

浑江五味子三道沟镇河谷阶地地标生境案例研究

卢宏伟^{1*}, 许 铎², 杨 爽³, 张梦瑶³, 杨云飞¹, 张慧智⁴, 薛宇轩¹,
雷 虹¹, 崔毓伟⁵, 王 磊⁵, 张富森⁵, 彭立达⁵, 冯 华³,
谷平川^{6,7}, 王 祥⁸, 鹿国玉⁹, 潘宏刚¹⁰, 王士杰¹¹

1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 吉林省白山市浑江区人民政府, 浑江 134300; 3. 白山市市场监督管理局浑江分局, 浑江 134300; 4. 北京市农林科学院数据科学与农业经济研究所, 北京 100097;
5. 吉林省白山市浑江区三道沟镇, 浑江 134307; 6. 三道沟强农联合社, 浑江 134307; 7. 吉林省白山市浑江区三道沟镇滴台村, 浑江 134307; 8. 吉林省白山市浑江区三道沟镇二道沟村, 浑江 134307; 9. 吉林省久仙草农副产品加工有限责任公司, 浑江 134307; 10. 白山市德百财生态科技有限公司, 浑江 134307;
11. 吉林农业科技学院, 吉林 132109

摘 要: 吉林省白山市浑江区三道沟镇, 面积 426.62 km², 下辖 6 个行政村, 总人口 2,812 人, 地处中温带大陆性季风气候区, 春秋更迭, 四季分明, 雨量充沛, 日照充足。三道沟镇土壤肥沃且土质优质, 土壤检测结果符合国家土壤环境质量和农用地土壤污染管控标准, 灌溉用水源自天然降水和鸭绿江支流, 水质优良, 水体检测结果符合国家地表水环境质量的 I 类水标准和生活饮用水卫生标准, 适宜五味子的生长。2024 年五味子种植面积为 450.8 hm²。产于三道沟镇的五味子, 其五味子醇甲含量(干重)高于《中华人民共和国药典》标准, 且含有丰富的黄酮和氨基酸, 药用价值丰富、产品品质优良。本案例以科学数据为依据, 总结了浑江五味子三道沟镇河谷阶地生境保护与可持续发展模式。该案例数据集由 5 个部分组成: (1) 案例范围; (2) 自然地理数据; (3) 五味子品种特性数据; (4) 产业发展和经营管理数据; (5) 照片数据。存储格式为.shp、.docx、.jpg、.tif 和.xlsx, 数据量为 37.8 MB (压缩为 1 个文件, 29.4 MB)。

关键词: 长白山; 五味子; 三道沟镇; 地标生境; 案例 30

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.03.03>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.03.03>

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.2026.02.05.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.02.05.V1>.

1 前言

五味子科(Schisandraceae)隶属于木兰亚纲八角目, 包括五味子属(*Schisandra Michx.*)

收稿日期: 2025-10-16; 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: 卢宏伟, 中国科学院地理科学与资源研究所, luhw@igsnr.ac.cn

数据引用方式: [1] 卢宏伟, 许铎, 杨爽等. 浑江五味子三道沟镇河谷阶地地标生境案例研究[J]. 全球变化数据学报, 2026, 10(3): 249–266. <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.03.03>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.03.03>.

[2] 卢宏伟, 许铎, 杨爽等. 浑江区五味子三道沟镇山间河谷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.2026.02.05.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.02.05.V1>.

和南五味子属 (*Kadsura Kaempf. Ex Juss*)。全球五味子科植物共发现 39 种，其中，中国原产 29 种，主要分布于中国华北、东北、内蒙古及河南等地。中国是五味子科植物分布最为集中的地区^[1]。此外，俄罗斯远东、朝鲜半岛、日本、印度也有分布，但规模较小。中国作为常用中药五味子来源的主要是五味子（北五味子）(*S. chinensis*) 和华中五味子（南五味子）(*S. sphenanthera*) 两类植物的干燥成熟果实，因其果肉味酸、甘，核微辛、苦，且具有咸味而具名^[2]。北五味子主产于东北三省，果实大、肉厚，颜色深红至紫黑，药用成分含量高、药效强^[3]。南五味子主产于湖北、河南、陕西、山西、甘肃等省，果实较小，颜色偏红，药效相对较弱^[4]。

吉林省白山市浑江区三道沟镇地处吉林省东南部，长白山麓，属中温带大陆性季风气候，四季更迭分明，降雨充沛，年日照充足，具有独特的地理位置和小流域气候特点，为五味子提供了优良的生长环境。目前，长白山五味子为国家地理标志产品（图 1），白山市浑江区三道沟镇属于长白山五味子地理标志产品保护产地范围。



图 1 浑江区三道沟镇五味子

本研究汇编和分析了浑江区三道沟镇生态环境和五味子产品特性等数据，研发了浑江五味子三道沟镇河谷阶地生境保护与可持续发展案例数据集，该案例为长白山系列案例之一，旨在为浑江五味子三道沟镇河谷阶地地标生境案例区的发展提供科学支撑。

2 数据集元数据简介

《浑江区五味子三道沟镇山间河谷地标生境案例数据集》^[5]的元数据包括：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、数据共享政策等内容，其具体信息见表 1。

3 案例数据研发

3.1 案例区范围

浑江区地处吉林省东南部，长白山麓，西接通化市通化县，北同柳河县交界，南与集

表 1 《浑江区五味子三道沟镇山间河谷地标生境案例数据集》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	浑江区五味子三道沟镇山间河谷地标生境案例数据集
数据集短名	HunjiangSchisandraChinensisCase30
作者信息	卢宏伟, 中国科学院地理科学与资源研究所, luhw@igsnr.ac.cn 许 铎, 吉林省白山市浑江区人民政府, 781482619@qq.com 杨 爽, 白山市市场监督管理局浑江分局, 59330666@qq.com 张梦瑶, 白山市市场监督管理局浑江分局, 554286240@qq.com 杨云飞, 中国科学院地理科学与资源研究所, yangyunfei24@mailsucas.ac.cn 张慧智, 北京市农林科学院数据科学与农业经济研究所, zhanghui24@baafs.net.cn 薛宇轩, 中国科学院地理科学与资源研究所, xueyx.20b@igsnr.ac.cn 雷 虹, 中国科学院地理科学与资源研究所, leihong251@mailsucas.ac.cn 崔毓伟, 吉林省白山市浑江区三道沟镇, 18743919177@139.com 王 磊, 吉林省白山市浑江区三道沟镇, 13943938898@139.com 张富森, 吉林省白山市浑江区三道沟镇, 58823121@qq.com 彭立达, 吉林省白山市浑江区三道沟镇, 13943911515@139.com 冯 华, 白山市市场监督管理局浑江分局, 329900785@qq.com 谷平川, 三道沟强农联合社、吉林省白山市浑江区三道沟镇滴台村, 16604392777@139.com 王 祥, 吉林省白山市浑江区三道沟镇二道沟村, 13843903983@139.com 鹿国玉, 吉林省久仙草农副产品加工有限责任公司, jljxc2025@126.com 潘宏刚, 白山市德百财生态科技有限公司, 178920576@qq.com 王士杰, 吉林农业科技学院, 172975673@qq.com
地理区域	吉林省白山市浑江区三道沟镇: 北纬 41°29'50"—41°48'10", 东经 126°22'41"—126°41'18"
数据年代	2025 年
数据格式	.xlsx、.shp、.tif、.jpg、.docx
数据量	37.8 MB (压缩后 29.4 MB)
数据集组成	案例区边界数据; 自然地理数据; 品种特性数据; 产业发展和经营管理等
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 ^[6]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

安市接壤, 东临江源区和临江市, 东南与朝鲜民主主义人民共和国隔江相望, 边境线长 45 km, 下辖 8 个街道和 4 个镇 (图 2)¹。目前, 全区特色农业总面积达到 20.67 km², 中药材种植面积 8 km², 种植品种达 30 余种。

案例区所在的三道沟镇隶属于吉林省白山市浑江区, 地处浑江区南部 (北纬 41°29'50"—41°48'10", 东经 126°22'41"—126°41'18"), 东与朝鲜慈城郡隔江相望, 南与集安市青石镇接壤, 西与红土崖镇相连, 北与临江市苇沙河镇毗邻, 边境线长 45 km, 行政区

¹ 资源环境科学数据平台. <https://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=333>.

域面积 426.62 km²，下辖 6 个行政村，总人口 2,812 人（图 2）。目前，三道沟镇为三道沟五味子主要种植区，种植面积达 4.51 km²，年产鲜果约 6,956 t。

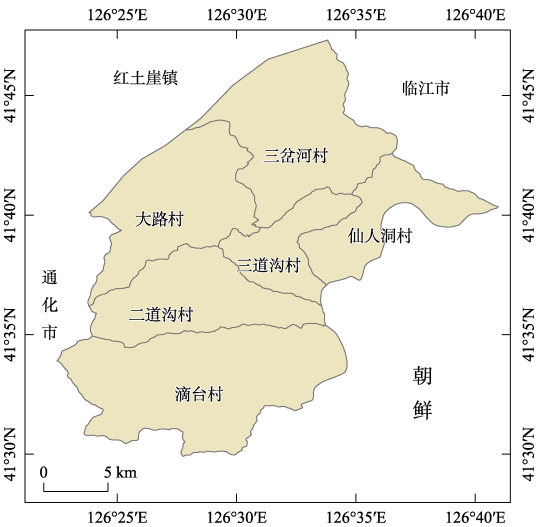


图 2 三道沟镇地理位置及行政区划图
(依据审图号为 GS(2019)3333 号的标准地图制作)

3.2 生态环境数据

3.2.1 地形地貌

案例区地处龙岗山与老岭中山低山区，地势北高南低，境内山岭起伏，山高林密，层峦叠嶂，沟壑错列，主要山脉有老虎山岭、老秃顶子岭、大海南坡岭、老亮子山岭、头道阳岔岭、卜鸽洞沟岭等。案例区境内地貌主要为小起伏中山、中起伏低山和中起伏中山²，其中，中起伏中山面积为 390.54 km²，占案例区总面积的 91.54%，是最主要的地貌类型，广泛分布于案例区内；小起伏中山面积为 18.04 km²，占案例区总面积的 4.23%，分布于案例区西北部；中起伏低山面积为 18.04 km²，占案例区总面积的 4.23%，分布于案例区东南部。依据 SRTM 3 的 90-m 高程数据³及坡度分析，案例区高程介于 283 m–1,512 m 之间（图 3），境内最高点位于老虎山，最低点位于鸭绿江畔，坡度在 0°–55.8°之间（图 4），其中，河谷地区地势平坦，平均海拔和坡度分别为 424.88 m 和 9.67°，是五味子的主要种植区。

3.2.2 气候条件

浑江区三道沟镇地处中温带，具有明显的中温带大陆性季风气候，春秋更迭，四季分明，具体表现为夏季温和多雨，春冬寒冷少雨，昼夜温差显著，气温年较差和日较差大。根据白山气象站（54371 号）长期监测数据，案例区 1985 年–2024 年多年平均气温为 5℃，最高气温 36.5℃，最低气温–35.1℃，多年平均降水量 888.9 mm，年内温度和降水变化明

² 资源环境科学数据平台. 中国 100 万地貌类型空间分布数据. <https://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=124>.
³ NASA, NIMA. <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

显，季节分配高度不均，夏季降水占全年 50%以上而冬季降水不足全年 5%，具有典型的雨热同期特征；多年平均相对湿度达 71%，无霜期 115–140 天，多年平均风速 1.8 m/s，多年平均日照时数为 2,181.5 h，全年日照资源充沛且年内光照分布相对均匀（图 5、图 6）。这种昼夜温差大、雨热同期、光照充沛的气候条件为三道沟五味子干物质积累、水分供给等提供了尤为适宜的生境。

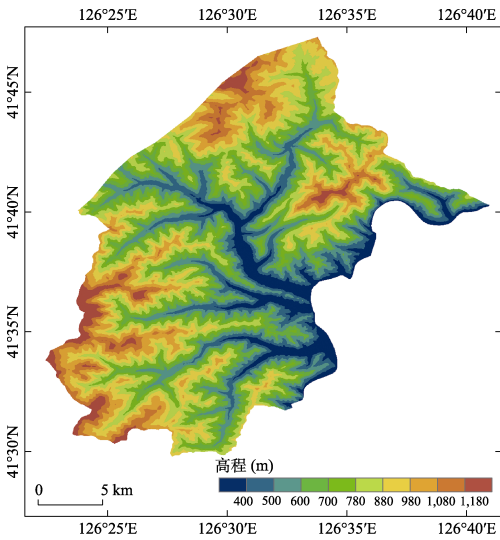


图 3 三道沟镇高程分类图

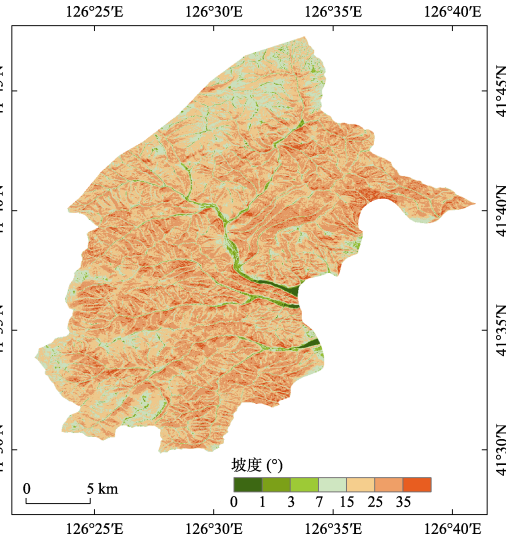


图 4 三道沟镇地形坡度分类图

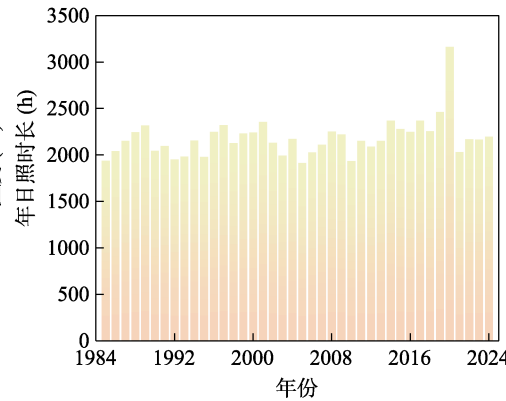
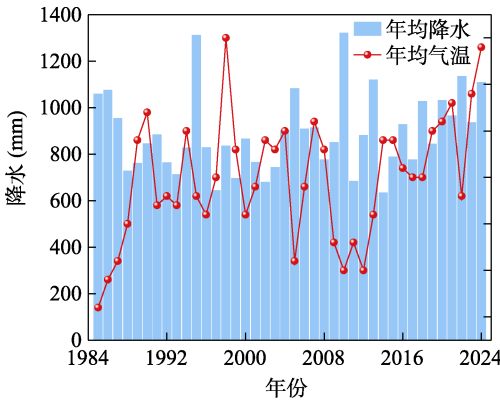


图 5 浑江区年平均气温、年平均降水量和年平均日照时长变化图（1985–2024）

3.2.3 五味子种植区和植被覆盖特征

通过对谷歌地球遥感数据进行目视解译,获得案例区五味子种植区(图 7),将其与 30-m 分辨率的全国土地覆盖数据集^[7]对比表明,五味子种植区与案例区的农田分布相似,主要分布于案例区中部和东部的海拔地势较低、坡度较缓的山谷河谷地区。基于 2024 年 TM 卫星遥感影像⁴对案例区植被覆盖情况进行分析,发现当地森林资源丰富,NDVI 分布格局与

⁴ Earth Resources Observation and Science (EROS) Center. Landsat 4-5 Thematic Mapper Collection 2 Level-2. U.S. Geological Survey, 2024. <https://data.usgs.gov/datacatalog/data/USGS%3AEROS5e83d1193824e4fc>.

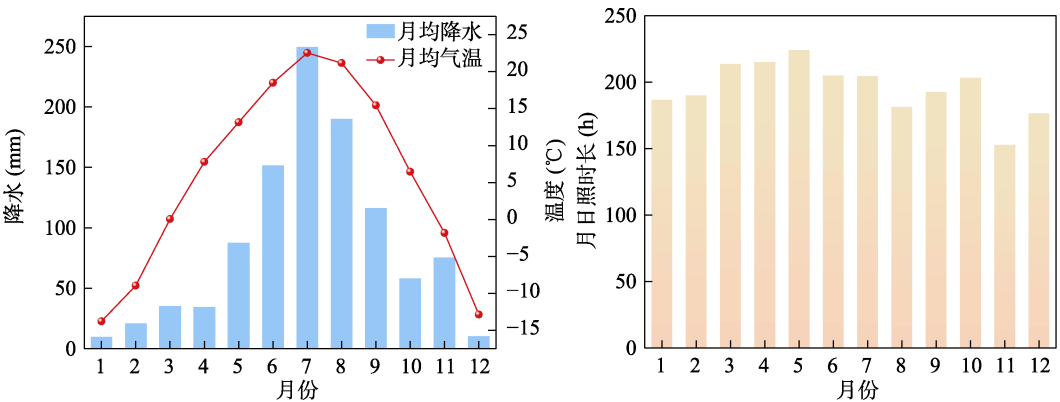


图6 近5年浑江区月平均气温、月平均降水量和月平均日照时长变化图

森林覆盖高度一致，植被状况整体优良、生态系统相对稳定，能够为五味子的种植和栽培提供理想的生态环境，有助于促进五味子的可持续发展（图8）。

3.2.4 土壤环境条件

案例区最主要的土壤类型为淋溶土中的暗棕壤，这种土壤通常在温带湿润季风气候和针阔混交林下发育形成，广泛分布于我国东北地区。暗棕壤表层腐殖质积聚，全剖面呈中至微酸性反应，适宜五味子的生长。为了探究案例区土壤环境条件，本研究在案例区布设了15个土壤采样点，每个采样点按照间隔20 cm 分层采集土样，共采集57个土壤样品，采样最大深度介于40–100 cm，平均采样深度80 cm，覆盖案例区下辖6个村庄的五味子主

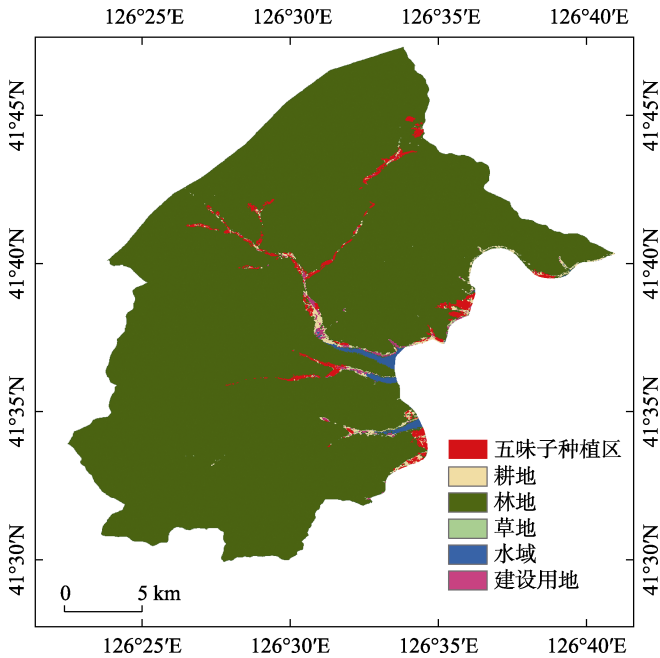


图7 三道沟镇土地利用和五味子种植区分布图

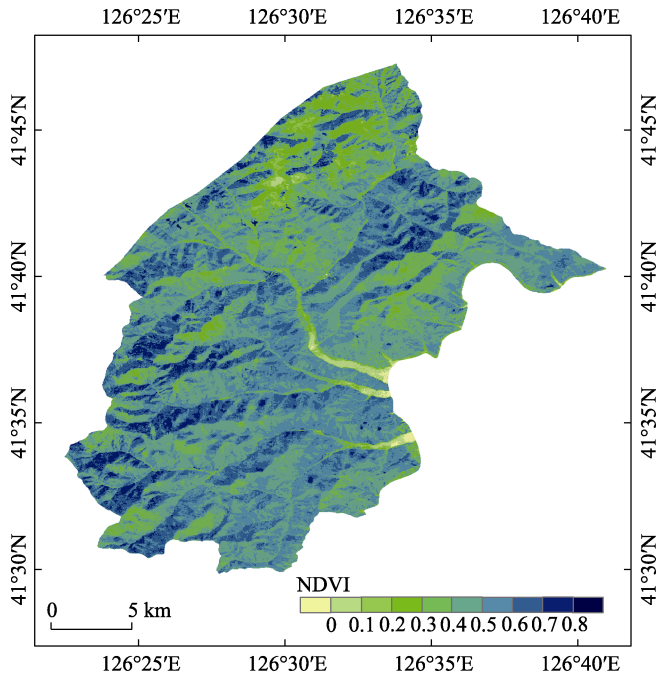


图 8 三道沟镇植被指数（NDVI）空间分布图（2024）

要种植区（图 9），并由中国科学院地理科学与资源研究所室内测试平台（CMA 认证）对 57 个土样的 pH 值、有机质、全氮、全钾、速效磷、速效钾等土壤肥力指标和汞、砷、镉、铬、铅、锌、铜、镍等土壤重金属指标进行检测分析。

案例区土壤肥力指标检测结果如图 10 所示。土壤 pH 值介于 4.02–7.95 之间，平均值为 5.88，土壤总体呈弱酸性至中性。尽管现有文献多认为五味子的最适土壤 pH 为 5.5–6.5，

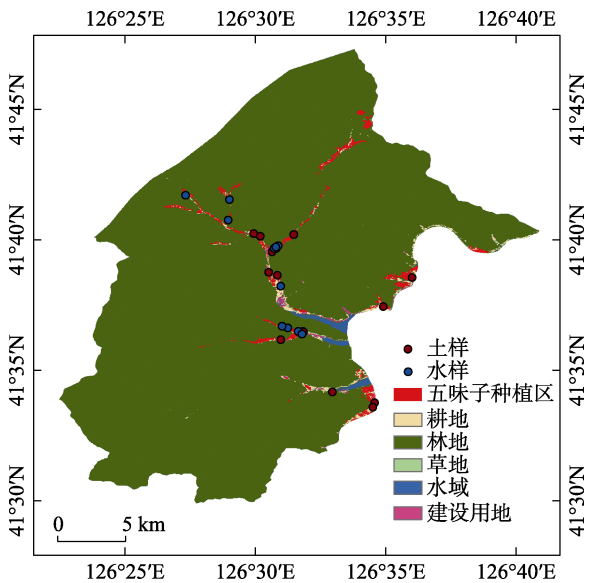


图 9 三道沟镇水、土采样点示意图

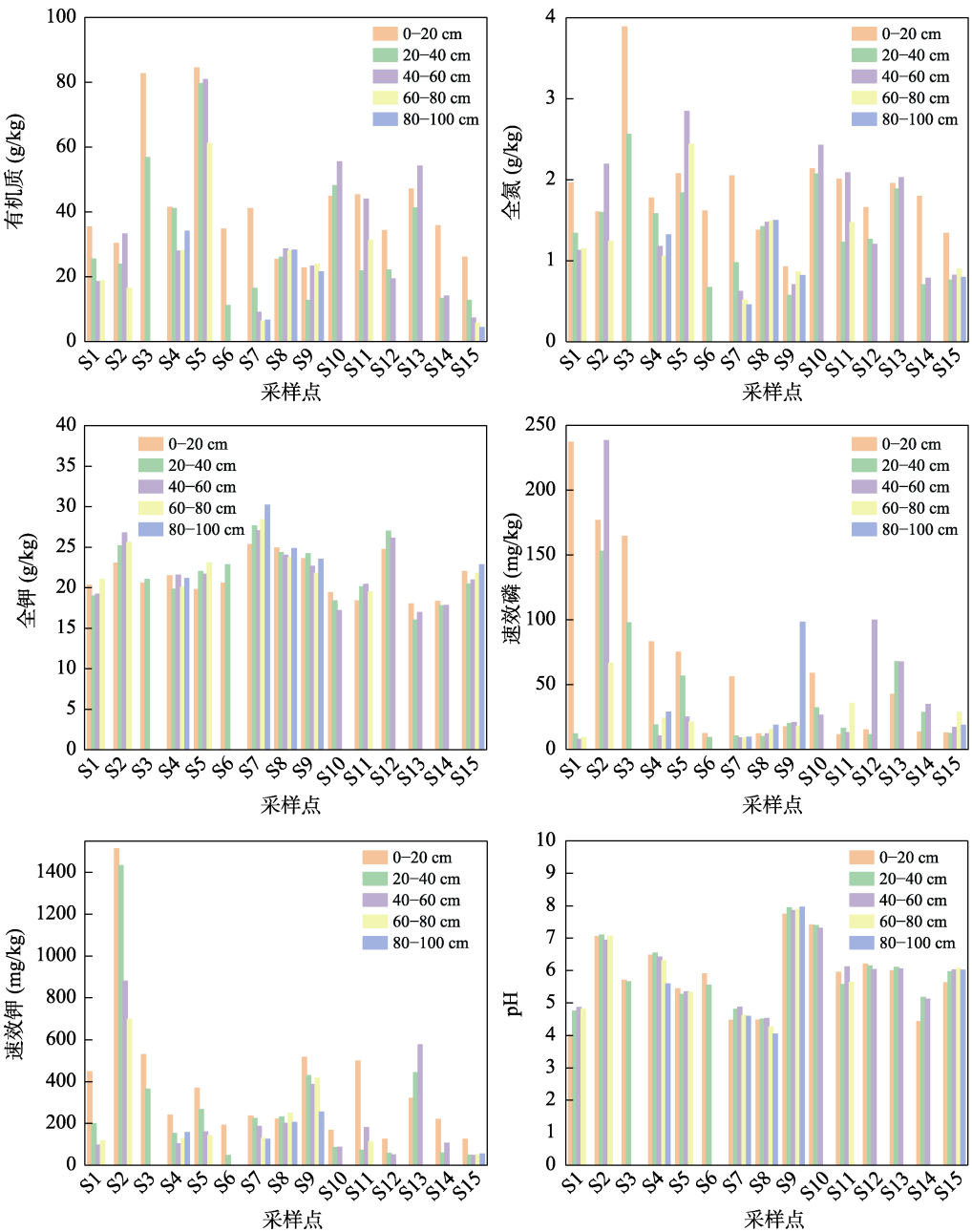


图 10 三道沟镇土壤肥力指标检测结果统计图

但在案例区十余年的栽培实践中，处于非最适 pH 范围（如 $\text{pH} > 7$ ）的点，其五味子长势及果实表型指标与适宜范围内点位并无显著差异。这可能与该区域土壤含有丰富的有机质及较高的基础肥力有关，即良好的土壤肥力在一定程度上缓冲了酸碱度偏移带来的胁迫，提升了五味子对土壤 pH 值的适应能力。案例区土壤有机质、全氮、全钾、速效磷和速效钾分别介于 4.36–84.38 g/kg、0.46–3.88 g/kg、15.99–30.20 g/kg、7.9–238.3 mg/kg 和 46.83–1512.3 mg/kg。从布设的 15 个点位检测结果分析，在不同点位的不同土层土样中，0–20 cm 的土

壤有机质、全氮、全钾、速效磷、速效钾含量较高，分别介于 22.78–84.38 g/kg、0.92–3.88 g/kg、18.02–25.34 g/kg、11.5–237 mg/kg 和 123.33–1,512.3 mg/kg，其平均值分别为 42.09 g/kg、1.87 g/kg、21.36 g/kg、65.9 mg/kg 和 380.79 mg/kg，标准差分别为 18.37 g/kg、0.65 g/kg、2.47 g/kg、71.46 mg/kg 和 343.23 mg/kg，达到了《全国第二次土壤普查土壤养分分级标准》中规定的丰富级别（Ⅱ级）^[8]。

案例区土壤重金属指标检测结果如表 2 所示。不同深度土层的土壤重金属铬、锌、汞、砷、镍、铜、镉、铅的含量范围分别为 34–130 mg/kg、48.5–152 mg/kg、0.017–0.52 mg/kg、4.3–21 mg/kg、3.88–61.32 mg/kg、2.09–43.36 mg/kg、0.0098–0.294 mg/kg、3.47–59.44 mg/kg。将案例区土壤重金属指标检测结果与《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618—2018）^[9]中所规定的各项指标土壤污染风险筛查值相比较，各项重金属检测指标在其所规定的范围内均低于农用地污染风险筛选值，这表明案例区土壤环境质量优良，不存在土壤重金属污染。

表 2 三道沟镇土壤重金属含量检测结果统计表

	铬 (Cr)	锌 (Zn)	汞 (Hg)	砷 (As)	镍 (Ni)	铜 (Cu)	镉 (Cd)	铅 (Pb)
最大检出值 (mg/kg)	130	152	0.52	21	61.32	43.36	0.294	59.44
相应 pH 值	5.96	7.41	7.39	6.20	6.01	7.05	7.05	4.48
相应国家风险筛选值 ^[9]	150	250	2.4	40	70	100	0.3	70

3.2.5 水环境条件

案例区地处鸭绿江北岸，属鸭绿江水系，境内以鸭绿江干流及浑江为主脉，干流河段长 48.5 km，流域面积 420.6 km²，并汇入一级支流 6 条、二级支流 5 条、三级支流 3 条，这些支流和天然降水是案例区五味子种植区的主要灌溉用水来源。因此，本研究在五味子种植区附近河流中采集了 12 个地表水样品（图 9），并参照《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）^[10]和《生活饮用水卫生标准》（GB 5749—2022）^[11]对水样的 pH、溶解氧、五日生化需氧量、总氮、总磷、镉、钴、镍、铜等常规水质参数、重金属和矿物元素共 48 项指标进行了检测分析。水质检测结果如表 3 所示，案例区地表水 pH 值介于 7.86–8.20，呈弱碱性，DO 介于 11.13–11.35 mg/L，地表水的各项指标检测结果均未超标，砷、镉、钴等多种重金属指标均未检出，根据《地表水环境质量评价办法（试行）》，指标检测结果达到了《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）中的 I 类水标准，且符合《生活饮用水卫生标准》（GB 5749—2022）中规定的检测指标限值要求。这表明案例区五味子的灌溉用水水质优良，有利于印证五味子的优质生长环境。

3.3 三道沟五味子产品特性数据

3.3.1 产品特性

五味子为多年生落叶木质藤本植物，茎长可达 8 m，幼叶下面有柔毛，叶片为膜质，宽椭圆形、卵形、倒卵形、宽倒卵形或近圆形；花为粉白或粉红色，长圆形或椭圆状长圆形；花期为 5–7 月，果期为 7–10 月；小浆果为红色，球形或倒卵圆形，果皮具不明显腺点，

表 3 三道沟镇河水水质检测结果统计表

检测指标	水样检测结果均值	地表水 I 类水标准值 ^[10]	生活饮用水限值 ^[11]
pH	8.03	6–9	6.5–8.5
溶解氧 (mg/L)	11.24	≥7.5	/
高锰酸盐指数 (mg/L)	1.79	≤2	3
化学需氧量 (mg/L)	13	≤15	/
五日生化需氧量 (mg/L)	2.49	≤3	/
氨氮 (mg/L)	0.1	≤0.15	0.5
总磷 (以 P 计) (mg/L)	0	≤0.02	/
铜 (mg/L)	0	≤0.01	1.0
锌 (mg/L)	0	≤0.05	1.0
氟化物 (以 F ⁻ 计) (mg/L)	0.2445	≤1	1
硒 (mg/L)	0.0004	≤0.01	/
砷 (mg/L)	0	≤0.05	0.01
汞 (mg/L)	0.00004	≤0.00005	0.001
镉 (mg/L)	0	≤0.001	0.005
铬 (mg/L)	0.00065	≤0.01	0.05
铅 (mg/L)	0.00335	≤0.01	0.01
氰化物 (mg/L)	<0.002	≤0.005	0.05
挥发酚 (mg/L)	0.0003	≤0.0002	/
硫化物 (mg/L)	0.01	≤0.05	/
总大肠菌群 (MPN/100mL)	未检出	≤200	不得检出
铝 (mg/L)	0.0051	/	0.2
铁 (mg/L)	0.00005	/	0.3
锰 (mg/L)	0	/	0.1
硫酸盐 (以 SO ₄ ²⁻ 计) (mg/L)	6.069	/	250
硝酸盐氮 (mg/L)	1.786	/	10
大肠埃希氏菌 (MPN/100mL)	未检出	/	不得检出
菌落总数 (CFU/mL)	60	/	<100
色度	<5	/	15
浑浊度	<0.5	/	1
臭和味	无	/	无异臭异味
肉眼可见物	无	/	无
氯化物 (mg/L)	1.62	/	250
溶解性总固体 (mg/L)	52	/	1,000
总硬度 (mg/L)	28	/	450

注：/ 表示没有对应标准限值。

成熟时呈深红色，干后表面褶皱。五味子喜阴凉湿润气候，耐寒，不耐水浸，需适度荫蔽，幼苗期尤忌烈日照射，以疏松、肥沃、富含腐殖质的土质栽培为宜，繁殖方式为条播或撒播。野生五味子常见于沟谷、溪旁、山坡等地。当前，我国野生五味子资源严重减少，因此，已被《国家珍稀濒危药用动植物物种名录》列为三级重点保护药用植物物种。自 20 世纪 70 年代以来，科研人员对五味子的野生栽培品种进行驯化研究，目前已经系统地掌握了野生五味子的驯化和栽培技术，并开展了大规模的人工种植。案例区五味子品种为北五味子，属于国家地理标志产品，其五味子产品可以使用“地理标志产品专用标志”。野生五味子存在于案例区及周边乡镇的大山中，但数量稀少。目前，案例区五味子已成规模化，通过自主育苗实现补种和新栽。

3.3.2 产品成分特征及其药用价值

五味子的化学成分主要包括木脂素类化合物、挥发油、有机酸、萜类、黄酮、多糖和无机元素等，具体化学成分及范围如表 4 所示。木脂素类化合物是五味子中主要的活性成分，是多种药理活性的基础物质^[12]，占 2%–8%，能够有效减轻肝炎病人的血清谷丙转氨酶水平，具有显著的保护肝脏、抗 HIV 病毒、抗氧化以及保护中枢神经系统的功能^[13,14]。多糖也是五味子中重要的活性成分之一，约占 7%–11%，其组成单糖以半乳糖和葡萄糖为主，具有保肝护肝、镇静催眠、调节免疫等功效^[15]。五味子中挥发油类物质占比 5%–6%，主要由萜类化合物组成，五味子挥发油对中枢神经系统有调节作用，能增强机体对非特异性刺激的防御能力^[16]；同时，毒理实验表明五味子挥发油有一定的毒副作用，应引起重视^[17]。此外，五味子中还含有不饱和脂肪酸等有机酸、多种人体必需的氨基酸、黄酮类物质、微量元素等有益物质，具有重要的药用价值。

表 4 五味子成分及其含量统计表

成分类别	含量范围	说明
木脂素类化合物	2%–8%	为五味子主要药效成分
挥发油	5%–6%	主要成分包括柠檬醛、依兰烯等
多糖类	7%–11%	多存在于五味子果肉中，包括鼠李糖、葡萄糖、阿拉伯糖和半乳糖等
有机酸	具体酸类含量不同	主要包括柠檬酸（3.2%–3.32%）、苹果酸（1.09%–1.17%）、莽草酸（0.52%–0.54%）等
黄酮类	含量因品种和部位不同而异	包括槲皮素、芹菜素、杨梅素、山柰酚、木犀草素等
氨基酸	含量因品种和部位不同而异	共有约 16 种，其中含人体必需氨基酸 6 种
微量元素	含量较少	主要包括铁、锰、硅、磷等

3.3.3 案例区产品品质检测数据

五味子作为一种传统的中药材，产品品质能够直接影响药用价值，因此，对其进行产品品质分析具有重要意义。本研究以案例区内大路村的五味子产品为研究对象，分别测定 2024 年风干果实干重状态下的感官特征、水分、总灰分、五味子醇甲和杂质含量以及 2025 年新鲜果实鲜重状态下水分、总灰分、五味子醇甲、黄酮、有机酸、氨基酸含量，并对其重金属铜、锌、铅、铬、镉、汞、砷含量以及农残指标克百威、氧乐果进行了测定。五味

子的果实品质检测结果见表 5 和表 6。三道沟五味子在外观上呈皱缩球状颗粒，表面呈暗红色，果肉丰厚、油润、有光泽，具有网状皱缩和白霜，味道呈酸甘，其感官特征符合《地理标志产品 长白山五味子》（DB22/T 2168—2020）^[18]中对感官指标的标准要求；在理化指标方面，其干重状态下水分、总灰分、五味子醇甲、杂质等指标的检测结果均符合上述标准中对这些指标的标准要求。同时，其五味子醇甲的含量远高于《中华人民共和国药典》中规定的 0.4%^[19]，鲜重中水分、总灰分和黄酮的含量分别达到 83.9%、5.6%和 41.1mg/kg。上述品质检测结果证明三道沟五味子药用价值丰富、产品品质优良。由表 7 可知，三道沟五味子样品中重金属铜、铅、镉、汞、砷均低于检出限，克百威和氧乐果的农药残留均未检出，各项检测指标符合《中华人民共和国药典》中对五味子重金属和农药残留的要求^[19]，远低于相关标准限值。

表 5 三道沟镇五味子干重果实形态特征与品质检测结果统计表

检测项目	单位	检测结果	标准要求 ^[18]
形状	—	呈皱缩球状颗粒	呈皱缩球状颗粒
颜色	—	暗红色	紫红色或暗红色
外观	—	肉厚，油润，网状皱缩，有光泽，有白霜	肉厚，油润，网状皱缩，有光泽，有白霜
果肉气味	—	酸甘	酸甘
水分	%	14.5	≤16.0
总灰分	%	5.3	≤7.0
五味子醇甲	%	0.534	≥0.45
杂质	%	0.4	≤1

注：— 表示没有对应数据。

表 6 三道沟镇五味子鲜重果实品质检测结果统计表

检测指标	单位	样品检验值	备注
水分	%	83.9	鲜重
总灰分	%	5.6	鲜重
五味子醇甲	%	0.52	干重（《中华人民共和国药典》标准限值≥0.4）
总黄酮	mg/kg	41.1	鲜重
酒石酸	g/kg	0.97	鲜重
苹果酸	g/kg	25	鲜重
柠檬酸	g/kg	45	鲜重
色氨酸	mg/kg	3.7	鲜重
苯丙氨酸	mg/kg	1.2	鲜重
甲硫氨酸	mg/kg	0.35	鲜重
赖氨酸	mg/kg	0.68	鲜重
异亮氨酸	mg/kg	3.0	鲜重
亮氨酸	mg/kg	3.3	鲜重
苏氨酸	mg/kg	0.48	鲜重
缬氨酸	mg/kg	1.2	鲜重

表 7 三道沟镇五味子果实重金属和农药残留检测结果统计表

检测指标	单位	样品检验值	备注	《中华人民共和国药典》 标准限值 ^[19]
克百威	mg/kg	未检出	定量限为 0.01 mg/kg	0.02
氧乐果	mg/kg	未检出	定量限为 0.01 mg/kg	0.05
铜	mg/kg	0.35	检出限为 0.05 mg/kg，定量限为 0.2 mg/kg	20
锌	mg/kg	低于定量限	检出限为 0.5 mg/kg，定量限为 2 mg/kg	/
铅	mg/kg	低于检出限	检出限为 0.02 mg/kg，定量限为 0.05 mg/kg	5
镉	mg/kg	低于检出限	检出限为 0.002 mg/kg，定量限为 0.005 mg/kg	1
铬	mg/kg	低于检出限	检出限为 0.05 mg/kg，定量限为 0.2 mg/kg	/
汞	mg/kg	低于检出限	检出限为 0.001 mg/kg，定量限为 0.003 mg/kg	0.2
砷	mg/kg	低于检出限	检出限为 0.01 mg/kg，定量限为 0.03 mg/kg	2

注：/ 表示没有对应标准限值。

4 五味子产业经营管理

4.1 案例区人口和社会经济情况

三道沟镇常住人口数据⁵表明，三道沟镇在 2021–2025 年呈现出人口总量先增加后减少，总户数持续减少的发展趋势（图 11）。从 2025 年年龄结构上看，案例区总人口 2,812 人，60 岁以上人口高达 30.16%，50 岁以上人口累计超过 56%，而 30–50 岁的主要劳动人口仅占 26.49%，反映出案例区面临着老龄化程度不断加剧与劳动力不可持续的严峻挑战（图 12）。对案例区 2025 年民族结构分析表明，当地居民以汉族为主体（97.69%），少数民族包含满族、朝鲜族、回族、蒙古族等。尽管案例区受制于严峻的劳动力不可持续压力，但在社会经济上表现出强劲的发展态势，近年来，案例区五味子种植成规模化，并依托五味子全产业链打造区域支柱产业，在 2021–2025 年总产值达到 8.64 亿元，成为当地农民增收、乡村振兴的重要支撑。

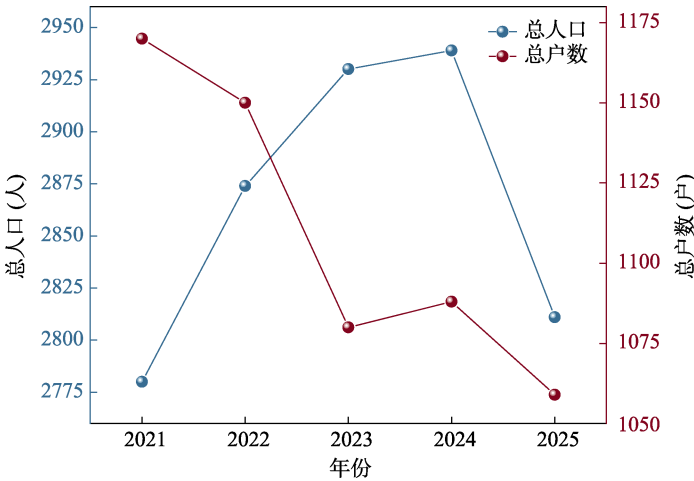


图 11 三道沟镇人口变化图（2021–2025）

⁵ 数据由三道沟镇人民政府提供。

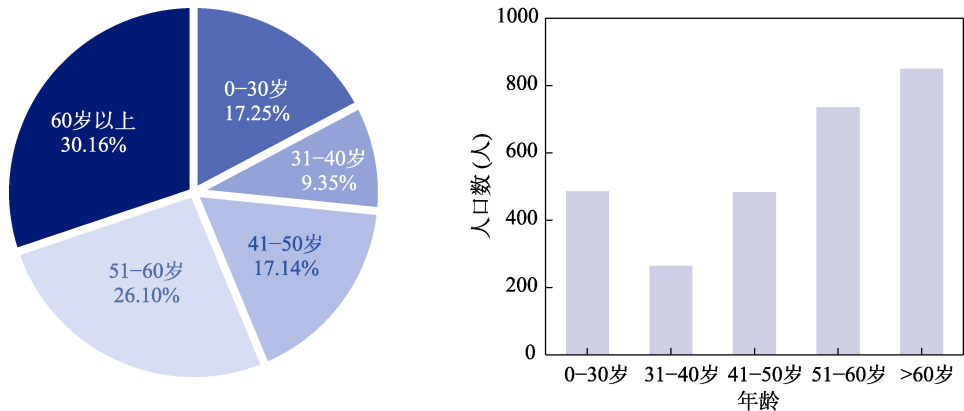


图 12 三道沟镇人口年龄结构统计图（2025）

4.2 种植管理

三道沟五味子在精细化种植管理过程中形成了特有的水肥管理和植保体系。在灌溉管理方面，以天然降水作为五味子灌溉用水的主要水源，以鸭绿江支流水系作为灌溉用水的补充水源，年用水量约 18 万 m³，形成依据降水情况补充灌溉的“集中调配、分时灌溉”的水资源管理制度，科学规划灌溉时段与水量分配，有效地解决了季节性供水问题，显著提升了灌溉用水的水资源利用效率，从而实现了灌溉用水的合理分配。在施肥管理方面，采用有机肥和无机肥协同复配模式，在全年分 5 个时期进行精准施肥，其作用分别为 5 月末促花、6 月初保果、6 月末壮蔓、7 月初膨果、8 月中旬积累养分，亩均施腐熟农家肥 2 t，并配合施用 NPK 复合肥 50 kg 以满足五味子在不同生长期的营养需求。同时，在长期病虫害防控过程中，三道沟五味子病虫害防控逐渐形成了“生物防治-物理防控-化学防控”三级植保体系：即在每年 4 月下旬使用枯草芽孢杆菌进行土壤消毒，从而阻断病原菌传播链，从生物防治层面防控病虫害；并在田间布设性诱捕器 10 套/亩以干扰害虫繁殖周期，从物理层面进行病虫害防控；到 5 月后则通过喷施苦参碱等生物农药进行防控，并严格执行 14 天安全间隔期，以确保农药残留符合标准。

4.3 生产管理

为了提升三道沟五味子产品的品质、效益与市场竞争力，案例区创新性实施贯穿生产全链条的“三统一”标准化管理模式，实现了从源头到采收的精细化管理。首先，在生产前统一种苗，最初由专业人员建立严格种苗筛选标准，经由集安种植五味子苗子栽培基地采购优质北五味子种苗进行规模化种植，确保了早期五味子种源的一致性；通过多年的本地化栽培和驯化，逐步建立起较为完善的自主育苗规范，进行选育优良的一年苗品种，目前已实现了种苗的自主繁殖与自给自足，能够满足本地的五味子补种与新栽需求。从而在源头上解决了过去由于以家庭为单位的散户种植导致的品种混杂、品质不一问题，确保了案例区内五味子的品种品质，有效避免了因劣质种苗引发的低产和病虫害隐患。其次，在种植中统一农资，由镇政府集中采购经过权威认证、符合绿色标准的生物有机肥和高效、低毒的农药，并制定严格的农资分发、农药使用监管制度，确保五味子种植户按统一规程科学施用生物有机肥和农药，从而显著降低五味子产品农药残留风险，有效保障五味子果

实的整体品质。此外,得益于云峰水库对微环境的调节作用,案例区无霜期较长,有效延长了五味子采收期,为五味子醇甲的累积创造了有利条件,从而逐步形成统一采收的采收模式,严格固定五味子的采收期为每年8月15日–10月10日,并在采收方法上采用“两段式”采收法,有效避免了传统采收方法造成的未熟五味子的损失和过熟五味子的浪费,显著提升了五味子果实优质果的比例以及整体的采收效率,实现了五味子品质与总产量的协同优化。

通过实施“三统一”标准化管理模式,案例区成功将五味子种植生产模式由最初以家庭为单位的小规模、无规划种植转向以集体为主导的大规模、标准化种植。这一模式的实施,不仅提升了三道沟五味子的产品品质,同时降低了种植成本,提高了种植收益,并以优质的五味子产品显著增强了其市场竞争力,有力推动了三道沟五味子产业的持续健康发展。

4.4 经营管理及产业化发展

三道沟五味子的种植起步于2010年,最初由农户将生长于灌木林中的野生五味子移植回农户宅院小规模种植,在种植初期管理模式简单、种植面积较小、产品产量偏低、整体经济效益有限,且缺乏统一的组织和规划,长期以家庭为主要种植单元,种植户依赖市场收购商上门收购鲜果,价格波动较大,销售渠道相对单一,市场风险较高。2017年,白山市德百财生态科技有限公司成立,立足于植物提取深加工、营养补充产品、中草药酵素、健康饮品等前沿产品的研发,开发了以五味子为原料的五味子本草枕、五味子安神香、五味子养生锤等助眠养生产品,初步形成了“种植-研发-加工-销售”全产业链条,极大地促进了三道沟五味子产业化进程。2023年,案例区仙人洞村建立了五味子烘干厂,有效解决了五味子鲜果不易储存和运输的问题,从而实现了从鲜果种植到加工的产业链延伸,提高了产品的附加值。2024年,村集体成立经济合作社,五味子种植面积扩张至4.51 km²,年产鲜果6,956 t。

目前,三道沟五味子产业已形成涵盖种植、加工和销售的完整产业链,并通过建设五味子烘干厂和“小微产业园”有效推动了产业升级。在技术支撑上主要依托与吉林农业科技学院共建的“科技小院”,研究提升五味子产量;在产业融合上,推出五味子采摘、加工厂参观等游客体验项目,积极探索“五味子+文旅”融合模式,推动构建产学研游一体化协同体系。

4.5 五味子生态环境溯源

推动三道沟五味子产业的可持续发展,离不开现代技术的有力支持。为此,在案例区仙人洞村建成了地标生境地面站(图13),用于对五味子种植区的生态环境情况进行实时的全天候记录和溯源,其指标主要包括:负氧离子、物候、风速、风向、降雨量、空气质量、温度、相对湿度、土壤温湿度、大气压和土壤电导率等。这些实时监测数据能够用于反映五味子优质的生长环境,并为五味子种植管理提供科学精准的数据支撑,从而进一步推动三道沟五味子产业种植模式向更智慧化、科学化、可持续化转变。

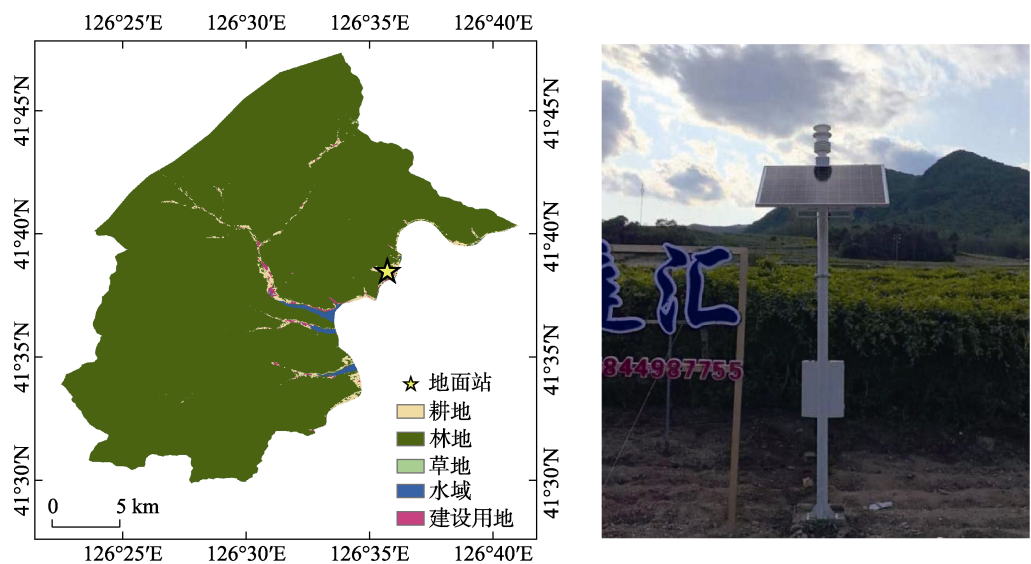


图 13 案例区地标生境地面站位置及设施图

5 讨论与结论

案例区地处长白山麓的中山低山区、鸭绿江北岸，属鸭绿江水系。弱酸性至中性的土壤特性，昼夜温差大、雨热同期、光照充沛的气候条件，以及独特的小流域地理特征共同孕育了具有区域特色的三道沟五味子产品。五味子具有极高的药用价值，其衍生产品五味子本草枕、五味子安神香、五味子养生锤等极具发展潜力，具有广阔的发展前景。然而，当前三道沟五味子产业仍然面临一系列问题，亟待深入研究和解决。

5.1 人口流失与老龄化问题

近年来，案例区老龄化程度逐年加剧，面临着劳动力不可持续的严峻挑战。有效应对农村人口流失、老龄化加剧问题，是实现乡村振兴、保障农民安居乐业的核心挑战。目前，三道沟镇五味子产业重心仍集中于五味子产业上游种植环节，下游深加工产业发展相对起步较晚、发展较慢。为应对持续的老龄化困境，未来应当着力于探索宽行密植等适宜机械化生产的种植模式，积极引进机械化和智能化技术，不断降低生产种植环节对劳动力的依赖，持续提升种植效率。同时，逐步加强三道沟五味子及其衍生产品的品牌塑造与市场推广，不断提升产品的市场影响力和知名度，逐步拓宽销售渠道。通过案例区五味子全产业链的全面发展，逐步形成智慧种植、自动化生产、智能加工、高效运输、数字管理的产业格局，从全产业链多个环节提供更多就业岗位和就业机会，为当地居民增收注入全新活力，为外出务工人员返乡工作、创业提供更多选择，为缓解案例区人口流失和人口老龄化提供全新解决方案。

5.2 品牌与知识产权意识薄弱

当前，三道沟五味子尚未建立起具有地域特色和市场影响力的自有品牌，五味子产品在市场上尚缺乏显著的辨识度和竞争力。同时，由于案例区以往在五味子销售中对自身知识产权保护意识淡薄，导致案例区优质的五味子产品无法获得应有的市场价值，农户在其

中的获益有限。案例区五味子品质优良、生态环境具有特殊优势,通过“两山”转化和专属品牌建设,同时,应通过多渠道、多形式去开展品牌宣传推广活动,从而持续提升自身品牌知名度,并通过品牌价值不断提升产品价值,使参与其中的农民获得更丰厚的获益。

5.3 科技小院潜力有待提升

尽管案例区在技术支撑上已经与吉林农业科技学院共建“科技小院”,专注于五味子技术研究,但目前科技小院整体仍处于起步阶段,其对产业升级的带动作用尚未充分体现。未来,应当充分依托“科技小院”这一平台,进一步发挥其产学研协同优势,着力推动科研下沉和成果落地,重点聚焦科技赋能,持续优化五味子种植管理体系,逐步提升五味子的内在品质和外观品质,最终实现产品优中选优,为案例区五味子产业核心竞争力不断提供科研支撑。

5.4 文化旅游品牌尚需深化

虽然案例区已经开始探索“五味子+文旅”融合模式,逐步打造五味子文旅品牌并推出五味子采摘、五味子本草枕等展出及出售等项目,但尚未形成系统的文旅品牌。未来,应当充分依托 G331 沿边开放旅游大通道,充分发挥边境旅游资源优势,将五味子产业深度嵌入边境旅游沿线。通过整合区域景观资源和边境区位优势,推动五味子从传统农产品产业向文化旅游相融合。在五味子果实及其衍生品销售的基础上,延伸出五味子产业链上从种植环节的观光采摘,到加工环节的参观以及衍生品的制作体验和使用体验,再到弘扬五味子药用历史与养生文化内涵,打造集生态观光、采摘体验、手工制作、保健养生于一体的五味子文旅品牌。最终经由“五味子+文旅”深度融合,实现以旅促农,以旅强农的目的,为案例区乡村振兴提供持续动力。

作者分工: 卢宏伟对本案例做了总体设计; 卢宏伟、薛宇轩、许铎、杨爽、张梦瑶、冯华、崔毓伟、王磊、张富森、彭立达参与了案例研究的实地考察及地标生境地面站建设; 薛宇轩、杨云飞、雷虹完成了土壤和水样采集和检测工作; 张慧智、谷平川、王祥、鹿国玉、潘宏刚、王士杰提供了产业发展和企业管理数据; 薛宇轩、杨云飞完成了论文的撰写和修改工作。

致谢: 感谢浑江区各级领导对本案例研究的大力支持与配合。感谢中国科学院地理科学与资源研究所王振波研究员、刘闯研究员、宋献方研究员、地理标志研究中心工作人员对本案例数据集研制和论文撰写中给予的帮助和指导。

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] 王彦涵. 五味子科系统学与五味子药物资源[D]. 上海: 复旦大学, 2003.
- [2] 张雪, 刘欣雅, 韩相坤. 基于产业价值链现状的五味子发展建议研究[J]. 中华中医药学刊, 2025, 43(8): 56–60+268–269. DOI: 10.13193/j.issn.1673-7717.2025.08.013.
- [3] 李兴国. 北五味子的发展前景分析与展望[J]. 黑龙江科学, 2018, 9(10): 28–29.
- [4] 李会娟. 南五味子药材基原及其近缘物种亲缘关系研究[D]. 北京: 北京协和医学院, 2019. DOI: 10.27648/d.cnki.gzxhu.2019.000657.
- [5] 卢宏伟, 许铎, 杨爽等. 浑江区五味子三道沟镇山间河谷地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.2026.02.05.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.02.05.V1>.
- [6] 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).
- [7] Huang, X., Yang, J. The 30 m annual land cover datasets and its dynamics in China from 1985 to 2022 [J]. *Earth System Science Data*, 2023, 13: 3907–3925.
- [8] 张子琦, 焦菊英, 陈同德等. 拉萨河流域中下游洪积扇土壤养分评价[J]. 植物营养与肥料学报, 2022, 28(11): 2082–2096.
- [9] 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.
- [10] 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局. 地表水环境质量标准 (GB 3838—2002) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [11] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. 生活饮用水卫生标准 (GB 5749—2022) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.
- [12] 邢楠楠, 屈怀东, 任伟超等. 五味子主要化学成分及现代药理作用研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2021, 27(15): 210–218. DOI: 10.13422/j.cnki.syfjx.20211407.
- [13] 刘媛媛, 黄仕其, 李玉泽等. 五味子属植物木脂素类化学成分及其药理作用研究进展[J]. 中草药, 2022, 53(6): 1903–1918.
- [14] 陈洁莹. 基于 HPLC 技术探究不同产地五味子中木脂素类化学成分[J]. 辽宁中医杂志, 2025, 52(6): 125–129. DOI: 10.13192/j.issn.1000-1719.2025.06.033.
- [15] 刘宇灵, 付赛, 樊丽姣等. 南北五味子化学成分、药理作用等方面差异的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(12): 228–234. DOI: 10.13422/j.cnki.syfjx.2017120228.
- [16] 张胜娜, 吴素香. 南北五味子挥发油化学成分及药理作用研究进展[J]. 中药材, 2007(1): 118–120. DOI: 10.13863/j.issn1001-4454.2007.01.044.
- [17] 宋红旗. 服五味子糖浆致过敏反应[J]. 中国中药杂志, 1990, 15(4): 51.
- [18] 吉林省市场监督管理厅. 地理标志产品 长白山五味子 (DB22/T 2168—2020) [S]. 2020.
- [19] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2025 年版[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2025.