

基于GIS的黑龙江省第一积温带大豆种植气候区域规划

吴 雪

哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2024年9月20日; 录用日期: 2024年11月7日; 发布日期: 2024年11月15日

摘 要

大豆是我国一项重要经济作物, 由古至今大豆便一直在我国广泛种植, 当代其种植区域以华北区占比最大, 而黑龙江省产值占比为华北地区最大。中国目前的总产量在世界大豆产量中排名第四, 但存在平均亩产值远远低于国际水平。当前, 如何提高每亩大豆的平均产值, 实现大豆增产已成为亟待解决的问题。以GIS技术为代表的现代科学技术为大豆种植提供科学指导, 对大豆增产有积极影响, 有利于大豆增产的发展, 从而解决了平均产值低的问题。本文使用MapGIS软件对黑龙江省的第一积温带进行气候区域规划, 实现过程中进行了区域背景分析, 收集了相关气候气象资料结合MapGIS软件达到划分出大豆种植适应性区域、种植较不适宜区域的最终目的, 来提高大豆产值及品质。

关键词

气候区域规划, 第一积温带, MapGIS, 大豆种植

Regional Planning of Soybean Planting Climate in the First Accumulated Temperature Zone of Heilongjiang Province Based on GIS

Xue Wu

College of Geographical Science, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Sep. 20th, 2024; accepted: Nov. 7th, 2024; published: Nov. 15th, 2024

Abstract

Soybean is an important economic crop in China. Soybean has been widely planted in China since ancient times. In the contemporary period, soybean planting areas in North China account for the largest proportion, while Heilongjiang Province accounts for the largest proportion of output value in North China. China's current total output ranks fourth in the world's soybean output, but there is a situation where the average acre output value is far below the international level. At present, how to increase the average output value of soybeans per acre and realize the increase of soybean production has become a problem to be solved. The modern science and technology represented by GIS technology provides scientific guidance for soybean cultivation, has a positive impact on soybean production increase, and is beneficial to the development of soybean production increase, thereby solving the problem of low average output value. This paper uses MapGIS software to carry out climate regional planning for the first accumulated temperature zone in Heilongjiang Province. During the implementation process, a regional background analysis was carried out. The relevant climatic and meteorological data were combined with MapGIS software to achieve the division of soybean planting adaptable areas and less suitable planting areas. The ultimate goal is to improve soybean output value and quality.

Keywords

Climate Regional Planning, First Accumulated Temperature Zone, MapGIS, Soybean Planting

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在大豆产量方面, 当下我国总产量占据世界各国的前列。但若从国内供需关系方面看, 存在着远远不能满足我国内部自主需求的情况。而每年我国进口量持续增加, 已成为全球第一大豆进口国[1]。目前如何提高大豆平均亩产值已经成为了一项影响国家农业进出口贸易的问题, 利用现代科学技术便是解决这一问题的一个很好举措。

黑龙江省作为我国的大豆种植大省, 其产量更是占据了我国总产量的百分之四十, 世界大豆总产量的百分之六。一直以来产量都远远高于其他种植大省, 但近年来存在减产情况。近 10 年来黑龙江省大豆平均单产减产的主要原因是大豆重迎茬所致[2]。当下先一步的实现提高黑龙江省大豆亩产值的目标, 对实现提高全国大豆亩产值有示范性的作用, 对提高全国大豆产值及品质有重要意义[3]。

本文为进一步提高黑龙江省大豆产量, 基于 GIS 技术对黑龙江省进行第一积温带大豆种植区域规划。使用 MAPGIS 软件系统工具, 结合相关气象数据, 对黑龙江省第一积温带大豆种植区域进行划分, 希望这一举措能对黑龙江省大豆产量及品质的提高有促进作用[4]。

作为大豆适宜生长的黑龙江省第一积温带区域, 在全球变暖的趋势下已出现不规则移动, 若仍按照过往的积温带划分来对大豆种植区域进行规划已不适宜当下情况, 不利于大豆产值及品质的提高, 甚至导致产值及品质下降的情况发生。为避免这一情况的出现, 对黑龙江第一积温带大豆种植进行区域规划便势在必行。地理信息系统(GIS)软件较之其他软件在气候区域规划方面有极大优势, 使用地理信息系统(GIS)能有效收集相关气候资料及地理环境信息能对大豆种植进行科学指导, 利于对黑龙江省第一积温带

大豆种植区域的重新规划，能有效剔除黑龙江省当下不适宜的大豆种植的区域，能有效将气候影响减到能控制的最小范围，在减少无效种植投入及相关人工维护成本的同时，还能对未来的气候变迁情况进行预测，做到提早发现、提早防备、杜绝隐患，进一步提高大豆产量及品质，本文以小范围内对黑龙江省第一积温带大豆种植区域规划为例展开研究，以期实现提高我省提高大豆平均产值的目的。

2. 资料与方法

2.1. 研究区

研究区主要位于哈尔滨、齐齐哈尔、大庆、东宁、肇东等五个主要区域进行自然地理概况的介绍，并针对大豆种植的影响因素如日照强度、降水、活动积温等因素[5]，对其历年的变化趋势进行汇总分析。区域内自然条件相似，耕作习惯、管理方式和水平接近[6]。黑龙江省第一积温带所选的五个区域的地理信息(表 1)及气候因素(表 2)。

Table 1. Geographical information of five regions in the first accumulated temperature zone of Heilongjiang Province
表 1. 黑龙江省第一积温带五大区域地理信息

地区	地理位置	总面积	海拔
哈尔滨	黑龙江省中南部	53,100 km ²	127 m
大庆	黑龙江省西南部	21,219 km ²	146 m
齐齐哈尔	黑龙江省西南部松嫩平原	42,286 km ²	149 m
东宁	牡丹江市东南部	7139 km ²	111 m
肇东	松嫩平原中部	4332 km ²	198 m

Table 2. Climatic factors of five regions in the first accumulated temperature zone of Heilongjiang Province
表 2. 黑龙江省第一积温带五大区域气候因素

地区	气候类型	春最高/低温	夏最高/低温	秋最高/低温	冬最高/低温	年日照时数	年平均降水
哈尔滨	温带季风	12℃/1℃	27℃/18℃	11℃/0℃	-10℃/-20℃	1490 h	554 mm
大庆	温带季风	12℃/1℃	27℃/18℃	10℃/1℃	-10℃/-19℃	1470 h	522 mm
齐齐哈尔	中温带季风	12℃/0℃	27℃/18℃	10℃/0℃	-10℃/-21℃	1419 h	475 mm
东宁	大陆性季风	13℃/0℃	26℃/16℃	13℃/1℃	-5℃/-16℃	1408 h	611 mm
肇东	寒温带	12℃/0℃	27℃/17℃	11℃/0℃	-10℃/-22℃	1467 h	524 mm

2.2. 数据来源

本研究所采用数据主要来自地理空间数据云，在数据库中找到所需的黑龙江省矢量地图数据，下载至个人电脑，完成黑龙江省矢量地图数据的准备，之后再利用 MapGIS K9 软件结合黑龙江省矢量地图数据，逐一地划分出哈尔滨市、齐齐哈尔市、大庆市、东宁市、肇东市这 5 个城市的矢量边界。具体工具通过查询 - 按位置选择实现，最后再将数据导出，进行分析即可[7]。

再将在黑龙江省气象网站收集整理的这五个城市 2013 年至 2017 年这五年的降水总量，平均日照强度以及≥10℃的总活动积温的文本数据导入 MapGIS K9 中，即完成数据准备阶段的工作。

2.3. 分析方法

将划分出的 5 个城市属性中建立“积温”“日照强度”“降雨”共 3 个字段，在系统将 5 年的文本

数据录入完成后转换为矢量数据。之后需要使用到系统工具箱中的“要素转栅格”工具，以达到将“积温”、“日照强度”、“降雨”三者分别由矢量数据转为栅格数据的目的。利用软件的“重分类”工具将区域规划分为：不适宜区、一般适宜区、适宜区。

使用“重分类”工具对“积温”进行了重分类处理，因为大豆这一作物是喜温作物，在温暖的自然环境下才能生长良好，所以在区域划分过程中，将 $1\text{ d}\cdot^{\circ}\text{C}$ 至 $2400\text{ d}\cdot^{\circ}\text{C}$ 范围划分为不适宜区(赋值 1)， $2200\text{ d}\cdot^{\circ}\text{C}$ 至 $2600\text{ d}\cdot^{\circ}\text{C}$ 范围为一般适宜区(赋值 2)，大于 $2600\text{ d}\cdot^{\circ}\text{C}$ 范围为适宜区(赋值 3)；

由于大豆是喜光作物，故在此需要以光照强度作为依据，使用“重分类”工具对“日照强度”进行重分类，规定 1 w/m^2 至 195 w/m^2 范围为不适宜区(赋值 1)， 195 w/m^2 至 200 w/m^2 为一般适宜区(赋值 2)， 200 w/m^2 以上为适宜区(赋值 3)；

大豆生长发育过程中对水的需求量较高，每形成一克营养物质就需消耗水 600 克到 1000 克，即需要使用“重分类”工具对“降雨量”进行重分类，将 1 mm 至 35 mm 为不适宜区(赋值 1)， 35 mm 至 40 mm 为一般适宜区(赋值 2)， 40 mm 至 53 mm 为适宜区(赋值 3)。

最后利用“栅格计算器”工具，将以上三个重分类完成的要素进行相加计算，处理后结果共有：4(不适宜区)、5(适宜区)、6(最适宜区)共 3 类。

三要素的重分类过程如(图 1)和(图 2)所示。

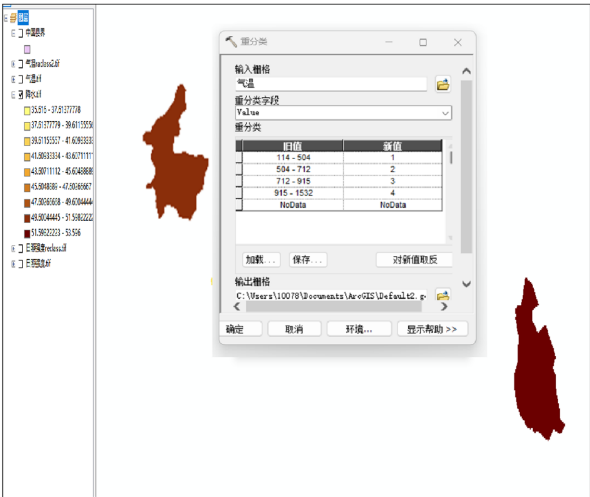


Figure 1. Schematic diagram of reclassification process 1
图 1. 重分类过程示意图 1

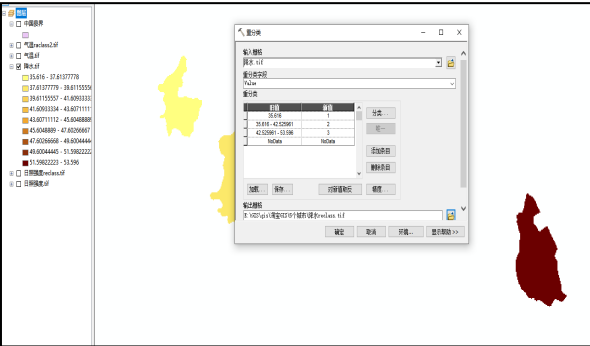


Figure 2. Schematic diagram of reclassification process 2
图 2. 重分类过程示意图 2

3. 研究结果

3.1. 影响因素变化趋势分析

3.1.1. 历年降水量变化

哈尔滨市、齐齐哈尔市、大庆市、东宁市、肇东市历年降水量如(表 3)所示；哈尔滨市、齐齐哈尔市、大庆市、东宁市、肇东市历年降水量变化趋势如(图 3)所示。

Table 3. 2013~2017 annual precipitation
表 3. 2013~2017 历年降水量

区域/时间	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
哈尔滨	618.13 mm	432.36 mm	440.01 mm	569.24 mm	491.18 mm
大庆	608.06 mm	432.43 mm	440.24 mm	352.27 mm	300.08 mm
齐齐哈尔	529.42 mm	441.27 mm	462.41 mm	567.18 mm	369.05 mm
东宁	685.33 mm	508.39 mm	663.37 mm	721.16 mm	640.34 mm
肇东	552.25 mm	448.28 mm	468.61 mm	610.33 mm	398.38 mm

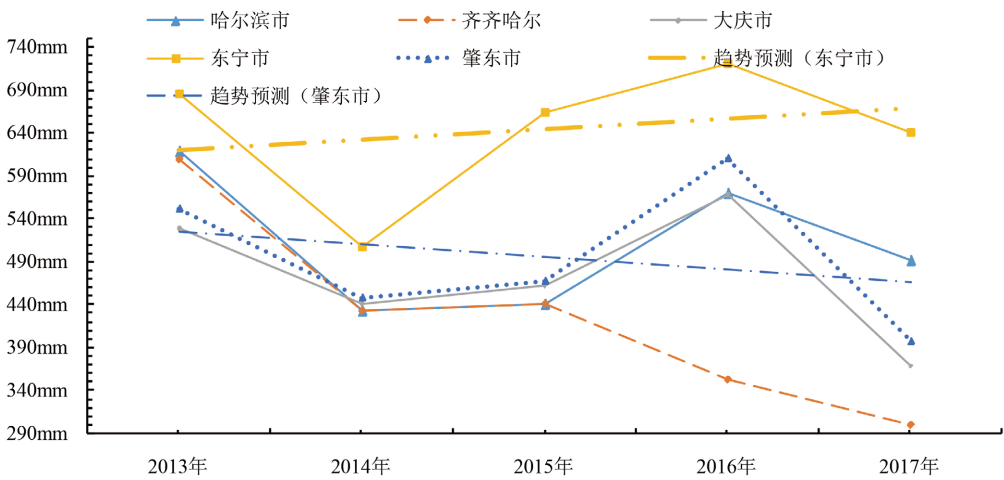


Figure 3. The trend map of precipitation change in five regions from 2013 to 2017
图 3. 2013~2017 五大区域降水量变化趋势图

由表 3 历年降水量及图 3 五大区域降水量变化趋势图，可看出 2013 年为五大区域降水量最多的一年，其中东宁市降水量为五大区域中降水量最大值，数值为 685.33 mm；2017 年为五大区域降水量最少的一年，其中齐齐哈尔市降水量为五大区域中降水量最小值，数值为 300.08 mm 选择 2013 年至 2017 年五年来历年降水量资料数据，对五大区域降水量变化进行趋势预测分析(图中仅标注了东宁市及肇东市的预测趋势线)，可看出在五年中五大区域中仅东宁市降水量总体呈上升趋势，且历年降水量都高于其他四个区域，除东宁区域外，剩余四大区域降水量虽然在局部有轻微的上升趋势，但总体上仍呈现下降趋势，且其中齐齐哈尔市降水量下降趋势最为明显，2016 年及 2017 年降水量为五大区域中最少的。

3.1.2. 历年日照强度变化

哈尔滨市、齐齐哈尔市、大庆市、东宁市、肇东市历年月平均日照强度数值如(表 4)所示；哈尔滨市、齐齐哈尔市、大庆市、东宁市、肇东市历年月平均变化趋势如(图 4)所示。

Table 4. 2013~2017 average monthly sunshine intensity in five regions over the years
表 4. 2013~2017 五大区域历年月平均日照强度

区域/时间	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
哈尔滨	182.97 w/m ²	195.96 w/m ²	189.10 w/m ²	191.09 w/m ²	193.79 w/m ²
大庆	191.27 w/m ²	204.80 w/m ²	200.29 w/m ²	199.93 w/m ²	206.43 w/m ²
齐齐哈尔	191.07 w/m ²	206.24 w/m ²	199.93 w/m ²	198.67 w/m ²	207.51 w/m ²
东宁	186.41 w/m ²	193.07 w/m ²	192.89 w/m ²	188.77 w/m ²	192.71 w/m ²
肇东	187.84 w/m ²	202.09 w/m ²	195.60 w/m ²	194.52 w/m ²	202.27 w/m ²

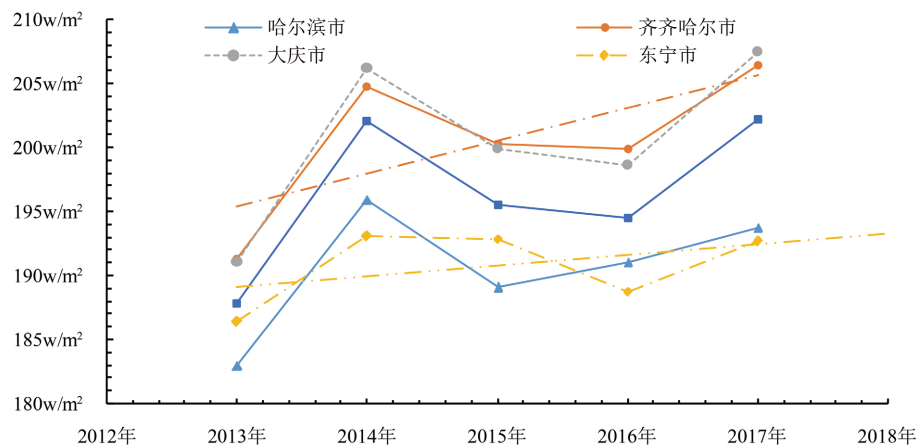


Figure 4. 2013~2017 trend chart of monthly average sunshine intensity in five major regions over the years
图 4. 2013~2017 五大区域历年月平均日照强度变化趋势图

由表 4 历年月平均日照强度及图 4 五大区域历年月平均日照强度变化趋势图可看出五大区域历年来月平均日照强度一直呈上升趋势，2013 年为五大区域历年中月平均日照强度最低年，其中月均日照强度最小值为哈尔滨市日照强度值，数值为 182.97 w/m²；2017 年为五大区域历年中月平均日照强度最高的年，其中月均日照强度最大值为大庆市日照强度值，数值为 207.51 w/m²，选择 2013 年至 2017 年五年来历年月平均日照强度资料数据，对五大区域历年月平均日照强度进行趋势预测分析(图中仅标注了斜率最小的东宁市及斜率最大的肇东市的预测趋势线)得出历年中东宁市月平均日照强度趋势最为缓慢，哈尔滨市次之，大庆市与齐齐哈尔市月平均日照强度增加趋势都及其明显，其中齐齐哈尔市月平均日照强度增加趋势最大。

3.1.3. 历年日照强度变化

哈尔滨市、齐齐哈尔市、大庆市、东宁市、肇东市历年活动积温数值如(表 5)所示；哈尔滨市、齐齐哈尔市、大庆市、东宁市、肇东市历年降水活动积温变化趋势如(图 5)所示。

由表 5 历年≥10℃活动积温及图 5 五大区域历年≥10℃活动积温变化趋势图，可看出五大区域中仅东宁市活动积温处于 3000 d·℃水平以下，其最低的一年为 2017 年，活动积温数值为 2424.12 d·℃；其余四区域活动积温都处于 3000 d·℃水平以上，且哈尔滨≥10℃活动积温最高，明显高于其他四个区域，其最高的一年为 2015 年，活动积温数值为 3309.40 d·℃；选择 2013 年至 2017 年五年来历年活动积温资料数据，对五大区域历年活动积温进行趋势预测分析，其中东宁市区域积温水平有明显的下滑趋势，剩余四大区域中大庆市区域的积温水平增加趋势最高，哈尔滨积温有轻微的减少趋势，肇东及齐齐哈尔两大区域积

温无明显的变化趋势。

Table 5. Accumulated temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ over the years from 2013 to 2017
表 5. 2013~2017 历年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温

区域\时间	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
哈尔滨	3235.40 d· $^{\circ}\text{C}$	3235.50 d· $^{\circ}\text{C}$	3309.40 d· $^{\circ}\text{C}$	3246.30 d· $^{\circ}\text{C}$	3202.53 d· $^{\circ}\text{C}$
大庆	3104.50 d· $^{\circ}\text{C}$	3197.90 d· $^{\circ}\text{C}$	3107.70 d· $^{\circ}\text{C}$	3315.65 d· $^{\circ}\text{C}$	3192.13 d· $^{\circ}\text{C}$
齐齐哈尔	3086.73 d· $^{\circ}\text{C}$	3163.30 d· $^{\circ}\text{C}$	3119.80 d· $^{\circ}\text{C}$	3310.60 d· $^{\circ}\text{C}$	3192.24 d· $^{\circ}\text{C}$
东宁	2471.85 d· $^{\circ}\text{C}$	2484.40 d· $^{\circ}\text{C}$	2554.40 d· $^{\circ}\text{C}$	2479.70 d· $^{\circ}\text{C}$	2424.12 d· $^{\circ}\text{C}$
肇东	3197.61 d· $^{\circ}\text{C}$	3260.33 d· $^{\circ}\text{C}$	3184.82 d· $^{\circ}\text{C}$	3208.01 d· $^{\circ}\text{C}$	3221.63 d· $^{\circ}\text{C}$

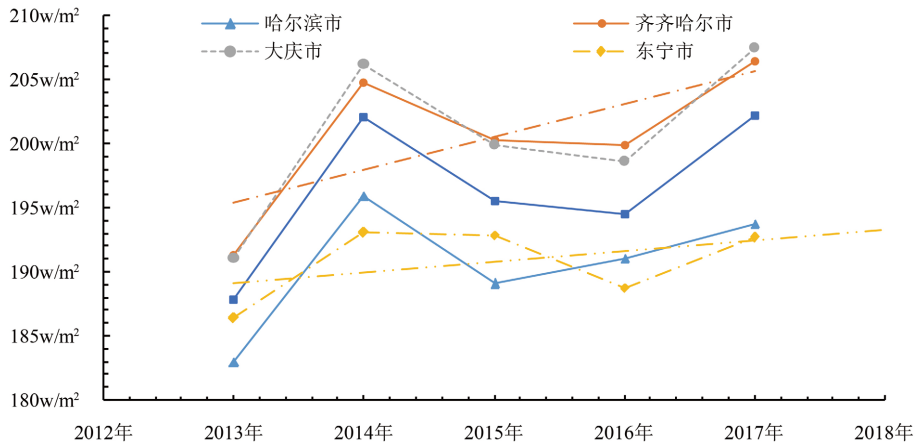


Figure 5. Trend diagram of accumulated active temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ in five major regions over the years in 2013~2017
图 5. 2013~2017 五大区域历年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温变化趋势图

3.2. 黑龙江省第一积温带大豆适宜性种植区域划分成果

使用 MapGIS K9 软件，最终完成基于 GIS 的黑龙省第一积温带大豆种植气候区域规划，黑龙省第一积温带大豆种植适宜性分布图如(图 6)所示。

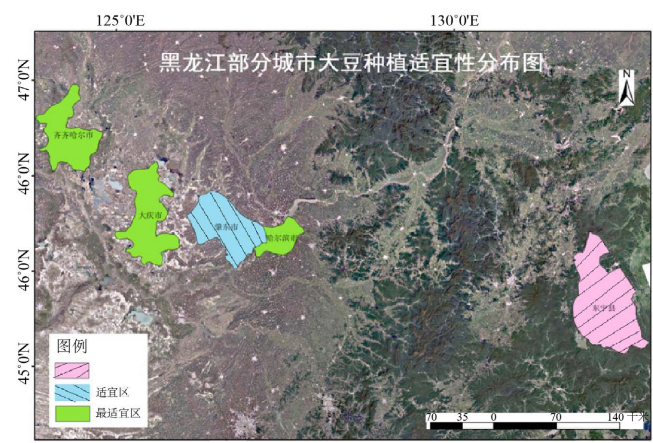


Figure 6. The distribution map of soybean planting suitability in the first accumulated temperature zone of Heilongjiang Province
图 6. 黑龙江省第一积温带大豆种植适宜性分布图

如图 6 黑龙江省第一积温带大豆种植适宜性分布图所示结果,在这五大区域划分中,东宁市因其气候条件: $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温在五区域中最低,日照强度偏低,2013 年至 2017 年五年平均日照强度为 190.77 w/m^2 被系统划分为不适宜区;系统结合肇东市气候条件: $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温较高, $2400 < T \leq 2600$ 将其划分为一般适宜区;系统结合气候条件: $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温高, $T > 2600$,且齐齐哈尔市、大庆市、哈尔滨市三个区域日照强度高,降水多,系统将齐齐哈尔市、大庆市、哈尔滨市划分为最适宜区。

4. 结论

在当前的研究中,我们完成了基于 GIS 的黑龙江省第一积温带大豆种植气候区域规划,系统地收集和分析了相关气候气象资料,包括降水量、日照强度和活动积温的历年变化趋势。通过使用 MapGIS 软件,我们不仅完成了对五个区域的划分,还明确了大豆种植的适应性区域。这一过程体现了我们对已有研究成果的继承与发展,但也存在可进一步优化的空间。

首先,与前人的研究相比,我们在数据收集和处理上进行了更为细致的分析,尤其是在气候因素的多维度评估上[8]。尽管之前的工作在教育基本工具上取得了一定成果,但往往缺乏对复杂气候条件的深入解析[9]。本研究通过对积温、降雨和日照强度进行综合分析,力求提供更加全面的区域适应性评估,为未来的种植决策提供更为可靠的依据。

其次,前期的研究多依赖于 MapGIS 的基本功能,而本研究则计划在未来的工作中引入更高级的 GIS 工具和方法。例如,我们希望结合多元统计分析和机器学习技术,利用大数据和实时气象数据进行动态评估。这不仅可以提高区域划分的精确度,还能使规划结果更具适应性和时效性,满足不同气候条件下的种植需求。

此外,我们还意识到,与前人的工作相比,系统工具的运用尚显单一[10]。因此,未来的研究将致力于开发更为复杂的分析模型,整合更多数据源,以实现气候变化的快速响应和调整。这一目标不仅将推动区域规划的科学化、精细化,也为其他地区的类似研究提供了可借鉴的经验。

通过这些改进,我们的研究不仅是对现有工作的延续,更是对其不足之处的积极回应。我们期待在未来的研究中,能够深入探索气候变化对农业的影响,实现更为准确和动态的气候区域规划,从而推动黑龙江省大豆种植的可持续发展。这不仅是对我们研究价值的提升,更是为地方农业发展提供科学支持的重要举措。

参考文献

- [1] 董非非,刘爱民,封志明,薛莉,杨晓.大豆传统产区种植结构变化及影响因素的定量化评价——以黑龙江省嫩江县为例[J].自然资源学报,2017,32(1): 40-49.
- [2] 何亮,毛留喜.气候变化背景下东北大豆种植区气候适宜性变化[J].中国生态农业学报(中英文),2023,31(5): 690-698.
- [3] 王彦平,张坤,张佳兴,姚晔,姜凤友.不同播期气候条件对内蒙古东北部大豆主要农艺性状和品质的影响[J].农学学报,2022,12(6): 60-65.
- [4] 于光磊,崔明元,姜海英,黄文,宋继娟,周柏明,刘荣清,王振萍,曲海霞.通化地区 5-9 月温度对大豆产量的影响分析[J].现代农业科技,2015(3): 229-230.
- [5] 2014 年上半年我国植物油加工行业监测分析报告[J].农业工程技术(农产品加工业),2014(9): 26-27.
- [6] 李凯伟,张继权,魏思成,刘聪,王春乙.东北春大豆精细化气候区划[J].应用气象学报,2021,32(4): 408-420.
Wang, S., Feng, W., Quan, Y.H., Li, Q., Dauphin, G., Huang, W.J., Li, J. and Xing, M.D. (2022) A Heterogeneous Double Ensemble Algorithm for Soybean Planting Area Extraction in Google Earth Engine. *Computers and Electronics in Agriculture*, 197, Article ID: 106955. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106955>
- [7] 季生太,杨明,纪仰慧,王萍,姜丽霞,朱海霞,闫平.黑龙江省近 45 年积温变化及积温带的演变趋势[J].中国农业气象,2009,30(2): 133-137.

-
- [8] 薛庆喜. 中国及东北三省 30 年大豆种植面积、总产、单产变化分析[J]. 中国农学通报, 2013, 29(35): 102-106.
- [9] Caires, E.F., Pauluk, D.A., Duarte, V.M. and Garbuiro, F.J. (2022) Performance of a Wheat-Soybean Cropping System as Affected by Applying Phosphogypsum in Combination with Urea. *Journal of Plant Nutrition*, **45**, 1547-1562.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2021.2020824>
- [10] 王贺然, 刘东明, 陈鹏狮, 李迎春, 韩雪, 郝兴宇. 基于积温带重新划分的东北玉米熟型分布研究[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(5): 102-112.