

抚松人参设施农业地标生境案例研究

王建国^{1*}, 程肖琳¹, 王 鼎², 王 刚², 高建堂³, 朱洪良⁴, 杜雨川³,
张文莹¹, 李 昊⁴, 王 翔⁴, 李振玉⁵, 接忠义⁶, 于海军⁷, 史 磊⁸,
侯玉兵⁹, 刘维岩¹⁰, 徐怀友¹¹, 马友德^{11,12}, 郭兴军¹³, 秦守智¹⁴,
杨 帆⁴, 闫 鹤⁴, 许煊炜¹⁵, 王 磊¹⁶, 陈圣波¹⁷, 王振波¹⁸

1. 吉林大学地球科学学院, 长春 130061; 2. 吉林省抚松县人民政府, 抚松 134500; 3. 吉林省抚松县市场监督管理局, 抚松 134500; 4. 吉林省抚松县人参产业发展中心, 抚松 134500; 5. 吉林省抚松县松江河镇人民政府, 抚松 134504; 6. 吉林省抚松县泉阳镇人民政府, 抚松 134505; 7. 吉林省抚松县东岗镇人民政府, 抚松 134511; 8. 吉林省抚松县万良镇人民政府, 抚松 134521; 9. 吉林省抚松县人参协会, 抚松 134505; 10. 吉林省抚松人参农业科技有限责任公司, 抚松 134500; 11. 吉林参王植保有限责任公司, 抚松 134500; 12. 吉林省白山市人参产业发展协会, 白山 134000; 13. 吉林抚松人参质量检测中心(抚松县人参研究所), 抚松 134500; 14. 吉林省抚松县松江河镇小山村聚千人参繁育种植专业合作社, 抚松 134500; 15. 吉林农业大学农业农村部参茸产品质量监督检验测试中心, 长春 130118; 16. 吉林高分遥感应用研究院有限公司, 长春 130012; 17. 吉林大学地球探测科学与技术学院, 长春 130000; 18. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

摘 要: 吉林省抚松县是中国著名的人参之乡, 地处长白山腹地, 松花江上游, 毗邻长白山天池, 新生代玄武质火山岩地貌发育。抚松人参设施农业地标生境案例覆盖抚松县松江河镇、泉阳镇、东岗镇 3 个镇, 总面积 1,511.27 km², 常住总人口 79,371 人。2024 年全县人参留存面积 720 hm²。在政府统一协调和资源整合的主导下, 依托集散地的市场流通优势, 形成了“以集带产、以产促集”的产业范式。案例区的土质优于国家土壤环境质量标准, 灌溉水质优于国家农田灌溉水质标准, 以及完整的植被垂直带谱, 丰富的植被群落凋落物质及火山岩碎屑物基质, 得天独厚的气候、地形等条件为人参生长提供了高适的生态环境条件。抚松人参农药残留和重金属含量均显著低于国家安全标准, 总皂苷、Re+Rg1、Rb1 均优于地理标志产品吉林长白山人参标准。通过政府主导的行业团体标准制定、品牌准入与推广, 结合科研团队良种繁育、绿色植保及溯源, 以及参农参与生产与信息反馈, 在保护生态环境的前提下实现了人参产业高质量可持续发展。本案例数据集内容包括: 案例区范围, 自然地理环境数据, 产品特性数据, 经济发展与经营管理等数据。数据集存储为.shp、.tif、.xlsx、.docx、.jpg 和.txt 格式, 由 108 个数据文件组成, 数据量为 45.2 MB (压缩为 1 个文件, 19.7 MB)。

关键词: 长白山; 抚松人参; 设施农业; 地标生境; 案例 35

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.03.08>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.03.08>

收稿日期: 2025-11-19; 修订日期: 2026-05-23; 出版日期: 2026-06-25

基金项目: 吉林省市场监督管理厅 (2025)

*通讯作者: 王建国, 吉林大学地球科学学院, wang_jg@jlu.edu.cn

数据引用方式: [1] 王建国, 程肖琳, 王鼎等. 抚松人参设施农业地标生境案例研究[J]. 全球变化数据学报, 2026, 10(3): 329–343. <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.03.08>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.03.08>.
[2] 王建国, 程肖琳, 王鼎等. 抚松人参设施农业地标生境案例数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2026. <https://doi.org/10.3974/geodb.2026.03.08.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.03.08.V1>.

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志（中英文）》出版，可获取：
<https://doi.org/10.3974/geodb.2026.03.08.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.03.08.V1>.

1 前言

良好的生态环境是人参生长发育的先天条件。抚松县地处长白山腹地，松花江上游，毗邻长白山天池，是长白山人参的核心产区。作为食药同源产品的主要原材料，高品质人参的供给直接影响到人参产品的安全需求和人参生态产业经济的良性发展^[1]。根据《中华人民共和国药典》，栽培的人参俗称“园参”，在行业中将人工栽培的“园参”统称为人参。根据抚松县域人参产业可持续发展的需要，本研究以设施农用地内人工栽培的人参（图 1）为研究对象，从自然地理环境、产品特性、经济发展与经营管理等方面，构建《抚松人参设施农业地标生境案例数据集》，旨在为抚松县打造以人参产业为核心的“生态优先、绿色发展”实践路径提供数据支撑，助力长白山地区生态环境保护与可持续发展。



图 1 抚松（泉阳镇、松江河镇、东岗镇）人参

2 数据集元数据简介

《抚松人参设施农业地标生境案例数据集》^[2]的名称、作者信息、地理区域、数据年代、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

3 案例数据研发

3.1 案例区范围

抚松县位于吉林省东南部、白山市北部，松花江上游，长白山西北麓，东西宽 87 km，南北长 125 km，介于 127°01'E–128°06'E，41°42'N–42°49'N 之间，北以二道松花江与桦甸市、敦化市相接，南部紧邻临江市、长白朝鲜族自治县，向东与安图县、朝鲜民主主义人民共和国接壤，西与靖宇县隔江相望、与江源区相接。本案例区范围包括吉林省抚松县 3 个乡镇（泉阳镇、松江河镇、东岗镇）（图 2），总面积 1,511.27 km²，常住总人口 79,371 人。

3.2 生态环境数据

3.2.1 地形地貌

抚松县位于欧亚板块中朝地台东北边缘，第四纪火山熔岩地貌发育。作者基于中国资

源环境科学数据中心 DEM 数据¹进行地形地貌分析, 可发现, 案例区平均海拔约 943.97 m, 地势东南高、西北低 (图 3), 高程梯度明显, 地势起伏度自东向西降低, 呈现“东缘陡、中西部缓”的空间特征。坡度分布以缓坡、斜坡为主, 3–7°占比最高为 42.66%, 7–15°占比 33.33%, 二者合计占比超 75%; 15°以上坡地占比仅 6.81%, 为人参轮作提供了良好的坡度条件 (图 4), 利于参地灌排、机械作业与日常管理, 保障人参规模化生产和品质稳定^[4]。

表 1 《抚松人参设施农业地标生境案例数据集》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	抚松人参设施农业地标生境案例数据集
数据集短名	FusongGinsengCase35
作者信息	王建国, 吉林大学地球科学学院, wang_jg@jlu.edu.cn 程肖琳, 吉林大学地球科学学院, chengxl24@mails.jlu.edu.cn 王 鼎, 抚松县人民政府, 236147070@qq.com 王 刚, 抚松县人民政府, 364899194@qq.com 高建堂, 抚松县市场监督管理局, 84809029@qq.com 朱洪良, 抚松县人参产业发展中心, 172953679@qq.com 杜雨川, 抚松县市场监督管理局, 84809029@qq.com 张文萱, 吉林大学地球科学学院, wxzhang24@mails.jlu.edu.cn 李 昊, 抚松县人参产业发展中心, lihao874@126.com 王 翔, 抚松县人参产业发展中心, fsxwx01@163.com 李振玉, 抚松县松江河镇人民政府, 18943769000@163.com 接忠义, 抚松县泉阳镇人民政府, 940676056@qq.com 于海军, 抚松县东岗镇人民政府, 410568085@qq.com 史 磊, 抚松县万良镇人民政府, fsshilei@126.com 侯玉兵, 抚松县人参协会, 339559006@qq.com 刘维岩, 抚松人参农业科技有限责任公司, 13704490217@163.com 徐怀友, 吉林参王植保有限责任公司, cbsxu@126.com 马友德, 吉林参王植保有限责任公司, 白山市人参产业发展协会, cbsma@126.com 郭兴军, 抚松县人参质量检测中心 (抚松县人参研究所), gxj7578@126.com 秦守智, 抚松县松江河镇小山村聚千人参繁育种植专业合作社 杨 帆, 抚松县人参产业发展中心, 1175836669@qq.com 闫 鹤, 抚松县人参产业发展中心, 609113920@qq.com 许煊炜, 吉林农业大学农业农村部参茸产品质量监督检验检测测试中心, xuxuanwei83@126.com 王 磊, 吉林高分遥感应用研究院有限公司, wang_lei_1992@126.com 陈圣波, 吉林大学地球探测科学与技术学院, chensb@jlu.edu.cn 王振波, 中国科学院地理科学与资源研究所, wangzb@igsnr.ac.cn
地理区域	吉林省白山市抚松县泉阳镇、松江河镇、东岗镇
数据年代	2000–2024
数据格式	.shp、.tif、.xlsx、.docx、.jpg
数据量	45.2 MB (压缩后 19.7 MB)
数据集组成	案例区范围, 自然地理环境数据, 产品特性数据, 经济发展与经营管理等数据
基金项目	吉林省市场监督管理厅 (2025)
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101, 中国科学院地理科学与资源研究所

¹ 中国资源环境科学数据中心. <https://www.resdc.cn/Default.aspx>.

续表 1

条 目	描 述
数据共享政策	(1)“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放,用户免费浏览、免费下载;(2)最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源;(3)增值服务用户或以任何形式散发和传播(包括通过计算机服务器)“数据”的用户需要与《全球变化数据学报(中英文)》编辑部签署书面协议,获得许可;(4)摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10%引用原则,即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%,同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[3]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC



图2 案例区地理位置图

3.2.2 气候条件

抚松县属中国东北部山区寒温带湿润气候区。冬季（11月—次年3月）气压高、温度低、湿度小、降水偏少；夏季（6—8月）气压低、温度高、湿度大、降水集中；春秋季节为过渡阶段，气象要素波动显著（图5）。抚松县2000—2024年气象数据显示，抚松县年均温2.0—4.8℃，年日照时数在2,000.1—3,257.8 h 震荡，年平均风速在1.8—2.5 m/s 小幅波动，年降水量在480.3—1,143.6 mm 波动，冬季积雪期长，最大积雪深度540 mm。全县四季分明，总体呈现“冬季严寒持久、夏季温和短促、年平均冷凉”的特征，利于人参生长发育及皂苷等有效成分积累^[5]。

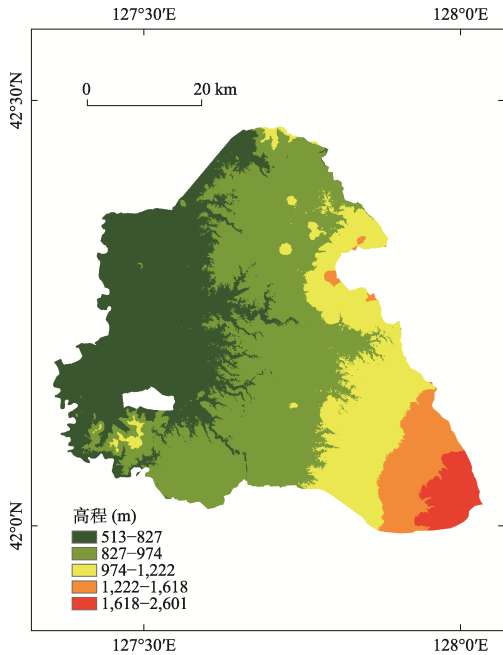


图 3 案例区高程分类图

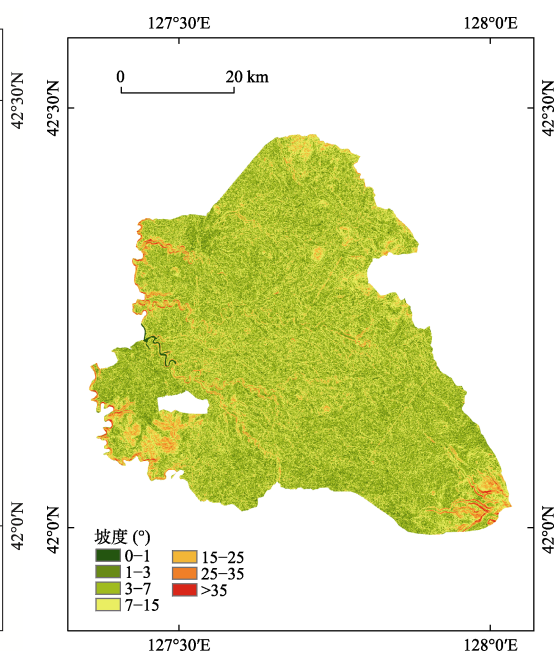


图 4 案例区地形坡度分类图

3.2.3 地质与土壤环境条件

案例区位于长白山新生代玄武质火山岩区的核心地带，地热异常显著，火山岩及火山碎屑大面积出露^[6]。松散火山碎屑颗粒细小，成土速度快，具有良好透水、保肥与通气性能^[7]，土壤富含植物必需矿质元素，显著促进植被生长与生物活性。火山碎屑在水热作用下参与成壤，造就了抚松县独特的土壤物理结构、丰富的矿质条件^[8]及人参冬眠温度条件^[9]。

作者在 4 个代表性人参产业园区成土母质中的残留玄武岩块采样（图 6），样本送至自然资源部东北亚矿产资源评价重点实验室检测。结果显示，常量元素上，岩石具有高铁、镁质和富钠、钾、磷的特征（表 2）。

成土母岩中具有轻稀土相对富集、重稀土相对亏损的特征，La、Rb、Nb、Sr、Ba 元素显著富集、Ta 相对亏损。重金属结果显示，As、Pb、Cd、Cu、Hg、Zn 明显低于地壳中相应元素丰度，Ni 和 Cr 与地壳中丰度相当；营养元素 Se 明显高于地壳中丰度水平。

抚松县土壤类型以白浆土和暗棕壤为主。火山碎屑基质下形成大面积砂砾质壤土，容重适中，利于保持人参根系的外形发育，通气良好，保持土壤湿润但不积水，防止过湿导致根部腐烂或过干抑制生长^[6]。火山碎屑物与针阔混交林凋落物参与成壤，矿物质含量丰富，固氮能力强、腐殖质积累显著^[10]，是人参规模化种植的优势土壤。

作者在 4 个代表性人参产业园区的参床上分别采集土壤样本（图 6），采样深度 40 cm。样本送交中国科学院东北地理与农业生态研究所进行测试。基本理化性质检测显示，土壤呈弱酸性、肥力强、无盐渍化风险（表 3），根据《绿色食品 产地环境质量》（NY/T 391—2021）^[11]参考标准，全氮、有效磷、速效钾达到 I 级土壤肥力水平。营养元素/有益元素上，土壤样品的硒平均含量为 3.02 mg/kg，根据《天然富硒土地划定与标识（试行）》（DD 2019—10）^[12]，属于绿色富硒土地（表 4）。重金属污染方面，案例区土壤中的镉、

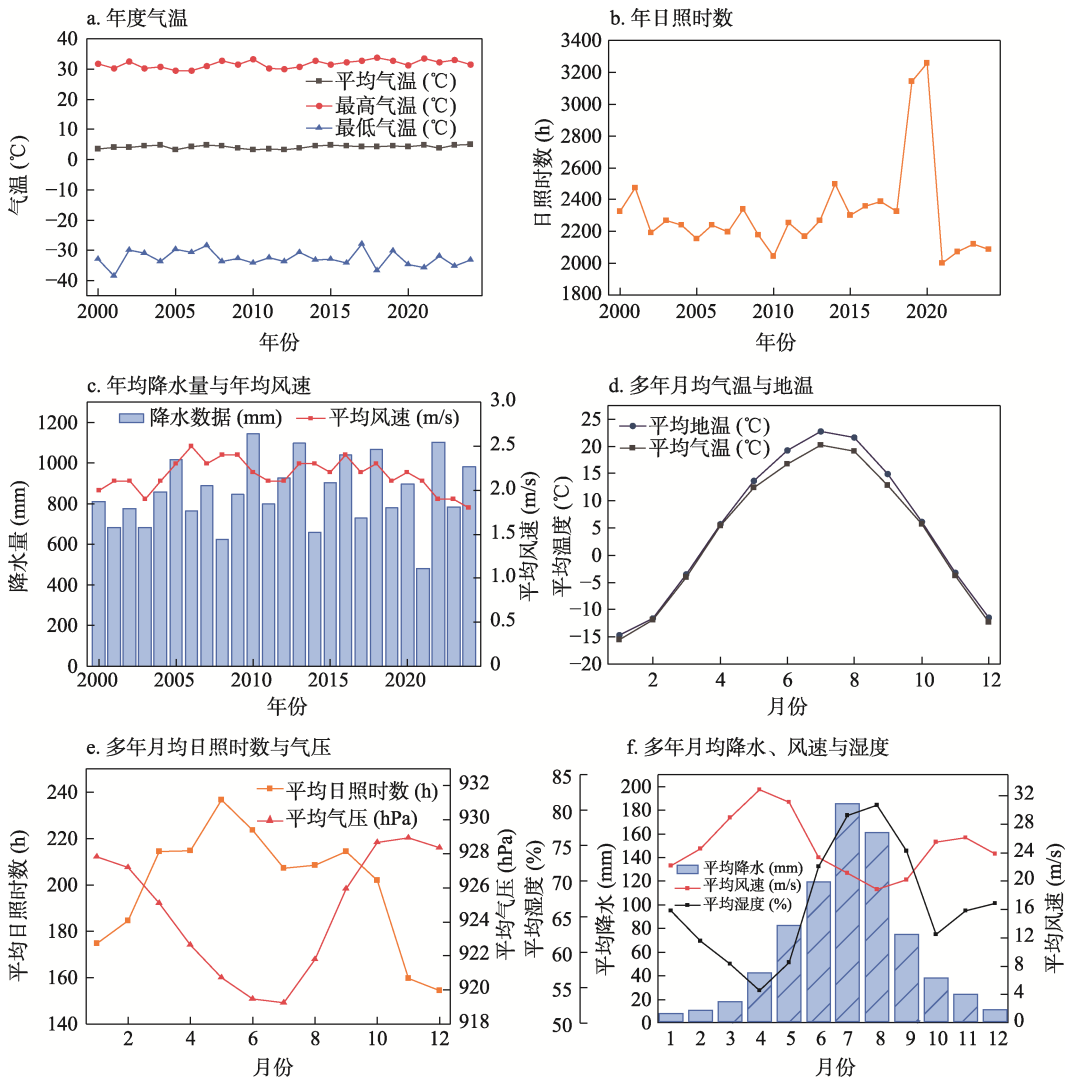


图5 抚松县气候变化统计分析图

汞、砷、铅、铬、铜、镍和锌均远低于中国《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618—2018）^[13]中规定的风险筛选值（表5）。有机物污染方面，六六六总量（ $\sum\text{BHC}$ ）、滴滴涕总量（ $\sum\text{DDT}$ ）等均远低于 GB 15618—2018 管控标准。

3.2.4 水环境条件

抚松县位于松花江、鸭绿江的发源地，案例区人参种植水源均来自松花江水系，其中东岗镇与松江河镇依托头道松花江及其支流松江河，泉阳镇依托二道松花江及其支流砬子河、泉阳河。作者对各代表性园区灌溉用水分别取样（图6）：松江河镇井水（编号 WJ1-1）、泉阳镇河水（编号 WG3-1），以及东岗镇井水（编号 WJ2-1）、河水（编号 WG2-1、WG4-1），送交中国科学院东北地理与农业生态研究所检验检测中心进行检验。检测结果显示，灌溉水为优质的低盐软水，含有钙、镁、硫、磷等常量元素（表6），有助于维持土壤的阳离子平衡，促进人参健康生长。

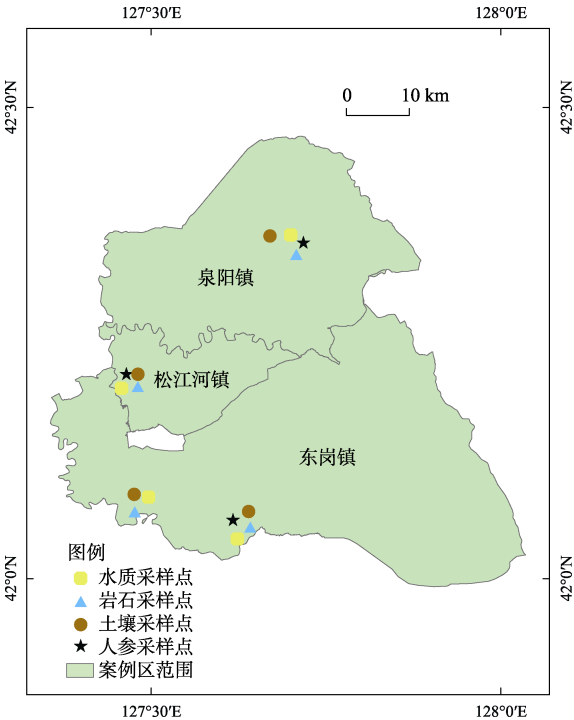


表 2 案例区岩石常量元素含量检测结果统计表 单位: g/100g

指标	硅 (Si)	铁 (Fe)	钙 (Ca)	铝 (Al)	镁 (Mg)	钠 (Na)	钛 (Ti)	钾 (K)	磷 (P)	锰 (Mn)
R1-1	25.25	6.86	3.75	4.30	2.87	2.85	1.01	1.11	0.14	0.14
R2-1	23.39	8.90	5.39	4.17	2.77	2.24	1.40	0.62	0.20	0.21
R3-1	22.38	9.59	5.18	4.19	4.23	2.08	1.38	1.00	0.19	0.15
R4-1	26.25	5.79	5.02	3.98	3.24	1.76	0.55	1.52	0.13	0.12

表 3 案例区土壤理化性质与养分含量检测结果统计表

检测指标	pH	电导率 (EC)	阳离子交换量 (CEC)	全氮 (TN)	碱解氮 (AN)	有效磷 (AP)	速效钾 (AK)
单位	—	μS/cm	cmol/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
S1-1	6.32	96.7	37.18	1.78	147.9	10.14	105.35
S1-2	5.03	101.8	37.59	1.10	180.4	22.00	112.46
S2-2	5.78	36.4	36.07	1.37	194.9	5.59	118.28
S2-3	5.59	76.6	52.87	3.83	389.7	10.13	165.26
S3-1	5.14	76.9	37.31	2.24	256.9	16.16	177.52
S3-2	5.26	58.6	36.07	2.00	280.0	18.18	153.71
S4-1	5.03	125.8	51.43	3.12	454.7	16.31	211.68
S4-2	5.02	102.1	39.57	1.50	281.5	20.54	172.01
NY/T 391—2021 限值 ^[11]	/	/	/	I (>1.0)	/	I (>10)	I (>100)

注：—表示没有相关数据；/表示没有对应标准限值。

表 4 案例区土壤营养元素/有益元素含量检测结果统计表

检测指标	硒 (Se)	钠 (Na)	镁 (Mg)	钾 (K)	钙 (Ca)	铁 (Fe)	锰 (Mn)
单位	mg/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
S1-1	3.21	12.94	7.40	17.60	4.36	26.52	0.381
S1-2	2.91	10.63	7.35	16.96	3.95	33.14	0.390
S2-2	2.62	13.45	11.04	16.89	4.59	35.13	0.449
S2-3	3.13	10.50	9.53	16.78	4.05	30.37	0.797
S3-1	3.29	10.46	6.67	15.13	3.26	25.51	0.300
S3-2	3.06	10.65	6.91	17.19	3.53	27.70	0.349
S4-1	3.27	8.46	7.54	14.51	5.60	39.70	0.626
S4-2	2.65	9.47	6.93	16.17	4.61	39.57	0.575

表 5 案例区土壤重金属含量检测结果统计表 单位：mg/kg

检测指标	镉 (Cd)	汞 (Hg)	砷 (As)	铅 (Pb)	铬 (Cr)	铜 (Cu)	镍 (Ni)	锌 (Zn)
S1-1	0.077	0.062	8.944	23.26	52.61	12.68	29.74	65.31
S1-2	0.038	0.071	10.268	13.38	86.56	10.52	37.39	45.20
S2-2	0.104	0.030	11.168	22.49	79.51	20.07	46.54	73.06
S2-3	0.178	0.073	10.575	18.60	79.30	14.19	36.07	80.37
S3-1	0.081	0.058	6.474	21.88	86.66	13.17	33.87	72.39
S3-2	0.082	0.096	8.575	21.09	83.70	13.97	37.60	75.69
S4-1	0.088	0.082	10.688	18.19	109.37	14.74	60.53	106.46
S4-2	0.085	0.093	9.193	16.91	75.79	19.54	63.20	76.47
GB 15618—2018 限值 ^[13]	0.3	1.8	40	90	150	50	100	200

表 6 案例区灌溉水常规指标检测结果统计表

检测指标	单位	WG2-1	WG3-1	WG4-1	WJ1-1	WJ2-2
电导率 (EC)	us/cm	66.40	33.90	33.40	220.00	210.00
碳酸氢根离子 (HCO ₃ ⁻)	mg/L	18.69	14.28	16.10	125.13	121.50
总碱度 (TA)	mg/L	15.33	11.71	13.20	102.65	99.67
钙离子 (Ca ²⁺)	mg/L	7.96	2.92	2.93	31.09	31.12
硫酸根离子 (SO ₄ ²⁻)	mg/L	6.20	4.60	3.42	8.78	8.66
钠离子 (Na ⁺)	mg/L	2.328	1.704	2.630	7.896	7.871
镁离子 (Mg ²⁺)	mg/L	1.785	0.787	1.439	6.444	6.427
总磷 (P)	mg/L	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01

pH 值均值 6.92，符合《农田灌溉水质标准》（GB 5084—2021）^[14]5.5–8.5 的适宜区间；悬浮物、五日生化需氧量（BOD₅）、化学需氧量（COD_{Cr}）、阴离子表面活性剂均值分别为 5.20 mg/L、1.79 mg/L、11.03 mg/L、0.030 mg/L，检测数值较低；氯化物（8.95 mg/L）、硫化物（0.006 mg/L）及全盐量（125.8 mg/L）不仅符合作物生理需求，且显著低于标准控制限值，表明不存在盐渍化风险（表 7）。重金属及其他指标中，铬（六价）未检出，总汞（0.057

μg/L) 等所有重金属指标远低于标准限值；总硼 (0.134 mg/L) 适宜作物生长，氟化物 (0.616 mg/L) 处于安全低阈值，氰化物无异常，均符合 GB 5084—2021 灌溉要求 (表 7)。

表 7 案例区灌溉水限值项目检测结果统计表

检测指标	单位	WG2-1	WG3-1	WG4-1	WJ1-1	WJ2-2	GB 5084—2021 限值 ^[14]
pH	—	6.4	6.34	6.43	7.71	7.72	5.5–8.5
悬浮物 (SS)	mg/L	8.00	7.00	3.00	4.00	4.00	100
五日生化需氧量 (BOD ₅)	mg/L	1.5	4.34	0.06	1.3	1.75	100
化学需氧量 (COD _{Cr})	mg/L	3.244	4.055	28.386	16.221	3.244	200
阴离子表面活性剂	mg/L	0.045	0.021	0.023	0.016	0.047	8
氯化物 (Cl ⁻)	mg/L	7.1	5.68	5.964	10.65	15.336	350
硫化物 (S ²⁻)	mg/L	0.009	0.007	0.011	0.003	0.002	1
全盐量	mg/L	93	97	144	268	47	1,000
总铅 (Pb)	μg/L	2.46	3.30	3.05	3.24	2.75	200
总镉 (Cd)	μg/L	0.05	0.06	0.07	0.02	0.07	10
铬 (六价) (Cr ⁶⁺)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.1
总汞 (Hg)	μg/L	0.089	0.019	0.012	0.145	0.020	1
总砷 (As)	μg/L	1.685	2.851	2.723	2.214	2.780	100
总镍 (Ni)	μg/L	1.069	2.441	2.199	2.588	7.075	1,000
总硼 (B)	mg/L	0.104	0.123	0.167	0.113	0.164	1
总铜 (Cu)	μg/L	3.25	3.86	3.04	3.59	1.46	1,000
总锌 (Zn)	μg/L	37.25	15.83	15.82	59.60	39.77	2,000
总硒 (Se)	μg/L	0.05	0.04	0.09	0.06	0.04	20
氟化物 (F ⁻)	mg/L	0.091	1.076	0.110	0.306	1.495	2
氰化物 (CN ⁻)	μg/L	0.259	0.176	0.126	0.018	0.215	0.5

注：—表示没有相关数据；ND 代表未检出。

3.2.5 植被群落

案例区坐落于抚松县长白山腹地，拥有完整山地植被垂直带谱，主要发育温带落叶阔叶林、红松寒温带针阔混交林两大核心群落。落叶阔叶林优势树种为紫椴、水曲柳、色木槭；针阔混交林以红松为建群树种，伴生鱼鳞云杉、臭冷杉、枫桦^[15]。作者基于 2024 年哨兵二号影像²提取 NDVI 并进行分级处理，测算得到案例区 NDVI 水平平均值为 0.79 (图 7)。区内森林郁闭度整体较高，一方面可营造人参喜阴、温润避光的适宜微生境^[16]。另一方面多树种混合凋落物能活化土壤微生物，持续释放腐殖酸与矿物养分，保障参根生长的养分循环供给^[17]。

3.3 土地利用数据

作者利用中国土地覆盖数据集 (CLCD)^[18]对案例区土地利用进行分类统计，耕地、林地、草地、水面、建设用地占比分别为 2.05%、96.43%、0.51%、0.04%、0.97% (图 8)。案例区土地利用类型以林地为主导，占绝对优势地位；耕地、建设用地、草地等类型呈斑

² 地理空间数据云. <https://www.gscloud.cn/search>.

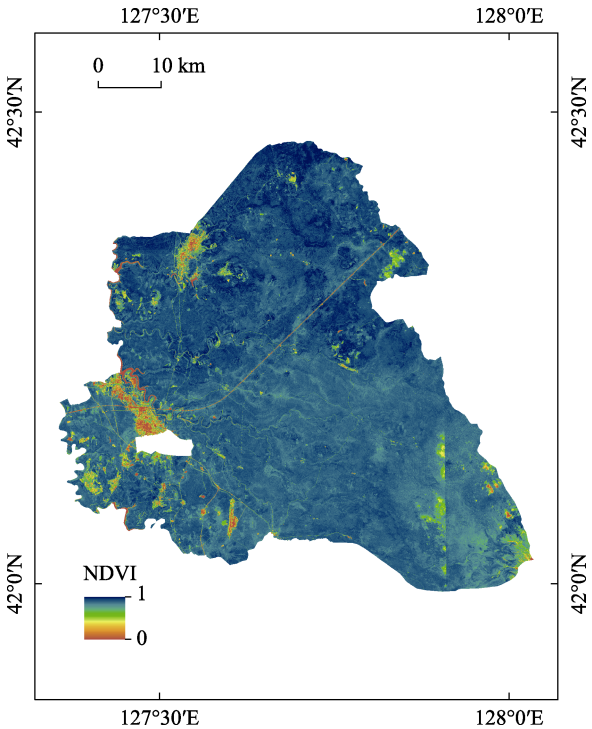


图 7 案例区 NDVI 分析图

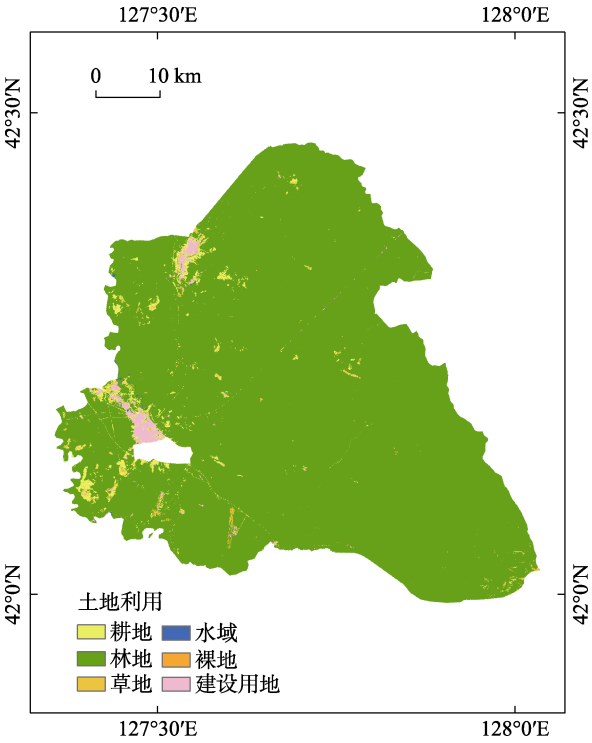


图 8 案例区土地利用图

块状分布，水面与裸地占比极低。整体土地利用结构呈现“大林地、小斑块”的格局，凸显了以森林生态为核心、人为干扰程度低的土地利用格局。

抚松县在人参园利用上，探索土地优化配置模式。结合林区星点式采伐更新，选取坡度适宜迹地地块整地覆棚培作，在参床间隙间作复植蒙古栎等阔叶树种^[10]，人参收获后同步复林。在充分利用林间生态条件、有效防止水土流失的同时，为林区植被生态恢复和园区可持续利用发展奠定基础，积极实现绿色生态转型。

3.4 抚松人参产品特性数据

作者在园区中随机获取人参样本（图6）：松江河镇5年人参（编号G1-1）、泉阳镇6年人参（编号G3-1、G3-2），以及东岗镇6年人参（编号G4-1）。为开展不同生长年份人参产品的比较分析，另外在松江河镇采集4年人参（编号G5-1），在东岗镇采集3年人参（编号G6-1），以及在松江河镇采集2年人参（编号G7-1）。送交吉林农业大学农业农村部参茸产品质量监督检验测试中心进行检测。

抚松县不同年份人参产品在安全性与品质方面均表现优异。所有样本分别进行了6项有机氯农药残留检测（六六六、滴滴涕、五氯硝基苯、艾氏剂+狄氏剂、氯氟氰菊酯）、6项有机磷农药残留检测（马拉硫磷、对硫磷、久效磷、乐果、甲胺磷、毒死蜱）、6项杀虫剂残留检测（甲拌磷、甲基异柳磷、硫丹、杀虫畏、杀扑磷、乙酰甲胺磷）、12项杀菌剂残留检测（丙环唑、甲霜灵、啉菌环胺、氟硅唑、戊唑醇、苯醚甲环唑、啉霉胺、吡唑醚菌酯、氟啉胺、醚菌酯、霜霉威、烯酰吗啉）和5项重金属残留检测（砷、铅、镉、铜、汞），均未检出或处于较低水平，全部符合《地理标志产品 吉林长白山人参》（GB 19506—2009）^[19]的限量要求。

在药效成分方面，不同参龄样本呈现明显差异（表8）：6年生人参皂苷积累最优，其中东岗镇G4-1样品总皂苷含量达3.76%，Rb1（0.80%）、Re+Rg1（0.65%）含量均居首位；松江河镇5年生G1-1样品总皂苷含量为2.89%。2–4年生样本总皂苷含量（3.01%–3.34%）

表8 案例区人参理化指标检测结果统计表 单位：%

检测指标	人参皂苷		人参总皂苷	人参皂苷		
	Rb1	Re+Rg1	Total Ginsenosides	Rc	Rb2	Rf
G1-1	0.59	0.46	2.89	0.23	0.26	0.08
G3-1	0.66	0.50	3.55	0.27	0.36	0.08
G3-2	0.41	0.38	2.78	0.18	0.17	0.05
G4-1	0.80	0.65	3.76	0.31	0.39	0.10
G5-1	0.22	0.65	3.01	—	—	—
G6-1	0.27	0.77	3.34	—	—	—
G7-1	0.25	0.67	3.22	—	—	—
GB 19506—2009 限值 ^[19]	≥0.20	≥0.30	≥2.50	/	/	/
药典限值 ^[20]	≥0.20	≥0.30	/	/	/	/
判定结果	符合	符合	符合	/	/	/

注：—表示没有相关数据；/表示没有对应标准限值。

均符合《地理标志产品 吉林长白山人参》（GB 19506—2009）^[19]及《中华人民共和国药典》2020 年版第一部^[20]“人参”要求，但整体低于 5、6 年生样品。所有 5、6 年生样本皂苷指标均显著高于上述两项标准，Rb1 含量超出标准 2 倍以上，验证了“5 年以上人参具有较高药用价值”的传统认知。综合安全性、药效成分及经济效益考量，抚松人参在 6 年采收品质较好，但 5 年以上的人参产品均已具备良好的药用价值。矿质元素检测显示（表 9），除硒未检出外，钾、镁、钙、铁、锌等人体必需元素含量均处于较高水平。

表 9 案例区人参矿质元素检测结果统计表 单位：mg/kg

检测指标	钾	镁	钙	钠	铁	锌	硒
	(K)	(Mg)	(Ca)	(Na)	(Fe)	(Zn)	(Se)
G1-1	12,311.60	1,481.30	1,079.10	55.70	41.90	20.00	ND
G3-1	12,242.20	1,289.60	1,053.00	108.60	37.10	15.50	ND
G3-2	10,331.50	1,518.70	961.70	294.20	42.80	15.00	ND
G4-1	12,271.00	1,270.50	1,038.10	105.80	37.10	16.90	ND

注：ND 代表未检出。

4 社会经济发展及产业经营管理

4.1 案例区人口、经济及人参产业发展情况

2024 年抚松县户籍人口 259,953 人，城镇化率 73.9%，地区生产总值 144.77 亿元^[21]，其中松江河镇常住人口 56,046 人、泉阳镇 21,637 人、东岗镇 1,688 人，三镇合计总人口 79,371 人，占全县人口 36.5%。

人参产业作为抚松县域核心支柱产业，在产业规模上，2024 年全县人参留存面积 720 hm²，产值 3.14 亿元，占全县 GDP 的 2.17%，拥有 3,200 余户人参业户，全产业链产值达 186.4 亿元；在品种培育上，抚松人参品牌旗下已研发出福星 1 号、福星 2 号等 20 余种具备高抗病性、高皂苷含量的优质新品种，同时建成人参种质资源圃，育成 8 个优质品种^[22]，为特色农业升级提供支撑；在产品品牌上，抚松县 2010 年成功申请“抚松人参”地理证明商标（图 9），2022 年 11 月 6 日其新标识通过国家商标总局地理标志商标审定，同时作为长白山人参核心主产区，助力“长白山人参”于 2020 年 7 月入选中欧地理标志第二批保护名单，成为国家地理标志保护产品的核心产区代表（图 10）。作为全国最大的人参核心产区与集散中心，抚松本地人参凭借稳定的货源和规范的品质标准，奠定了其在人参产业中的重要地位，成为带动产业发展的关键力量。

4.2 种植管理

案例区研究的人参为人工栽培的园参，属五加科人



图 9 抚松人参品牌标志



图 10 长白山人参地理标志

参属多年生草本植物，生长周期 4–6 年，种植特点鲜明、细节把控严格。选地需满足坡度小于 25°、排水良好，以暗棕壤或白浆土为宜，避免前茬根茎类作物；整地需在前一年完成，深翻 30–40 cm 并消毒杀菌后作床，床高 20–25 cm、宽 100–120 cm。种子经催芽处理至裂口率超 90%后，可于秋播（10 月中旬后）或春播（4 月末至 5 月初）播种；移栽选用 2–3 年生种苗，采用斜栽技术，株行距 10 cm×20 cm，覆土 5–8 cm。田间管理细节到位，需架棚遮阴（透光率 10%–20%）、增施有机肥、松土除草，3–4 年生人参需摘蕾，同时根据气象数据调光调水、开展病虫害防治，采收于栽后第 4–6 年 9 月进行。其形态特征也具有显著辨识度，主根呈纺锤形或圆柱形，植株高 45–55 cm，叶片为掌状复叶，须根密集细长。

4.3 抚松人参团体标准与农药管控

抚松县人参产业重点推进团体标准建设与农药管控工作，依托人参协会制定覆盖种子催芽、种苗繁育、育种、选地整地、播种移栽、田间管理、采收加工的系列团体标准，构建团体标准闭环管控机制，建立“团体标准+企业+合作社+农户”联盟，标准化覆盖率达 78%，并通过标准动态修订、云平台查询培训等方式强化落地；同时，制定农药负面清单，依据相关准则明确禁用六六六、滴滴涕、甲拌磷、对硫磷、克百威等高残留农药 46 种、甲胺磷、氧乐果等限用农药 20 种，杜绝违规使用，推广生物防治与物理防治方式，严格执行农药安全间隔期，经检测禁用农药指标均未检出，实现产地洁净化与生态效益双赢。

4.4 抚松人参生态环境溯源

抚松国家现代农业产业园区吉林参王植保基地为吉林省唯一国家级区域性中草药良种繁育基地，依托种子资源库构建覆盖东北三省的人参溯源数字库，联合“长白山人参种植联盟”搭建溯源管理体系，拥有近 200 hm² 综合试验示范基地（含 30.06 hm² 绿色食品认证基地），种植主体农药使用记录均纳入系统，实现人参从种子到产品全程可追溯。同时，项目在抚松县松江河镇人参产业园建成地标生境地面站，可近实时监测温度、湿度、风速、土壤温湿度等生长环境数据，为精准追溯与园区管理提供支撑（图 11）。



图 11 案例区地标生境地面站（2025 年建成）

5 抚松人参文化

抚松县是“中国人参文化之乡”与人参主流文化发源地，人工种参历史逾四百年，文

化与产业根基深厚。汉代时人参便被视作祥瑞,《神农本草经》将其列为上品,确立“主补五脏”的药用价值^[23];新中国成立后,当地建成首个国营参场,逐步形成良种繁育、标准化种植、精深加工的完整体系,1985年获评“中国人参之乡”,如今种植面积超6,666.67 hm²、鲜参年产达万吨级,稳居全国人参产业标杆。当地流传人参姑娘、人参娃娃^[24]等传说,衍生出经典文艺作品,构成独特地域文化符号。抚松在传承传统种参技艺的基础上,将老辈经验与科学规范相结合,推动传统口诀转化为国家标准,培育优质品种并制定《长白山人参栽培技术规程》,成为行业标杆;自1987年起举办的中国抚松长白山人参节已连续举办39届,通过文化展示、采摘体验及51项非遗传承,持续向海内外传播人参文化,实现了传统技艺传承与现代文化发展的有机融合^[25]。

6 讨论与总结

抚松县人参产业已形成自然生态支撑、社会经济驱动、科技文化赋能的协同发展框架,通过自然禀赋精准利用、产业体系标准化构建及文化资源深度挖掘,实现了生态、经济与社会效益的初步统一。本项目成功构建了“政产学研用”五位一体协同创新体系,形成“驱动-保障-落地”有机衔接的运行机制。该体系以生境地标和可持续发展创新引擎,驱动前沿理论探索与核心技术突破;以政府机构与科研单位为系统枢纽,提供政策引导与资源保障;以龙头企业及行业协会为实施终端,推动技术转化与市场应用,形成从理论到实践的完整闭环。通过贯通创新链、产业链与服务链,实现了多方协同、优势互补的可持续发展格局。在此体系支撑下,抚松人参产品既具备卓越品质,又彰显地域特色,构建起自然生态为基、社会经济驱动、科技文化赋能的产业发展框架。这一探索不仅为区域特色产业统筹生态保护与升级提供了示范,也为全球人参产业贡献了“生态优先、品牌引领、科技提质”的中国方案。

作者分工:王建国负责本案例的总体研究;王鼎、王刚、高建堂、朱洪良、李昊、史磊、杜雨川、王翔、李振玉、接忠义、于海军、杨帆、闫鹤、刘维岩负责项目对接并参与设计和研发;侯玉兵、郭兴军为项目设计、数据集的采集提出建设性建议;徐怀友、马友德为案例研究提供了企业管理数据和样本采集上的技术支持,并对论文修改提出意见。程肖琳与张文莹负责土壤、岩石、人参及水样的采集工作,并完成了数据处理与论文撰写部分;许煊炜参与人参样品的检测与分析工作,王磊负责生态环境监测站的建设和动态数据的技术支持。

利益冲突声明:本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] 车天浩,彭思意,闫昆等.吉林省人参产业现状及发展建议[J].北方园艺,2024(8):136–142.
- [2] 王建国,程肖琳,王鼎等.抚松人参设施农业地标生境案例数据集[J/DB/OL].全球变化数据仓储电子杂志,2026. <https://doi.org/10.3974/geodb.2026.03.08.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.03.08.V1>.
- [3] 全球变化科学研究数据出版系统.全球变化科学研究数据共享政[OL].<https://doi.org/10.3974/>

- dp.policy.2014.05 (2017 年更新).
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 人参优质种植技术规范 (GB/T 34789—2017) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [5] 徐哲丰, 刘春铄, 廖旭东等. 生态因子对林地参和农田参质量差异的影响[J]. 中国农业科技导报, 2024, 26(9): 213–223.
- [6] 钱程, 崔天日, 江斌等. 长白山地区晚新生代火山地貌形态研究及其地质应用[J]. 第四纪研究, 2014, 34(2): 312–324.
- [7] 许伟东. 长白山天池及邻区火山建造特征与地质填图[D]. 长春: 吉林大学, 2022.
- [8] 陈海潮. 长白山天池火山碎屑喷出物、火山地层和火山地质填图[D]. 长春: 吉林大学, 2020.
- [9] Jin, Y., Li, J., Zhao, Y., *et al.* Cambial evidence of the “Millennium Eruption” of Changbaishan volcano (c. 946 CE) and century-scale climatic change in the Middle Ages [J]. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 2022, 595.
- [10] 郑东升, 刘琪璟. 环境因子对长白山自然保护区森林群落分布的影响[J]. 北京林业大学学报, 2023, 45(8): 57–64.
- [11] 中华人民共和国农业农村部. 绿色食品 产地环境质量(NY/T 391—2021)[S]. 北京: 中国农业出版社, 2021.
- [12] 中国地质调查局. 天然富硒土地划定与标识(试行)(DD 2019—10)[S]. 北京: 中国地质调查局, 2019.
- [13] 生态环境部, 国家市场监督管理总局. 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行) (GB 15618—2018) [S]. 北京: 中国环境出版集团, 2018.
- [14] 中华人民共和国生态环境部, 国家市场监督管理总局. 农田灌溉水质标准(GB 5084—2021) [S]. 北京: 中国环境出版集团, 2021.
- [15] 姜萍, 叶吉, 王绍先等. 长白山南坡森林群落组成、结构以及树种多样性的垂直分布[J]. 北京林业大学学报, 2008, 30(S1): 258–262.
- [16] 赵淑清, 方精云, 宗占江等. 长白山北坡植物群落组成、结构及物种多样性的垂直分布[J]. 生物多样性, 2004(1): 164–173.
- [17] 王璐, 王海燕, 何丽鸿等. 基于 GIS 的土壤肥力质量综合评价——以天然云冷杉针阔混交林为例[J]. 土壤通报, 2016, 47(5): 1223–1230.
- [18] Yang, J., Huang, X. The 30 m annual land cover dataset and its dynamics in China from 1990 to 2019 [J]. *Earth System Science Data*, 2021, 13(8): 3907–3925.
- [19] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 地理标志产品 吉林长白山人参(GB/T 19506—2009)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [20] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(2020 年版 一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [21] 白山市统计局[OL]. [2025-11-10]. http://tjj.cbs.gov.cn/wzsy/tjfx/202505/t20250506_844277.html.
- [22] 彩练新闻. 参产向“深”突破——抚松县人参产业探析 [OL]. (2024-06-21) [2025-11-10]. https://www.jl.gov.cn/szfzt/jlssxsxnyxdh/gddt/202406/t20240621_3246102.html.
- [23] 王德富. 人参文化内涵的开山、开秤与开锅[J]. 人参研究, 2018, 30(5): 60–62.
- [24] 孙洋. 抚松人参文化旅游开发初探[J]. 旅游纵览(下半月), 2016(16): 89.
- [25] 吉林日报. 抚松人参节掠影[OL]. (2024-09-06) [2025-11-10]. https://www.jl.gov.cn/szfzt/gzlfz/sydt/202409/t20240906_3293923.html.