

基于GIS的茶叶自然地理条件分析

——以绍兴市为例

黄沛琪, 杜泳*, 吴雯倩, 陈露露, 林安琪

浙江农林大学暨阳学院, 浙江 诸暨
Email: *1640372723@qq.com

收稿日期: 2021年7月2日; 录用日期: 2021年7月16日; 发布日期: 2021年8月4日

摘要

运用GIS技术, 在绍兴市土地利用现状基础上划分适宜地和不适宜地。从海拔、坡度、坡向、土壤类型、年平均气温、年降水量、空气相对湿度、年光照时长8个生态因子, 通过专家打分, 运用GIS技术叠加分析, 实现绍兴市茶叶种植的适宜性评价。结果表明: 绍兴市适宜种植茶叶主要集中在新昌县、嵊州市的东南及东北、柯桥的南部、诸暨市除中部以外等地。

关键词

茶叶, 自然地理条件, 绍兴市

GIS Based Analysis of Natural Geographical Conditions of Tea

—A Case Study of Shaoxing

Peiqi Huang, Yong Du*, Wenqian Wu, Lulu Chen, Anqi Lin

Jiyang College, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Zhuji Zhejiang
Email: *1640372723@qq.com

Received: Jul. 2nd, 2021; accepted: Jul. 16th, 2021; published: Aug. 4th, 2021

Abstract

Based on the current situation of land use in Shaoxing City, suitable land and unsuitable land are divided by using GIS technology. The suitability evaluation of tea planting in Shaoxing City was

*通讯作者。

文章引用: 黄沛琪, 杜泳, 吴雯倩, 陈露露, 林安琪. 基于 GIS 的茶叶自然地理条件分析——以绍兴市为例[J]. 地理科学研究, 2021, 10(3): 250-257. DOI: 10.12677/gser.2021.103030

realized by expert scoring and GIS technology overlay analysis from eight ecological factors including altitude, slope, aspect, soil type, annual average temperature, annual precipitation, air relative humidity and annual light duration. The results showed that the suitable area for tea planting in Shaoxing City mainly concentrated in Xinchang County, the southeast and northeast of Shengzhou City, the south of Keqiao City, and Zhuji city except the central part.

Keywords

Tea, Natural Geographical Conditions, Shaoxing City

Copyright © 2021 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

在国内, 樊高峰认为, 将浙江省衢州市地理信息和气象台站气候资料关联并建立空间模型, 用 GIS 的空间分析功能进行推算, 建立与数字高程模型同分辨率的栅格图, 便可更好地分析当地气候资源, 从而知道农作物在当地的适宜程度[1]; 金志凤、黄敬峰[2]等人利用混合插值法对气候因子进行细网格推算, 使用加权指数求和法并建立综合区划评估模型, 运用 GIS 技术对浙江省茶树栽培区划分为适宜、较适宜和不适宜三个等级; 吴克华、赵卫权等人[3]通过利用 GIS 技术, 结合土地利用现状及喀斯特空间分布, 初步划分贵州省茶叶种植适宜地和不适宜地, 对气候条件、土壤条件、地形地貌等因素进行生态评价因子筛选并设置各因子权重, 运用 GIS 空间叠加分析模块对贵州省茶园进行生态适宜性评价。

在国外, Sadeeka Layomi Jayasinghe, Lalit Kumar 等人[4]使用基于 GIS 的多准则方法, 对气候、地形、土壤等因素进行汇总, 确定各因素贡献的权重, 采用层次分析法对斯里兰卡的茶叶进行适宜性评价。Animesh Chandra Das, Ryozo Noguchi 等人[5]将 RS 和 GIS 结合, 使用层次分析法, 对孟加拉国茶叶的可持续生产和土地适宜性进行评价。具体做法: 第一, 对卫星图像进行处理, 得到土地利用、土地覆盖层及归一化植被指数, 生成高程层; 第二, 在 ArcGis 中处理其他矢量和光栅图层; 第三, 利用空间分析的加权叠加法确定适宜性等级, 根据多准则分析结果重新分类所有参数的光栅图层。

2. 研究区概况和数据来源

绍兴市位于东经 119°53'03"至 121°13'38"和北纬 29°13'35"至 30°17'30"之间, 地处于浙江省的中北地区、杭州湾的南岸[6]。绍兴市是亚热带季风气候, 季风气候明显, 温和湿润, 降水充足, 日照充沛。绍兴市具有特色的“三大盆地”气候, 局部的小气候性资源丰富, 平均气温常年在 16.5℃, 极端最高气温为 44.1℃, 极端最低气温为 10.1℃, 这良好的气候条件适宜茶树的生长。绍兴市的茶叶种类因多变的气候条件与地质地貌而丰富多样, 主要茶叶类型: 泉岗辉白茶、新昌的大佛龙井、柯桥平水镇的朱茶、会稽山的平水日铸茶、嵊州的越乡龙井、诸暨市的绿剑茶等。

绍兴, 不仅是浙江茶叶历史的开端地, 而且还是中国重点茶叶生产地。《茶经》里写道:“(茶)浙东以越州上”, 历史赋予了绍兴“茶都”的美誉。绍兴丘陵密布, 江、河、湖水遍布, 山水相融, 有会稽山、龙门山、四明山等山脉逶迤绵延, 有鉴湖、大运河、曹娥江、剡溪、浦阳江蜿蜒流淌, 江南温和湿润的气候和绍兴独特的地理环境, 使得好山、好水孕育出好茶。根据调查, 绍兴市全省部分地区茶叶分布较集中, 这说明茶叶的生长对自然地理环境有一定的选择性。只有在适宜茶树生长的条件下, 才能生产出优良的茶叶, 更好地发展茶产业。

研究数据主要来源于浙江省 1:50 万土壤类型分布图、2010 年~2019 年绍兴市年鉴数据、浙江省 DEM 数据等。

3. 研究方法

3.1. 评价因子选择与分析

结合收集的资料归纳分析得知,绍兴市茶叶的品种多为喜温,不耐湿,喜散光、酸性土壤的多年生亚热带经济作物[7] [8],其主要的生长制约因子有海拔、坡度、坡向、土壤类型、年平均气温、年均降水量、空气相对湿度、年光照时长等[9]。因此,在以下的评价过程中主要选择这几个环境制约因子作为茶园环境适应性的评价因子。

在整个研究过程中,ArcMap10.2 是主要的技术平台,通过浙江省 DEM 数据[10]获取绍兴市地形地貌条件,包括:地势图、坡度图、坡向图;制作绍兴市土壤类型、年均气温、年均降水、空气相对湿度、年光照时长等专题地图。

温度是影响茶树生长的因素之一。根据前人研究表明,茶树适合在年平均气温 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ ~ $\leq 23^{\circ}\text{C}$,多年极端最高气温 $\leq 35^{\circ}\text{C}$,极端最低气温 $\geq -8^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温 $\geq 4500^{\circ}\text{C}$ 的条件下生长。茶树喜温怕热,当日均气温平稳通过 10°C 以上,茶树开始发芽;3 月份之后,气温开始回升,有效活动积温逐渐增高,茶叶的产量也随之增加,产量增加[3]。到 4、5 月份之后,日均气温达 18°C 至 30°C ,此时茶树新梢的生长速率大大加快;当日均气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 后,茶树的生长会受到抑制,同时,当日均气温 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 也会导致茶树生长缓慢[3]。如果极端高温天气持续时间较长,会导致茶树芽梢枯萎落叶,同时茶树对极端低温天气也较敏感,根据品种和环境的不同,茶树能忍受的最低温度一般在 -2°C ~ -15°C 。

在土地适宜性评价过程中,核心内容是找到合适的生态评价因子。限制茶树生长的主要地形条件有海拔、坡度、坡向;土壤条件有土壤类型;气候条件有温度、热量、降水量以及空气相对湿度等因素[3]。

1) 海拔

浙江省的优质茶树,多分布在海拔 600 m 以上的山区,这些地区气温和湿度适宜,排水条件良好。

2) 坡度

在绍兴市山地丘陵区,地表的坡度直接影响茶树种植区的含水量和营养元素。坡度过高,会导致土地无法及时蓄水,同时过大的雨水冲击会造成水土流失,土地贫瘠。

3) 坡向

地表的坡度主要通过影响光照强度和土壤水分条件来影响茶树的生长。迎风坡水分充足,背风坡相对干燥;向阳坡光照充足而背阳坡往往光照不足。调查发现,绍兴市茶叶主要以绿茶为主,生长过程中需要较高的光照条件。GIS 技术的坡向表达以正北 0° 开始,沿顺时针方向移动,回到正北方向以 360° 结束[11]。

4) 土壤类型

绍兴市土壤以红壤和黄壤为主,正常情况下两者都能获得高产,一定程度上红壤优于黄壤。

5) 年均气温

根据近十年的数据分析,绍兴市平均气温达 16°C ~ 20°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温达 5000°C 以上;绍兴市最冷的月份是 1 月,当月平均气温可达 4°C ~ 5°C ,很少对茶树造成冻害,极端最低气温达 -6.5°C ,但绍兴市多数茶叶园(马剑镇、东白湖镇)分布在海拔 500~600 m 附近地带,这一地带多发生逆温现象,较强的逆温现象有效的缓解了极端低温对茶树的冻害作用;最热月(7 月)平均气温达 29.67°C ,极端最高气温达 38.6°C ,但该地属于亚热带季风气候区,雨热同期,充足的雨水减缓了高温茶树的危害。以上条件均接近茶树的适生标准,是茶树生长,新梢持嫩的关键,有利于茶叶中氨基酸、茶多酚等物质的积累,也是茶叶优产的基础。

6) 年均降水

水分是茶树生长发育必不可少的要素, 在生长季节, 茶树的含水量达到自身重量的 60%, 茶叶的新梢嫩芽含水量更是达到了 75%~80% [2]。降水是茶园水分的主要来源, 因此, 茶园的年降水量在 1000~2000 mm, 以 1400 mm 为宜, 在茶树的生长旺盛期(3~10 月), 月降水量达到 100 mm 以上, 就能满足茶树的发育要求[12], 若月平均降水大于 300 mm 且有一次暴雨发生, 茶树生长受到威胁, 月平均降水小于 50 mm, 茶树受到干旱威胁。

绍兴市茶产区 2010 年~2019 年平均年降水量达 1576.32 mm, 满足茶树生长发育的适生要求; 同时, 在茶树生长季节(3 月~10 月)月平均降水量达 163.44 mm, 总降水量达 1307.54 mm, 占全年的 82.9%。每年的 3 月份降水增多, 到 4 月中下旬雨季开始, 终于 10 月上旬, 持续时间可达 180 天以上, 月降水量 ≥ 100 mm 的月份有 6 个月, 其中, 6 月份受到江南梅雨天气的影响, 是一年中降水最多的月份。个别年份 6 月~7 月受到海洋季风影响, 月降水量暴增, 如 2015 年 7 月降水量达 403 mm, 暴雨性降水会造成严重的洪涝灾害, 若茶区的排水功能不够完善会直接影响茶树根系的呼吸作用, 使根系受损, 导致茶叶的品质下降, 产量降低[13]。

7) 空气相对湿度

茶树喜湿润, 一般情况下年平均空气湿度 $\geq 80\%$, 满足茶树生长的适生要求, $\leq 60\%$ 对茶树的品质有一定的影响, 当年空气湿度 $\leq 50\%$ 时, 茶树的生长受到抑制[13]。空气相对湿度高, 可以减少土壤的蒸腾作用, 对土壤的水分有一定的保持作用, 减少茶区水分的消耗, 可以减缓个别月份降水不足的影响。诸暨市茶叶产区的年空气相对湿度达 82%, 满足茶树适生标准, 使得茶叶新梢能长时间保持鲜嫩而不粗老, 促进茶叶中氨基酸和茶多酚的积累, 是优质茶叶形成的关键[2]。同时, 相对湿度较高的空气, 减轻了直射光的强度, 增加了空气中的散射光, 可以进一步提高茶叶的品质。

8) 年光照时长

植物光合作用能量的唯一来源是光照, 会引起土壤、大气湿度温度的变化, 同时对茶树的生长发育产生一系列直接和间接的影响。研究表明, 茶树中有 90%左右的干物质都是通过茶树自身的光合作用而形成的。因此茶树生长需要一定的光照, 光照不足也会导致茶树枝条发育不良。一年四季光照强度和光照时长各不相同, 以夏季光照时长最长, 春秋季节次之, 冬季最少。

茶树属于短日照植物, 全年日照时长越长, 茶叶的生长速度越快, 茶多酚含量增加, 茶叶的涩味也相对增加, 影响茶树品质。绍兴市茶叶产区的年均日照时达 1700 h 以上, 年日照百分率 45%, 达到了茶树的适生标准。其中它的夏季日照时长最高, 达到 500 h 以上, 占全年的 30%之多, 春季和秋季次之, 冬季最少, 所以一年中, 春秋冬的茶叶品质比冬茶更佳。

3.2. 评价因子量化分级

评价因子量化分级, 主要根据绍兴市茶树生长条件以及相关研究资料成果, 确定地形、气候、土壤因子的具体数量分级标准(见表 1)。

Table 1. Evaluation factor quantitative grading table

表 1. 评价因子量化分级表

评价因子类型	非常适宜 100	适宜 75	比较适宜 50	不适宜 25
海拔	600~900	500~600, 900~1200	<500	>1200
坡度	15~25	25~35	6~15	<6, >15
坡向	45~35	0~45, 135~180	180~360	-

Continued

土壤类型	红壤	黄壤	潮土、水稻土	石灰岩土、钙质土
年平均气温	>20	15~20	12~15	<12
年均降水量	>1400	1200~1400	1000~1200	<1000
空气相对湿度	60~85	85~90, 50~60	40~50	<40, >90
年光照时长	1200~1300	<1100	1300~1500	>1500

3.3. 评价因子数据库建立

要做绍兴市茶叶种植的适宜性评价,首先要建立评价因子数据库。评价因子数据库专题信息主要储存海拔、坡度、坡向、土壤类型、年平均气温、年均降水量、空气相对湿度、年光照时长的专题图等[9]。数据源包括调查数据、年鉴统计数据,浙江省 DEM 高程数据以及电子、纸质地图。其中 Arc-Gis10.2 内插法是生成调查数据和年鉴统计数据的主要技术;绍兴市 DEM 高程数据主要通过浙江省 DEM 数据提取剪切,以生成绍兴市的地势图、坡度图和坡向图;土壤类型等数据则利用查找的电子、纸质地图,运用 Arcview3.3 扫描并矢量化得到。

3.4. 评价因子权重确定

评价结果的正确与准确性主要取决于评价因子选择的正确与否。如何确定土地适宜性因子的权重是土地适应性评价的重点,而权重问题及其定权方法一直是土地评价系统研究的关键问题[14]。由于不同地区每个评价因子对茶树生长的作用程度不同,为了能够更加客观的反应土地质量,保证评价模型的相对客观性,评价过程中要对各评价因子赋予相对权重。评价因子的权重主要通过查找相关文献资料,确定各因子权重,结果如表 2。

Table 2. Evaluation factor weight table

表 2. 评价因子权重表

评价因子类型	对茶叶种植相对重要性	评价因子权重值
海拔	X1	0.18
坡度	X2	0.08
坡向	X3	0.11
土壤类型	X4	0.21
年平均气温	X5	0.08
年均降水量	X6	0.09
空气相对湿度	X7	0.12
年光照时长	X8	0.13

3.5. 土地适宜性评价

在整个土地适应性评价工作中, ArcMap10.2 发挥着重要作用。由于空间数据的数据格式有矢量数据和栅格数据两种,其中,矢量数据代表面的数据,面对海拔、坡度、坡向等连续变化的空间不适用与数据编辑[11]。栅格数据不仅能有效的表达空间现象变化,便于各数据的空间分析和模拟,现势性较强[3]。

将各评价因子栅格化为像素大小 10 m^2 的土地评价单元,再运用 ArcMap10.2 对各类数据进行栅格化,

将图形结果叠加和模型运算，最后用 ArcMap10.2 将评价分数替换为各类评价因子[3]。各类评价因子无量纲化处理结果如表 3。

Table 3. Dimensionless processing of various evaluation factors
表 3. 各类评价因子无量纲化处理

评价因子类型	非常适宜	适宜	比较适宜	不适宜
海拔	100	75	50	25
坡度	100	75	50	25
坡向	100	75	50	25
土壤类型	100	75	50	25
年平均气温	100	75	50	25
年均降水量	100	75	50	25
空气相对湿度	100	75	50	25
年光照时长	100	75	50	25

在评价过程中，用加权指数和模型对绍兴市茶叶种植适宜区结果进行评价，公式如下[3]：

$$score_j = \sum_{i=1}^8 V_i * W_i$$

其中， $score_j$ 作为第 j 个评价单位的加权指数和，即评价得分值 V_i 为评价单元第 i 个评价因子经过无量纲化处理后的属性数值， W_i 为评价单元第 i 个评价因子的权重值[3]。

绍兴市茶树种植适宜区评价算法是：评价单元综合值 = 海拔 * 0.18 + 坡度 * 0.08 + 坡向 * 0.11 + 土壤类型 * 0.21 + 年平均气温 * 0.08 + 年均降水量 * 0.09 + 空气相对湿度 * 0.12 + 年光照时长 * 0.13。

3.6. 方法评价

茶叶种植的适宜性受到多方面因素的影响，本文选取海拔、坡度、坡向、土壤类型等 8 个生态因子的评价指标，采用 GIS 的等值线插值法等，建立评价因子数据库，构建了绍兴市茶叶种植自然条件的评价体系，使评价过程变得简单和方便。于此基础上，利用 GIS 技术叠加分析运算，不仅简化了复杂的空间处理，也使得获得评价结果更具有科学合理。与其他研究相比，本文采用的矢量数据转栅格数据后叠加的方法，解决了处理矢量数据叠加产生的小面积多边形的烦恼，使过程更加简易，得到的图像也更加客观。

4. 茶树栽培综合区划结果与分析

在 GIS 技术的支持下，运用空间分析模块对绍兴市各区块进行叠加运算，得到综合指数分布图，绍兴市茶叶种植区可分为适宜、比较适宜两个等级，如图 1。

绍兴市范围内适宜茶叶种植主要集中在新昌县、嵊州市的东南及东北、柯桥的南部、诸暨市除中部以外等地。海拔高度集中在 600~900 m，光照与日照时间充足。这些地区空气相对湿度在 60%~85% 之间，且年平均气温均在 15℃~20℃，水分充足，可提供给茶树适宜的温度与湿度，也满足茶树的喜温怕热的生态习性。土壤类型主要以红壤为主，这非常适合茶树的生长繁殖。经调查，发现绍兴市的主要茶园产区(见图 2)均集中在适宜区内，说明这些区域的茶叶产业在农业中相对突出，也说明该论文所得出的数据与结果是正确的。

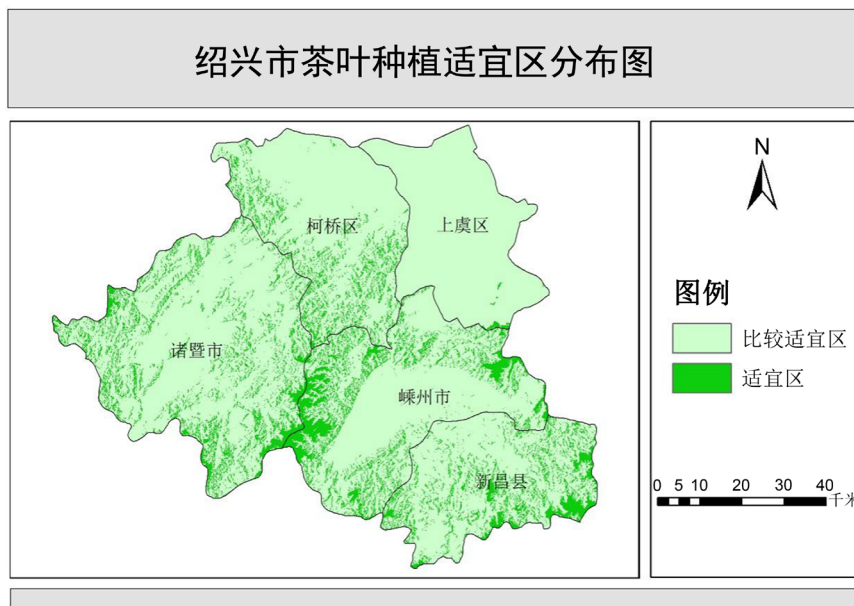


Figure 1. Distribution map of suitable areas for tea planting in Shaoxing City

图 1. 绍兴市茶叶种植适宜区分布图

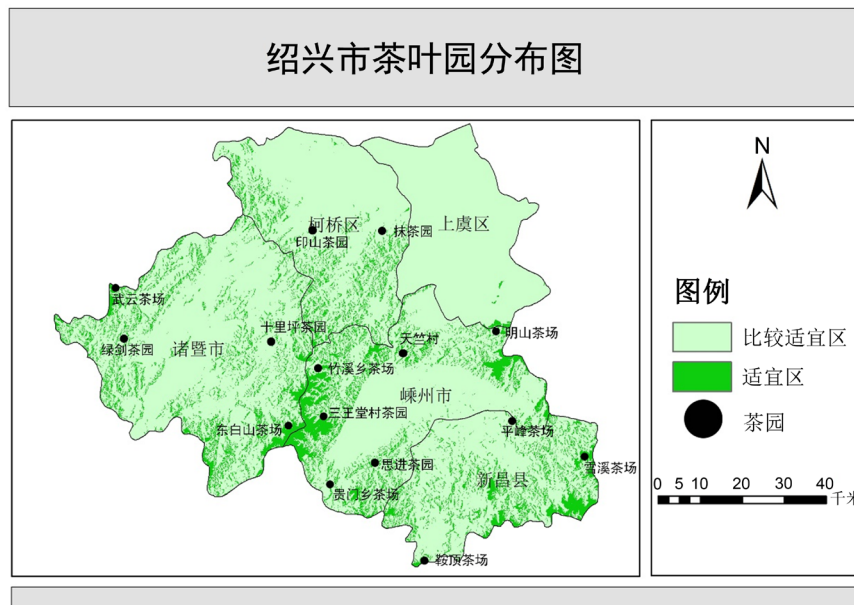


Figure 2. Distribution map of tea gardens in Shaoxing

图 2. 绍兴市茶叶园分布图

绍兴市范围内比较适宜茶叶种植主要分布在上虞区、柯桥区的中部及北部地区，嵊州的中部及南部地区等地，海拔高度集中在 500~600, 900~1200 m，土壤类型为红壤和黄壤。从上图可以得出，分布斑块面积较大，呈片块状分布，说明在比较适宜区里，茶树适宜集中片状种植。

5. 结论

1)本研究通过调查绍兴市的典型茶叶园、收集相关资料、搜集相关数据等一系列工作，结合所有的资料数据，选择海拔、坡向、坡度、土壤类型、年平均气温、年均降水量、年光照时长、空气相对湿度

作为绍兴市茶园环境适应性的评价因子, 建立评价因子数据库, 根据相关文献资料, 赋予评价因子合理的权重, 最后运用 GIS 的空间分析模块对绍兴市各区进行叠加分析, 得出比较科学的绍兴市茶叶种植适宜性评价结果。但是在进行评价的过程中, 发现绍兴市各区的土壤类型、年平均气温、年均降水量、年光照时长、空气相对湿度等数据相差不大, 以至于根据评价因子量化分级表, 得出的绍兴市各区的各评价因子所得的分值大体没差异, 对绍兴市茶叶种植适应性结果的影响较小, 主要是受海拔、坡向、坡度数据的影响, 因此在以后进行绍兴市各区评价时, 评价因子需大部分采用存在差异的因子, 才能得出更客观、科学的结果。

2) 通过结果数据可以得出, 绍兴市适宜种植茶叶的面积较大, 主要集中在新昌县、嵊州市、柯桥及诸暨市等区域, 说明绍兴市的茶产业发展较好。并且绍兴市全省部分地区茶叶分布较集中, 说明只有在适宜茶叶生长的环境下, 才能生产出大量的茶叶, 培育出优良的茶叶。该评价结果为政府等相关部门寻找适宜茶叶生长土地提供了科学依据。

3) 在绍兴市内, 海拔、坡度、坡向是影响茶叶生长的重要因素。

4) 通过运用 GIS 技术的叠加分析、等值线插值法, 使得绍兴市茶叶种植适应性结果更科学、客观, 操作过程简易, 并且得到的图像也更直观。GIS 技术为绍兴市茶产业及其他种植产业提供了高效的技术支持, 有利绍兴市茶产业及其他种植产业的发展与扩大。

基金项目

浙江农林大学及暨阳学院科研训练计划资助项目(JYKC2040)。

参考文献

- [1] 金志凤, 封秀燕. 基于 GIS 的浙江省茶树栽培气候区划[J]. 茶叶, 2006(1): 7-10.
- [2] 金志凤, 黄敬峰, 李波, 罗列万, 姚益平, 李仁忠. 基于 GIS 及气候-土壤-地形因子的浙江省茶树栽培适宜性评价[J]. 农业工程学报, 2011, 27(3): 231-236.
- [3] 吴克华, 赵卫权, 廖凤林, 等. 基于 GIS 的贵州省茶园生态适宜性研究[J]. 地理与环境, 2013, 41(3): 296-302.
- [4] Sadeeka, L.J. and Lalit, K. (2019) Assessment of Potential Land Suitability for Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) in Sri Lanka Using a GIS-Based Multi-Criteria Approach. *Agriculture*, 9, 148.
<https://doi.org/10.3390/agriculture9070148>
- [5] Animesh, C.D. and Ryoza, N. (2020) Integrating an Expert System, GIS, and Satellite Remote Sensing to Evaluate Land Suitability for Sustainable Tea Production in Bangladesh. *Remote Sensing*, 12, 1-24.
<https://doi.org/10.3390/rs12244136>
- [6] 孙科, 娄伟平. 基于 GIS 的绍兴市蚕桑生产气候区划[J]. 现代农业科技, 2019(2): 180-181.
- [7] 杨亚军. 中国茶树栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005: 8-130.
- [8] 毛祖法, 梁月荣. 浙江茶叶[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2006: 8-23.
- [9] 文锡梅, 陆洋兰, 安军, 谭红. 无公害茶园地的空间分析及土地适宜性综合评价——以贵定县为例[J]. 中国农学通报, 2012, 28(28): 265-272.
- [10] 周旭, 安裕伦, 杨广斌, 等. RS、GIS 支持下都匀毛尖茶种植适宜地评价[J]. 贵州农业科学, 2005, 33(5): 10-14.
- [11] 樊高峰. GIS 在衢州市茶叶种植气候区划中的应用[J]. 浙江气象, 2003, 24(1): 33-36.
- [12] 潘邦龙. 辅助地形形态模式的数字遥感地貌制图方法研究[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(16): 355-357.
- [13] 陈兴元, 陈桂林. 宜宾县茶叶生产的气候分析[J]. 农村经济与科技, 2018, 29(4): 41-43.
- [14] 姜翠红, 李红, 霍霄妮, 张微微. 基于 GIS 下的北京市板栗土地适宜性评价[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(4): 1675-1677.