南北距最宽 95 km,总面积 $6\,152.55\text{ km}^2$ ^[14]。冰葡萄种植基地占地面积约 8 km^2 ,光照充足,昼夜温差大,位于“三山夹两谷”的地理环境中,与世界生产葡萄酒的法国波尔多、生产冰酒的加拿大安大略纬度一致。

1.2 数据来源

1.2.1 气象数据 以伊宁县 1987—2017 年的平均气温、最高气温、最低气温、相对湿度、日照时数、积温、无霜期、降水量等气象要素为伊宁县地面气象站数据资料。

1.2.2 灾害数据 来自伊宁县地面气象站数据观测资料、《伊宁县农业区划》《中国气象灾害大典(新疆卷)》以及伊宁县林业和草原局。

1.2.3 产量数据 来自新疆统计年鉴和伊宁县林业和草原局。

1.3 研究方法

Mann-Kendall 的检验方法是非参数方法^[15]。非参数检验方法亦称无分布检验,其优点是不需要样本遵从一定的分布,也不受少数异常值的干扰,更适用于类型变量和顺序变量,计算也比较简便。对于具有 n 个样本量的时间序列 X ,构造秩序列:

$$S_k = \sum_{i=1}^k r_i, r_i = \begin{cases} 1, & x_i > x_j \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad j=1,2,\dots,i. \quad (1)$$

可见,秩序列 S_k 是第 i 时刻数值大于 j 时刻数值个数的累计数。在时间序列随机独立的假定下,定义统计量

$$UF_k = \frac{S_k - E(S_k)}{\sqrt{\text{var}(S_k)}}, k=1,2,\dots,n. \quad (2)$$

式中: $UF_1=0$, $E(S_k)$, $\text{var}(S_k)$ 是累计数 S_k 的均值和方差,在 X_1, X_2, \dots, X_n 相互独立且有相同连续分布时,它们可由下式算出:

$$E(S_k) = \frac{n(n+1)}{4}, \text{var}(S_k) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}. \quad (3)$$

式中: UF_i 为标准正态分布,它是按时间序列 x 顺序 X_1, X_2, \dots, X_n 计算出的统计量序列,给定显著性水平 α ,查正态分布表,若 $|UF_i| > U_\alpha$,则表明序列存在明显的趋势变化。

按时间序列 x 逆序 X_n, X_{n-1}, \dots, X_1 ,再重复上述过程,同时使 $UB_k = -UF_k, k=n, n-1, \dots, 1$ 。 $UB_1=0$ 。

该方法不仅计算简便,而且可以明确突变开始的时间,并指出突变区域,因此是一种常用的突变检测方法^[16-18]。

2 结果与分析

2.1 年平均气温变化规律

图 1 为 1987—2017 年伊宁县的年平均气温变化情况。年平均气温较高值出现在 2006、2007、2013、2016 年,年平均气温较低值出现在 1993、1996 年,气温值随年份的增长整体呈上升趋势, $y = 0.0368x + 9.6277$ ($r^2 = 0.256$), $P = 1.7711 \times 10^{-133}$, 30 年平均气温值为 $10.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 2006 年为近 30 年年平均气温最高值出现年份。为研究近 30 年年平均气温的变化趋势及突变性质,运用 Mann-Kendall 突变检验法进行突变时间点的判别(图 2)。1998 年之后 $UF_k > 0$,即 1998 年之后年平均气温呈增高趋势,并于 2006 年通过 0.05 显著性检验。 UF_k 曲线和 UB_k 曲线仅存在 1 个交点,说明仅存在 1 个突变点,则年平均气温在 1998 年之后的升高是个突变现象。自 1999 年起,突变前(1987—1998 年)的气温平均值为 $9.7\text{ }^{\circ}\text{C}$,突变后(1999—2017 年)的气温平均值为 $10.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,较突变前上升了 $0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。随着温度的升高,葡萄的生理生化反应加快,生长发育速度也相应加快。一方面,充足的热量条件在一定程度上有利于酶活性的提高;另一方面,有利于提高葡萄糖分积累及品质。

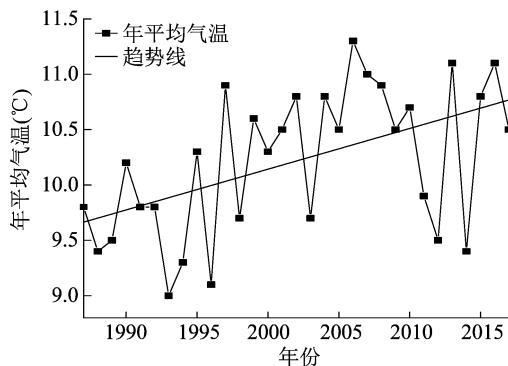


图1 1987—2017 年伊宁县年平均气温

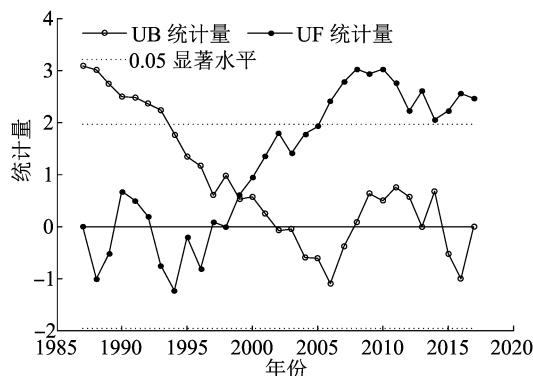


图2 1987—2017 年伊宁县年平均气温 M-K 统计量曲线

2.2 年平均最高气温变化规律

图3为1987—2017年伊宁县的年平均最高气温。年平均最高气温较高值出现在1997、2006、2007、2008年,年平均最高气温较低值出现在1993、1996年,最高气温值随年份的增长整体呈上升趋势, $y=0.0306x+16.119$ ($r^2=0.193$), $P=2.1214 \times 10^{-133}$, 30年最高气温平均值为16.6℃, 1997年和2007年为近30年年平均最高气温最高值出现年份。为研究近30年年平均最高气温的变化趋势及突变性质,运用Mann-Kendall突变检验法进行突变时间点的判别(图4)。1989年之后 UF_k 值均大于0,即1989年之后年平均最高气温呈增高趋势,并于2007年通过0.05显著性检验。由 UF_k 曲线和 UB_k 曲线交点判断,确定1989年之后年平均最高气温的升高是一突变现象,在突变点1999年之前,年平均最高气温为16.2℃,突变后(至2017年)年平均最高气温为16.9℃,较突变前升高0.7℃。夏季气温升高,有效积温值偏高,有利于果实糖分的积累,但果酸含量低,果香不足,对葡萄酒的品质形成不利。且夏季气温过高,日照过强,容易发生“日灼”灾害。

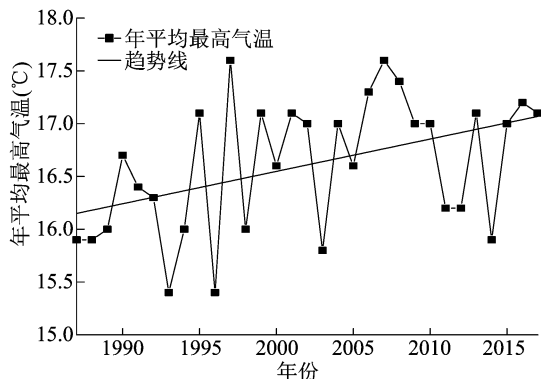


图3 1987—2017 年伊宁县年平均最高气温

2.3 年平均最低气温变化规律

图5为1987—2017年伊宁县的年平均最低气温

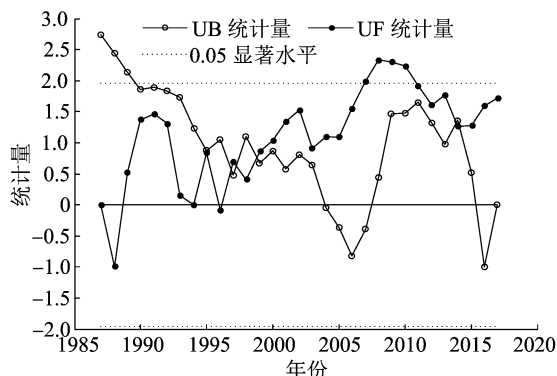


图4 1987—2017 年伊宁县年平均最低气温 M-K 统计量曲线

温。年平均最低气温较高值出现在2002、2006、2007、2016年,年平均最低气温较低值出现在1994、2014年,气温值随年份的增长整体呈上升趋势, $y=0.0257x+4.2955$ ($r^2=0.1326$), $P=1.4869 \times 10^{-133}$ 。30年最低气温平均值为4.7℃, 2002年为近30年年平均最低气温最高值出现年份, 1994、2014年为最低值出现年份。为研究近30年年平均最低气温的变化趋势及突变性质,运用Mann-Kendall突变检验法进行突变时间点的判别(图6)。由 UF_k 曲线与 UB_k 曲线变化规律可知,年平均最低气温突变点数量唯一。1999年之后 UF_k 值大于0,即1999年之后年平均最低气温呈增高趋势,并于2004年通过0.05显著性检验。由 UF_k 曲线和 UB_k 曲线交点的判断,在1999年之后年平均最低气温的升高是个突变现象,在突变点1999年之前,突变前(1987—1998年)的年平均最低气温为4.3℃,突变后(1999—2017年)的年平均最低气温为5.0℃,较突变前上升了0.7℃。在葡萄各发育期,低于适宜生长范围的温度易造成细胞内及细胞外结冰,严重破坏原生质的各项机能,花期遇0℃以下低温会导致花期冻害。因此,适宜的温度条件对葡萄的生长发育至关重要。

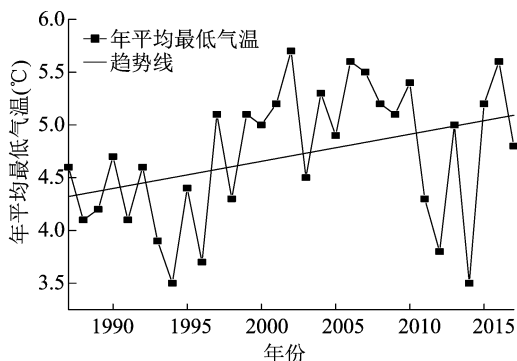


图5 1987—2017 年伊宁县年平均最低气温

2.4 年平均相对湿度变化规律

图7为1987—2017年伊宁县的年平均相对湿

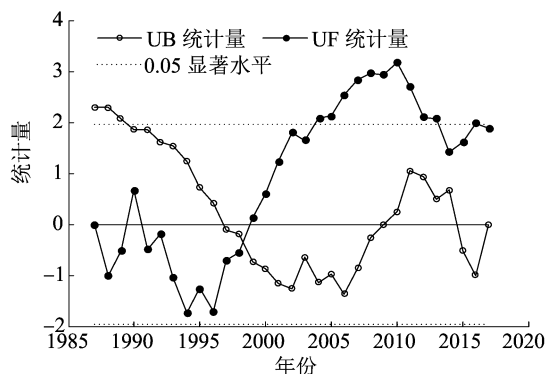


图6 1987—2017 年伊宁县年平均最低气温 M-K 统计量曲线

度。年平均相对湿度较高值出现在 1987、1993、1998、2002 年,年平均相对湿度较低值出现在 2013、2015 年。相对湿度值随年份的增长整体呈下降趋势, $y = -0.2638x + 64.843$ ($r^2 = 0.3994$), $P = 8.7013 \times 10^{-131}$ 。年平均相对湿度多年平均值为 61%,1998 年为近 30 年年平均相对湿度最高值出现年份,最低值出现在 2015 年。为研究近 30 年年平均相对湿度的变化趋势及突变性质,运用 Mann-Kendall 突变检验法进行突变时间点的判别(图 8)。由 UF_k 曲线与 UB_k 曲线变化规律可知,年平均相对湿度突变点数量唯一。 UF_k 值在 2005 年开始出现突变,且 UF_k 值小于 0,所以年平均相对湿度值随年份的增长整体呈下降趋势,至 2011 年下降趋势显著。突变前(1987—2004 年)的年平均相对湿度为 63%,突变后(2005—2017 年)的年平均相对湿度为 58%,较突变前下降了 5 百分点。

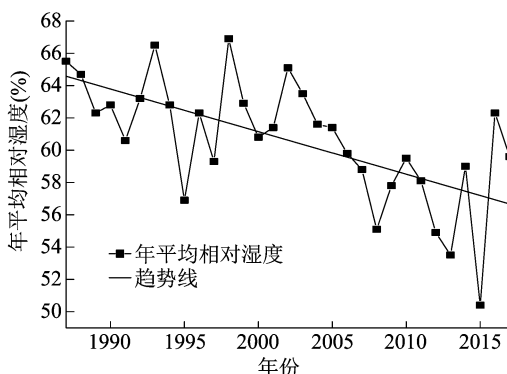


图7 1987—2017 年伊宁县年平均相对湿度

2.5 年平均日照时数变化规律

图 9 为 1987—2017 年伊宁县的年平均日照时数。年平均日照时数较高值出现在 1995、2001、2004、2006 年,年平均日照时数较低值出现在 2016、2017 年,日照时数值随年份的增长整体呈下降趋势, $y = -0.0099x + 7.691$ ($r^2 = 0.068$), $P = 1.4566 \times 10^{-133}$, 平均日照时数多年平均值为 7.5 h,

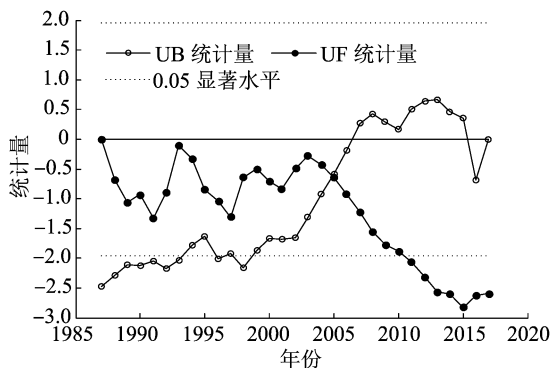


图8 1987—2017 年伊宁县年平均相对湿度 M-K 统计量曲线

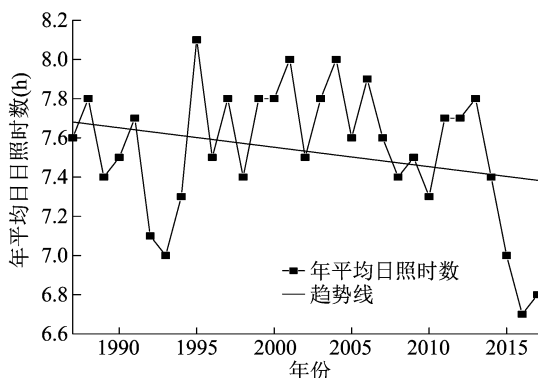


图9 1987—2017 年伊宁县年平均日照时数

1995 年为近 30 年年平均日照时数最高值出现年份,2016 年为最低值出现年份。为研究近 30 年年平均日照时数的变化趋势及突变性质,运用 Mann-Kendall 突变检验法进行突变时间点的判别(图 10)。由 UF_k 曲线与 UB_k 曲线变化规律可知,年平均日照时数有 2 个突变点。1999 年之前 UF_k 值 < 0 (1988 年视为特殊点),即在 1987—1998 年之间年平均日照时数呈减少趋势,故年平均日照时数在 1999 年后的增加是个突变现象。在突变点 1994 年以前,年平均日照时数平均值为 7.4 h,突变后(至 2015 年)年平均日照时数平均值为 7.6 h,较突变增加 0.2 h;2015 年为下一个突变点,此后日照时数呈减少趋势。强烈的太阳辐射和较长的日照时间有利于葡萄的光合作用和有机物质的产生,使葡萄藤结实,叶片明亮,产量高,浆果质量好^[19]。

2.6 影响酿酒葡萄品质、产量的气象条件及灾害分析

酿酒葡萄优质生态区一般的要求有:冬季未出现极端低温天气,夏季光温适宜,能满足葡萄正常生长发育所需的各项光照、降水、温度条件;气温日较差大,生长季日照时间大于 1 250 h,成熟期降水少,晚霜和早霜危害小;土壤通透性良好,排水通畅, pH 值在 6~8 之间,盐分含量低于 0.1%;地势

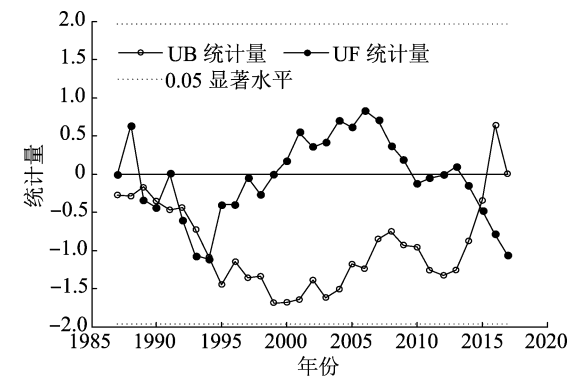


图10 1987—2017 年伊宁县年平均日照时数 M-K 统计量曲线

表 1 1987—2017 年相关气象要素统计

项目	稳定通过 10℃ 积温 (℃)	稳定通过 10℃ 日数 (d)	无霜期 (d)	平均气温日较差 (℃)	日照时数 (h)	降水量 (mm)
最大值	4 063.2	211	201	12.8	2969.0	551.7
最小值	2 845.4	147	131	11.2	2462.1	207.8
平均值	3 559.1	182	166	12.0	2748.6	378.0

依据伊宁县 1996—2017 年的产量数据(2004、2006 年没有相关数据,伊宁县大面积引进酿酒葡萄是 1999 年,在 2007 年正式将经济林分类汇总),运用 5 年滑动平均法分离出趋势产量,得到 1996—2017 年伊宁县酿酒葡萄气象产量(图 11)。由图 11 可知,1996—1999 年及 2017 年气象产量为负值,说明这些年份气象条件对葡萄产量为负影响;其他年

较高,不在低洼地带等^[20-26]。伊宁县冰葡萄种植采用晚熟品种,晚熟适宜区需要的热量条件为 3 500 ~ 4 200℃·d,次适宜为 4 200~4 500℃·d,不适宜为 <3 500℃·d 或 >4 500℃·d^[27]。研究区稳定通过 10℃ 积温多年平均值为 3 559.1℃·d,为适宜区。在冰酒用葡萄气候区划指标中,无霜期划分为适宜、次适宜、不适宜 3 级,持续时间分别为 180 ~ 200 d、180 ~ 200 d、≤180 d 或 >200 d,伊宁县为次适宜区^[28](表 1)。

份均为正影响,这与 1998 年之后气温呈增高趋势并于 2006 年通过 0.05 显著性检验相符。2009、2014、2015 年气象产量值较大,平均最低气温低,相对湿度低,日照时间短。白天高温有利于光合作用,有机质积累较多;夜间低温,呼吸作用较弱,降低有机物消耗,有利于糖分的积累。

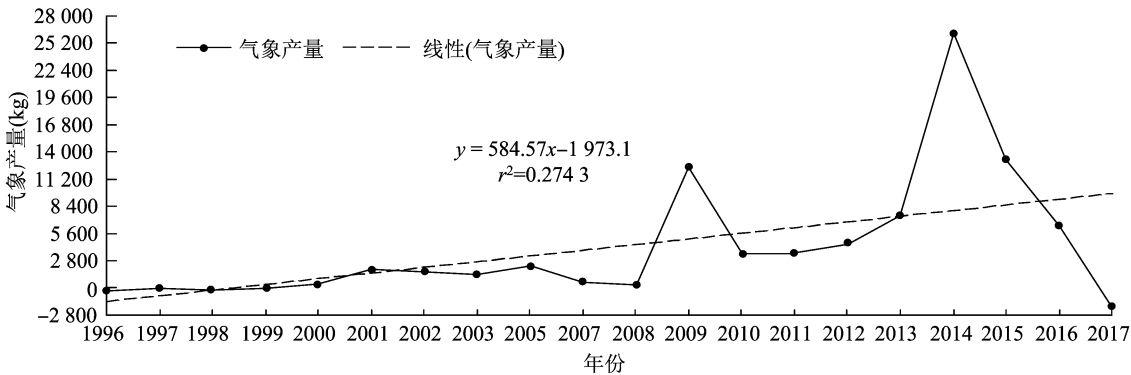


图11 1996—2017 年伊宁县酿酒葡萄气象产量

在伊宁县,春季冷空气活动频繁,并常常伴有霜冻、大风天气,这在一定程度上影响了葡萄的生长状况和产量。据《伊宁县农业区划》记载,伊宁县大风天气全年各月均可出现,其中以 4—7 月为最多,该时期是葡萄开花坐果至果实膨大期,大风易造成落花落果。旱风型大风加速种植区葡萄蒸散,影响有机物输送,不利于糖度的形成,降低产量^[29]。据伊犁州农业气象服务中心及伊宁县林业和草原

局调查,4 月下旬至 5 月初的霜冻对冰葡萄生长影响最严重,新梢新芽极易受冻,埋土前缓期受冻也有不利影响,5—9 月冰雹和成熟期大风影响次之(冰雹和大风损坏果实品相及葡萄藤的木质部分,影响有机物输送,导致减产)。有研究表明,春季冷空气入侵时,当日最低气温降至 0℃,即可视为葡萄受冻的临界温度^[30]。伊宁县近年仅出现 2 次冻害:(1)2014 年 10 月 1—9 日,伊宁县降水量达 44 mm,

属特多级,超过历年 10 月整月平均降水量,气温较历年偏低,10 月 10—12 日,最低气温 $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$,出现重霜冻;(2)2015 年 3 月 29 日夜间至 31 日 8 时,伊宁县本站降水总量达 14.7 mm ,新增积雪厚度 13 cm ,平均气温下降 $12.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,平原最低气温降至 $-8\sim-10\text{ }^{\circ}\text{C}$,山区最低气温降至 $-10\sim-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。这 2 次灾害性天气致使伊宁县的葡萄不同程度受灾,但其他年份长势良好。

3 结论与讨论

近 30 年间伊宁县的年平均气温、年平均最高气温和年平均最低气温的平均值分别为 10.2 、 16.6 、 $4.7\text{ }^{\circ}\text{C}$,均呈增长趋势。气温的突变现象大多发生在 1998 年前后,突变后(1999—2017 年)的年平均气温值为 $10.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,较突变前上升 $0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$;突变后的年平均最高气温(至 2017 年)平均值为 $16.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,较突变前升高 $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$;突变后(1999—2017 年)的年平均最低气温为 $5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,较突变前上升 $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$;突变后(2005—2017 年)的年平均相对湿度为 58% ,较突变前下降 5 百分点;突变后(至 2015 年)年平均日照时数平均值为 7.6 h ,较突变前增加 0.2 h ,2015 年为下一个突变点,此后日照时数呈减少趋势。伊宁县冰葡萄种植采用晚熟品种,区划类型划分中,伊宁县稳定通过 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温多年平均值为 $3\,559.1\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,稳定通过 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数为 182 d,无霜期为 166 d,降水量为 378.0 mm ,综合热量条件为适宜区。1996—1999 年及 2017 年气象条件对葡萄产量为负影响,其他年份均为正影响,这与伊宁县的生产实际情况相符,近年该县仅出现 2 次冻害,其他年份长势良好。葡萄品质对葡萄酒的品质起着决定性的作用,独特的气候和生态环境形成了冰葡萄独特的品质和浓郁的地域特色。因此,了解影响冰葡萄品质的气候机制,通过局部小气候的调整和补偿,优化冰葡萄品质,对今后葡萄酒的发展和农民的增产增收具有积极意义。

通过分析伊宁县 1987—2017 年的平均气温、最高气温、最低气温、相对湿度、日照时数等气象要素的年际变化特征,并结合伊宁县实际生产中的冰葡萄生长特性及主要农业气象灾害,运用 Mann-Kendall 突变检验法综合分析伊宁县冰葡萄种植的农业气象条件及变化特征,与冰葡萄适宜种植环境相一致^[28]。一方面,基于多种气象因子的综合考量能更全面地反映伊宁县多年小气候特征,与王豪的

研究^[14]相一致;另一方面,结合实际冰葡萄品质、产量特征及灾害影响分析,较全面地反映实际生产中的需求及现状,应用价值较高,符合生产实际需求^[30]。气象条件对冰葡萄生长的影响极为重要,但也不可忽视土肥灌水及人工管理措施的影响。现有研究中,大多采用区划方法判定生长可行性,在空间尺度上更具优势,能够体现空间变化趋势及分布关系。本研究探究时间尺度的变化趋势,在空间变化规律方面有局限性。未来可综合利用遥感、GIS 等技术,从多维尺度上探究小气候对作物生长的影响。

参考文献:

- [1]王凤梅. 我国冰葡萄酒的现状及其发展[J]. 现代农业,2016(11):107.
- [2]秦永权,张杰. 新疆伊犁冰葡萄栽培及冰酒酿造技术的初步研究[J]. 农产品加工学刊,2008(6):63-65.
- [3]李华,火兴三. 中国酿酒葡萄气候区划的水分指标[J]. 生态学杂志,2006,25(9):1124-1128.
- [4]车灵,王海英,吉春容. 哈密垦区葡萄成熟期降水对葡萄品质、产量的影响[J]. 沙漠与绿洲气象,2010,4(6):47-49.
- [5]王秀芹,陈小波,战吉成,等. 生态因素对酿酒葡萄和葡萄酒品质的影响[J]. 食品科学,2006,27(12):791-797.
- [6]李小乐,罗治平. 璧山区葡萄生长适宜性分析及产业化发展建议[J]. 现代园艺,2017(3):44-45.
- [7]陈啸天,张艳丽,王洪琴,等. 涉县山区小气候对冰葡萄生长的可行性分析[J]. 农业科技与信息,2016(1):55-57.
- [8]谭志昌,吴正方,孟祥君,等. 辽宁桓龙湖山地冰葡萄的气候特征及其生态适应性的分析[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2007,25(6):722-726.
- [9]Huglin P. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole [J]. Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France, 1978,64:1117-1126.
- [10]Jackson D I, Cherry N J. Prediction of a district's grape-ripening capacity using a latitude-temperature index (LTI) [J]. American Journal of Enology and Viticulture,1988,39(1):19-28.
- [11]Dry P, Maschmedt D, Anderson C, et al. The grapegrowing regions of Australia [J]. Bryan G Coombe,2004:37-60.
- [12]张晓煜,刘玉兰,张磊,等. 气象条件对酿酒葡萄若干品质因子的影响[J]. 中国农业气象,2007,28(3):326-330.
- [13]郑元元,姚志伟,张亚黎. 新疆冰葡萄酒产业发展对策研究[J]. 中国酿造,2013,32(2):159-161.
- [14]王豪.《伊宁县志》之求索[J]. 新疆地方志,2004(2):35-37.
- [15]张盛霖,邓高燕,黄勇奇. Mann-Kendall 检验法在 Excel 中的实现与应用[J]. 北京:中国科技论文在线,2014:448-450.
- [16]曹洁萍,迟道才,武立强,等. Mann-Kendall 检验方法在降水趋势分析中的应用研究[J]. 农业科技与装备,2008(5):35-37,40.
- [17]雷璐,孙春敏. Mann-Kendall 检验方法在增江径流趋势分析中的应用[J]. 中国科技信息,2012(19):39,73.

陈亚辉, 张文韬, 宋志忠, 等. NaCl 胁迫下施加外源钾对多枝桤柳生理的影响[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(15): 142–146.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.15.026

NaCl 胁迫下施加外源钾对多枝桤柳生理的影响

陈亚辉¹, 张文韬¹, 宋志忠¹, 杨庆山², 张晓勉³, 姜 姜¹

(1. 南京林业大学, 江苏南京 210037; 2. 山东省林业科学研究院, 山东济南 250000;

3. 浙江省林业科学研究院, 浙江杭州 310023)

摘要:为提高多枝桤柳的耐盐性, 探讨 K^+ 加入后多枝桤柳在生理方面的变化, 以 1/2 Hoagland 营养液培养为空白组, 以含 200 mmol/L NaCl 的 1/2 Hoagland 营养液培养和含 200 mmol/L NaCl + 10 mmol/L KCl 的 1/2 Hoagland 营养液培养为试验组。对处理后 7、15、30 d 的多枝桤柳新鲜叶片和新生根进行采样, 测得其生理指标。试验结果表明: 相较于 200 mmol/L NaCl 处理, 200 mmol/L NaCl + 10 mmol/L KCl 处理组多枝桤柳叶绿素含量高, 根系活力增强; 同时 H_2O_2 和 MDA 含量明显降低, SOD、CAT、POD 等抗氧化酶活性明显升高, 脯氨酸和可溶性糖等渗透调节物质含量也明显升高。可见, 加入外源 K^+ 明显提升了多枝桤柳耐盐性, 为钾肥在盐碱地使用提升植物耐盐能力提供了理论依据。

关键词:多枝桤柳; 盐胁迫; K^+ ; 生理特性; 耐盐能力

中图分类号: S727.23; S718.43 **文献标志码:** A

文章编号: 1002-1302(2021)15-0142-05

盐渍土是在全球分布广泛的土壤资源, 因其盐分含量高, 土壤理化性质差, 严重危害植物的生长发育^[1-3]。近年来, 受人为活动的影响, 盐渍土面积不断扩大, 如何利用盐渍土成为亟待解决的重要环境问题。目前, 为了尽最大可能利用该类型土壤资

源, 学者们对如何改良利用盐渍土进行了多方面的探讨。学者们提出的解决方式大致可以分为两大类^[4]。一类是通过优化盐碱土的土壤结构, 满足植物生长需求。例如, 王会等提出通过秸秆还田改善盐化土壤团粒体的稳定性^[5]; 张济世等通过试验表明施用的 6 种土壤改良剂均能显著提高小麦产量^[6]。另一类是从植物生理的角度看待问题, 提高植物本身对盐碱土的适应性, 增加盐渍土壤的利用率。刘梅等研究发现, 施用氮肥时, 硝态营养比铵态营养更有利于提高油菜和水稻的耐盐性^[7]。也有学者研究表明^[8-9], 丛枝菌根可以与大部分高等植物共生, 提高植物的耐盐能力。

收稿日期: 2021-08-13

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (编号: 32071612); 山东省农业良种工程项目 (编号: 2019LZGC009)。

作者简介: 陈亚辉 (1990—), 男, 江苏泰州人, 博士研究生, 助理研究员, 主要从事植物生理及生态修复研究。E-mail: chenياهو101@163.com。

通信作者: 姜 姜, 博士, 教授, 主要从事植物生理及生态修复研究。

E-mail: ecologyjiang@gmail.com。

[18] 谢 葆, 郭 涛, 张卫东, 等. Mann-Kendall 检验方法在黄水沟部分水文要素变化趋势中的分析应用[J]. 水利科技与经济, 2013, 19(1): 26–28.

[19] 徐德源, 任水莲, 喻树龙, 等. 新疆葡萄品质气候区划[J]. 中国农业资源与区划, 2004, 25(2): 27–31.

[20] 苏占胜. 宁夏酿酒葡萄产量与气象条件的关系[J]. 干旱气象, 2012, 30(1): 59–65.

[21] 柏庆顺, 颜鹏程, 蔡迪花, 等. 近 56a 中国西北地区不同强度干旱的年代际变化特征[J]. 干旱气象, 2019, 37(5): 722–728.

[22] 何钊全, 成自勇, 张 芮, 等. 灌水控制上限对酿造葡萄地积温和生长特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2014(6): 32–37, 99.

[23] 张 磊, 张晓煜, 亢艳莉, 等. 土壤肥力对酿酒葡萄品质的影响[J]. 江西农业大学学报, 2008, 30(2): 226–229, 234.

[24] 郭 洁, 孙 权, 张晓娟, 等. 生物有机肥对酿酒葡萄生长、养分

吸收及产量品质的影响[J]. 河南农业科学, 2012, 41(12): 76–80, 84.

[25] 李红燕. 不同补充措施、调亏灌溉及有机肥对酿酒葡萄生长及品质的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016: 29–30.

[26] 王 锐, 孙 权, 郭 洁, 等. 不同灌溉及施肥方式对酿酒葡萄生长发育及产量品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 35(5): 123–127.

[27] 张晓煜, 陈卫平, 张磊. 中国北方酿酒葡萄生态区划[M]. 北京: 气象出版社, 2014: 57–58.

[28] 张晓煜, 李红英, 陈卫平, 等. 中国北方冰酒葡萄生态区划初探[J]. 北方园艺, 2014(21): 37–39.

[29] 徐德源, 王 健, 任水莲, 等. 新疆葡萄产品的优势及其生态气候条件评价[J]. 新疆气象, 2004, 27(1): 16–19.

[30] 王 健, 徐德源, 高永彦, 等. 新疆优势瓜果与气候[J]. 北京: 气象出版社, 2006(1): 26–27.