

和龙野山参-林下参头道镇温带针阔混交 林地标生境案例研究

王红^{1*}, 金日国², 胡伟³, 王宏杰⁴, 王冬⁵, 徐玉华⁶, 尹慧颖⁶, 崔彬⁷,
管海洋⁷, 黄岩⁸, 于佳梦⁹, 张泽扬⁹, 朱盛楠¹⁰, 李洪日¹¹, 汪庭瑞¹²,
陈朋¹², 王婷婷¹, 马樱元¹³, 崔赫¹, 丁应龙¹

1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 和龙市人民政府, 和龙 133500; 3. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130102; 4. 沈阳农业大学, 沈阳 110866; 5. 河南大学生命科学学院, 郑州 450046; 6. 和龙市市场监督管理局, 和龙 133500; 7. 和龙市农业农村局, 和龙 133500; 8. 和龙市头道镇人民政府, 和龙 133500; 9. 吉林省和龙市气象局, 和龙 133500; 10. 和龙市水利局, 和龙 133500; 11. 和龙市自然资源和林业局, 和龙 133500; 12. 延边大阳参业有限公司, 延吉 133000; 13. 中国地质大学(武汉), 武汉 430074

摘要: 和龙市位于吉林省东南部, 延边朝鲜族自治州南部, 地处长白山东麓。清朝时期长白山英额岭为皇家贡参重要产区, 案例区和龙市头道镇系其出产野生人参核心地区之一, 总面积 514.3 km², 下辖 2 个社区、16 个行政村、136 个村民小组, 总人口 2.52 万人。1962–2024 年间, 该市年均气温 5.36 °C、年均日照时数 2,321.89 h、年均降水量 549.68 mm。案例区土壤主要为酸性暗棕壤 (pH 4.55–6.10), 无土壤环境污染。林下参生长依赖天然降水, 案例区水质优于国家标准 (GB 5084—2021)。在此环境下, 野山参(播种后自然生长于深山密林 15 年以上的人参 (GB/T 18765—2015)) 活性成分显著积累。检测结果显示, 其总皂苷 (5.34%)、人参皂苷 R_{b1} (1.16%)、R_e+R_{g1} (1.77%) 含量均高于国家标准 (GB/T 18765—2015 和 GB/T 19506—2009) 要求 (4.40%、0.60%、0.40%), 其他理化及卫生指标也均符合国家标准。依托地理环境优势, 和龙市在案例区构建了“以参养林”可持续发展模式——“吉林和龙林下参-芝抚育系统”, 并于 2021 年入选第六批中国重要农业文化遗产。案例数据集内容包括: 案例区范围、自然地理环境、人参品种特性及社会经济与管理等数据。数据集存储为 .shp、.tif、.xlsx、.jpg 及 .pdf 格式, 由 76 个数据文件组成, 数据量为 178 MB (压缩为 1 个文件, 61.6 MB)。

关键词: 长白山; 和龙; 人参; 野山参; 地标生境; 案例 33

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.03.06>

CSTR: <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.14.2026.03.06>

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.2026.03.04.V1> 或 <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2026.03.04.V1>.

收稿日期: 2025-10-14; 修订日期: 2026-04-28; 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: 王红, 中国科学院地理科学与资源研究所, wanghong@igsnr.ac.cn

数据引用方式: [1] 王红, 金日国, 胡伟等. 和龙野山参-林下参头道镇温带针阔混交林地标生境案例研究[J]. 全球变化数据学报, 2026, 10(3): 297–315. <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.03.06>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.14.2026.03.06>.
[2] 王红, 金日国, 胡伟等. 和龙头道野山参-林下参温带针阔混交林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.2026.03.04.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2026.03.04.V1>.

1 前言

人参 (*Panax ginseng* C. A. Mey.) 为五加科多年生草本植物, 因其根形酷似人形且药用价值卓著, 自古被尊为“神草”^[1]。其应用历史可追溯至商代, 青铜食器“盂”中已见“参”字象形。现存最早的中药学专著《神农本草经》将人参列为上品, 称其“主补五脏, 安精神, 定魂魄, 止惊悸, 除邪气, 明目开心益智, 久服轻身延年”。2020 年版的《中华人民共和国药典》^[2]也明确人参具有“大补元气、复脉固脱、补脾益肺、生津养血、安神益智”的功效。其主要药用成分为皂苷类物质, 这些成分具有抗疲劳、抗氧化及免疫调节等药理作用^[3-12]。

人参对生境要求严苛, 野外繁殖力弱, 且生长周期漫长, 导致野生资源极为有限^[13]。加之, 历史上过度采挖及气候变化影响, 中国太行山等原产区野生人参已基本绝迹^[14,15], 主产区逐渐北移至长白山区域, 形成“世界人参看中国, 中国人参看吉林”的产业格局^[16]。目前, 长白山地区纯野生人参^[17] (自然传播, 生长于深山密林的原生态人参) 已极为稀少, 并被《中国生物多样性红色名录: 高等植物卷》评定为极危 (CR) 物种。在各类栽培模式中, 林下山参^[2] (又称林下参) 因其潜在的品质优势而备受关注。它特指人工播种后, 在山林野生状态下自然生长的人参。其生长周期漫长, 形态从一年生的“三丫期”到典型的“四品叶”, 通常需要约 15 年 (图 1)。依照国家标准《野山参鉴定及分等质量》(GB/T 18765—2015)^[17] “播种后, 自然生长于深山密林 15 年以上的人参”被界定为野山参。根据对园参、移山参、野山参、野生人参基因对比的研究, 各类产品没有显著差异, 但野山参形态结构与成分的变化确与人参生长的年限及环境有重要关系^[17,18]。由于其生长过程完全依赖自然环境, 活性成分积累丰富, 药用价值显著。研究表明, 皂苷含量会随着参龄的增加而增加, 或者在 15 年左右开始稳定^[19-22]。



图 1 和龙市头道镇野山参-林下参

和龙市地处长白山东麓, 森林覆盖率高, 土壤肥沃, 水热条件协调, 为人参生长提供了优越的自然生境。头道镇大阳沟自清代即为皇家贡参采供地, 承载深厚的人参文化传统。依托近 1,300 年人参采集和抚育历史, 和龙市近些年积极构建“以参养林”可持续发展模式, 通过林下参抚育体系实现生态保护与资源利用协同, 不仅提升人参产量, 更为区域生物多样性维护提供范例。基于此, 本研究以和龙野山参-林下参头道镇为案例区, 结合科学数据, 系统阐释长白山和龙产区人参的特色品质及其生态环境价值, 旨在为区域生态资源

保护与合理利用提供科学依据。

2 数据集元数据简介

《和龙头道野山参-林下参温带针阔混交林地标生境案例数据集》^[23]的名称、作者、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。

表 1 《和龙头道野山参-林下参温带针阔混交林地标生境案例数据集》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	和龙头道野山参-林下参温带针阔混交林地标生境案例数据集
数据集短名	HelongGinsengCase33
作者信息	王 红，中国科学院地理科学与资源研究所，wanghong@igsnr.ac.cn 金日国，和龙市人民政府，hlgsbgs@163.com 胡 伟，中国科学院东北地理与农业生态研究所，huwei@iga.ac.cn 王宏杰，沈阳农业大学，2017500069@syau.edu.cn 王 冬，河南大学生命科学学院，wangdong19882005@163.com 徐玉华，和龙市市场监督管理局，272837522@qq.com 尹慧颖，和龙市市场监督管理局，272837522@qq.com 崔 彬，和龙市农业农村局，hltcz@163.com 管海洋，和龙市农业农村局，hltcz@163.com 黄 岩，和龙市头道镇人民政府，tdzdw@163.com 于佳梦，吉林省和龙市气象局，helongqixiang@163.com 张泽扬，吉林省和龙市气象局，helongqixiang@163.com 朱盛楠，和龙市水利局，zhusun1984@163.com 李洪日，和龙市自然资源和林业局，577538320@qq.com 汪庭瑞，延边大阳参业有限公司，dayangshenye@163.com 陈 朋，延边大阳参业有限公司，1298787251@qq.com 王婷婷，中国科学院地理科学与资源研究所，wangtt@igsnr.ac.cn 马樱元，中国地质大学（武汉），MY616@outlook.com 崔 赫，中国科学院地理科学与资源研究所，cuihe295@gmail.com 丁应龙，中国科学院地理科学与资源研究所，526434774@qq.com
地理区域	和龙市头道镇（128°46′53″E-129°10′38″E，42°34′57″N-42°57′15″N）
数据年代	2025 年
数据格式	.shp、.tif、.xlsx、.jpg、.pdf
数据量	178 MB
数据集组成	案例区地理范围、生态环境数据、产品特性数据、经营管理数据等
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
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 ^[24]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

3 案例数据研发

案例数据集由 4 个子集构成，分别为案例区的地理范围数据、生态环境数据、产品特性数据和经营管理数据。

3.1 案例区范围

和龙市位于吉林省东南部，延边朝鲜族自治州南部，地处长白山东麓，地理坐标为东经 128°22′42″–129°24′17″，北纬 41°59′44″–42°57′15″（图 2）。头道镇位于和龙市东北 28 km 处，行政面积 514.3 km²，下辖 2 个社区、16 个行政村、136 个村民小组，总人口 2.52 万人^[25]，地理坐标为东经 128°46′53″–129°10′38″，北纬 42°34′57″–42°57′15″。案例区所在的北纬 42° 黄金纬度带，属温带季风气候，具备光照充足、昼夜温差大、雨热同期的特点，利于作物光合作用和干物质积累，提升农产品品质，是国际公认的“黄金玉米带”和“黄金水稻带”。根据和龙市 2024 年林下参种植林地现状摸底结果，和龙市林下参主要分布于头道镇长仁林场和亚东水库区域，不同参龄合计产量约 7,800 kg，核心产区位于大阳沟，面积占总种植面积的 60%以上，产量占 75%以上。

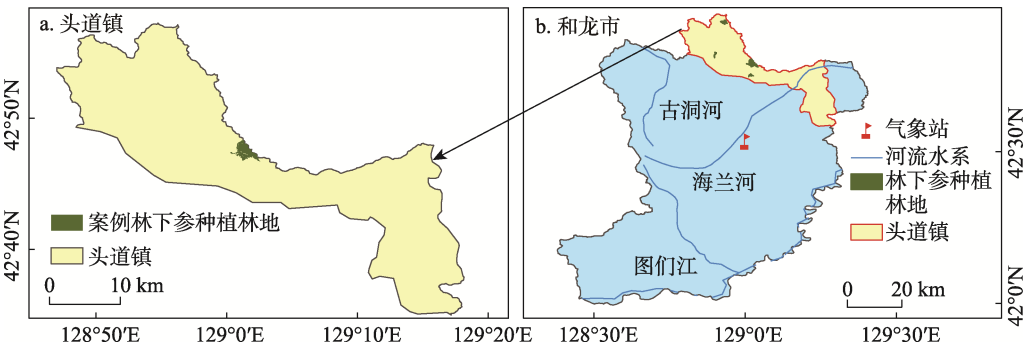


图 2 案例区地理位置图
（依据审图号为 GS（2022）1873 号的标准地图制作）

3.2 生态环境数据

3.2.1 地形地貌

人参喜阴凉、忌水涝、怕干旱的生理特性，决定了其生长环境必须同时满足遮阴、排水和保湿等条件。和龙市地处长白山东麓，四周群山环绕，奇峰突起，重峦叠嶂。长白山支脉靛峰岭、南岗山、英额岭三大山脉分别横亘于西部、东南部和北部，形成西南高、东北低地势。域内最高峰靛峰山海拔 1,676.6 m，位于龙城镇青山村西南部；海拔最低点 250 m，位于平岗平原东城镇琵琶村^[25]。地貌类型复杂多样，按成因类型，可划分为流水地貌和火山岩溶地貌；按形态，涵盖山地、丘陵、台地、河谷平地、河谷谷地等多级地貌单元^[25,26]。作者基于 ALOS（Advanced Land Observing Satellite）地形数据¹分析得出，头道镇呈现山地多、平地少的特征，海拔 272.3 m 至 1,192.8 m，平均坡度 11.48°（图 3）。这种起伏的山地地形与适宜的坡度有效避免了土壤积水，结合茂密的林冠遮蔽与深厚的腐殖质层，为林下参提供了排水良好、透气保墒的天然微气候环境。

¹ JAXA, Japan Aerospace Exploration Agency. <https://search.asf.alaska.edu/#/>.

3.2.2 气候条件

气候要素的空间分异与季节配置显著影响人参的生态适宜性与分布格局^[27-29]。和龙市地处中温带季风气候区，1962–2024 年和龙气象站观测数据显示，区域多年平均降水量为 549.68 mm，虽呈现每十年约 8.50 mm 的微弱上升趋势，但未通过显著性检验（ $p>0.05$ ），表明区域年降水量具有平稳性特征（图 4）。降水年内分配呈显著集中特征，6–8 月集中了全年 62.74% 的降水（图 5），该时段恰与人参根茎膨大期及皂苷合成关键期同步，有效保障关键生长期的水分需求。

研究表明，温度是影响人参生长发育的关键环境因子，不同温度范围直接影响其生长发育、休眠状态及有效成分积累^[27,30,31]。近 63 年来，该区域多年平均气温为 5.36 °C，并呈

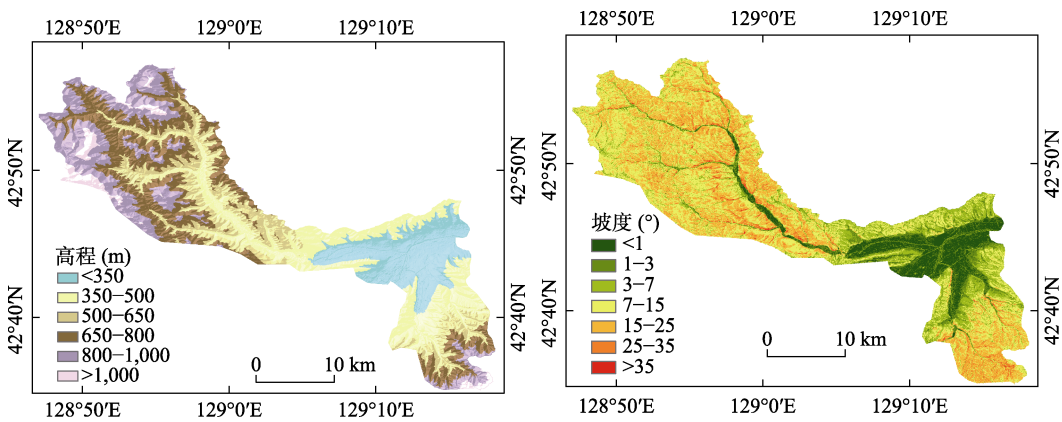


图 3 头道镇高程与坡度分类图

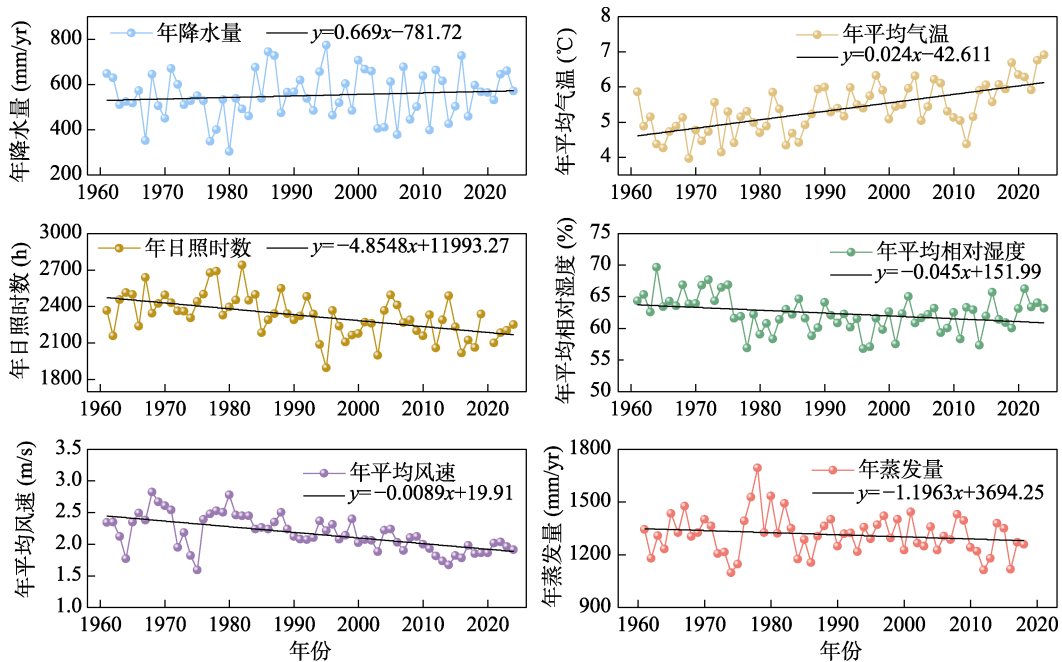


图 4 和龙市气象要素年际变化特征统计分析图（1962–2024）

现显著的增加趋势 ($p<0.01$), 升温速率达 $0.26\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ 年}$ (图 4)。区域冬季严寒, 一月份平均气温低至 $-12.80\text{ }^{\circ}\text{C}$, 为人参的休眠与越冬提供了必要的低温条件; 夏季温暖适中, 七月和八月的平均气温分别为 $20.86\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $20.31\text{ }^{\circ}\text{C}$, 契合其避高温的生态习性 (图 5)。多年平均日照时数为 $2,321.89\text{ h}$, 年均相对湿度为 62.27% , 平均风速为 2.16 m/s , D20 型蒸发皿蒸发量为 $1,316.45\text{ mm}^{[32]}$ (图 4)。综合而言, 和龙地区呈现雨热同季、夏季温凉、冬季严寒的气候格局, 为人参的生长发育提供了适宜的气候条件。

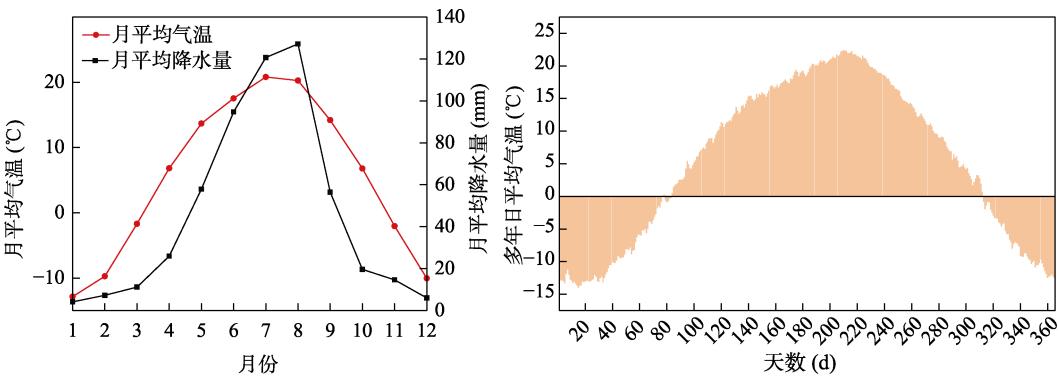


图 5 和龙市气温与降水多年平均年内变化特征统计分析图

3.2.3 土壤环境条件

头道镇土壤类型主要包括暗棕壤、白浆土、草甸土和淹育水稻土, 其中案例林下参种植区以暗棕壤分布最广, 其次为白浆土。根据已有研究, 野山参主根的平均长度通常小于 $10\text{ cm}^{[33]}$, 而人参的根际范围可以扩展至几厘米甚至十几厘米^[34]。同时, 现有林下参土壤养分、肥力及根系分泌物等相关研究^[34-36]土壤取样深度多未超过 20 cm 。结合吉林省《有机林下参生产技术规程》(DB22T 1730—2012)^[37]要求整地深度不应超过 20 cm , 《第三次全国土壤普查技术规程规范 (修订版)》^[38]、《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T 0295—2016)^[39]等国家和地方标准要求林地土壤的取样深度为 $0\text{--}20\text{ cm}$ 。本研究针对林下人参种植区, 采用了土钻分层采样的方法, 分别在 $0\text{--}20\text{ cm}$ 和 $20\text{--}40\text{ cm}$ 土层进行取样, 布设了 12 个土壤采样点 (图 6), 共获得 24 个土样, 以系统评估林下参生境土壤环境质量。

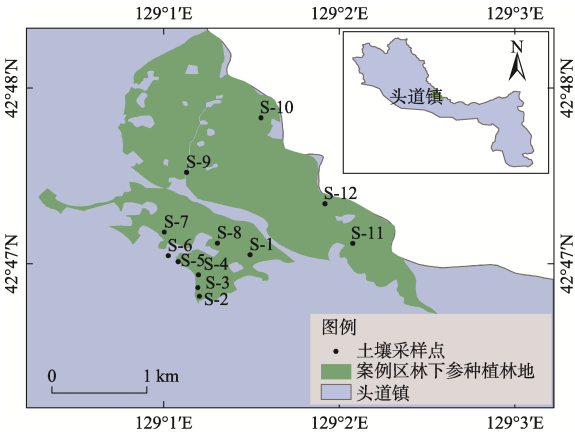


图 6 头道镇土壤采样点位置分布图

根据《野山参人工繁衍护育操作规程》(GB/T 22531—2015)^[18]规定,土壤应符合《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618—2018)^[40]要求。依据标准,农用地土壤污染风险筛选值的必测项目包括镉(Cd)、铬(Cr)、汞(Hg)、镍(Ni)、铅(Pb)、铜(Cu)、锌(Zn)和砷(As)。检测结果表明,所有土壤样品的污染指标均低于农用地筛选限值(表2),说明案例区土壤环境清洁、安全,能够满足人参对无污染生境的基本要求。

表 2 头道镇土壤重金属含量检测结果统计表

样点	土层深度 (cm)	检测指标 (mg/kg)							
		镉	铬	汞	镍	铅	铜	锌	砷
风险筛选值 ^[40]		≤0.3	≤150	≤1.3	≤60	≤70	≤50	≤200	≤40
S-1	0-20	0.06	52.00	0.07	16.00	34.10	17.00	99.00	6.32
	20-40	0.04	59.00	0.04	19.00	33.90	14.00	86.00	6.04
S-2	0-20	0.09	56.00	0.04	20.00	30.60	15.00	106.00	5.86
	20-40	0.06	57.00	0.04	19.00	30.20	15.00	95.00	5.43
S-3	0-20	0.25	48.00	0.09	20.00	35.50	19.00	136.00	5.35
	20-40	0.12	56.00	0.04	22.00	32.60	16.00	137.00	5.33
S-4	0-20	0.20	38.00	0.09	20.00	35.80	18.00	112.00	5.34
	20-40	0.11	53.00	0.06	29.00	33.80	24.00	121.00	6.82
S-5	0-20	0.16	36.00	0.08	17.00	38.30	17.00	100.00	4.95
	20-40	0.14	57.00	0.05	20.00	33.60	20.00	106.00	4.66
S-6	0-20	0.08	54.00	0.11	17.00	34.90	11.00	92.00	8.34
	20-40	0.05	65.00	0.06	16.00	37.20	12.00	100.00	9.09
S-7	0-20	0.05	41.00	0.04	14.00	27.80	9.00	92.00	4.11
	20-40	0.04	45.00	0.04	13.00	30.40	8.00	93.00	3.67
S-8	0-20	0.07	53.00	0.07	16.00	37.20	17.00	119.00	8.47
	20-40	0.06	61.00	0.06	18.00	33.70	16.00	112.00	7.17
S-9	0-20	0.08	25.00	0.07	10.00	30.30	10.00	73.00	4.11
	20-40	0.02	49.00	0.03	12.00	24.70	6.00	54.00	3.48
S-10	0-20	0.07	57.00	0.06	19.00	26.60	13.00	95.00	7.56
	20-40	0.05	68.00	0.05	20.00	29.90	15.00	106.00	9.13
S-11	0-20	0.10	31.00	0.07	10.00	30.90	10.00	76.00	3.65
	20-40	0.08	32.00	0.06	10.00	29.50	10.00	83.00	3.94
S-12	0-20	0.06	66.00	0.07	25.00	27.40	19.00	115.00	7.17
	20-40	0.05	70.00	0.07	22.00	28.50	19.00	106.00	7.42

人参对土壤 pH 值有严格要求,偏好微酸性环境。检测结果显示(图 7a),24 个土壤样品 pH 值平均为 5.31,范围在 4.55-6.10 之间,整体呈弱酸性,符合人参对酸性土壤的生长需求。具体而言,表层(0-20 cm)和次表层(20-40 cm)土壤的 pH 值平均分别为 5.23 和 5.39,二者差异较小,说明不同土层间土壤酸碱性相对稳定,这为人参根系在不同深度的生长提供了良好环境。土壤有机质含量同样对人参的生长至关重要,既能促进根系发育,又能提高养分供给能力。检测结果表明(图 7b),表层土壤有机质含量平均为 101.00 g/kg,

显著高于次表层的 42.50 g/kg。这与野山参适宜生长的土壤特征相一致，即表层应保留原始自然土壤层，下部为疏松透气的砂壤土^[18]。这种土壤结构不仅能够提供充足的养分，还能保持良好的通气与排水性能，从而有效避免积水引起的人参根系腐烂。

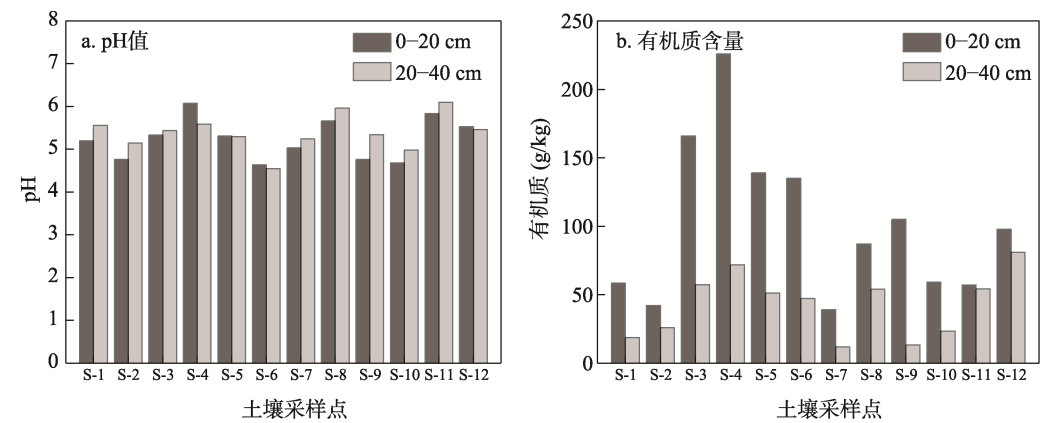


图7 不同采样点及采样深度土壤 pH 值与有机质含量统计图

3.2.4 水环境条件

根据《野山参人工繁衍护育操作规程》(GB/T 22531—2015)^[18]的要求，野山参生长区的水源质量需符合农田灌溉水质标准的相关要求。为此，本研究依据《农田灌溉水质标准》(GB 5084—2021)^[41]，对案例区林下参生长地的地表水（池塘水）与地下水（泉水）（图8）进行了系统性检测。检测指标涵盖水体理化特征（pH 值、悬浮物、五日生化需氧量 BOD₅、化学需氧量 COD_{Cr}）、常见无机污染物（阴离子表面活性剂、氯化物、硫化物、全盐量）以及重金属类风险因子（总铅、总镉、六价铬、总汞、总砷），全面反映了水环境质量水平。

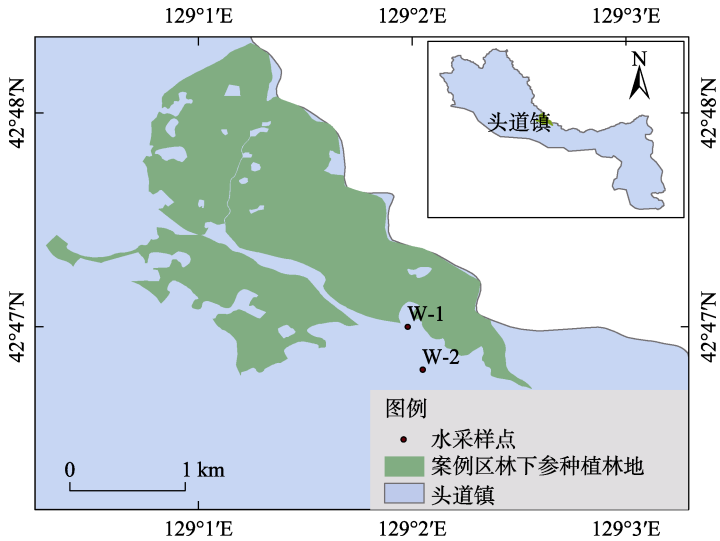


图8 头道镇地下水（W-1）与地表水（W-2）采样点位置分布图

检测结果显示，地表水和地下水所有检测指标结果均处于标准限值以内（表 3）。其中，pH 值稳定在 6.9–7.0 之间，悬浮物、BOD₅ 和 COD_{Cr} 远低于允许上限；氯化物与全盐量均处于较低水平，未检出硫化物及阴离子表面活性剂；重金属元素（铅、镉、铬、汞和砷）均未检出，表明水源未受工业或农业面源污染影响。整体而言，案例区地表水与地下水水质清洁度高，整体水平不仅符合且优于《农田灌溉水质标准》（GB 5084—2021）^[41]要求，为野山参生长提供了良好的水环境。

表 3 头道镇灌溉水水质主要检测结果统计表

检测指标	单位	国家标准限值 ^[41]	地表水	地下水
pH 值	—	5.5–8.5	7.0	6.9
悬浮物	mg/L	≤100	11	15
五日生化需氧量 (BOD ₅)	mg/L	≤100	10.8	11.5
化学需氧量 (COD _{Cr})	mg/L	≤200	27	29
阴离子表面活性剂	mg/L	≤8	未检出	未检出
氯化物 (以 Cl ⁻ 计)	mg/L	≤350	26.30	29.2
硫化物 (以 S ²⁻ 计)	mg/L	≤1	未检出	未检出
全盐量	mg/L	≤1,000	278	315
总铅	mg/L	≤0.2	未检出	未检出
总镉	mg/L	≤0.01	未检出	未检出
铬 (六价)	mg/L	≤0.1	未检出	未检出
总汞	mg/L	≤0.001	未检出	未检出
总砷	mg/L	≤0.1	未检出	未检出

注：— 表示没有对应数据。

3.2.5 土地利用和植被条件

人参为半阴性植物，忌强光直射^[13,27]。阔叶林覆盖的地形因树冠遮阳效果更佳，比针叶林更利于人参生长^[42]。基于和龙市 10-m 分辨率的 Sentinel-1 和 Sentinel-2 卫星影像数据²分析显示，该地区土地利用类型主要包括森林、灌木、农田、草地、湿地、水域和建设用地（图 9）。案例区头道镇土地利用以林地为主，具体比例为：林地 59.93%、灌木丛地 13.00%、农田 23.18%、草地 1.23%、湿地 0.33%、建设用地 2.05%、水域 0.28%。Sentinel-2 反演结果显示案例区平均归一化植被指数（Normalized Difference Vegetation Index, NDVI）值为 0.31，2024 年和龙市林下参种植林地摸底结果进一步表明，林下参分布区小班郁闭度多在 0.6–0.8 之间，保障了其忌强光的生境需求。主要树种包括柞树、椴树、白桦、榆树、色树、杨树、胡桃楸、枫桦等阔叶树种，以及落叶松、云杉等针叶树种，具体比例见图 10、表 4。林下参周围的植被可以分为乔木-灌木-草本三层植物，具有很好的气候调节与生态环境适应的作用。研究表明，案例采样区乔木层平均高 15.62 m、亚乔木层 5.46 m、灌木层 1.25 m、草本层 0.62 m^[43]，符合《野山参人工繁衍护育操作规程》（GB/T 22531—2015）^[18]

² European Space Agency (ESA). <https://scihub.copernicus.eu/>.

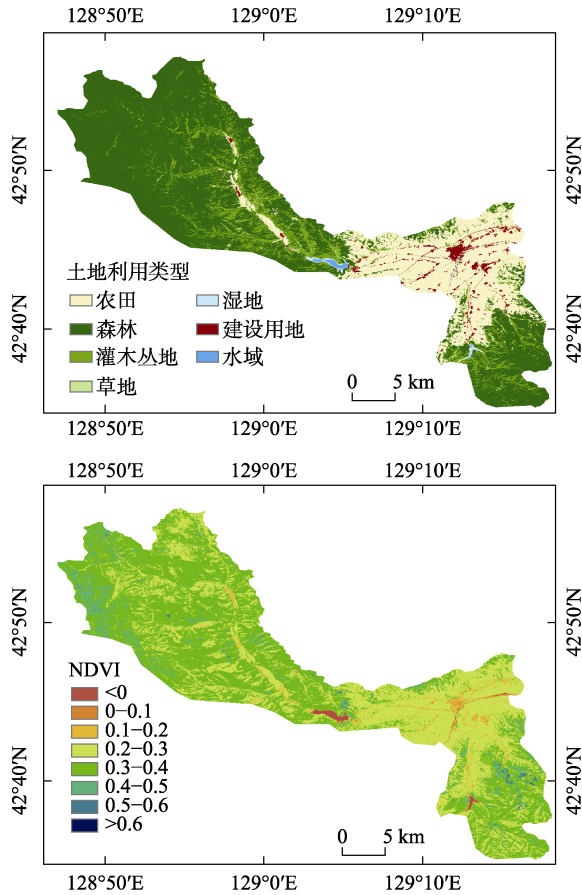


图 9 头道镇土地利用类型与归一化植被指数 (NDVI) 分析图

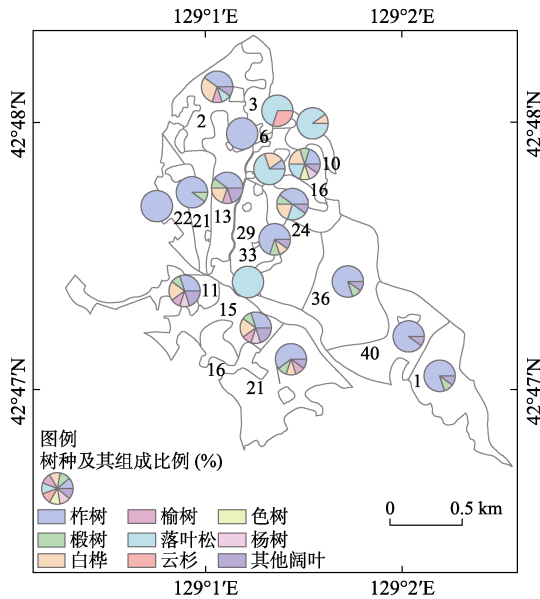


图 10 头道镇林下参分布区各小班的主要树种及其组成比例统计图

表 4 头道镇林下参种植林地树种组成及其比例表

序号	柞树	椴树	白桦	榆树	落叶松	云杉	色树	杨树	其他阔叶
1	90%	—	—	—	—	—	—	—	10%
2	80%	10%	—	—	—	—	—	—	10%
3	70%	10%	10%	—	—	—	—	—	10%
4	—	—	—	—	100%	—	—	—	—
5	40%	10%	20%	10%	—	—	—	—	20%
6	90%	10%	—	—	—	—	—	—	—
7	100%	—	—	—	—	—	—	—	—
8	40%	10%	20%	—	20%	—	—	—	10%
9	40%	—	30%	10%	10%	—	—	—	10%
10	—	—	—	—	70%	30%	—	—	—
11	—	—	10%	—	90%	—	—	—	—
12	100%	—	—	—	—	—	—	—	—
13	20%	10%	20%	—	20%	—	10%	10%	10%
14	10%	—	20%	—	70%	—	—	—	—
15	30%	10%	20%	10%	—	—	—	10%	20%
16	30%	10%	20%	10%	—	—	—	10%	20%
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	60%	10%	10%	10%	—	—	—	—	10%
19	80%	10%	—	—	—	—	—	—	10%

注：— 表示没有对应数据。

中自然屏障的要求。此外，该区域植物多样性丰富，含 58 科 131 属 178 种、6 亚种、9 变种和 1 变型，总计 194 个分类群^[43]。

3.3 产品特性数据

依据《吉林省人参产业条例》^[44]规定，人参相关生产经营主体须对产品实施质量安全检测（第三十一条）；以“野山参”名义销售的产品，必须符合《野山参鉴定及分等质量》（GB/T 18765—2015）^[17]的标准要求（第三十四条）。本研究依据该标准，选取和龙市头道镇大阳沟林下参种植区的生晒野山参样品，系统检测其理化指标（总皂苷、人参皂苷 R_{b1} 、 R_c+R_{g1} 、总灰分、酸不溶灰分、水分）及卫生安全指标（有机氯/有机磷农药残留及有害元素）。所有检测由国家参茸产品质量检验检测中心完成，旨在通过量化数据全面评估案例区野山参的品质特征、药用价值及食用安全性。

3.3.1 感观品质

案例区所产野山参芦、芋、纹、体、须等“五形”齐全，分布千姿百态，极具灵性。纹深皮老，芦碗均匀密集，所产 20 年参龄以上的野山参入等率（特等、一等、二等）可达 50%左右。

3.3.2 理化品质

检测结果表明（表 5），本研究所测生晒野山参样品的人参总皂苷含量为 5.34%，其中人参皂苷 R_{b1} 含量为 1.77%，人参皂苷 R_c+R_{g1} 含量为 1.16%，均高于国家标准《野山参鉴

表 5 头道镇生晒野山参主要理化指标检测结果统计表

检测指标	国家标准限值 ^[17,45]	检测结果	检测方法
人参总皂苷 (%)	≥4.40	5.34	GB/T 18765—2015 ^[17]
人参皂苷 R _{b1} (%)	≥0.40	1.77	GB/T 18765—2015 ^[17]
人参皂苷 R _c +R _{g1} (%)	≥0.60	1.16	GB/T 18765—2015 ^[17]
总灰分 (%)	≤5.00	4.16	GB/T 18765—2015 5.4.2 ^[17]
酸不溶灰分 (%)	≤1.00	0.02	GB/T 18765—2015 5.4.2 ^[17]
水分 (%)	≤12.00	10.6	GB 5009.3—2016 第一法 ^[49]

定及分等质量》(GB/T 18765—2015)^[17]规定。同时,根据《中华人民共和国药典》(2020 版)^[2]的质量标准,人参药材中 R_{b1} 含量不得低于 0.18%, R_c+R_{g1} 不得低于 0.27%(表 6), 本研究所测数值均远高于标准限值,表明样品符合药材质量标准。进一步对比发现,与《地理标志产品 吉林长白山人参》(GB/T 19506—2009)^[45]等 10 项国家标准以及《野山参》(T/THRS 11—2021)^[46]等 12 项团体标准相比,该样品的关键皂苷含量均处于优势水平(表 6),显示其活性成分积累水平高,整体品质优异。

样品总灰分含量为 4.16%,酸不溶灰分为 0.02%,均低于国家限值,说明其无机杂质含量低、纯度较高。水分测定结果为 10.6%。由于《野山参鉴定及分等质量》(GB/T 18765—2015)^[17]仅对野山参粉和野山参片的理化指标作出规定,而未涉及生晒野山参,加之其水分含量存在差异,因此参考《地理标志产品 吉林长白山人参》^[45]生晒野山参以及《生晒参分等质量》^[47]及《红参分等质量》^[48]等相关标准(均要求水分≤12.00%),可认定该样品同样符合标准要求。这表明其在加工与储藏环节控制得当,既保证了质量稳定性,也提升了其作为药材长期保存与进一步加工利用的适宜性。

3.3.3 卫生安全品质

卫生安全指标包括有机氯农药残留(六六六、滴滴涕、五氯硝基苯、七氯、艾氏剂+狄氏剂和氯氰菊酯)、有机磷农药残留(马拉硫磷、对硫磷、久效磷、乐果、甲胺磷、克百威和毒死蜱)、有害元素(铅、镉、砷、汞和铜)。检测结果表明,有机氯和有机磷农药残留指标均未检出。重金属方面,铅、镉、砷和铜均远低于国家标准限值,且汞未检出,表明该野山参在生长过程中未受到农药污染,符合绿色天然药材的特征,安全性得到保障(表 7)。

4 产业发展与可持续管理机制

4.1 政府引导与政策保障

吉林省作为我国人参的核心主产区之一,在国家战略导向和地方政策推动下,始终高度重视人参资源的保护与产业发展,并逐步形成较为完善的制度体系。2022 年,国家有关部门印发“支持吉林人参产业高质量发展的意见”,从种植模式改进、种质资源保护、产业结构优化等方面为人参产业发展提供了明确方向和政策支撑。在地方立法实践中,吉林省于 2010 年出台《吉林省人参管理办法》,确立人参产业的法治框架;2015 年进一步升级为《吉林省人参产业条例》。此后,吉林省政府先后出台《吉林省人参产业“十三五”规划》

表 6 不同技术标准人参皂苷含量比较 单位：%

技术标准		项目	人参皂 苷 R _{bl}	人参皂苷 (R _c +R _{gl})	人参总 皂苷
国家标准	地理标志产品 吉林长白山人参 ^[45]	生晒野山参	≥0.60	≥0.40	≥4.40
	移山参鉴定及分等质量 ^[50]	生晒移山参	≥0.30	≥0.40	≥3.50
	鲜园参分等质量 ^[51]	鲜园参	≥0.20	≥0.30	≥2.50
	红参分等质量 ^[48]	红参	≥0.20	≥0.25	≥2.00
	生晒参分等质量 ^[47]	生晒参	≥0.20	≥0.30	≥2.50
	大力参分等质量 ^[52]	大力参	≥0.20	≥0.25	≥2.00
	活性参分等质量 ^[53]	活性参	≥0.20	≥0.25	≥2.00
	保鲜人参分等质量 ^[54]	保鲜人参	≥0.20	≥0.25	≥2.50
	糖参分等质量 ^[55]	糖参	≥0.10	≥0.15	≥0.50
	蜜制人参分等质量 ^[56]	蜜制人参	—	—	≥0.80
中华人民共和国药典	中华人民共和国药典 (2020 版) ^[2]	人 参 片	≥0.18	≥0.27	—
团体标准	野山参 ^[46]	野山参根及根状物/参粉	≥0.40	≥0.60	≥4.40
		野山参参片	≥0.28	≥0.42	≥3.08
	移山参 ^[57]	移山参根及根状物/参粉	≥0.30	≥0.40	≥3.50
		移山参参片	≥0.21	≥0.28	≥2.45
	鲜园参 ^[58]	鲜园参	≥0.20	≥0.30	≥2.50
	红参 ^[59]	红参根及根状物/参粉	≥0.20	≥0.25	≥2.50
		红参参片	≥0.14	≥0.18	≥1.80
	生晒参 ^[60]	生晒参根及根状物/参粉	≥0.20	≥0.30	≥2.50
		生晒参参片	≥0.14	≥0.21	≥1.8
	大力参 ^[61]	大力参	≥0.20	≥0.25	≥2.00
	活性参 ^[62]	活性参	≥0.20	≥0.25	≥2.00
	保鲜人参 ^[63]	保鲜人参	≥0.20	≥0.25	≥2.50
	糖参 ^[64]	糖参	≥0.10	≥0.15	≥0.50
	蜜制人参 ^[65]	蜜制人参	—	—	≥0.80
	地理标志产品宽甸山参 ^[66]	宽甸山参	≥0.40	≥0.60	≥4.40
	食用人参粉 ^[67]	生晒参粉	—	—	≥2.00
		红参粉	—	—	≥1.60
本案例		生晒野山参	1.77	1.16	5.34

注：— 表示没有对应数据。

(2016 年)、《吉林省长白山人参产业发展“十四五”规划》《关于推动吉林人参产业高质量发展的若干举措》等一系列规范性文件，不断健全资源保护、产业规范和品牌建设的政策体系，为产业可持续发展提供制度保障。在省级战略指引下，和龙市政府结合本地资源优势与产业特色，于 2019 年出台《和龙野山参抚育（种植）系统保护管理办法》，将野山参抚育系统纳入法治化、制度化管理。通过健全保护机制、强化政策支持、推动标准化管

表 7 头道镇生晒野山参重金属指标检测结果 单位: mg/kg

检测指标	国家标准限值 ^[45]	检测结果	检测方法
铅	≤0.50	0.19	GB 5009.12—2023 第二法 ^[68]
镉	≤0.50	0.086	GB 5009.15—2023 第二法 ^[69]
砷	≤2.00	0.026	GB 5009.11—2024 第一篇第一法 ^[70]
汞	≤0.10	未检出	GB 5009.17—2021 第一篇第一法 ^[71]
铜	≤20.0	5.70	GB 5009.13—2017 第三法 ^[72]

理，为野山参的科学保护与可持续利用奠定了坚实基础。

4.2 龙头企业引领与产业协同

延边大阳参业有限公司前身是上世纪 50 年代末国有有人参场，1997 年国营企业改制后成立，是延边州最早从事林下中药材生产的企业，首开林下参规模生产先河。作为和龙市的龙头企业，公司依托和龙市头道镇大阳沟优越的生态环境，逐步形成以林下参为核心的产业体系。林下参存量约千万支，其中 15 年以上参有 500 万支，年采参 3 万支以上，年销售收入超 3,500 万元。依托天然林生态环境，其林下种植模式不施肥、不用药，确保山参自然生长 15 年以上，具备野山参药用价值。企业产品以鲜野山参、生晒野山参、野山参粉、野山参片等初级加工产品为主，并开发参花蜜、山参蜜片等系列产品。种植基地建有“吉林和龙林下参-芝抚育系统”，2021 年入选中国重要农业文化遗产名录，同时成为国家农业综合标准化示范区、吉林省野山参保护示范基地和和龙市大阳沟国家野山参基地。实践表明，龙头企业在技术扩散、风险分担和市场拓展方面具有重要带动作用，不仅推动了林下参产业发展，也为区域生态产业的可持续转型提供了样板。

4.3 生态环境溯源

为加强林下参生境监测，在林下参核心分布区安装了地标生境地面站（图 11），近实时记录林下参种植基地的环境情况，主要包括：气温、降水量、风速、风向、气压、空气湿度、土壤温度、土壤湿度、土壤电导率、负氧离子、光照强度和物候等指标。此外，政府与企业引入气象监测、无人机巡查和物联网感知等技术，建立多源数据驱动的生境溯源系统，提升了生态产品的透明度、市场信任度和附加值。



图 11 案例区林下参种植区地标生境地面站

5 社会经济发展与文化遗产

5.1 社会经济概况

截至 2024 年底，和龙市总人口约 14.73 万人，近十年人口呈现减少的趋势（图 12a）。境内有朝、汉、满、蒙、回、壮等 11 个民族，其中，朝鲜族人口约占总人口的 50%，汉族占近 48%，其他民族约占 2%。近些年地区生产总值（GDP）呈现增加趋势，2024 年 GDP 为 43.71 亿元（图 12b）。头道镇下辖 2 个社区、16 个行政村、136 个村民小组，总户数 9,661 户，总人口 2.52 万人^[25]。近年来，和龙市在乡村振兴和绿色发展战略的引导下，形成了以生态农业、边境贸易和特色文化旅游为支撑的经济发展格局。林下参产业作为重要的生态型产业，不仅提升了森林资源利用效率，还成为区域经济增长的重要引擎。

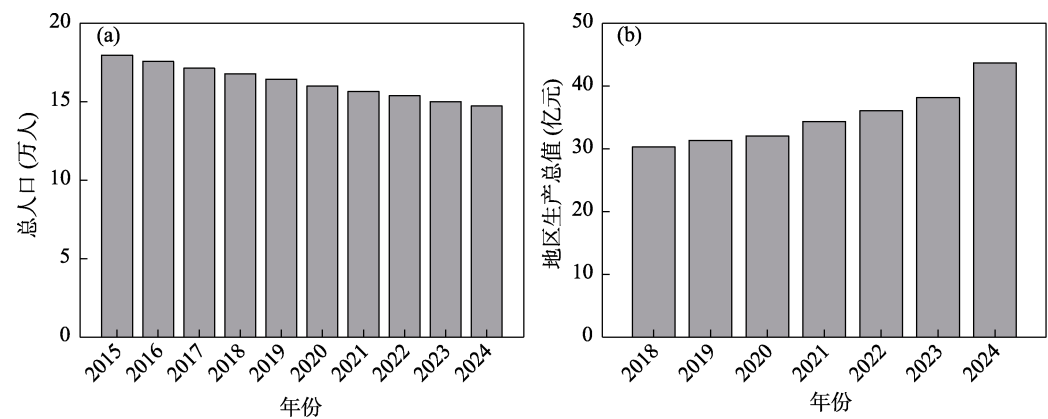


图 12 和龙市户籍人口和地区生产总值统计图

5.2 人参种植栽培历史沿革

和龙市人参采集历史可追溯至公元 742 年渤海国时期，当时和龙境内设有中京显德府，为渤海国的政治经济中心之一。据《旧唐书·渤海传》记载，自唐朝时期，渤海国就利用上等长白山野生人参向唐王朝进贡，并用于民间易货贸易。清初实行“八旗分山制”，划分参山供八旗采挖。据清朝吉林参务档案记载，英额岭（含今和龙市头道镇大阳沟）是当时重要的皇家贡参核心产区。康熙十六年（1677 年），清廷将长白山（包含和龙全境）划为封禁区，严禁私采^[26]。清中后期，因官采滥伐与盗采，野生人参濒临枯竭，民间秘密探索移植及林下播种技术^[73]。1881 年清政府解禁秧参（人工种植）并设参营。清末官办参业衰败，民办参业逐渐成为产业基础^[15,74]。新中国成立后，1954 年农业合作社首开栽培人参，1959 年国营农场跟进，但多因管理不善中止。后期随着政府资金扶持，技术改进促进了人参产量提高。1980 年代承包制转型，国营参场持续经营，集体参场多转为私营，人参种植面积有所下降^[26,75-77]。1999 年大阳参业整合国营资源，逐步推动林下参产业链现代化转型。2005 年林下参入《中国药典》，2008 年纳入国标《野山参鉴定及分等质量》（GB/T 18765—2008）划为野山参，2015 年国标修订（GB/T 18765—2015）要求野山参需自然生长 15 年以上，推动产业向标准化发展^[28]。林下参的栽培体系是将人参种子直播于适宜林下环境自然生长，无需施肥、农药，是一种无公害栽培人参的有效途径。历经野生采集、技术探索到规模化

生产,和龙市形成以仿野生技术为核心的产业体系,其入选国家级农业文化遗产的实践,成为生态与经济协同发展的典范。

5.3 民族文化与人参文化传承

和龙作为女真族(满族)、汉族、朝鲜族等世代聚居区,民族文化与人参文化在此深度交融并延续发展。人参不仅是重要的药材与经济资源,更承载着健康祈愿、礼俗交往和精神象征,被尊为“百草之王”。当地延续着神秘的挖参习俗,融合了“抬大留小”“养山护林”的生态伦理,以及“择时观山”“梳篦排棍”等传统技艺,构建出独具特色的参俗文化体系。依托世代积累的经验,形成了林地遮荫、腐殖土培育等仿生栽培技术,推动林下人参产业科学发展。随着产业规模化推进,相关技艺与文化通过非遗保护、节庆展演和文旅融合得以系统传承,形成“以参养林”的可持续发展模式。

6 讨论与结论

和龙市作为长白山温带山地生态屏障的重要组成部分,凭借其独特的地理条件、气候特征与土壤优势,为林下参提供了理想的生态环境。研究表明,案例区雨热同季、夏季温凉、冬季严寒,结合适宜的土壤、植被条件以及优质的水源等,共同塑造了有利于林下参生长的优越生态位。特别是在理化品质、卫生安全品质等方面,案例区野山参显示出显著的品质优势。林下参种植模式不仅契合了生态保护和绿色发展的要求,也实现了资源保护与产业效益的双重提升。政府与龙头企业的协同发展推动了产业的规范化、规模化进程,进一步保障了生态系统的稳定性及经济的可持续性。然而,气候变暖所带来的不确定性仍是人参产业面临的主要挑战之一。未来,还须加强产学研深度融合,延伸产业链,提升高附加值产品的竞争力,进一步完善政策支持体系与生态补偿机制,促进合作社与企业共建绿色产业体系。同时,深入挖掘人参产品及其文化价值,融合现代科技与旅游业,形成“生态+文化+产业”的多维融合发展格局,从而全面提升区域的竞争力与生态文明建设水平。

作者分工:王红对本案例做了总体设计;王红,尹慧颖,陈朋,王婷婷,丁应龙参加了案例研究的实地考察,进行了土壤和水样的采集工作;金日国,徐玉华,尹慧颖,崔彬,管海洋,黄岩,于佳梦,张泽扬,朱盛楠,李洪日,汪庭瑞和陈朋提供了地区或者企业相关数据与资料等支持;王红,胡伟,王宏杰,王冬,马樱元和崔赫参与数据分析及论文撰写。

致谢:感谢中国科学院地理科学与资源研究所刘闯、王振波和宋献方研究员在本案例数据和论文完成过程中给予的指导和帮助!感谢和龙市各部门和延边大阳参业有限公司的支持与配合!

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] 李时珍.本草纲目[M].北京:化学工业出版社,2022.
- [2] 国家药典委员会.中华人民共和国药典(2020年版)[M].北京:中国医药科技出版社,2020.
- [3] 张浩.人参活性成分蛋白质、氨基酸、有机酸及核苷类成分研究[D].长春:吉林大学,2016.

- [4] 蔡泳昱. 基于肠-脑轴研究林下参皂苷组分抑制神经炎症的作用机制[D]. 长春: 长春中医药大学, 2024.
- [5] Hao, D. C., Gu, X. J., Xiao, P. G. Phytochemical and biological research of *Panax* medicinal resources [J]. *Medicinal Plants*, 2015, 641–670.
- [6] 李海军. 林下参化学成分及 SD 大鼠皮下注射 Rh2 药理和药动学的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2012.
- [7] 钟方丽. 林下参化学成分及其生物活性的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2008.
- [8] 李方彤. 林下参总皂苷基于“肠-免疫”轴发挥大补元气的物质基础及作用机制研究[D]. 长春: 长春中医药大学, 2024.
- [9] 冯所芹, 罗婷, 刘丽霞等. 人参皂苷抗氧化应激作用及其机制的研究进展[J]. *现代中药研究与实践*, 2025, 39(4): 82–87.
- [10] 吕耀博. 野山参超微粉的抗疲劳作用及其机制[D]. 长春: 吉林大学, 2023.
- [11] 赵锦花. 长白山地区人参精油成分特征及其对延缓皮肤光衰老差异性研究[D]. 延边: 延边大学, 2024.
- [12] 叶康, 黄晶, 朱中生. 野山参粉治疗射血分数降低的心力衰竭的临床研究[C]. 关爱生命大讲堂之生命关怀与智慧康养系列学术研讨会, 2025.
- [13] 于海业, 张蕾. 人参生长光环境研究进展[J]. *生态环境*, 2006, 15(5): 1101–1105.
- [14] 沈亮, 徐江, 董林林等. 人参栽培种植体系及研究策略[J]. *中国中药杂志*, 2015, 40(17): 3367–3373.
- [15] 纪瑞峰, 蔡佳良, 程蒙等. 中国古代人参的时空分布与近现代野生人参资源分布现状[J]. *亚太传统医药*, 2024, 20(7): 203–209.
- [16] 吉林省农业农村厅. 吉林省长白山人参产业高质量发展规划(2025 年–2030 年)[Z]. 2025. https://www.baidu.com/link?url=DyL51EifK17AVg6S_J_D2iqNhu_CSHff3tUhtL2jj1FT1-VlvKd_2Fd-RO4C79y-zx8xdl_ryKr2v9ju5gHB9QRqL-wqjIgLKihDIY--9i&wd=&eqid=f5fb8f9f0009a8c0000000066a2fc9bc.
- [17] 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. 野山参鉴定及分等质量(GB/T 18765—2015)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [18] 全国参茸产品标准化技术委员会(SAC/TC 403). 野山参人工繁衍护育操作规程(GB/T 22531—2015)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [19] 张龚敏, 张红梅, 黄清等. 林下山参外形性状和生长年限的相关性研究[J]. *中成药*, 2024, 46(2): 684–688.
- [20] 徐亚鹏, 徐鑫哲, 孔令蕙等. 不同参龄的林下参主要农艺性状、土壤养分及营养成分相关性分析[J]. *江苏农业科学*, 2025, 53(13): 223–232.
- [21] 周欣腾. 不同生长年限栽培人参(*Panax ginseng* C. A. Meyer)中皂苷合成的转录调控研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2023.
- [22] 余江锋, 李育平, 何伟等. 吉产不同生长年限人参中 8 种主要人参皂苷与人参皂苷 Rg1 比值的变化规律研究[J]. *中国药房*, 2019, 30(1): 31–35.
- [23] 王红, 金日国, 胡伟等. 和龙头道野山参-林下参温带针阔混交林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.2026.03.04.V1>. <https://cstr.esi.cn/CSTR:20146.11.2026.03.04.V1>.
- [24] 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策[OL]. [https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05\(2017年更新\)](https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05(2017年更新)).
- [25] 和龙市人民政府. 和龙年鉴(2023)[M]. 2024.
- [26] 和龙县地方志编纂委员会. 和龙县志[M]. 长春: 吉林文史出版社, 1992.
- [27] 毕伯钧. 人参气候生态及适宜栽培地选择的研究[J]. *植物生态学与地植物学丛刊*, 1985, 9(2): 92–100.
- [28] 金慧, 周经纬. 林下参人工种植培育研究[J]. *人参研究*, 2007(4): 2–5.
- [29] 陈雅茹, 韩梅, 程林等. 林下参皂苷含量与生态因子的相关性研究[J]. *中草药*, 2023, 54(8): 2588–2595.

- [30] 朱宏涛, 李江, 李元等. 人参属植物的悬浮培养及次生代谢调控的研究进展[J]. 西部林业科学, 2011, 40(1): 87–96.
- [31] 马树庆, 梁洪海. 长白山区人参栽培气候生态适应性及其分布的研究[J]. 自然资源学报, 1991(1): 63–70.
- [32] Wang, H., Sun, F. B., Liu, F., *et al.* Reconstruction of the pan evaporation based on meteorological factors with machine learning method over China [J]. *Agricultural Water Management*, 2023, 287: 108416.
- [33] 刘伟玮, 刘某承, 李文华等. 落叶松-人参复合系统的植物多样性和碳储量特征[J]. 林业科学, 2016, 52(9): 124–132.
- [34] 张亚玉. 不同生长环境下人参根区土壤肥力特性研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2016.
- [35] 孙媛. 人参根系分泌物皂苷与锈腐病菌的相互作用研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2024.
- [36] 张萌. 人参主根及根茎形态建成的分子生态机制研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2024.
- [37] 吉林省质量技术监督局. 有机林下参生产技术规范 (DB22T 1730—2012) [S]. 2012.
- [38] 国务院第三次全国土壤普查领导小组办公室. 第三次全国土壤普查技术规范 (修订版) [S]. 2022.
- [39] 中华人民共和国国土资源部. 土地质量地球化学评价规范 (DZ/T 0295—2016) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [40] 中华人民共和国生态环境部, 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.
- [41] 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.
- [42] 高英旭, 胡博, 刘吉慧等. 不同立地条件下参生长特征研究[J]. 辽宁林业科技, 2023(5): 20–22.
- [43] 李琦. 长白山东部地区林下参种植地植物群落特征及多样性研究——以延边大阳参业公司种植基地为例[D]. 延边: 延边大学, 2024.
- [44] 吉林省人参产业条例[Z]. (2026-01-02). http://agri.jl.gov.cn/gk/zcfg/fg/202601/t20260102_3542914.html.
- [45] 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.
- [46] 吉林人参研究院, 通化师范学院人参学院, 通化青山实业集团有限公司等. 野山参(T/THRS 11—2021)[S]. 通化县人参产业协会, 2021.
- [47] 全国参茸产品标准化技术委员会(SAC/TC 403). 生晒参分等质量(GB/T 22536—2018)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [48] 全国参茸产品标准化技术委员会(SAC/TC 403). 红参分等质量(GB/T 22538—2018)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [49] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中水分的测定(GB 5009.3—2016)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [50] 全国参茸产品标准化技术委员会(SAC/TC 403). 移山参鉴定及分等质量(GB/T 22532—2015)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [51] 全国参茸产品标准化技术委员会(SAC/TC 403). 鲜园参分等质量(GB/T 22533—2018)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [52] 全国参茸产品标准化技术委员会(SAC/TC 403). 大力参分等质量(GB/T 22537—2018)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [53] 全国参茸产品标准化技术委员会(SAC/TC 403). 活性参分等质量(GB/T 22535—2018)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [54] 全国参茸产品标准化技术委员会(SAC/TC 403). 保鲜人参分等质量(GB/T 22534—2018)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [55] 全国参茸产品标准化技术委员会(SAC/TC 403). 糖参分等质量(GB/T 22539—2018) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.

- [56] 全国参茸产品标准化技术委员会(SAC/TC 403). 蜜制人参分等质量(GB/T 22540—2018)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [57] 吉林人参研究院, 通化师范学院人参学院, 集安市人参研究所等. 移山参(T/THRS 12—2021)[S]. 通化县人参产业协会, 2021.
- [58] 吉林人参研究院, 通化师范学院人参学院, 通化县市场监督管理局等. 鲜园参(T/THRS 1—2021) [S]. 通化县人参产业协会, 2021.
- [59] 吉林人参研究院, 通化师范学院人参学院, 康美新开河(吉林)药业有限公司等. 红参(T/THRS 6—2021)[S]. 通化县人参产业协会, 2021.
- [60] 吉林人参研究院, 通化师范学院人参学院, 通化青山实业集团有限公司等. 生晒参(T/THRS 4—2021)[S]. 通化县人参产业协会, 2021.
- [61] 吉林人参研究院, 通化师范学院人参学院, 集安市人参研究所等. 大力参(T/THRS 5—2021)[S]. 通化县人参产业协会, 2021.
- [62] 吉林人参研究院, 通化师范学院人参学院, 吉林省参威人参产品科技股份有限公司等. 活性参(T/THRS 3—2021)[S]. 通化县人参产业协会, 2021.
- [63] 吉林人参研究院, 通化师范学院人参学院, 吉林省参威人参产品科技股份有限公司等. 保鲜人参(T/THRS 2—2021)[S]. 通化县人参产业协会, 2021.
- [64] 吉林人参研究院, 通化师范学院人参学院, 吉林省参威人参产品科技股份有限公司等. 糖参(T/THRS 7—2021)[S]. 通化县人参产业协会, 2021.
- [65] 吉林人参研究院, 通化师范学院人参学院, 通化县市场监督管理局等. 蜜制人参(T/THRS 8—2021)[S]. 通化县人参产业协会, 2021.
- [66] 宽甸满族自治县人参协会, 宽甸满族自治县食品药品检验检测中心, 宽甸满族自治县农业农村发展服务中心. 地理标志产品宽甸山参(T/KRSX 0002—2021)[S]. 宽甸满族自治县人参协会, 2021.
- [67] 吉林人参研究院, 华润三九医药股份有限公司, 吉林农业大学中药材学院等. 食用人参粉(T/FSRS 6.11—2023, T/THRS 19—2023)[S]. 抚松县人参协会, 通化县人参产业协会, 2023.
- [68] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中铅的测定(GB 5009.12—2023)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
- [69] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中镉的测定(GB 5009.15—2023)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
- [70] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定(GB 5009.11—2024)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2024.
- [71] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定(GB 5009.17—2021)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- [72] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中铜的测定(GB 5009.13—2017)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [73] 张敏. 清代人参采集范围变迁研究[J]. 史学集刊, 2023, 6: 136–140.
- [74] (清)吴其濬. 植物名实图考校释[M]. 北京: 中医古籍出版社, 2008.
- [75] 和龙市地方志编纂委员会. 和龙市志(1988–2000)[M]. 长春: 吉林人民出版社, 2008.
- [76] 王振华. 和龙林业局志[M]. 延边: 延边朝鲜族自治州林管局, 1988.
- [77] 杨相, 吴卫刚, 郭亮等. 中国人参产区变迁及不同时期种植、市场情况分析[J]. 中国现代中药, 2023, 25(11): 2422–2427.