



# 基于 GIS 的张杂 19 在宁夏中部干旱带的农业气候区划

陈 笑,吴宏亮,赵 芮

(宁夏大学 农学院,宁夏 银川 750021)

**摘要:**为解决宁夏中部干旱带谷子种植中存在布局不合理的问题,根据宁夏 30 年的气象资料,在运用地理信息系统(GIS 技术)对宁夏中部干旱带气候要素网格推算的基础上,依据张杂 19 的气候区划指标,制作气候区划图,划分出适宜、次适宜和不适宜种植区。结果表明:张杂 19 最适宜种植于同心、红寺堡灌区及盐环定扬黄灌区;海原西北部、红寺堡南部、同心东部及盐池东北部和中部不适宜种植张杂 19;海原东北部和中部、同心东南部、盐池南部及彭阳河谷地区为次适宜种植区。

**关键词:**宁夏中部干旱带;张杂 19;气象因子;气候区划

宁夏中部干旱带地处宁夏六盘山以北,黄河灌区以南,行政区域包括盐池、同心、红寺堡、海原等 10 个县(区),占宁夏全区土地总面积的 52%<sup>[1]</sup>。该地区属于温带大陆性季风气候,多年平均降雨量在 200~400 mm,年蒸发量 1 335.4~2 201.9 mm,是降雨量的 3~10 倍。而且年际变化较大,年内降雨量主要集中在 6-9 月,春季和夏季发生干旱的概率为 15.8%<sup>[2]</sup>。年平均气温为 7.0~9.2℃,年温差最大可达 65.6℃<sup>[3]</sup>,宁夏中北部平原地区及引黄灌区日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的占 170 d,积温为 3 200~3 300℃,南部占 130~140 d,积温 1 900~2 400℃<sup>[4]</sup>。无霜期 120~218 d,多年日照时数 2 710~3 124 h。

谷子(*Setaria italica*)属禾本科狗尾草属,是一种常见的谷类作物。长期以来小杂粮仅作为填闲作物,其重要性得不到重视。但谷子具有抗旱耐瘠,水分利用效率高,适应性广的特点<sup>[5]</sup>。它被认为是应对未来水资源短缺的战略储备作物,建设可持续农业的生态作物,对旱作农业可持续发展、稳定粮食生产及健康饮食方面具有重要作用<sup>[6]</sup>。近年来宁夏中部干旱带和南部山区干旱明显加剧,而种植杂交谷对保证大旱之年粮食少减产,农民不减收具有重要作用。所以,宁夏回族自

治区将其作为当地的特色产业之一。宁夏谷子年播种面积和总产量分别为 1.33 万  $\text{hm}^2$  和 1.50 万 t,占小杂粮面积和总产量的 7.81%和 7.30%,主要分布在同心县、盐池县等干旱区<sup>[7]</sup>。张杂 19 生育期为 116 d,有效积温为 2 450℃,其抗旱性好,分蘖能力强,抗倒伏。已有研究表明,在水资源紧缺,干旱加剧的情况下,张杂谷所具有高产、节水、耐瘠、耐旱等诸多优点,适宜种植于河北中北部、山西、陕西、甘肃、内蒙古、宁夏等旱地地区。因此,研究并推广张杂谷的种植技术知识及农艺生产等具有一定的现实意义。

进行种植区划研究可以充分合理利用其自然资源,在最适合它生长发育的地方充分发挥其生产效率,取得最好的生产效果。把优质品种集中在一些最能发挥自然资源和具有区位优势地区集中生产,形成科学合理的生产力布局,提高农业整体素质和效益具有重要的意义<sup>[8]</sup>。基于 GIS 技术的作物区划,可以大大节省人力物力,使农业区划工作者可以从更为宏观的角度分析区域农业的差异规律,为区划提供丰富而有效的信息。

目前,关于气象因子对谷子产量的影响已做过许多研究,主要集中在以下方面:一是通过建立不同气候区谷子气候产量模型,确定影响产量的关键气象因素,据此划分气候生态种植区<sup>[9]</sup>。二是重点分析了谷子生育期降水量波动对产量的影响,提出了高产、稳产的农业气象适用技术<sup>[10]</sup>。三是采用相关分析、回归分析等统计学方法,对谷子产量与气温、降水和日照等气象因子的关系进行了分析<sup>[11]</sup>。但是对谷子生态区划问题的研究

收稿日期:2018-03-02

基金项目:宁夏重点研发计划资助项目。

第一作者简介:陈笑(1993-),女,在读硕士,从事农作制度及农业生态研究。E-mail:453626362@qq.com。

通讯作者:吴宏亮(1976-),男,博士,副教授,从事农作制度及农业生态研究。E-mail:nxuwwu@163.com。

较少,运用地理信息系统研究谷子适宜种植区划的问题更少,因此,本研究通过确定宁夏张杂19的气候区划指标,采用改进后的小网格点推算方法,利用地理信息系统制作了张杂19号的气候适宜性区划图,为进一步科学地优化农业产业结构,合理布局谷子种植提供了参考依据。

1 材料与方法

1.1 资料来源

1.1.1 气象数据 宁夏1981-2010年的降水、气温等资料由国家气象科学数据共享服务平台提供。气象台站信息资料从气象观测报表记录中获取,包括同心、盐池、海原、韦州、麻黄山、兴仁的经度、纬度和海拔高度信息。

1.1.2 地理数据 采用国家地球系统科学数据共享服务平台提供的1:10万宁夏地区基础地理数据。

1.2 方法

1.2.1 影响谷子产量的水热指标 对温度的要求。谷子喜温,全生育期要求≥10℃的积温在1 600~3 000℃<sup>[12]</sup>。播种至种子发芽的最低温度为6~8℃,以15~25℃时发芽最快;出苗至分蘖适宜温度为20℃;拔节至抽穗期是谷子营养生长与生殖生长并进的阶段,其适宜温度为22~25℃,开花期以18~21℃最适宜;从受精到籽粒成熟最适宜的温度为20~22℃。特别是昼夜温差大的条件下,有利于干物质积累。若温度低于20℃或高于23℃,则对灌浆不利,瘪谷增多<sup>[13]</sup>。

对水分的要求。谷子属于比较耐旱的作物,蒸腾系数142~271<sup>[14]</sup>,低于高粱、玉米和小麦。苗期耐旱性极强,能忍受暂时的严重干旱,需水量仅占全生育期的1.5%。拔节至抽穗需水量最多,占全生育期需水量的50%~70%,若这一时期水分不足,会造成“胎里旱”和“卡脖旱”,减少小花小穗数目,产生大量秕谷。开花灌浆期要求天气晴朗,土壤湿润,干旱或阴雨会都影响灌浆<sup>[15]</sup>。

1.2.2 区划指标 通过对张杂19号气象因子的分析,研究发现:其全生育期≥10℃积温在2 450℃以上,能获得正常产量;≥10℃积温在2 450℃以下时,热量不足引起张杂谷减产。全生育期降水量在270 mm时能够正常生长结实,降水量≥300 mm可获得预期产量,降水量

≤270 mm对谷子产量有不利影响<sup>[5]</sup>。综合分析,以≥10℃积温作为可利用热量资源,5-9月降水量作为水分指标,构造了评判张杂19在宁夏不同区域范围内的适应性综合指标(表1)。

表1 张杂19在宁夏不同生态区的气候区划指标

Table 1 Climate zoning indicators of Zhangza 19 in different ecological zone of Ningxia

区划指标 Zoning Indicators	适宜种植区 Suitable for planting area	次适宜种植区 Second suitable for planting area	不适宜种植区 Not suitable for planting areas
≥10℃积温/℃	≥2450	≥2450	<2450

1.2.3 区划方法 (1)气候资源小网格推算模型的建立。影响气候的三大因子包括太阳辐射、大气环流和地理环境。太阳辐射在不同季节中所吸收的热量不同,会引起该地区的光、热气候资源等环境因子存在差异。地球上热量分布不均匀产生的大气环流,主要起着不同区域之间热量和水分的交换和平衡的作用。地理环境包括地理经度、纬度、地形、地势、山体走向、海陆分布等,它的作用可影响太阳辐射的收支平衡并对气候要素进行重新分配。一般气候要素的空间分布表现形式可表达为<sup>[16]</sup>:

$$Y = F(\epsilon, \varphi, h) + Y$$

式中,  $F(\epsilon, \varphi, h)$  表示受经度、纬度、海拔高度影响的气候要素,  $Y$  为小地形因素对要素  $Y$  影响的订正值,或称小地形订正。本研究利用宁夏30年平均积温和5-9月平均降水量的统计值同经度、纬度、海拔高度进行多元(逐步)回归分析建立小网格推算模型:

$$\geq 10^{\circ}\text{C}\text{积温} = 22278.149 - 263.883\varphi + 296.014\epsilon - 1.297h$$

$$5-9\text{月降水量} = -1652.469 + 47.056\varphi - 88.052\epsilon + 0.109h$$

另外,由于所研究区域气象站点比较少,并且各气象站点多地处平坦地区,因此该区域小地形特征不明显。因此,坡度、坡向等小地形因子在小网格推算模型中并没有进行模拟。但为了提高模拟的准确度,需要利用混合差值方法对模拟残差进行二次插值,以完成水热气候资源的精细化工作。

(2)张杂 19 综合气候区划专题图制作。运用裁剪工具从宁夏地图中提取出中部干旱带行政图,作为底图;通过数据管理工具中的渔网工具创建渔网,打开其属性表添加经纬度值;将 DEM 高程数据与创建的渔网进行叠加,并提取各网格的高程值;把推算模型代入栅格计算器,推算出中部干旱带的积温图及降水图,并与其残差图进行叠加,得出最终的积温与降水图;用相应区划指标进行逻辑交集运算,形成适宜、次适宜和不适宜 3 种类型区域,最终生成张杂 19 种植气候区划图(图1)。

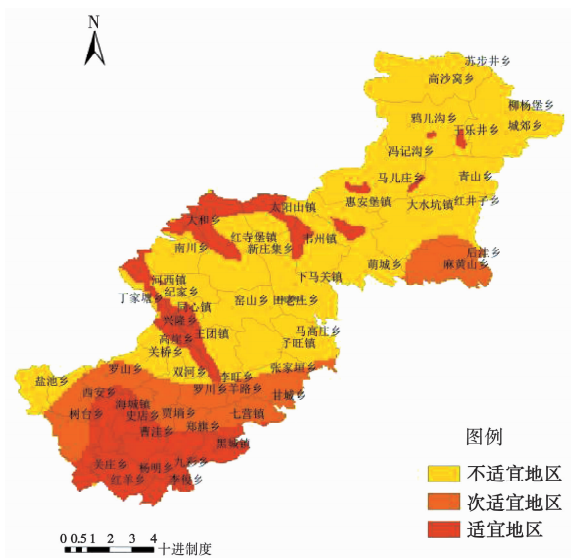


图1 张杂 19 种植气候区划

Fig. 1 The planting climate zoning map of Zhangza 19

1.2.4 数据分析 利用 SAS8.0 进行逐步回归分析,运用 ArcMap10.0 绘制张杂 19 种植气候区划图。

## 2 结果与分析

宁夏中部干旱带年均积温在  $2\,500\sim 3\,600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 降雨量在  $170\sim 330\text{ mm}$ 。从张杂 19 号生长的适宜条件来看,积温的变化对其产量的影响不大,而水分条件的变化对谷子产量的影响较大,在没有灌溉的地区或者降雨量不足的地区就无法种植。因此,在制作张杂谷的气候区划时,主要考虑不同生态区的水分条件。

### 2.1 适宜区

由图 1 可知,宁夏中部干旱带张杂 19 适宜种植区主要在同心、红寺堡灌区及盐环定扬黄灌区,这一地区  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温在  $3\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$  以上,5-9 月降

水量虽在  $300\text{ mm}$  以下,但可以利用水库等灌溉设施,以满足谷子生育期间的需水量。海原南部,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温在  $2\,600\text{ }^{\circ}\text{C}$  以上且降雨量在  $300\text{ mm}$  以上。该区热量较丰富,雨量充沛,水热指标完全满足张杂 19 的生长条件。

### 2.2 次适宜区

根据图 1 分析,海原东北部及中部,同心东南部、盐池南部及彭阳河谷地区为其次适宜地区。这一地区  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温在  $2\,800\text{ }^{\circ}\text{C}$  以上,5-9 月降雨量  $270\sim 300\text{ mm}$ 。该区域热量丰富虽然丰富,但水分条件不足,容易遭受干旱,尤其在 7 月下旬遭受干旱,将影响张杂谷最终产量。

### 2.3 不适宜种植区

从图 1 可知,不适宜种植区主要分布在海原西北部,红寺堡南部,同心东部及盐池东北部和中部,这一地区虽然  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温在  $2\,800\text{ }^{\circ}\text{C}$  以上,但降雨量在  $270\text{ mm}$  以下且没有灌溉条件。谷子在拔节、孕穗及抽穗时期水分不足,会造成植株矮小及不能抽穗的现象,严重影响产量甚至无法正常成熟。

## 3 结论与讨论

根据上述区划结果,同心、红寺堡及盐环定扬黄灌区地区热量资源丰富,虽降雨量在  $270\text{ mm}$  以下,但通过及时灌溉可以满足谷子各生育期的需水规律,“卡脖子”出现的频率较低。该区域是种植张杂 19 的最有利区域,应扩大种植面积,发展高效益的灌溉谷子;在海原东北部和中部,同心东南部及盐池南部等地区可以适当种植张杂 19 以增加农民收入,但不宜大规模地栽培种植,但是可以选取其它抗旱性较好的品种,发展旱作谷子。对于不适宜种植地区选取其他作物进行生产。

本次区划结果与马力文等<sup>[5]</sup>所研究的宁夏张杂谷生态区分布有相似之处,但不同的是,本次研究以宁夏中部干旱带(海原、同心、盐池及红寺堡)及张杂 19 一个品种为主要研究对象,而马力文等以宁夏全境及张杂谷系列品种为研究对象,因此区划指标不同,区划结果也具有一定的差异:虽然南部山区中海原南部地区热量资源不及同心和红寺堡,但对张杂 19 的生长发育没有明显的影响,可能是因为雨水充沛的环境因素给张杂 19 提供正常生长发育的条件;红寺堡南部地区虽热量资源丰富,但是在没有灌溉且降雨量不足条件下,

张杂 19 的正常生长发育受到一定抑制。

宁夏地处我国西北内陆高原,干旱少雨,水资源匮乏,近 50 年 400 mm 等雨量线南退了 50 km,中部干旱带面积不断扩大。而根据前人对张杂谷品种的研究表明,与种植玉米相比,在同等经济效益下,种植张杂谷所需要的水最少。在宁夏中部干旱带种植张杂谷既能适应干旱的气候条件又可以农户带来经济效益。因此,在干旱形势越发严重的背景下,在宁夏中部干旱带推广种植张杂 19 可为农业生产实践提供理论意义,应得到各部门的重视。

依据区划指标,利用地理信息技术得到的种植区划图,不仅节约人力物力,而且使得区划过程更精确,区划结果更直观。为地理学科与农学两大学科相结合提供了新思路,对农业规划及生产有一定的指导意义。

参考文献:

[1] 王宁,马红彬.宁夏中部干旱带生态建设与农业开发的结合点是发展草地农业[C].北京:中国西部环境问题与可持续发展国际学术研讨会论文集,2004.

[2] 王海燕,高祥照.宁夏中部干旱带旱作节水农业发展思路的探索[J].中国农业信息,2010(6): 22-24.

[3] 赖荣生,余海龙,黄菊莹.宁夏中部干旱带气候变化及其对春玉米气候生产潜力的影响[J].中国农业大学学报,2014(3):108-114.

[4] 苏占胜,陈晓光,黄峰,等.基于 GIS 的宁夏气候要素推算及

农业气候资源分析[J].干旱地区农业研究,2008,26(4):242.

[5] 马力文,刘静,周斌,等.宁夏中部干旱带发展高产杂交谷子产业的建议[J].中国农业资源与区划,2016,37(1): 181-187.

[6] 张海金.谷子在旱作农业中的地位和作用[J].安徽农学通报,2007(10): 169-170.

[7] 常克勤,宋刚.宁夏小杂粮生产布局及发展建议[J].甘肃农业科技,2007(8): 44-46.

[8] 汪金敖.落实科学发展观与推进优势农产品布局区域化[C].长沙:湖南省经济学会年会暨科学发展观与湖南经济协调发展研讨会,2008.

[9] 马兴祥,邓振镛,魏育国,等.甘肃省谷子气候生态适应性分析及适生种植区划[J].干旱气象,2004(3): 59-62.

[10] 李效珍,鲁巨,王孔香,等.大同地区谷子生产的气候条件评述[J].中国农业气象,2009(S2): 227-229.

[11] 张荣,班胜林,冯艳霞,等.大同市近 50 年谷子产量与气象条件关系分析[J].陕西气象,2013(1):26-29.

[12] 张玲,赵爱慧,宫克发,等.突泉县种植优质谷子的气候条件分析[J].现代农业科技,2011(11): 307.

[13] 秦巧秀,刘云花,曹永祥.石楼县谷子生产与相关气象条件分析[J].安徽农学通报,2011,17(4):118.

[14] 周伟,王文娟,刘谋荣,等.汾阳市谷子生长发育与气象条件的关系[J].陕西农业科学,2010(5): 113-114.

[15] 王玉玲,史洋,赵娟,丰宁县黄旗镇谷子种植的气候条件分析[J].现代农业科技,2016(10): 227,235.

[16] 尹洪涛.辽西地区气候资源精细化模拟与应用研究[D].南京:南京信息工程大学,2006.

# Agricultural Climate Division of Zhangza 19 Based on GIS in Ningxia Central Arid Zone

CHEN Xiao, WU Hong-liang, ZHAO Rui

(Agricultural College of Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** In order to solve the unreasonable arrangement problem in the arid valley of Ningxia, based on the meteorological data of Ningxia for 30 years and the calculation of the climate elements of the Ningxia central arid zone by using the geographic information system (GIS), the climate zone map was made according to the climate zoning index of Zhangza 19, and divided into appropriate, sub-suitable and unsuitable planting area. The results showed that Zhangza 19 was suitable for planting in Tongxin, Hongsipu irrigation area and Yanhuangding pumping irrigation area, but the northwest of Haiyuan, south of Hongsipu, tongxin east and northeastern and central part of Yanchi were not suitable for planting. Northeast and central of Haiyuan, southeast of tongxin, south of Yanchi and Pengyang valley area were suitable for planting of Zhangza 12.

**Keywords:** arid region of middle Ningxia; Zhangza 19; meteorological factors; climate regionalization