

长子大青椒设施农业生境保护与 可持续发展案例研究

刘文彬^{1*}, 张海江², 刘福虎³, 张慧杰³, 张慧兰², 冯国良³, 史艳君³, 段晓丽⁴,
连潞军⁴, 申丽霞⁵, 李强^{6,17}, 苗海斌⁷, 杨苗⁸, 张鹏鹏³, 李丽霞³, 任强³,
柴鹏松⁹, 韩征¹⁰, 李丽丽¹¹, 李鹏¹², 陈洲洲¹³, 李小燕¹⁴, 王晓舟¹⁵,
田宁¹⁶, 谈明洪¹, 王婷婷¹, 张馨心¹, 张汝菡¹

1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 长子县人民政府, 长子 046699; 3. 长子县农业农村局, 长子 046699; 4. 长子县发展改革和科学技术局, 长子 046699; 5. 太原理工大学, 太原, 030024;
6. 长子县丹西龙鑫农业科技有限公司, 长子 046699; 7. 长子县自然资源局, 长子 046699; 8. 长子县水利局, 长子 046699; 9. 长子县丹朱镇人民政府, 长子 046699; 10. 长子县宋村镇人民政府, 长子 046699;
11. 长子县大堡头镇人民政府, 长子 046699; 12. 长子县南陈镇人民政府, 长子 046699; 13. 长子县南漳镇人民政府, 长子 046699; 14. 长子县常张乡人民政府, 长子 046699; 15. 长子县鲍店镇人民政府, 长子 046699;
16. 长子县碾张乡人民政府, 长子 046699; 17. 长子县丹朱镇西寺头村, 长子 046699

摘要:“长子大青椒”因产自山西省长治市长子县而得名, 是典型的暖温带半湿润盆地特色蔬菜。长子县位于上党盆地西南缘, 是我国青椒设施农业的重要代表地区。近年来, 当地农业生产已由传统露地种植逐步转型为以大棚、温室为主体的设施化、标准化和规模化模式, 形成了多季节栽培格局。主要产区土壤呈弱碱性, 重金属含量远低于国家限值, 富含有机质及多种有效微量元素; 灌溉水质良好, 各类污染物指标均符合国家标准, 水源生态安全得到保障。区域内植被覆盖度较高, 耕地面积约占全县总面积的一半。所产大青椒果型端正、色泽鲜亮、肉厚汁多, 营养丰富, 富含叶绿素和维生素 C 等成分, 产品远销国内外。案例数据集涵盖案例区空间范围、自然地理、品种品质及经营管理 4 类内容, 共包含 60 个文件, 总数据量 48.3 MB。

关键词: 长子; 大青椒; 设施农业; 生境保护与可持续发展; 案例 26

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.03.11>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.03.11>

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.2025.09.01.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.01.V1>.

收稿日期: 2025-05-19; 修订日期: 2025-08-20; 出版日期: 2025-09-25

*通讯作者: 刘文彬, 中国科学院地理科学与资源研究所, liuwb@igsnrr.ac.cn

数据引用方式: [1] 刘文彬, 张海江, 刘福虎等. 长子大青椒设施农业生境保护与可持续发展案例研究[J]. 全球变化数据学报, 2025, 9(3): 352–364. <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.03.11>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.03.11>.

[2] 刘文彬, 张海江, 刘福虎等. 长子大青椒暖温带半湿润盆地设施农业生境保护与可持续发展案例数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.01.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.01.V1>.

1 前言

长子县因上古时期帝尧长子丹朱受封于此而得县名并沿用数千年。该县位于晋东南上党盆地西南侧,属暖温带半湿润气候区,受冷暖空气势力交替影响,气候温和,四季分明,雨热同期。农业立地条件良好,蔬菜产业历史悠久,孕育了具有区域地理特色的长子大青椒优质蔬菜产品。作为我国最大的青椒生产基地^[1],近年来长子县蔬菜产业实现了由露天种植向设施种植、单季种植向多季种植和反季种植的历史性跨越,已成为乡村振兴的重要支柱产业^[2]。

2 数据集元数据简介

《长子大青椒暖温带半湿润盆地设施农业生境保护与可持续发展案例数据集》^[3]的名称、作者、地理区域、数据年代、数据格式、数据集组成等信息见表1。

表1 《长子大青椒暖温带半湿润盆地设施农业生境保护与可持续发展案例数据集》元数据简表

条目	描述
数据集名称	长子大青椒暖温带半湿润盆地设施农业生境保护与可持续发展案例数据集
数据集短名	ZhangziPepperCase26
作者信息	刘文彬, 中国科学院地理科学与资源研究所, liuwb@igsnr.ac.cn 张海江, 长子县人民政府, liufuhu@yeah.net 刘福虎, 长子县农业农村局, liufuhu@yeah.net 张慧杰, 长子县农业农村局, zzxnwcyb@163.com 张慧兰, 长子县发展和改革和科学技术局, zzzfgj@163.com 冯国良, 长子县农业农村局, 344782703@qq.com 史艳君, 长子县农业农村局, zzxnwcyb@163.com 段晓丽, 长子县发展和改革和科学技术局, zzzfgj@163.com 连潞军, 长子县发展和改革和科学技术局, zzzfgj@163.com 申丽霞, 太原理工大学, shenlixia@tyut.edu.cn 李强, 长子县丹西龙鑫农业科技有限公司, dlclq1973@163.com 苗海斌, 长子县自然资源局, zzxgtj@163.com 杨苗, 长子县水利局, 248117868@qq.com 张鹏鹏, 长子县农业农村局, zzxnwcyb@163.com 李丽霞, 长子县农业农村局, zzxnwcyb@163.com 任强, 长子县农业农村局, tianqu118@163.com 柴鹏松, 长子县丹朱镇人民政府, 13467000177@163.com 韩征, 长子县宋村镇人民政府, scxzf123@163.com 李丽丽, 长子县大堡头镇人民政府, 1636941591@qq.com 李鹏, 长子县南陈镇人民政府, 1019114970@qq.com 陈洲洲, 长子县南漳镇人民政府, 109512008@qq.com 李小燕, 长子县常张乡人民政府, 36519969@qq.com 王晓舟, 长子县鲍店镇人民政府, 449133557@qq.com 田宁, 长子县碾张乡政府, yuhan7122@qq.com 谈明洪, 中国科学院地理科学与资源研究所, tanmh@igsnr.ac.cn 王婷婷, 中国科学院地理科学与资源研究所, wangtt@igsnr.ac.cn 张馨心, 中国科学院地理科学与资源研究所, 13998551325@163.com 张汝茜, 中国科学院地理科学与资源研究所, 19861601971@136.com
地理区域	长子县, 地理范围 35°53'N-36°15'N, 112°27'E-113°00'E
数据年代	2023、2024

续表

条目	描述
数据格式	.xlsx、.shp、.tif、.jpg、.docx、.txt
数据量	48.3 MB
数据集组成	案例区位置数据、自然地理数据、品种特性数据、经营管理数据
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 ^[4]
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

3.1 案例区范围

案例区为山西省长治市长子县全境(图 1), 位于北纬 $35^{\circ}53' - 36^{\circ}15'$ 、东经 $112^{\circ}27' - 113^{\circ}00'$ 之间。全县总面积 $1,029 \text{ km}^2$, 常住人口 29.87 万¹, 下辖丹朱、鲍店、石哲、南陈、大堡头、慈林、色头、南漳、宋村 9 个镇和碾张、常张 2 个乡。其中, 石哲镇、南陈镇、大堡头镇、宋村镇等乡镇大规模种植以大青椒为主的露地和设施蔬菜。境内交通便利, 县城距市区约 20 km, 太焦铁路、瓦日铁路、省道 227、省道 228、省道 326 和青兰高速穿境而过, 为大青椒运输提供了便利条件。

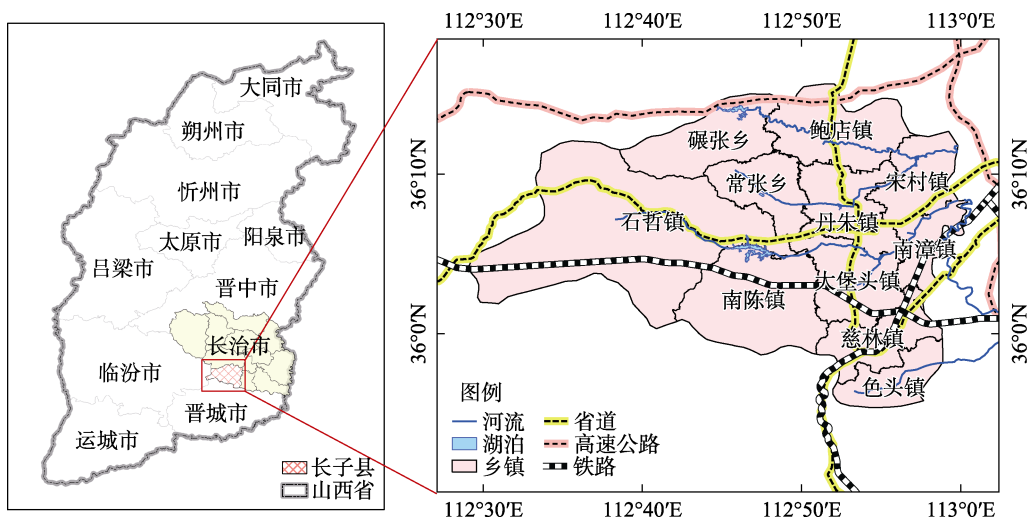


图 1 案例区地理位置图

¹ 长治市第七次全国人口普查公报. <https://www.changzhi.gov.cn>.

3.2 生态环境数据

3.2.1 地形地貌特征

长子县位于上党盆地西南缘的黄土高原区，东依太行山，西连吕梁山，南临汾河，北接大同盆地。整体地势呈西高东低格局，地貌具有 3 级阶梯特征（图 2）。西部以发鸠山群山为主体，山体起伏明显，中南部为起伏较缓的山地，山川交错、丘陵相间，东北部则相对平坦。基于 ASTER GDEM²提取的地形信息，全县海拔为 865–1,645m，平均海拔 929.8 m，其中海拔主要集中在 900–1,000 m 之间，属于典型的中低山与丘陵地貌。坡度分布总体平缓，大多数地区坡度低于 3°（图 3），为设施农业的建设和合理布局提供了良好的地形基础。

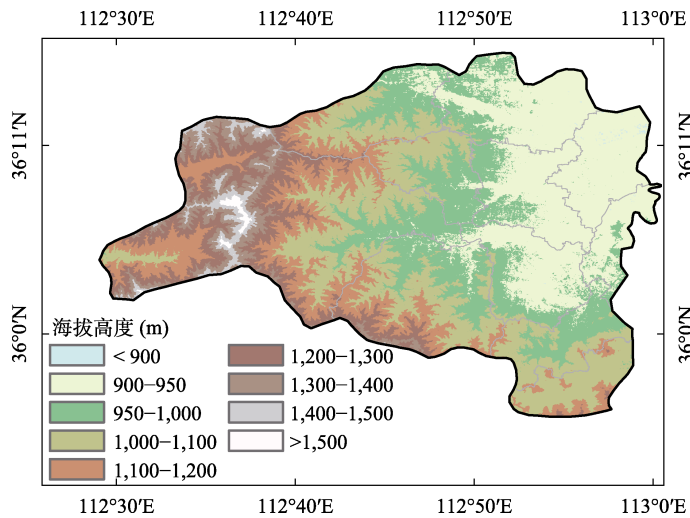


图 2 长子县海拔高度分类图

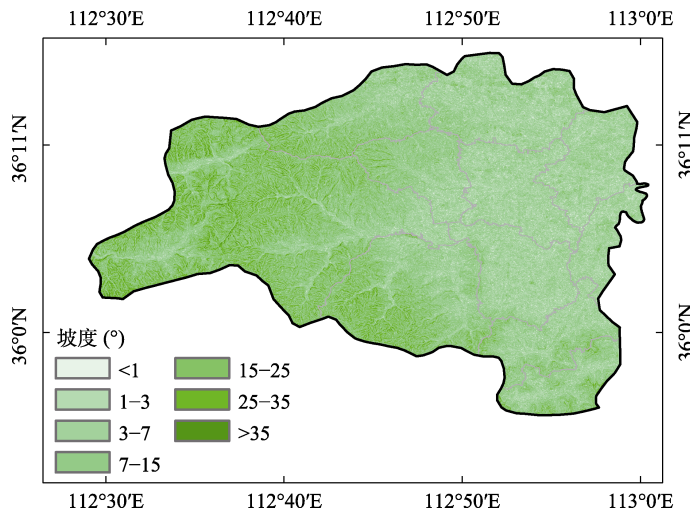


图 3 长子县地形坡度分类图

² NASA, NIMA. <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

3.2.2 土地利用和植被覆盖

为揭示长子县土地利用和植被覆盖特征，作者基于 Google Earth Engine (GEE) 遥感数据处理平台，并利用去除云层影响的 Sentinel-2 卫星遥感影像³进行分析，获取了 2023 年长子县的归一化植被指数 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) 及土地利用类型空间分布信息 (图 4、5)。结果表明，长子县土地利用类型主要包括农田、森林、草地、水体、建设用地等 (表 2、图 5)。在空间分布上，农田面积最为广泛，约占全县总面积的一半，是农业生产和蔬菜种植的主要区域；其次为林地和草地，集中分布于西部及西南山区，总面积占比为 39.57%。除城市建设用地外，绝大多数区域植被覆盖度较高 (图 4)，NDVI 值普遍大于 0.5，显示出良好的植被生长状况。

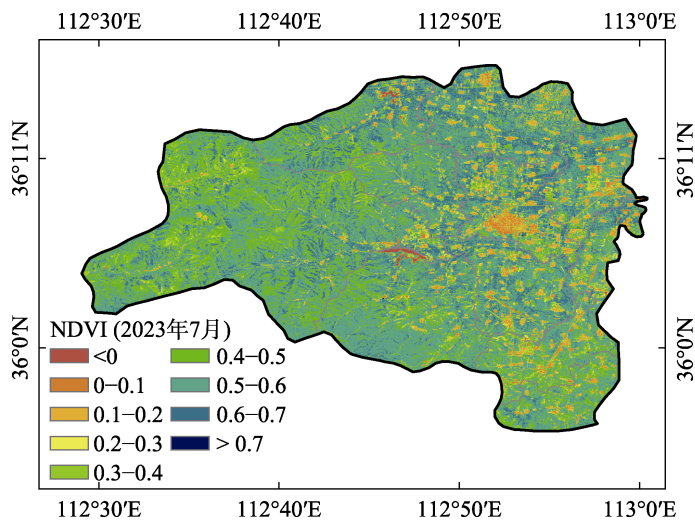


图4 案例区植被指数分级图

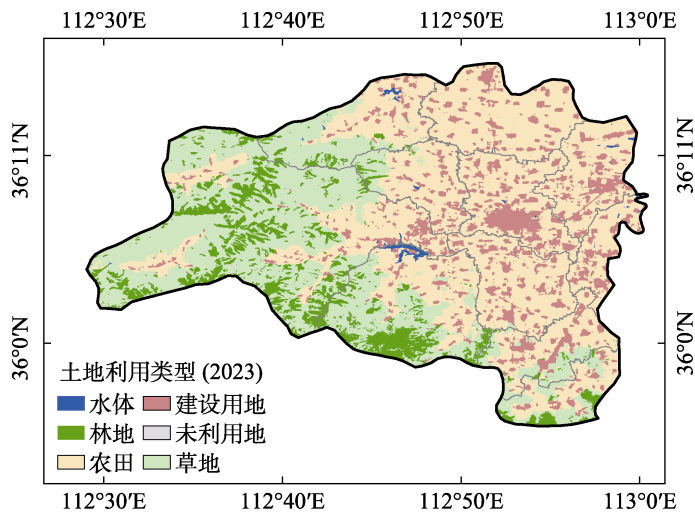


图5 案例区土地利用分类图

³ ESA. Sentinel-2. <https://dataspace.copernicus.eu/>.

表2 长子县各土地利用类型面积占比

类型	农田	森林	草地	水体	建设用地	未利用地
面积占比 (%)	47.72	9.69	29.88	0.47	12.24	0.001

大青椒等蔬菜主要种植在农田用地上，以露天栽培与设施栽培相结合的方式进行，其生产基地多选址于生态条件优越、环境无污染的区域，并有意识地避开工矿区及铁路、公路主干线，以最大限度降低工业与城市污染源对农业生产的潜在影响。

3.2.3 气候特征

长子县属暖温带半湿润大陆性季风气候，四季分明，气候温和，冬季不严寒，夏季无酷暑，降水与高温期基本同期（图6和7）。基于中国气象数据网中国地面气候资料日值数据集（V3.0）⁴，作者选取距长子县最近的长治气象站（编号53882，纬度36.05°N，经度113.07°E，海拔988.59 m）数据进行分析。结果表明，1990–2020年间年降水量为330.57–915.84 mm，多年平均665.15 mm；年均气温10.22 °C，年极端最高气温31.08 °C，极端最低气温–13.7 °C。大于10 °C的年有效积温为3,076.43–3,213.24 °C，年总积温3,148.21 °C。0–20 cm土层年均温度11.05 °C，较年均气温高1.85 °C。年平均日照时数2,556.5 h，4–6月最多；年平均无霜期143–196天。

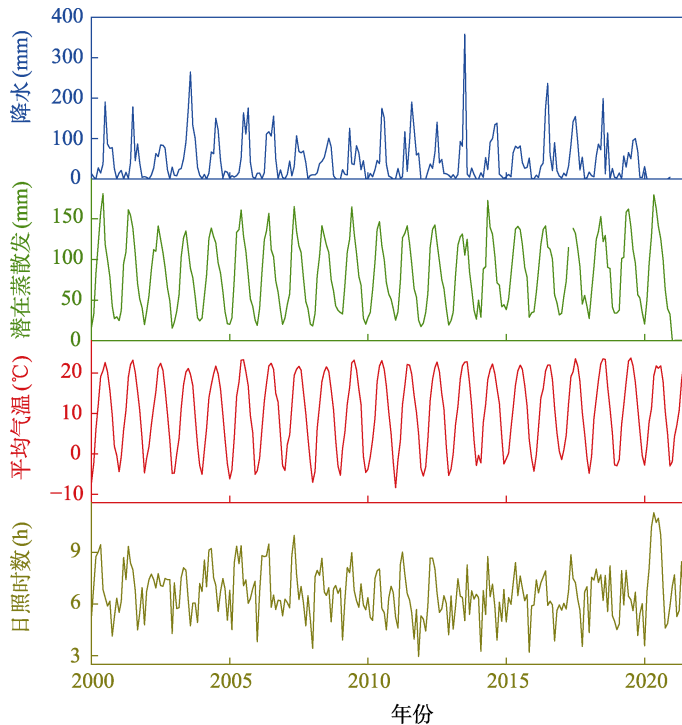


图6 长子县气候年际变化图

3.2.4 水资源条件

长子县水资源较为丰富，灌溉条件良好。境内主要河流包括浊漳河、岚河、雍河、陶

⁴ 国家气象科学数据中心. <http://www.nmc.cn/f/p-2027>.

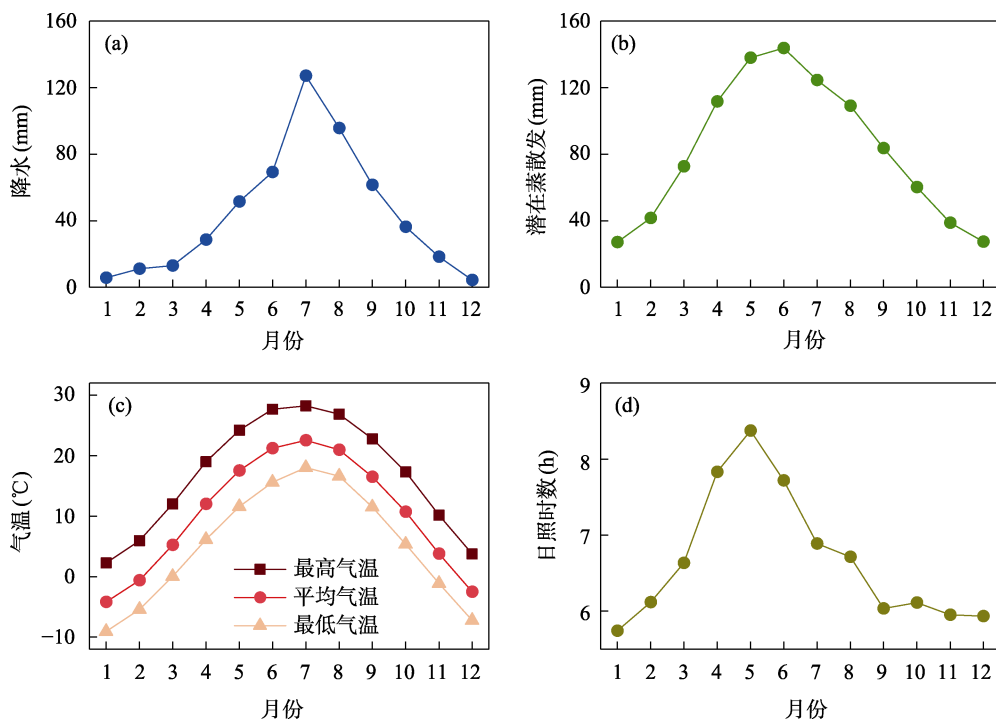


图7 长子县气候年内变化统计图

清河和丹河，自西向东流入长治市漳泽水库；另有王峪河和横水河自东向西汇入沁河。根据《长治市第二次水资源评价总报告》⁵，长子县水资源总量为 1.22 亿 m^3 ，其中地表水资源量 8,693 万 m^3 ，可利用量 6,519 万 m^3 ；地下水资源量 6,619 万 m^3 ，可开采量 3,612 万 m^3 。全县建有中小型水库 6 座，总库容 5,144.85 万 m^3 ，其中兴利库容 1,964 万 m^3 、防洪库容 2,645 万 m^3 。

依据《农田灌溉水质标准 (GB 5084—2021)》^[5]，在长子大青椒主要种植区共布设 23 个采样点 (P1-P23，其中 P3 和 P21 为地表水，其余为地下水) (图 8)，检测农田灌溉水 15 项指标 (表 3)。结果表明，灌溉水 pH 值范围为 7.5-8.4，符合标准要求 (5.5-8.5)；悬浮物 (3-32 mg/L)、生化需氧量 (1.9-11.4 mg/L)、化学需氧量 (5-17 mg/L) 均远低于限值。21 个地下水样品全盐量均低于 1,000 mg/L ，2 个地表水样略超 1,000 mg/L ，但仍符合旱作区全盐量 $\leq 2,000 \text{ mg/L}$ 的标准。重金属 (铅、镉、六价铬、汞、砷) 均未检出 (ND) 或显著低于限值；阴离子合成洗涤剂、硫化物亦未检出。耐热大肠菌群与蛔虫卵指标均符合要求 ($\leq 40,000 \text{ MPN/L}$ 、 $\leq 20 \text{ 个/10 L}$)，表明灌溉水源未见明显生物污染风险。

3.2.5 土壤环境条件

根据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准 (试行) (GB15618—2018)》^[6] 检测长子县 21 个土壤采样点 (图 8) 的 9 项指标 (表 4)。结果表明，土壤 pH 值范围为 7.60-8.36，呈弱碱性，适宜青椒等设施蔬菜作物生长。表层 (0-20 cm) 土壤重金属含量均

⁵ 长治市水利局. 长治市第二次水资源评价总报告.

表 3 水环境指标检测结果统计表

	pH 值	悬浮物 (mg/L)	生化需 氧量 (mg/L)	化学需 氧量 (mg/L)	阴离子 合成洗 涤剂 (mg/L)	氯化 物 (mg/L)	硫化物 (mg/L)	全盐量 (mg/L)	铅 (mg/L)	镉 (mg/L)	铬 (mg/L)	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	耐热大 肠菌群 (MPN/L)	蛔虫 卵(个 /10L)
P1	7.8	6	2.8	7	ND	11.3	ND	368	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P2	7.5	3	2.2	5	ND	13.4	ND	522	ND	ND	ND	0.0001	ND	ND	ND
P3	8.4	18	2.3	6	ND	317	ND	1,209	0.01063	0.00014	ND	ND	ND	ND	ND
P4	8.1	16	1.9	5	ND	20.4	ND	335	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P5	7.6	5	2.0	5	ND	39.0	ND	806	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P6	7.8	8	2.1	5	ND	17.7	ND	445	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P7	8.4	8	2.8	7	ND	9.22	ND	302	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P8	7.9	7	2.0	5	ND	78.7	ND	903	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P9	7.9	11	2.1	5	ND	14.9	ND	354	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P10	8.0	7	2.2	5	ND	34.7	ND	681	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P11	8.0	1	2.1	5	ND	40.1	ND	620	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P12	7.8	6	2.1	5	ND	40.1	ND	877	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P13	8.0	8	2.0	5	ND	21.3	ND	680	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P14	8.3	10	2.1	5	ND	17.7	ND	466	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P15	8.2	2	6.7	11	ND	15.7	ND	416	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P16	7.7	0	8.2	14	ND	15.6	ND	579	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P17	7.8	32	11.4	17	ND	28.4	ND	560	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P18	7.8	7	2.1	5	ND	9.93	ND	381	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P19	8.0	4	3.3	7	ND	11.6	ND	298	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P20	8.3	6	2.3	5	ND	76.6	ND	789	ND	ND	ND	ND	ND	490	ND
P21	7.9	7	3.2	7	ND	20.6	ND	1,317	0.00011	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P22	7.9	0	2.8	6	ND	11.5	ND	365	ND	ND	ND	ND	ND	460	ND
P23	8.0	0	2.3	5	ND	4.96	ND	308	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
限值	5.5-8.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注：ND 代表未检出。

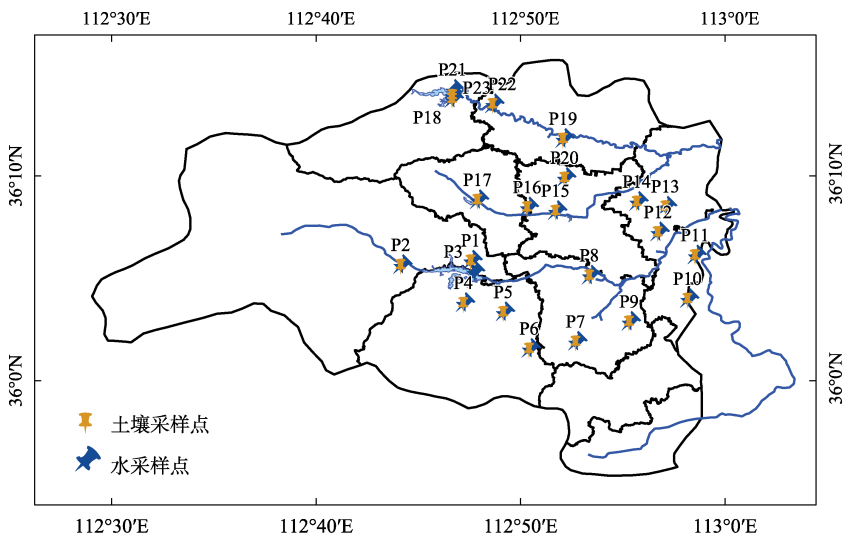


图 8 水和土壤采样点分布图

表4 土壤环境指标检测结果统计表

	pH 值	镉(mg/kg)	汞(mg/kg)	砷(mg/kg)	铅(mg/kg)	铬(mg/kg)	铜(mg/kg)	镍(mg/kg)	锌(mg/kg)
P1	7.90	0.13	0.041,2	11.6	24.0	65	28	30	108
P2	7.60	0.10	0.019,5	9.84	19.5	56	28	23	122
P4	8.26	0.09	0.060,5	7.51	20.4	55	26	23	92
P5	8.19	0.09	0.034,5	8.10	20.4	50	15	23	99
P6	8.17	0.11	0.027,3	15.8	20.6	51	28	24	101
P7	8.34	0.09	0.031,9	11.8	19.1	59	28	29	98
P8	8.10	0.11	0.022,5	13.2	23.1	50	26	24	96
P9	8.23	0.13	0.038,7	12.0	21.8	54	28	28	85
P10	8.03	0.20	0.078,3	11.9	24.2	78	79	26	141
P11	8.16	0.13	0.046,5	11.8	21.2	63	35	26	88
P12	8.29	0.12	0.072,6	13.7	21.2	51	32	24	111
P13	8.36	0.08	0.034,6	15.6	20.5	50	33	29	105
P14	8.20	0.17	0.047,5	16.9	21.1	48	35	30	98
P15	8.33	0.08	0.032,1	12.9	18.8	47	31	28	84
P16	8.25	0.10	0.062,4	16.4	20.0	53	32	29	99
P17	8.11	0.12	0.043,2	13.4	21.3	51	28	29	86
P18	8.21	0.13	0.034,0	14.2	20.2	54	27	28	80
P19	8.23	0.07	0.025,4	6.82	23.0	52	27	27	79
P20	8.08	0.08	0.028,6	14.1	16.5	45	27	27	73
P22	8.19	0.10	0.039,1	15.6	18.8	51	28	26	78
P23	8.24	0.13	0.052,3	9.46	21.6	49	27	23	96
限值	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注：P3、P21 为河流，故未进行土壤采样。

显著低于标准限值，污染风险极低，满足农用地土壤环境安全要求。土壤微量元素含量符合中国土壤有效微量元素分级标准，可满足作物生长对酶促反应、光合作用和物质转运等生理过程的需求。

3.3 产品特性数据

3.3.1 大青椒品种和特性

长子大青椒品种较为多样。早期主要种植茄门和中椒4号，后期陆续引进富丽一号、富丽二号、5029、5018、维多利亚等品种^[7]。长子大青椒果实个体较大，外观平整光滑，色泽鲜亮均匀，质地坚实，果腔饱满，果肉厚实多汁，口感脆嫩，具独特清香^[8]，适宜多种烹饪方式。其果实个大、肉厚、耐藏、耐运的特性，使产品在国内外市场均具有较高竞争力。

3.3.2 产品品质检测分析

检测结果表明，长子大青椒叶绿素和维生素C含量均高于参照值，显示其光合作用能力较强，营养价值较高，且具有较强的抗氧化功能；蛋白质含量略高于参照值，铁含量与参照值基本一致（表5）。在食品安全方面，重金属（镉、汞、总砷、铬）、农药残留（如克百威、毒死蜱等23项）以及微生物指标（菌落总数、大肠菌群等5项）均未检出或远低于我国食品安全国家标准（GB 2762—2022和GB 2763—2021）^[9,10]所规定的限值（表6）。

结果表明，长子大青椒不仅品质优良，而且在食品安全方面符合国家标准。

表5 长子大青椒品质检测统计表

营养品质指标	测定值	参照值 ^[11-13]	单项结论
叶绿素 (mg/g)	0.153	0.091	高于参照值
维生素 C (mg/100g)	114.01	76.06	高于参照值
铁 (mg/100g)	0.40	0.27	高于参照值
蛋白质 (g/100g)	1.05	1.0	高于参照值

表6 长子大青椒安全卫生指标检测结果统计表

	镉	汞	总砷	铬	其他 25 项
样品 1	0.075 mg/kg	未检出	未检出	0.73 mg/kg	未检出或低于风险阈值
样品 2	0.02 mg/kg	未检出	未检出	0.31 mg/kg	未检出或低于风险阈值

注：微生物指标 5 项为菌落总数、大肠菌群、霉菌和酵母菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌；农药残留 23 项为氯氰菊酯、三唑酮、多菌灵、腐霉利、毒死蜱、氯氟氰菊酯、吡虫啉、克百威、氟虫腈、氧乐果、水胺硫磷、毒死蜱、三唑磷、涕灭威、阿维菌素、氯氟氰菊酯、丙溴磷、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、三唑酮、苯醚甲环唑、啉霉胺、烯酰吗啉、甲基异柳磷。

4 经营管理

据 2024 年统计数据⁶，长子县地区生产总值 268.19 亿元，其中第一产业增加值 17.80 亿元。全年财政总收入 67.95 亿元，其中一般公共预算收入 26.52 亿元，税收收入 18.48 亿元。全县常住人口 28.40 万人，其中农村人口 16.97 万人，农村居民人均可支配收入 2.34 万元。随着农村经济的持续发展，蔬菜产业逐渐成为推动农民增收和农村振兴的重要支撑。

长子县蔬菜生产在 20 世纪 90 年代已具备规模，并于 1995 年达到高峰，蔬菜种植面积突破 10 万亩，其中青椒种植面积超过 6 万亩。至 2017 年底，长子大青椒的种植范围已覆盖全县 300 余个村，种植面积达 7 万余亩，总产量超过 6,000 万 kg^[14]。2022 年，丹西龙鑫现代农业示范园通过“公司+合作社+农户”模式，带动 20 余家合作社和农户承包大棚 180 余座，年产青椒 2,000 余吨^[15]。随着种植规模的不断扩大，大青椒产业已成为长子县特色农业的重要支柱，并在提高农户现金收入、壮大村集体经济和促进当地劳动力就业方面发挥了显著作用。

4.1 长子大青椒栽种管理

(1) 种植环境。设施基地宜建于地势平坦、水源稳定、排灌良好的区域，土壤以耕层深厚、疏松透气、富含有机质的砂壤土为宜。棚室白天温度 25–28 ℃，夜间 12–15 ℃，空气湿度 40%–45%，极限温度控制在 10–35 ℃。当外界气温稳定在 15 ℃ 以上时，应全天通风，保持空气流通和湿度平衡。

(2) 播前准备。可选用塑料大棚、日光温室或连栋温室育苗。播前应清除棚室内外杂草和杂物，疏通排水管道，防止积水；并对育苗设施、工具、穴盘及基质场地进行严格消

⁶ 长子县 2024 年国民经济和社会发展统计公报. http://www.zhangzi.gov.cn/zjzz/xqgk/shjj/202506/t20250612_3055427.html.

毒。播种前装盘并刮平基质，轻压后打孔，孔深 0.8–1.0 cm。

(3) 播种。播种时间依据定植日期反推：冬春育苗提前 60–70 天，夏秋育苗提前 40–45 天。经消毒的种子洗净后点播于穴盘，覆以珍珠岩并浇透水，加盖白色地膜保湿。当 60% 以上子叶展开时揭膜通气。育苗期间温度保持 30–32 °C，相对湿度约 90%。

(4) 幼苗管理。根据幼苗生长阶段合理补充水肥，低温或阴雨天气适当延长施肥间隔。温室定植前注意运输控温；大棚定植前 3–5 天开始通风降温炼苗；露地定植前 7–10 天逐步适应外界环境。

(5) 栽培技术。定植前清洁田园、起垄覆膜，采用垄上双行单株定植。缓苗后进入蹲苗期，控水约 20 天以促进根系发育并抑制地上部过快生长。定植后加强遮阳与科学施肥，生长中后期及时摘除空枝，促进果实均衡发育。

(6) 水肥管理。定植前应浇透底水，定植后蹲苗控水。全棚 70% 植株进入采收期后进行首次浇水，并结合平衡配方施肥。一般 10–15 天浇水一次，水量以沟深 1/2 为宜，避免大水漫灌，保持土壤湿润。实行“两水一肥”，每亩冲施复合肥 10–15 kg，配施磷酸二铵 5–7 kg。收获前 30 天停止追肥，以保证果实品质。

(7) 病虫害防治。遵循“预防为主、综合防治”原则，优先采用农业、物理和生物措施，化学防治仅作补充。宜选用抗性品种，夏季育苗覆盖防虫网和遮阳网，以降低病虫害发生率。

(8) 包装、标识与运输。同一包装内产品须为同一品种、批次和规格，且不得混杂异物。外包装应标注品种、产地和等级。长途运输宜采用冷链（8–13 °C），短途运输可用保温方式，以保持新鲜度和商品性。

4.2 规范化管理

标准化种植是提升长子大青椒产量与品质、规范市场秩序的重要途径。在科学化、规范化栽培的基础上，应配备专职人员开展全周期种植管理，并结合农业技术人员的培训与田间指导，逐步建立适应本地实际的长子大青椒标准化生产技术流程（表 7）。

表 7 “长子县大青椒”标准化生产技术规范一览表

序号	标准与技术规范名称	类型
1	辣椒育苗生产技术规程（DB1404/T 25—2022）	地方标准
2	露地辣椒生产技术规程（DB1404/T 26—2022）	地方标准
3	设施辣椒生产技术规程（DB1404/T 27—2022）	地方标准
4	长子青椒标准综合体 第 1 部分：产地环境（T/ZZQJ005—2023）	地方标准
5	长子青椒标准综合体 第 2 部分：育苗生产规程（T/ZZQJ006—2023）	地方标准
6	长子青椒标准综合体 第 3 部分：种植技术规程（T/ZZQJ007—2023）	地方标准
7	长子青椒标准综合体 第 4 部分：质量等级分类（T/ZZQJ008—2023）	地方标准
8	长子青椒标准综合体 第 5 部分：原料验收及成品检验（T/ZZQJ009—2023）	地方标准
9	长子青椒标准综合体 第 6 部分：贮运技术规程（T/ZZQJ010—2023）	地方标准
10	长子青椒标准综合体 第 7 部分：脱水青椒（T/ZZQJ011—2023）	地方标准
11	长子青椒标准综合体 第 1 部分：产地环境（T/ZZQJ005—2023）	地方标准
12	长子青椒标准综合体 第 2 部分：育苗生产规程（T/ZZQJ006—2023）	地方标准

4.3 产业链拓展

长子县依托特色蔬菜产业，推动设施农业与大青椒规模化种植，基本形成“集约化育苗-青椒种植-贮藏-加工-销售”的完整产业链。

(1) 集约化育苗。育苗是大青椒产业扩张的重要基础。全县建有6家蔬菜育苗中心，总面积3.11万 m^2 ，具备500万株以上育苗能力，年育苗总量8,840万株，可保障约2.9万亩青椒种植。

(2) 冷链物流。冷链体系逐步完善，显著提升了远距离外销能力。全县现有1,500 m^3 以上预冷库10座（涉氨6座、水冷4座），总库容6.35万 m^3 ，年周转量超10万吨；恒温保鲜库21座，总库容5.6万 m^3 ，贮藏能力5,200吨，年周转量超过40万吨。

(3) 加工与销售。加工环节延伸并完善了大青椒全产业链。目前全县规模以上蔬菜加工企业3家：浩润食品有限公司以脱水青椒、红椒、胡萝卜、蒲公英等为主，带动蔬菜基地3,000余亩；华丰科技与辛安农牧合作社以剁椒加工为主，年产量达万吨，辐射长子、屯留等地3万亩红椒种植，产品供应贵州“老干妈”、上海“相聚明”等知名企业。

4.4 品牌建设

长子大青椒品牌基础深厚。自1998年获评“中国青椒之乡”以来，先后获得“农产品地理标志产品”（2008）、“中国果菜无公害十强县”（2009）、“全国农业标准化示范县（蔬菜）”（2011）、“国家农产品质量安全县”（2019）等多项国家级荣誉；2019年入选全国名特优新产品名录，2023年列为国家现代农业全产业链标准化示范基地。

2020年成立的长子丹西龙鑫农业科技有限公司通过建设占地500亩、投资5,000万元的现代农业产业园，推动“长子青椒”向高标准、多样化方向发展。园区建有2,800 m^2 联动育苗温室和350亩高标准大棚，年产青椒约1,100吨。公司从中国农业大学引进21个优良新品种进行示范种植，并通过合作委托方式扩展至2,000余亩，年产值达4,000万元，带动2,000余户农民稳定增收。

4.5 近实时生境监测系统

在长子县丹西龙鑫现代农业示范园建设了长子大青椒生境自动观测站。该观测站基于低功耗物联网技术，可实现实时影像回传，并对空气温湿度、气压、土壤温湿度及植被指数（如NDVI）进行同步监测与自动记录，保证数据完整性与时空匹配性。系统同时具备数据处理与分析功能，可支持物候特征曲线提取、指数拓展计算，并实现本地与云端双重存储，为大青椒生境精准监测和科研应用提供了可靠支撑。

5 总结与后续研究

“长子大青椒”在山西乃至全国均具有独特且不可替代的优质农产品地理优势。其果实质鲜绿、个大肉厚、表皮光滑、脆嫩多汁，兼具耐藏与耐运特性，被誉为“天下第一甜椒”。未来研究与发展需重点聚焦以下方面：（1）持续加强生态环境保护，改善土壤条件，减少化肥和农药投入，推动产业可持续发展；（2）完善生产标准化管理体系，稳定并提升产品质量；（3）延伸和优化“集约化育苗-种植-贮藏-加工-销售”全产业链，提升附加值与品牌影响力；（4）依托电商平台拓展销售渠道，实现产品高效流通，同时降低生产成本、提

高农户收益。通过上述举措,可推动长子大青椒及区域蔬菜产业实现高质量、可持续发展。

作者分工:刘文彬、刘福虎、谈明洪、王婷婷完成了案例总体设计;张海江、张慧杰、张慧兰、冯国良、史艳君、段晓丽、连潞军、苗海斌、杨苗、张鹏鹏、李丽霞、任强、李强、柴鹏松、韩征、李丽丽、李鹏、陈洲洲、李小燕、王晓舟、田宁、谈明洪、王婷婷、张馨心、张汝菡等参加了实地调研和采样工作,提供或收集了案例相关数据资料;申丽霞、张海江、张慧兰对案例研究给予了指导;刘文彬、王婷婷、谈明洪、张馨心、张汝菡完成了数据集编制、制图和论文撰写工作。

致谢:感谢中国科学院地理科学与资源研究所刘闯、宋献方、王振波研究员在本案例数据集研制和论文撰写中给予的指导和帮助!感谢长子县各级领导的大力支持!

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] 王旭,章文洪,栗泉雄.长子县蔬菜产业发展的现状及对策[J].农业技术与装备,2017,325(1):42-43+46. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-887X.2017.01.018>.
- [2] 屈广琪,冯国平.露地甜椒高产栽培实例[J].蔬菜,1999,2:34-35.
- [3] 刘文彬,刘福虎,张慧兰等.长子大青椒暖温带半湿润盆地设施农业生境保护与可持续发展案例数据集[J/DB/OL].全球变化数据仓储电子杂志,2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.01.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.01.V1>.
- [4] 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).
- [5] 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.
- [6] 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)(GB15618—2018)[S].北京:中国环境出版集团,2018.
- [7] 吴俊华.山西省有机旱作农业发展路径研究——以长子县为例[J].山西农经,2019,13:28-31. <https://doi.org/10.16675/j.cnki.cn14-1065/f.2019.13.015>.
- [8] 史艳君.旱地辣椒节水高产栽培技术应用[J].农民致富之友,2019,15:17.
- [9] 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 食品中污染物限量(GB 2762—2022)[S].北京:中国标准出版社,2022.
- [10] 中华人民共和国国家卫生健康委员会,中华人民共和国农业农村部,国家市场监督管理总局.食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量(GB 2763—2021)[S].北京:中国农业出版社,2021.
- [11] 贺庆梅,杨晓清,李世标等.5种市场常见辣椒叶绿素含量的比较[J].大众科技,2015,17(4):47-49.
- [12] 中国疾病预防控制中心营养与健康所.中国食物成分表(第6版/第一册)[M].北京:北京大学医学出版社,2016.
- [13] Rubio, C., Fernández, E., Medina, M., *et al.* Mineral composition of the red and green pepper (*Capsicum annum*) from Tenerife Island [J]. *European Food Research and Technology*, 2002, 214(6): 501-504.
- [14] 田如霞,梁燕平,成妍等.山西省长子县青椒生产现状及发展对策[J].中国农业文摘·农业工程,2019,3:37-37. <https://doi.org/10.19518/j.cnki.cn11-2531/s.2019.0045>.
- [15] 中国新闻网山西.山西长子县:大棚新苗长势旺 振兴路上好“丰”光[OL]. https://www.sx.chinanews.com.cn/news/2023/0411/220822.html?utm_source=chatgpt.com.