沙 漠 与 绿 洲 气 象
Desert and Oasis Meteorology
第15卷 第4期
2021年8月

华烨,张祖莲,张山清,等.基于GIS的精河县枸杞种植气候适应性精细化区划[J].沙漠与绿洲气象,2021,15(4):138-143.
doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2021.04.018

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

基于GIS的精河县枸杞种植气候适应性精细化区划

华 烨[1],张祖莲[2],张山清[2*],孙 蕾[3],戎 博[3],李迎春[2]
(1.新疆气象台,新疆 乌鲁木齐 830002;2.新疆农业气象台,新疆 乌鲁木齐 830002;
3.精河县气象局,新疆 博乐 833400)

摘 要:利用精河县及周边范围内15个气象站1981—2020年逐日平均气温和最低气温资料,采用数理统计分析和GIS空间插值技术方法,在分析枸杞种植气候生态条件的基础上,筛选出≥10 ℃积温、≥10 ℃日数和≥10 ℃期间降水量作为枸杞气候适宜性区划指标,进而对气候要素指标进行栅格化。根据区划指标等级进行重分类,将各气候要素指标图层进行等权重叠加,获得精河县枸杞种植气候适宜性区划,结果表明:精河县枸杞种植区可分为最适宜区、适宜区、次适宜区和不适宜区4个分区。最适宜种植区分布在精河县中部海拔400~600 m的带状平原区,该区综合气候条件非常利于枸杞优质高产;适宜种植区分布在沿最适宜种植区两侧海拔250~400 m和海拔600~800 m的中部平原地带,综合气候条件稍逊于最适宜区。

关键词:GIS;气候适宜性;气候区划;枸杞种植;精河县
中图分类号:S162.2 **文献标识码**:B **文章编号**:1002-0799(2021)04-0138-06

精河县位于天山北坡,准噶尔盆地西南缘,地形呈凹字形,地势南高北低,南部为天山山区,北部为艾比湖,中部为博尔塔拉河冲积平原,属典型的北温带大陆性干旱气候。精河县光照充足,热量丰富、降水稀少,空气干燥,冬夏冷热悬殊,多大风。独特的气候为精河县种植枸杞奠定了基础,精河县已有60余年栽培枸杞的历史,目前精河枸杞已成为新疆极具地方特色的“名优特”农产品之一。

枸杞系木本植物,浆果呈鲜红色,形似纺锤,更似红玛瑙坠。精河枸杞曾在种植面积、总产量、出口量和有效营养含量4个方面位居全国枸杞主产区之首。精河县1998年被农业部任命为“枸杞之乡”。精河枸杞在新疆南、北疆均有分布,精河县地区栽植面积最大,品质最优。但由于地形地貌复杂,地势高差悬殊,气候类型多样,各地种植枸杞的气候适宜性差异很大。关于枸杞区划研究方面,宁夏马力文、苏占胜、崔学祯等[1-3]从影响枸杞产量和品质的农业气象指标,研究了宁夏枸杞气候区划。青海樊光秀[4]从枸杞生长的植物学特性研究了德令哈地区枸杞种植气候适应性。徐德源、喻树龙[5-6]从生态适宜性方面划分了新疆枸杞适宜种植区。但随着气候变暖、品种更替以及区划技术方法的提高和气候资料的丰富[7],原来的区划已经不能指导目前精细的产业结构调整现状[8],因此,本文引入地理信息,通过细网格推算方法,研究分析精河县气候分布规律,结合枸杞生长发育对气候条件的要求,研究精河县枸杞种植精细化气候区划,为科学规划枸杞种植布局,充分合理地利用有利气候资源优势,规避不利气象灾害的影响,促进精河枸杞这一极具地方特色的“红色”产业持续

收稿日期:2021-03-04;**修回日期**:2021-05-13
基金项目:新疆气象局面上基金资助项目“基于GIS的喀什地区新梅种植气候适宜性区划及方法”(MS201911)
作者简介:华烨(1985—),女,工程师,现从事公共气象及农业气象灾害研究。E-mail:40959887@qq.com
通信作者:张山清(1966—),女,高级工程师,主要从事农业气候区划与农业气象灾害风险区划研究。E-mail:zhangshanqing-66@163.com

稳定发展。

1 资料与方法

1.1 资料来源

选用精河县及其周边 15 个气象站 1981—2020 年逐日平均气温和最低气温资料,利用 1:50 000 基础地理信息,提取精河县的纬度、经度、海拔高度、坡度、坡向等地理数据,通过重采样获得空间分辨率为 100 m×100 m。各站气象数据、地理坐标的栅格图层,地理信息基础数据由新疆气象信息中心提供。研究区域地形地貌分布见图 1。

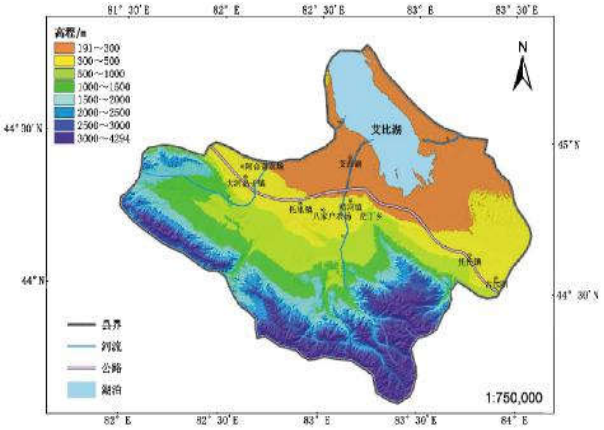

图 1 精河县地形地貌分布

1.2 数据分析及区划方法

通过分析枸杞种植所需的气候生态条件,对每个划分气候指标进行标准化处理[9-12]。采用 GIS 空间叠置分析法[13],对精河县数字高程 DEM 数据进行栅格化[14-16],提取经度、纬度、海拔高度、坡度、坡向,空间分辨率为 100 m×100 m,基于 GIS 空间分析模型,获取枸杞种植气候适宜性各气候指标图层,采用加权综合评判法得到精河县枸杞种植气候适宜性精细化区划图。

2 枸杞气候生态条件分析

2.1 热量条件

枸杞树的物候期一般分为萌芽期、展叶期、新梢生长期、现蕾期、开花期、果熟期、落叶期和休眠期等 8 个阶段。年平均气温高的地区比气温低的地区萌芽、开花、果熟等物候期要早,而落叶和休眠期要迟[17-18]。种子发芽的最适温度为 20~25 ℃,4 月中旬气温达到 10 ℃以上开始展叶,4 月中旬气温达到 12 ℃以上春梢生长,5 月上旬气温达到 16 ℃以上开始开花,果实开始发育。春季现蕾开花期是 4 月下旬—7 月上旬,开花最适温度为 17~22 ℃,果实发育最适温度为 20~25 ℃。秋季气温降到 10 ℃以下,果实生长发育转缓[20]。从展叶、新稍生长到开花、结实所需要的温度都在 10 ℃以上。

枸杞对温度要求不太严格,具有一定的耐寒性,当年平均气温为 4.4~12.7 ℃,7 月平均气温为 17.2~26.6 ℃,绝对最高气温为 33.9~42.9 ℃,对枸杞的生存和生产没有影响。但要获得既高产又优质的枸杞就必须考虑当地的气候条件,尤其是注意 2 个温度指标:一是≥10 ℃的积温。枸杞全生育期≥10 ℃积温在 3 450 ℃·d 左右最为适宜,≥10 ℃积温在 3 200~3 700 ℃·d,枸杞一般能获得正常产量,≥10 ℃积温在 3 200 ℃以下时,热量不足引起枸杞减产;二是从展叶到落叶气温日较差大,对提高果实品质有利[20]。

2.2 光照条件

喜光是枸杞的生理特性。光照对枸杞果实干物质积累和果实品质影响极为明显,光照不足不仅影响枸杞生长,而且影响其果实品质。每年 3—10 月累计日照时数达 2 081 h,可以充分满足优质制干品种的光照生理需求。在枸杞果实生长发育期间,平均每天的日照时数可以达到 10 h 以上,且该期间光照强度强,极有利于枸杞果实生长。枸杞全生育期最适宜日照时数为 1 640 h,日照不是限制枸杞产量的因素。当日照时数<1 500 h 时,全生育期日数短、积温少,使枸杞减产;当日照时数>1 800 h 时,与高温相伴,加速了夏果发育,延长了夏眠期,产量也会有所下降[20-22]。精河县年日照时数为 2 500~2 600 h,4—10 月日照百分率为 60%~70%。日照能满足枸杞生长发育期需求。

2.3 水分条件

枸杞离不开水,又怕水,枸杞最忌地表淹水和表土长期积水,在过湿的土壤中,容易引起树体死亡。水对枸杞生长的影响因季节不同而异。春季土壤水分不足时,影响萌芽和枝叶生长。秋季干旱,使枝条和根系生长提前停止。在花果期,尤其是果熟期,如果土壤水分充足,果实膨大快,体积大;如果缺水,就会控制树体和果实生长发育,使树体生长慢,果实小,还会促进花柄和果柄离层形成,加重落花落果,降低产量。但在枸杞生长季节,若阴雨天时间长,枸杞易得霜霉病和黑果病,红熟了的果实会破裂,从而降低果实质量[20-22]。

2.4 灾害性天气

3 月下旬以前为枸杞冬眠期,生理活动微弱,耐

低温,但 3 月下旬,树液开始流动,此时发生大风或沙尘天气,会加速枸杞枝干的水分散失,损伤新芽;4 月大风天气易造成抽干,影响枸杞发枝。同时春季大风可以吹干枸杞树嫩叶,吹断枸杞枝条,损伤果枝嫩梢而失去生长点,使果枝的生长处于极度的抑制。在枸杞花期,大风还可造成枸杞大量落花,夏季大风往往会造成枸杞大量落果[20-22]。

3 枸杞种植气候适宜性区划指标

精河县光照充足,种植枸杞对水分条件的需求可通过灌溉得到充分保障,精河县虽多风,但由于枸杞具有较强的抗风沙能力,大风对其影响相对较小。因此,各地能否种植枸杞以及种植枸杞的气候适宜性主要决定于枸杞生长期间的热量条件。另外,枸杞生长季节,若阴雨天时间长,枸杞易得霜霉病和黑果病[19],果实成熟期若雨水偏多,易造成果实破裂、腐烂,从而降低果实质量。根据上述分析,并参考前人有关研究成果[20-22],确定精河县枸杞种植气候适宜性区划指标(表 1)。

表 1 精河县枸杞种植气候区划指标

指标因子	最适种植区	适宜种植区	次适宜区	不宜种植区
≥10 ℃积温/(℃·d)	3 400~3 700	3 200~3 400, 3 700~3 900	290~3200, 3 900~4 100	≤2 900, >4 100
≥10 ℃日数/d	>170	160~170	150~160	≤150
≥10 ℃期间降水量/mm	50~150	≤50, 150~200	200~300	>300

4 枸杞种植气候适宜性区划指标因子的空间分布

4.1 ≥10 ℃积温分布

精河县日平均气温稳定≥10 ℃积温的空间分布总体呈现“平原多,山区少”的格局(图 2)。海拔 190 m 以下的艾比湖流域西北部低平原地带是精河县热量资源最丰富的区域,≥10 ℃积温在 4 100~4 265 ℃·d。精河县北部海拔 190~300 m 的平原地带≥10 ℃积温为 3 900~4 100 ℃·d,精河县中部海拔 300~500 m 的倾斜平原≥10 ℃积温为 3 700~3 900 ℃·d,海拔 500~1 000 m 的山前冲积平原≥10 ℃积温为 2 900~3 700 ℃·d,海拔 1 000 m 以上的南部山区≥10 ℃积温一般不足 2 900 ℃·d 。

4.2 ≥10 ℃日数分布

精河县日平均气温稳定≥10 ℃的日数总体呈现“平原多,山区少”的格局(图 3)。海拔 650 m 以下中、北部平原地带≥10 ℃日数在 170~191 d,650~800 m 的山前冲积平原≥10 ℃日数为 160~170 d,海拔 800~1 000 m 的冲积平原和低山丘陵地带≥10 ℃日数为 150~160 d,海拔 1 000 m 以上的南部山区≥10 ℃日数不足 150 d。

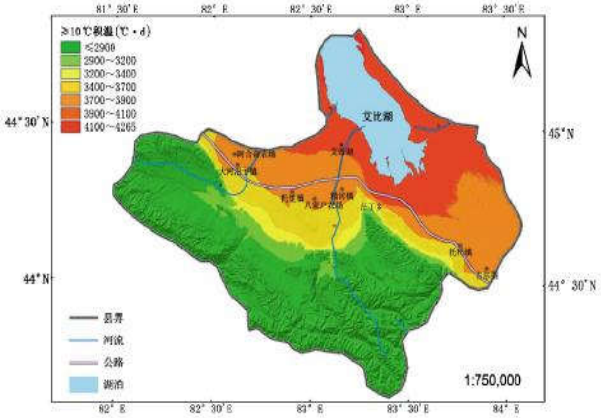

图 2 精河县≥10 ℃积温分布

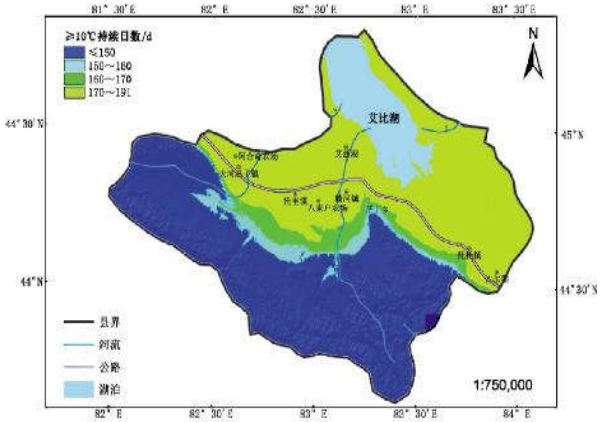

图 3 精河县≥10 ℃日数分布

4.3 ≥10 ℃期间降水量

精河县≥10 ℃期间降水量的空间分布总体呈中北部平原和南部山区高山带少,南部山区中、低山带多的格局(图 4)。海拔 800 m 以下的中、北部平原地带,≥10 ℃期间降水量较少,一般在 150 mm 以下,其中艾比湖流域南部甚至不足 50 mm ;南部海拔 2 500 m 以上的中、高山带虽年降水量较多,但由于日平均气温稳定≥10 ℃的日数较少,因此≥10 ℃期间降水量也较少,一般在 150 mm 以下,其中海拔 3 000 m 以上的高山带甚至不足 50 mm;海拔 800~1 500 m 的山前冲积平原和低山丘陵地带,以及海拔 2 000~2 500 m 的中山带≥10 ℃期间降水量为 150~200 m,海拔 1 500~2 000 m 的中、低山带≥10 ℃期间降水量较多,为 200~216 mm。

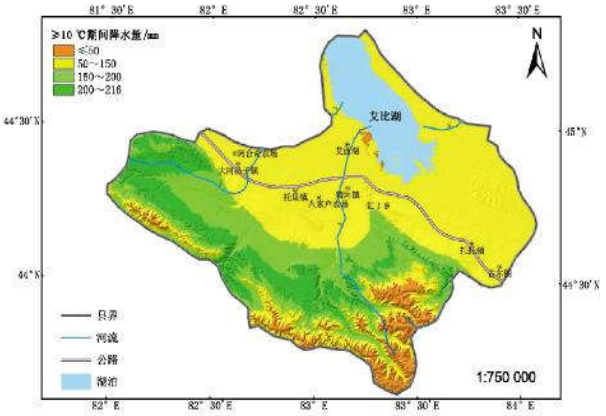

图 4　精河≥10 ℃期间的降水量分布

5　枸杞种植精细化气候适宜性区划

根据表 1 中各区划指标因子的等级标准,在 ArcGis10.0 平台上分别对≥10 ℃积温、≥10 ℃日数和≥10 ℃期间降水量 3 项气候要素的栅格数据进行分级。再将各指标气候要素的分级图层进行等权重叠加，即可获得综合考虑≥10 ℃积温、≥10 ℃日数和≥10 ℃期间降水量 3 项气候要素的精河县枸杞种植气候适宜性区划。精河县枸杞种植气候适宜性区划可划分为最适宜区、适宜区、次适宜区和不适宜区 4 个分区(图 5)。

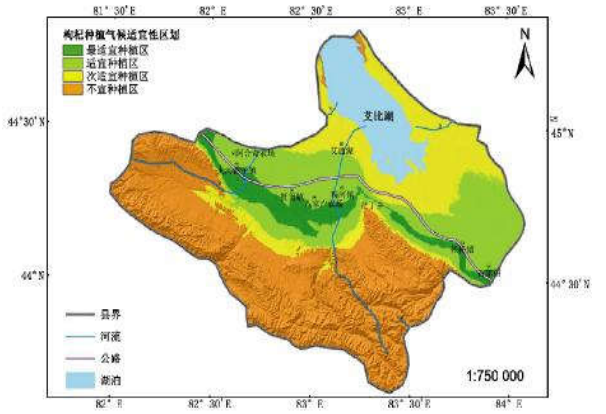

图 5　精河县枸杞种植气候适宜性区划

5.1　最适宜种植区

精河县中部海拔 400~600 m 的带状平原地带≥10 ℃积温在 3 400~3 700 ℃·d,≥10 ℃日数为 170~175 d,≥10 ℃期间降水量为 50~150 mm,综合气候条件非常利于枸杞优质高产，因此是精河县枸杞种植的气候最适宜区。

5.2　适宜种植区

沿最适宜种植区南北两侧海拔 250~400 m 和 600~800 m 的中部平原地带≥10 ℃积温在 3 200~3 900 ℃·d,≥10 ℃日数为 160~185 d,≥10 ℃期间降水量为 50~160 mm,综合气候条件稍逊于最适宜区,是精河县枸杞种植的气候适宜区。

5.3　次适宜种植区

精河县枸杞种植的气候次适宜区主要包括两部分,第一部分是精河县北部海拔 190~250 m 的低平原地带，该区域≥10 ℃日数为 175~185 d,≥10 ℃期间降水量为 30~130 mm,这两项气候指标虽总体适于枸杞种植,但≥10 ℃积温在 4 000~4 100 ℃·d,高于枸杞种植的适宜范围，因此综合气候条件次于适宜种植区，是精河县枸杞种植的气候次适宜区之一。第二部分是精河县中南部海拔 800~1 000 m 的山前冲积平原和低山丘陵地带,≥10 ℃积温在 2 900~3 200 ℃·d,≥10 ℃日数为 150~160 d，热量条件较枸杞种植的适宜范围偏低,≥10 ℃期间降水为 150~190 mm，综合气候条件同样次于适宜种植区,是精河县枸杞种植的另一个气候次适宜区。

5.4　不适宜种植区

精河县枸杞种植的气候不适宜区由两部分组成。一是海拔 190 m 以下的艾比湖流域西北部低平原地带,该区域≥10 ℃日数为 185~191 d,≥10 ℃期间降水量为 50~70 mm，这两项气候指标总体适于枸杞种植,但≥10 ℃积温却高达 4 100~4 265 ℃·d,明显高于枸杞种植的适宜范围,高温热害对枸杞的生长发育和优质高产将造成不利影响,因此,是精河县枸杞种植的气候不适宜区之一。二是精河县南部海拔 1 000 m 以上的天山山区,≥10 ℃积温在 2 900 ℃·d 以下,≥10 ℃日数少于 150 d,热量条件难以满足枸杞正常生长发育和产量形成的基本需求,是精河县枸杞种植的另一个气候不适宜区。

6　结论

采用影响枸杞生长发育的气候生态条件与地理因子相结合的方法，基于 GIS 空间分析模型获得精河县枸杞种植的气候适宜性精细化区划，得出以下结论：

(1)受海拔高度影响,气候要素分布差异明显,≥10 ℃积温和≥10 ℃日数总体呈现“平原多、山区少”的格局;≥10 ℃期间的降水量总体呈现“中北部平原和南部高山带少,南部山区中、低山带多”的格局。

(2) 枸杞最适宜种植区主要分布在精河县中部海拔 400~600 m 的带状平原地带,该区能够满足枸杞生长需要,有利于枸杞产量的形成,因此该区可以

扩大枸杞种植面积,提高枸杞生产的经济效益。适宜种植区主要分布在沿最适宜种植区南北两侧海拔250~400 m和海拔600~800 m的中部平原地带,综合气候条件稍逊于最适宜区。两块次适宜种植区分别位于精河县北部海拔190~250 m的低平原地带和中南部海拔800~1 000 m的山前冲积平原和低山丘陵地带,前者热量条件过高,而后者热量条件又过低且降雨量偏多,均超出了枸杞种植的适宜范围,对枸杞的优质高产有不利影响。不适宜区种植区分布于海拔190 m以下的艾比湖流域西北部低平原地带和精河县南部海拔1 000 m以上的天山山区,前者热量条件过于富余,而后者又严重匮乏,难以满足枸杞正常生长发育和产量形成的基本需求。

本文区划指标未考虑6—7月气温日较差对枸杞品质的可能影响,今后分析枸杞品质区划时应引入该因子。另外,精河县地形地貌复杂,地势高差悬殊,但本文基于GIS的指标要素空间分析细网格推算模型的构建只使用了精河县及其周围15个常规气象站资料,未能将加密的自动站资料经订正或延长后也引入模型,这对区划的客观性、准确性造成了一定影响,今后在该领域的研究中加以完善。

参考文献:

[1] 马力文,叶殿秀,曹宁,等.宁夏枸杞气候区划[J].气象科学.2009,29(4):546-551.

[2] 苏占胜,刘静,李建萍,等.宁夏枸杞产量气候区划研究[J].干旱地区农业研究,2004,22(2):132-135.

[3] 崔学祯,赵月兰.临夏州枸杞种植适生生态气候研究[J].甘肃农村科技,2002,36(5):30-31.

[4] 樊光秀.德令哈地区枸杞种植气候适应性分析[J].青海气象2011(1):53-55.

[5] 徐德源.新疆农业气候资源及区划[M].北京:气象出版社,1989:1-62 .

[6] 喻树龙,王健,任水莲,等.新疆枸杞种植的气候分区[J].中国农业气象,2005,26(3):205-207.

[7] 赵英,传杰.新疆枸杞产业发展的意见和建议[J].新疆林业.2014,(4):28-31.

[8] 沈飞.新疆红色产业的资源条件和基地建设分析[J].新疆财经,2001,(4):9-12.

[9] 张亚红,陈青云.中国温室气候区划及评述[J].农业工程学报,2006,22(11):197-202.

[10] 张永红,葛徽衍,李秀琳,等.关中东部设施农业气候资源分布及变化特征[J].中国农业气象,2009,30(2):153-157.

[11 李春,柳芳,黎贞发,等.环渤海地区节能型日光温室生产的气候资源分析 [J]. 中国农业资源与区划,2009,30(2):50-53.

[12] 姚益平,苏高利,罗卫红,等.基于光热资源的中国温室气候区划与能耗估算系统建立 [J]. 中国农业科学,2011,44(5):898-90.

[13] 汤国安,杨昕.地理信息系统空间分析实验教程(第二版)[M].北京:科学出版社,2013:112-317.

[14] 储少林. 基于GIS的中国紫花苜蓿综合气候区划研究[D].兰州:兰州大学,2008.

[15] 牛海林,高益波,胡波,等.余姚杨梅精细化农业气候区划研究 [J]. 北京师范大学学报: 自然科学版,2019,55(1):167-171.

[16] 刘艳,刘进,权文婷,等.基于GIS的咸阳石榴种植气候适宜性精细化区划 [J]. 中国农学通报,2020,36(10):109-113.

[17] 徐梦莹,张茂松,朱勇等.基于GIS的云南早熟鲜食葡萄气候适宜性区划[J].中国农学通报2021,37(2):96-101.

[18] 王志春.基于GIS的赤峰市设施农业精细化气候区划与分析[J].中国农学通报2021,37(2):102-107.

[19] 孙蕾,陈伟,张红云.精河枸杞主要虫害发生的气象条件及防治[J].新疆农垦科技,2017,40(10):25-27.

[20] 王健,徐德源,高永彦,等.新疆优势瓜果与气候[M].北京:气象出版社,2006:110-119.

[21] 陈珺,沈富荣,刘静.枸杞气象研究进展[J].宁夏农林科技,2009(6):76-79.

[22] 苏占胜,秦其明,陈晓光,王连喜,刘静.GIS技术在宁夏枸杞气候区划中的应用[J].资源科学,2006(6):68-72.

Fine Regionalization of Climatic Adaptability of Wolfberry Planting in Jinghe County Based on GIS

HUA Ye[1], ZHANG Zulian[2], ZHANG Shanqing[2], SUN Lei[3], RONG Bo[3], LI Yingchun[2]
(1.Xinjiang Meteorological Observatory, Urumqi 830002, China;
2.Xinjiang Agro-meteorological Observatory, Urumqi 830002, China;
3.Jinghe Meteorological Bureau, Bole 833400, China)

Abstract We selected the accumulated temperature above 10 ℃, the number of days with temperature above 10 ℃ and the precipitation during temperature above 10 ℃ as the climatic suitability zoning index of wolfberry, and then rasterized the climatic element indexes by using the daily average temperature and minimum temperature data of 15 meteorological stations in Jinghe county and the surrounding area from 1981 to 2020, mathematical statistical analysis and GIS spatial interpolation technology methods, based on the analysis of the climatic and ecological conditions of wolfberry planting. Reclassification was carried out according to the zoning index level, and each climatic element index layer was added with equal weight to obtain the climate suitability zoning for wolfberry planting in Jinghe county. The results showed that the wolfberry planting area in Jinghe county could be divided into four areas: the most suitable area, the suitable area, the sub-suitable area and the unsuitable area. The most suitable planting area was located in the belt of plain area with an altitude of 400-600 m in the middle of Jinghe county. The comprehensive climate conditions in this area were very conducive to good quality and high yield of wolfberry. Suitable planting area was distributed in the central plains along the two sides of the most suitable planting area with an altitude of 250-400 m and an altitude of 600-800 m. The comprehensive climatic conditions were slightly inferior to those of the most suitable area.

Key words GIS; climate suitability; climate regionalization; wolfberry planting; Jinghe county