

# 荔浦芋-稻轮作南亚热带基本农田生境 保护与可持续发展案例

莫兴国<sup>1,8\*</sup>, 孙志武<sup>2</sup>, 周雪梅<sup>2</sup>, 莫燕武<sup>3</sup>, 邱祖杨<sup>3</sup>, 李忠波<sup>4</sup>, 覃冬香<sup>3</sup>,  
刘喜梅<sup>5</sup>, 卓礼雄<sup>6</sup>, 苏燕<sup>7</sup>, 熊红明<sup>7</sup>, 刘苏峡<sup>1,8</sup>, 胡实<sup>1</sup>,  
Nsigayehe, J. M. V.<sup>1,8</sup>, 刘啸宇<sup>1,8</sup>, 周浩伟<sup>1,8</sup>

1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 荔浦市人民政府, 荔浦 546600;
3. 荔浦市农业农村局, 荔浦 546600; 4. 荔浦市气象局, 荔浦 546600;
5. 荔浦市生态环境局, 荔浦 546600; 6. 荔江文旅投公司, 荔浦 546600;
7. 广西桂品云信息科技有限公司, 南宁 530000;
8. 中国科学院大学资源环境学院/中丹学院, 北京 100049

**摘要:** 荔浦芋-稻轮作生态环境保护与可持续发展以广西荔浦市修仁镇为案例。案例区地处珠江流域西江水系, 属南亚热带湿润气候区, 热量充足, 降水丰沛。耕地以壤土和砂壤土为主, 富含有机质, 地力肥沃, 无环境污染; 水利发达, 灌溉水源的水质不低于三类水标准。荔浦芋是闻名遐迩的地理标志产品, 其品质居各类芋种之冠。本案例提出了荔浦芋优质栽培农田生态环境保护与可持续发展新模式, 规划出荔浦芋品牌发展之路。案例数据集由案例范围, 自然地理数据, 荔浦芋产品特性数据, 经营管理方略与历史发展历程等 4 个数据文件包组成, 存储格式为.shp、.kmz、.tif、.xlsx、.txt、.docx、.jpg, 数据量为 140 MB。

**关键词:** 荔浦芋; 农田生态环境保护与可持续发展; 地理标志产品; 案例 17

**DOI:** <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.02.04>

**CSTR:** <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.02.04>

## 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.2023.06.02.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.06.02.V1>

## 1 前言

随着生活水平的提高, 广大消费者对于高品质农产品的需求也日益上升。凭借独特的地域和自然环境优势, 特色农产品逐渐成为极具商业价值的高品质农产品标志, 受到众多消费者的青睐。自然环境本底状况的检测, 农作物生产过程和农产品再加工过程的动态监

收稿日期: 2023-03-12; 修订日期: 2023-06-20; 出版日期: 2023-06-25

基金项目: 中国科学院地理科学与资源研究所院地合作项目; 中华人民共和国科学技术部(2022YFF0801804)

\*通讯作者: 莫兴国 0000-0003-3830-6083, 中国科学院地理科学与资源研究所, moxg@igsnrr.ac.cn

数据引用方式: [1] 莫兴国, 孙志武, 周雪梅等. 荔浦芋-稻轮作南亚热带基本农田生境保护与可持续发展案例[J]. 全球变化数据学报, 2023, 7(2): 158-171. <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.02.04>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.02.04>.

[2] 莫兴国, 孙志武, 周雪梅等. 荔浦芋-稻轮作永久基本农田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, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.06.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.06.02.V1>.

测是确保特色农产品及其后续加工食品高品质、无公害的重要保证。因此，通过地理信息和互联网技术，对优质农产品进行溯源是提高农产品信誉和商业价值，维持可持续发展的重要途径。

我国是芋头生产大国，年产量约 200 万吨，2020 年芋头出口总量 6.874,6 万吨<sup>[1]</sup>。芋头属于天南星科植物，俗称芋艿，又称魁芋、青芋、土芝、毛芋，主要分为多头芋、大魁芋与多子芋，是热带地区广泛栽培的作物；芋头原产于印度，在我国珠江流域及台湾省种植最多，长江流域次之，其他省市种植较为广泛。芋头是人们生活中常见的大田薯类作物，芋头块茎中含有丰富的淀粉、蛋白质、膳食纤维、维生素、矿物质等，口感细软，绵甜香糯，营养价值与马铃薯相似，但不含龙葵素，既可食用又可药用，是人们喜爱的粮菜佳肴，也是一种良好的食品资源，对于粮食安全和食品来源的多样性具有不可替代的作用。芋头同时具有补脾宽肠胃、降压降脂、缓解衰老、增强人体免疫等重要的食疗和医疗价值，是日常生活的保健食品<sup>[2,3]</sup>。

广西壮族自治区桂林市下辖的县级荔浦市位于广西东北部，桂林市之南，地处亚热带，热量充足，降水丰沛。独特的气候和自然地理环境培育了魁芋种类中的特别品种—荔浦芋。荔浦芋个头大，淀粉含量高，含有数十种氨基酸和微量元素，能有效提高人体免疫力。制熟后的荔浦芋其肉松软粉糯芳香，色香味居各类芋种之冠，被誉为“芋中极品”，成为清代皇室贡品。本世纪以来，更因电视剧《宰相刘罗锅》的演绎而家喻户晓，成就了荔浦芋深厚的历史文化底蕴和现代品位。在当地政府部门强力推动和种植农户的积极响应下，荔浦芋的种植规模在广西及其他地区得到空前扩张。目前荔浦市的荔浦芋种植面积超过 4 万亩，年产值 6 亿元以上。在荔浦芋种植规模和加工设备技术方面，荔浦市引领全国，是最大的荔浦芋生产、加工、出口基地。

荔浦芋生长过程需要充足养分和水分，对地力要求甚高，且不耐连作。荔浦芋连作通常导致土壤理化性质变差，作物营养元素亏缺、比例失衡，根际微生物种群结构异化，土传病害加剧<sup>[4]</sup>，需要轮作以克服连作的不利影响。荔浦市采用芋-稻轮作的方式有效降低这些不利因素，维持荔浦芋的高产和稳产。

本文汇集整理荔浦市修仁镇荔浦芋生产的农田生态环境信息，作为芋-稻轮作农田生态环境保护与可持续发展的案例，旨在保护荔浦芋的声誉，提高荔浦芋的品牌效益，并进一步拓展荔浦芋的商业价值和消费者群体。

## 2 数据集元数据

《荔浦芋-稻轮作永久基本农田生境保护与可持续发展案例数据集》<sup>[5]</sup>元数据见表 1。

## 3 案例数据研发

### 3.1 自然地理数据及产品生境数据

#### 3.1.1 荔浦市及其下辖修仁镇简介

荔浦市地处广西壮族自治区东北部，桂林市下辖县级市，地处东经 110°06′-110°41′，北纬 24°18′-24°46′之间，属于溶蚀侵蚀中低山地貌区，境内三面环山，中部是起伏的低、

表1 《荔浦芋-稻轮作永久基本农田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	荔浦芋-稻轮作永久基本农田生境保护与可持续发展案例数据集
数据集短名	LipuTaroRiceCase17
作者信息	莫兴国 0000-0003-3830-6083, 中国科学院地理科学与资源研究所, moxg@igsnr.ac.cn 孙志武, 荔浦市人民政府, 1026622152@qq.com 周雪梅, 荔浦市人民政府, 534308487@qq.com 莫燕武, 荔浦市农业农村局, lpsnyncj@guilin.gov.cn 邱祖杨, 荔浦市农业农村局, 32168285@qq.com 李忠波, 荔浦市气象局, lpqx121@163.com 覃冬香, 荔浦市农业农村局土肥站, lptfz4806@163.com 刘喜梅, 荔浦市生态环境局, 1259919292@qq.com 卓礼雄, 荔江文旅投公司, 35943942@qq.com 苏燕, 广西桂品云信息科技有限公司, y9336005189@126.com 熊红明, 广西桂品云信息科技有限公司, y9336005189@126.com 刘苏峡, 中国科学院地理科学与资源研究所, liusx@igsnr.ac.cn 胡实, 中国科学院地理科学与资源研究所, hus.08b@igsnr.ac.cn Jean Marie Vianney Nsigayehe, 中国科学院地理科学与资源研究所, microphone49@yahoo.com 刘啸宇, 中国科学院地理科学与资源研究所, liuxy.20b@igsnr.ac.cn 周浩伟, 中国科学院地理科学与资源研究所, zhouhw.18b@igsnr.ac.cn
地理区域	广西壮族自治区桂林市荔浦市
数据格式	.shp、.xlsx、.docx
数据量	140 MB
数据集组成	包括4类数据: (1) 案例区边界; (2) 自然地理数据(水文、土壤、气象、高程分类、坡度分类、土地利用等); (3) 荔浦芋产品特性数据; (4) 经营管理与历史文化等
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
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	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据(中英文)、通过《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》发表的实体数据集和通过《全球变化数据学报(中英文)》发表的数据论文。其共享政策如下: (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 <sup>[6]</sup>
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

中、高丘陵, 台地和石山峰林, 地势自西向东倾斜, 海拔高程位于100–1,288 m之间。全市总面积1,758.62 km<sup>2</sup>, 辖10镇3乡(东昌、新坪、杜莫、荔城、青山、龙怀、修仁、茶城、蒲芦、大塘、花簏、双江、马岭), 人口38.5万。

修仁镇是荔浦市的三大重镇之一, 位于荔浦市西南部, 具有悠久的历史, 三国吴甘露元年(公元265年)孙皓称帝时设置建陵县, 唐朝长庆三年(公元823年)更名为修仁县, 宋神宗熙宁四年(公元1071年)撤县并归于荔浦县, 宋元丰元年(公元1078年)又恢复

修仁县。1951 年 8 月撤县制，1984 年设置修仁镇归荔浦县管辖。全镇总面积 109 km<sup>2</sup>，属丘陵地形，森林覆盖率 80% 以上，有农用地 2.988,9 万亩，其中水田 2.134,8 万亩，旱地 0.854,1 万亩，总人口 3.53 万<sup>[7]</sup>。全镇以出产荔浦芋、马蹄、砂糖桔闻名。经过多年的农业综合开发，全镇逐步形成了特色农业的规模化经营。修仁镇被农业农村部评为“2020 年全国乡村特色产业十亿元镇”，其中荔浦芋种植基地所在的大榕村获评为“桂林市健康村”“自治区卫生村”。

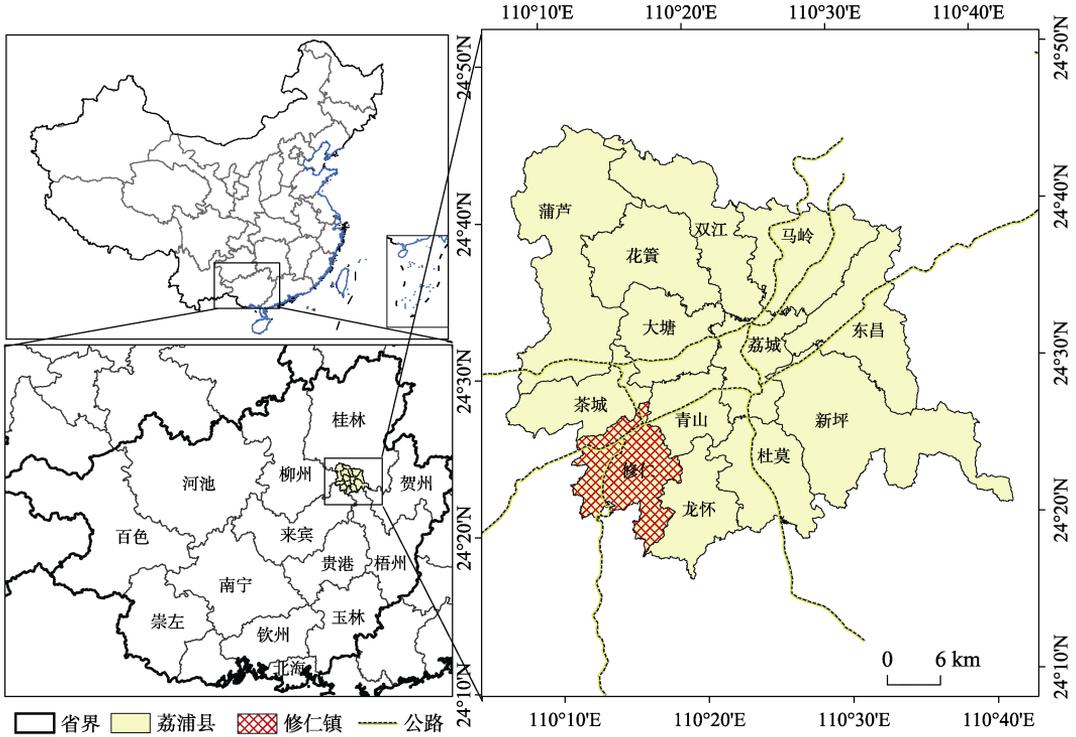


图 1 研究区地理位置及范围图

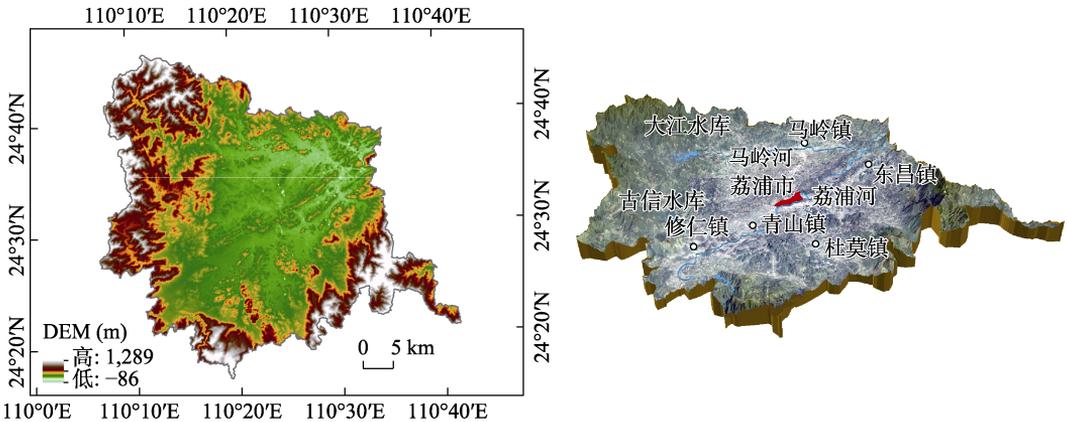


图 2 荔浦市高程图和 3D 地形图

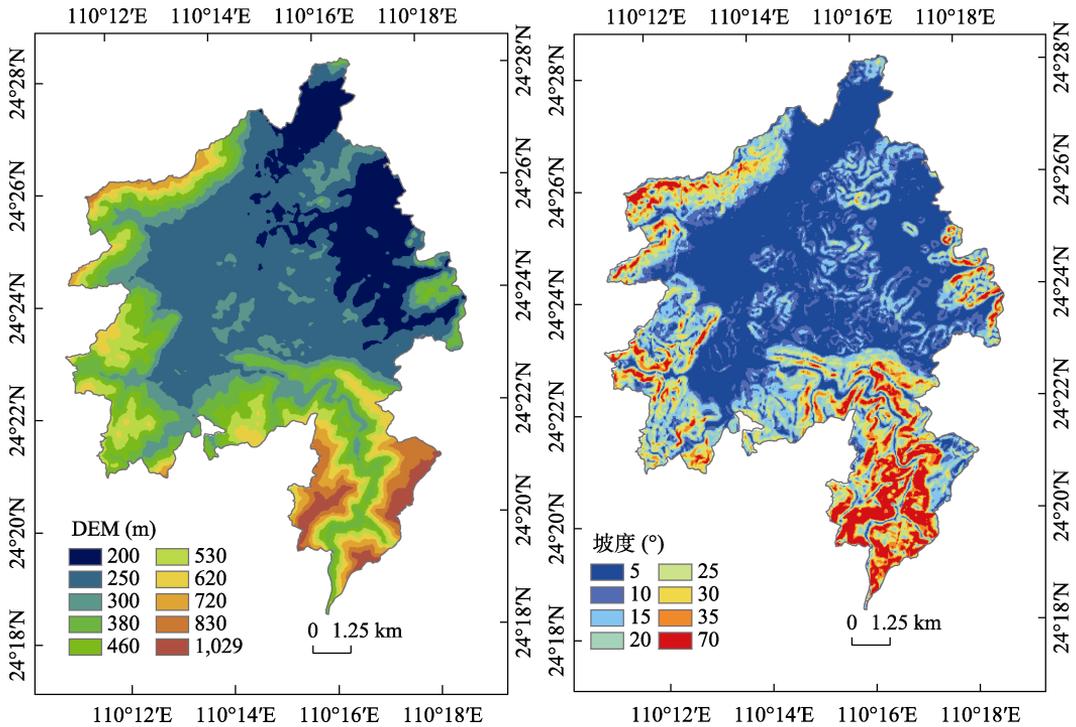


图3 修仁镇地形与坡度图

### 3.1.2 气候特征

案例区荔浦市地处北回归线北侧,属亚热带湿润气候区,四季分明,气候温暖,热量充足,降水丰沛。多年平均气温为  $19.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,最热月份(7月)和最冷月份(1月)的平均气温分别为  $28.4\pm 0.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和  $9.5\pm 1.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,平均年总积温  $7,181.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (县志),其中  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的活动积温为  $3,454\text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $\Sigma(T-10)$ )。平原区气温稍高,暖温中心在新坪乡附近;低温中心在边缘山巅。该区光照充足,年平均日照时数达  $1,536.6$ 小时,平均年太阳总辐射为  $4,021.58\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ,夏季日照时数占全年日照时数的  $32\%$ ,冬季仅占  $15\%$ 。案例区无霜期大于  $310$ 天,其中  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数约为  $290$ 天。荔浦县年平均降雨量  $1,397\text{ mm}$ ,雨量集中在  $4\text{--}8$ 月,占全年雨量的  $68.3\%$ 。境内周围山区的降水多于中央平原丘陵区,雨日数多,平均每两天有一次小雨,每9天有一次中雨,每25天有一次大雨。年平均相对湿度  $79\%$ ,春季潮湿(空气相对湿度达  $82\%$ ),10月较干(相对湿度为  $74\%$ ),年平均参考作物蒸散量为  $930\text{ mm}$ ,旱情主要发生于秋季。随着全球气候变化的持续加强,特大干旱、持续性强降雨等极端天气气候事件发生的频率增加,破坏程度加大,灾害损失和影响也愈趋严重。

本文气象数据来源于荔浦市气象局和国家气象局。

### 3.1.3 生态环境与耕地状况

荔浦市1960年代森林资源遭受极大破坏,1980年代开始封山育林,到1990年代末,全市有林面积恢复到  $6.512\text{ 万 hm}^2$ ,基本接近于1950年代初期的水平。1990年代末全县森林覆盖率为  $66.9\%$ 。2000–2018年MODIS遥感数据的分析结果表明,荔浦市植被整体得到恢复,显著改善的面积占比为  $69.5\%$ <sup>[8]</sup>,自然生态环境整体状况明显改善。根据 Sentinel 2

卫星遥感影像识别的 2020 年土地利用图显示，修仁镇的土地利用类型以森林、草地和水田为主，其面积分别为 76.97 km<sup>2</sup> (64.21%)、23.2 km<sup>2</sup> (19.32%) 和 10.2 km<sup>2</sup> (8.49%)。修仁镇植被绿度的季节差异不明显，2 月绿度较低，6 月绿度最高。

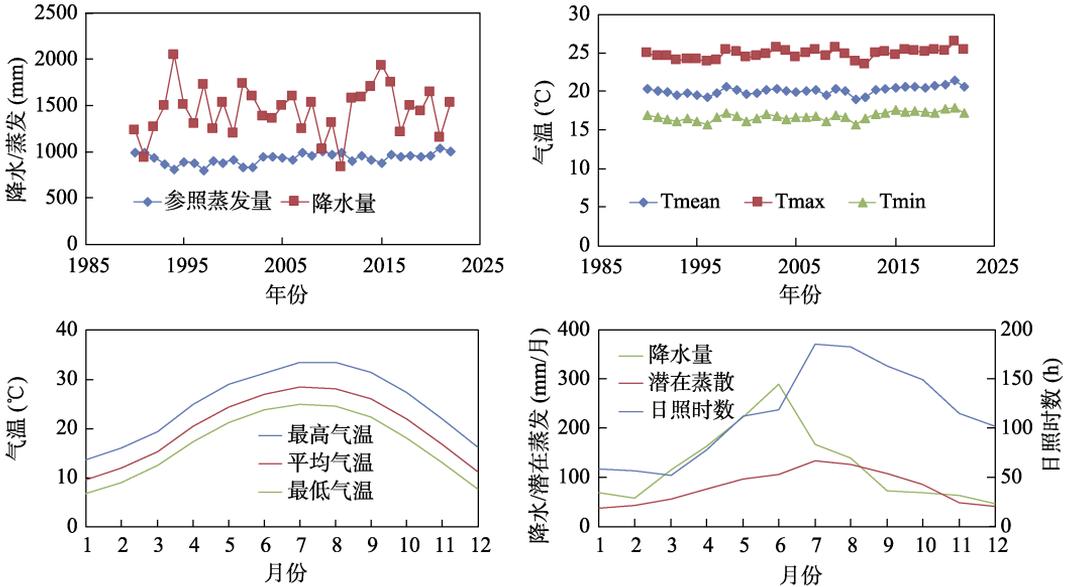


图 4 荔浦市气候特征

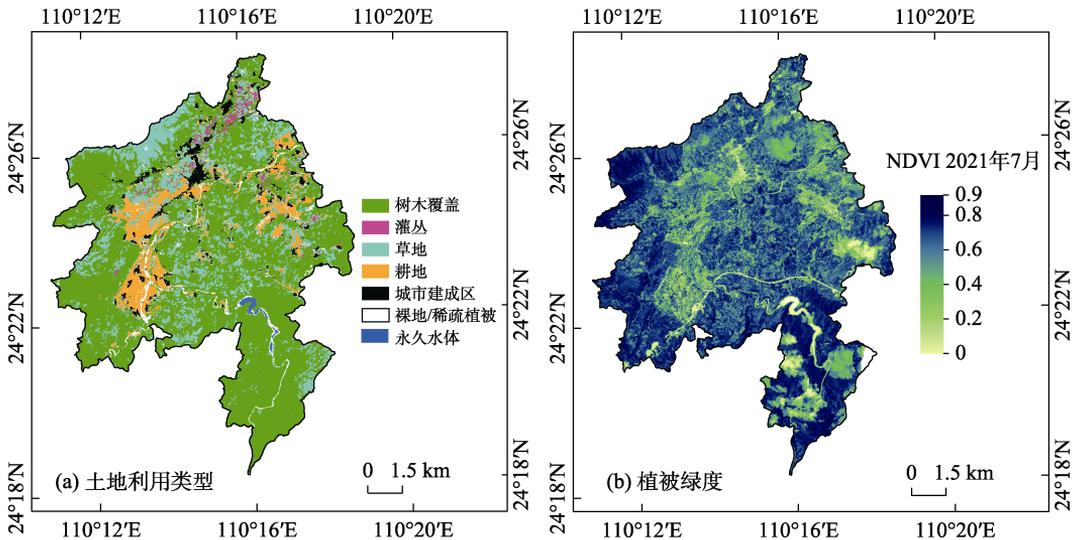


图 5 修仁镇土地利用类型与 7 月份的植被绿度图

荔浦市以森林和耕地为主，其中森林主要分布于山区，耕地主要分布于西部和东北部的平原丘陵地区，以及河流两岸的冲积平原及山谷台地（图 2）。全国第三次土壤普查的结果显示，全县耕地分为 7 个土类，其中水稻土是荔浦县耕地的主要土壤类型。土地利用变更调查结果显示，荔浦县各类土地总面积 1,759.7 km<sup>2</sup>，耕地面积为 16,249.34 hm<sup>2</sup>，占土地总面积的 9.22%<sup>[7]</sup>，其中，灌溉水田 14,080.37 hm<sup>2</sup>，占耕地面积的 66.59%。

荔浦市耕地以砂壤和壤土为主,分别占耕地总面积的 48.36%和 38.72%;其次为黏壤和黏土,分别占耕地面积的 9.18%和 3.74%<sup>[9]</sup>。修仁镇耕地的壤土和砂壤土占比分别为 52.43%和 41.38%。全市耕地土壤 pH 值介于 3.38–7.75 之间,呈酸性 (pH 值介于 4.5–5.5) 或微酸性 (pH 值介于 5.5–6.5)。

以《全国耕地类型区耕地地力等级划分》(NY/1309—1996)为标准对荔浦市耕地地力进行划分,结果显示,荔浦市高产耕地(1、2级地)占耕地总面积的 18.27%;中产耕地(3、4级地)占 41.66%;低产耕地(5、6级地)占 40.07%。其中修仁镇的高产、中产及低产耕地的占比分别为 27.81%、44.87%和 27.31%<sup>[9]</sup>。

对全市耕地主要养分状况进行统计,可以发现土壤有机质含量为 26–32.1 g/kg,全氮含量为 1.68–2.15 g/kg,有效磷含量为 24.9–40.4 mg/kg,速效钾含量为 62–100 mg/kg,有效锌含量为 1.16–1.43 mg/kg,有效硼含量为 0.40–0.46 mg/kg<sup>[9]</sup>。土壤有机质含量和全氮含量的空间格局高度一致,西北部丘陵山地的土壤有机质含量及全氮含量较低,中部耕地的土壤有机质及全氮含量较高。

修仁镇耕地土壤呈弱酸性,pH 平均值为  $5.34 \pm 1.23$ 。土壤有机质平均含量为  $35.55 \pm 14.42$  g/kg,其中 >40 g/kg 占比 19.16%,30–40 g/kg 占比 40.17%,20–30 g/kg 占比 38.89%,10–20 g/kg 占比 1.78%。土壤全氮平均含量为  $1.99 \pm 0.81$  g/kg,其中 >2.5 g/kg 占比 13.37%,1.5–2.5 g/kg 占比 62.05%,1–1.5 g/kg 占比 24.23%,0.75–1.0 g/kg 占比 0.35%。

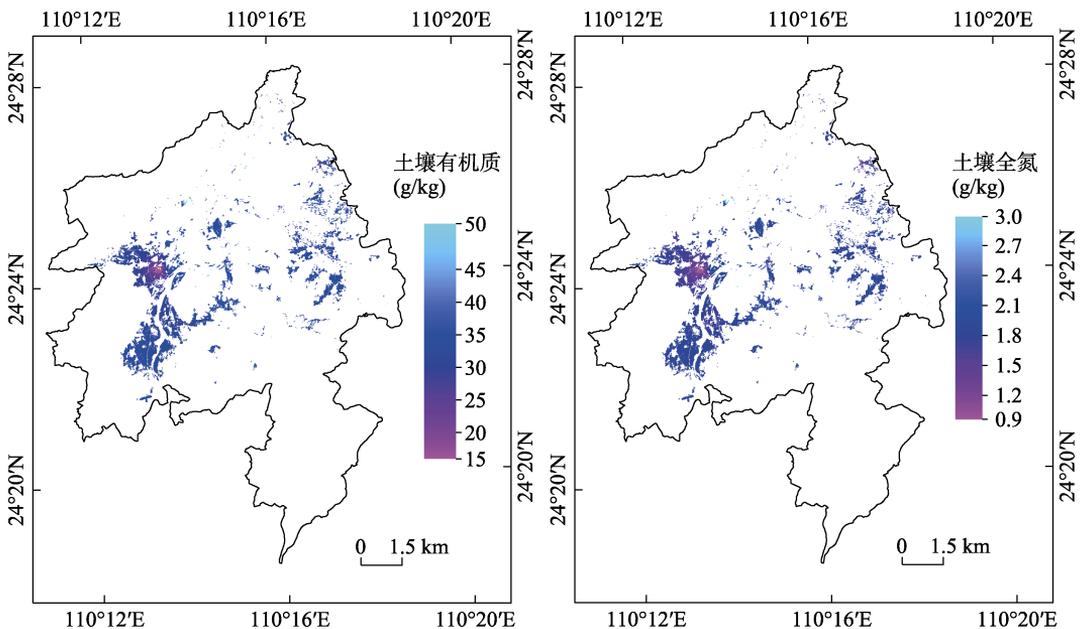


图6 修仁镇耕地土壤有机质含量和全氮含量分布

土壤重金属主要包括硒、汞、砷、铅、镉和铬,含量由高到低分别为铬、铅、砷、硒、汞和镉,其含量分别为 23–85 mg/kg、10.3–33.9 mg/kg、1.96–14.5 mg/kg、0.13–0.57 mg/kg、0.071–0.492 mg/kg, 0.08–0.37 mg/kg, 均低于土壤重金属污染的阈值《土壤环境质量标准》

(GB15618—2018)<sup>[10]</sup>。在修仁镇荔浦芋-稻轮作种植区内,近年来土壤汞、铅、镉、铬和砷含量的检测结果(表2)和2023年1月项目组采样(样点位于110°13'32"E, 24°24'11"N)的检测结果(表3)都显示这些元素的含量均远低于土壤环境质量标准(GB15618—2018)<sup>[10]</sup>中农用地土壤污染风险筛选值。

表2 案例区土壤重金属检测值统计表

检测项目	单位	检测方法	检测结果	限值
镉(Cd)	mg/kg	GB/T 17141—1997	0.075	≤0.4
铅(Pb)	mg/kg	GB/T 17141—1997	19.3	≤100
总汞(Hg)	mg/kg	GB/T 22105.1—2008	0.0719	≤0.5
总砷(As)	mg/kg	GB/T 22105.2—2008	7.73	≤30
铬(Cr)	mg/kg	HJ 491—2019	91	≤250

表3 修仁镇大榕村荔浦芋-稻轮作试验田土壤重金属检测值(单位 mg/kg)统计表

样点	作物	As	Cd	Pb	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Sr	Zr	Mo
1	芋头	7.00	0.12	29.10	5,005.89	67.35	116.81	29,356.34	27.36	68.57	81.42	71.43	477.88	0.62
2	芋头	7.13	0.13	28.07	5,002.58	70.26	157.51	30,914.00	29.14	67.48	80.87	70.76	499.11	0.53
3	芋头	5.75	0.15	24.37	4,505.25	59.52	226.76	26,709.16	22.98	59.77	71.27	57.82	593.97	0.58
4	芋头	8.26	0.12	28.88	5,187.10	71.83	368.06	37,869.58	31.68	68.60	84.59	78.51	409.45	0.65
5	芋头	11.20	0.20	32.26	5,701.44	78.60	401.02	36,298.44	35.21	72.01	101.76	82.30	474.22	0.96
6	水稻	9.22	0.13	31.67	5,577.48	73.90	369.55	39,927.58	33.73	75.49	93.34	84.62	474.32	0.65
7	水稻	7.40	0.12	28.93	5,275.33	73.89	273.20	33,634.14	29.92	124.97	87.69	78.17	463.58	0.57
8	水稻	6.87	0.10	29.37	5,086.97	83.92	282.68	30,954.66	30.26	74.76	87.11	80.21	467.67	0.62
9	水稻	6.78	0.16	30.44	5,445.77	75.24	187.89	27,200.60	31.62	78.14	92.67	80.42	525.86	0.56

### 3.1.4 水量和水质状况

荔浦市属珠江流域西江水系,市内总流域面积为1,758.62 km<sup>2</sup>,流域面积大于50 km<sup>2</sup>的河流11条,总长316 km,呈扇状分布于全市。主要河流为荔浦河,其支流密布全市域,均发源于中低山区。域内地下水多以泉水及暗河形式呈现,根据“广西壮族自治区地下水调查报告”,市域内地下水储藏量为16.5×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>,即2.9亿 m<sup>3</sup>,日可开采量为80×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>。域内的径流均由降雨补给<sup>[11]</sup>,年平均径流深达948.7 mm,年均径流量为16.829亿 m<sup>3</sup>,地下水量为2.904,5亿 m<sup>3</sup>,耕地亩均水资源量为4,505 m<sup>3</sup>。全县共有蓄水工程376座,其中小(二)型以上水库45座,引水工程21处,另有小水塘273个,蓄水总库容1.554,2亿 m<sup>3</sup>,有效灌溉面积9,634.67 hm<sup>2</sup>。这些水库和塘坝是荔浦芋种植案例区的主要灌溉水源,全流域内无污染工厂与企业。修仁镇大榕村灌溉水渠水源水质检测(样点位于110°13'15"E, 24°24'13"N)数据(表4)显示,灌溉水源中铝、砷、硼等26种元素和离子所有指标均优于城市饮用水供水标准。总体而言,全市水资源丰富,水质优良,水利设施齐全,沟、渠遍布各乡镇、村屯。

表4 修仁镇案例区不同水源水质检测数据统计表

测试元素	大榕村水渠	单位	城市饮用水供水标准
铝 (Al)	0.09	mg/L	0.2
硼 (B)	0.06	mg/L	0.5
铁 (Fe)	0.08	mg/L	0.3
钠 (Na)	0.94	mg/L	200
硫酸根 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	8.09	mg/L	250
砷 (As)	0.526	ug/L	10
钡 (Ba)	98.304	ug/L	700
镉 (Cd)	0.002	ug/L	3
铬 (Cr)	3.030	ug/L	50
铜 (Cu)	1.946	ug/L	1,000
锰 (Mn)	1.659	ug/L	100
镍 (Ni)	0.372	ug/L	20
铅 (Pb)	0.073	ug/L	10
锑 (Sb)	0.207	ug/L	5
硒 (Se)	0.486	ug/L	10
锌 (Zn)	0.212	ug/L	1,000
钼 (Mo)	0.367	ug/L	70
锂 (Li)	未检出	mg/L	-
钙 (Ca)	18.86	mg/L	-
钾 (K)	0.92	mg/L	-
镁 (Mg)	4.60	mg/L	-
磷 (P)	未检出	mg/L	-
锶 (Sr)	0.039	mg/L	-
二氧化硅 (SiO <sub>2</sub> )	4.50	mg/L	-
钴 (Co)	0.063	ug/L	-
锡 (Sn)	0.009	ug/L	-

## 3.2 荔浦芋特性数据

### 3.2.1 荔浦芋渊源和特性简介

芋头 (*Colocasia esculenta*) 俗称芋艿, 属于天南星科多年生宿根性草本植物, 常作一年生作物栽培。芋头原产于中国、印度及马来西亚等热带潮湿地区<sup>[12]</sup>, 在全球均有栽培。我国芋作物主要分布于珠江, 长江及淮河流域, 主产地包括广西、广东、湖南、江西、福建、浙江、江苏、山东等。依球茎分球习性的不同, 国内种植的芋头分为魁芋、多子芋和多头芋等<sup>[13]</sup>。

广西是荔浦芋的发源地和主产地。荔浦芋属于魁芋, 原为野生芋, 经过长期的自然选择和人工选育而形成, 在当地已有 600 年的人工栽培历史。受荔浦市气候和地理环境的影响, 荔浦芋逐渐培育成椭圆形芋体, 貌如纺锤。母芋重量约 0.5–1.5 kg, 其表皮粗糙呈棕色, 皮上节间距离较短, 芋肉槟榔花纹明显, 因此又称之为槟榔芋。荔浦芋具有香、酥、粉、糯、甜、软、鲜的特殊风味, 以营养丰富、肉质酥软、味道芬芳等特点被誉为“芋中极品”。

自古以来，周边县区对荔浦市所产槟榔芋冠以“荔浦芋”一词的称谓，属于荔浦市的地方名特优产品。据民国3年《荔浦志》记载：“旧志云：有大至十余斤者，今实无。但以城外关帝庙前所出者为佳。剖之，现槟榔纹，谓之槟榔芋。其纹棕色致密，粉松而不粘，气香”。在荔浦市，荔浦芋的种植范围遍及全市各个乡、镇、村，当前种植面积已发展到4万亩以上，其中修仁镇定位为高品质荔浦芋种植示范区。



图7 荔浦芋作物收割现场（左）和芋头块根（右）照片

### 3.2.2 荔浦芋品质测试分析

荔浦芋品质鉴定数据表明，荔浦芋总糖含量高于 1.5 g/100 g，淀粉含量为 25.7 g/100 g，其中支链淀粉含量高于 82.5%（表 5），这是荔浦芋“糯、甜”口感的原因。荔浦芋还富含蛋白质、20 多种人体所需的氨基酸和锌、铁、钾和硒等微量元素，是提高人体免疫力的佳品。

表 5 荔浦芋头品质检测数据统计表

检测项目	含量
水分 (%)	65.9
灰分 (%)	1.0
蛋白质 (g/100 g)	1.88
淀粉 (g/100 g)	25.7
锌 (mg/kg)	19.8
铁 (mg/kg)	1.2
钾 (mg/100 g)	448
硒 (mg/kg)	0.009,6
氨基酸总量 (%)	1.38

修仁镇荔浦芋种植区符合绿色生产要求，对当地所产荔浦芋的重金属及农药残留含量检测表明，铅和镉的残留量均不足 0.05 mg/kg，毒死蜱和敌百虫等剧毒农药残留量也低于 0.005 mg/kg，均远低于我国食品安全标准（GB 2762—2017，GB 2763—2021）中所规定的重金属及农药残留风险阈值（表 6）。

### 3.3 荔浦芋产业的经营管理

作为中国优质芋头品牌，荔浦芋具有独特的地理环境和历史文化底蕴。荔浦市荔浦芋种植规模和加工技术全国排名第一，是全国最大的荔浦芋生产、加工、出口基地。目前，已形成了品种资源保护→健康种苗生产→商品芋种植→加工→流通→贮藏→销售的全产业

链,实现了荔浦芋的全年生产、全年供应。

表6 重金属及农药残留检测数据统计表

检测项目	含量	标准值
铅 Pb (mg/kg)	<0.02	≤0.2
镉 Cd (mg/kg)	0.05	≤0.1
毒死蜱 (mg/kg)	<0.005	≤0.02
敌百虫 (mg/kg)	<0.005	≤0.2

#### 合作企业 1: 荔浦市荔江文化旅游投资有限公司

荔江文化旅游投资有限公司(简称:文旅投),是一家以文旅资源的优化整合、文旅产业的融合发展、文旅项目拓展开发为主要经营内容,专业从事文化旅游产业发展的国有独资企业。公司充分利用“荔浦芋”的品牌影响力,推进旅游业与一二三产业的深度融合,建设一个宜居宜游的荔浦特色旅游产业,实现良好的经济、生态和社会效益。

#### 合作企业 2: 广西桂品云信息科技有限公司

广西桂品云信息科技有限公司搭建的“桂品云”电商平台,结合广西“生态优势金不换”的自然环境特点,致力于服务广西优质中小企业和优秀企业家,集中展示和销售具有绿水青山生态优美、江海联动开放融合、健康长寿壮美的广西特色农副产品、工业产品和文旅产品,为广西企业和企业家提供产品定向销售、品牌包装升级、云仓共享物流等线上线下一站式综合服务。

### 3.3.1 荔浦芋栽种管理

荔浦芋栽培、田间管理方案依据荔浦芋水田轻简化高效栽培技术,施用的肥料、农药种类、方法应符合 GB/T 17419 氨基酸叶面肥、GB/T 17420 含微量元素叶面肥、NY/T 394 绿色食品肥料施用准则,GB/T 8321 农药合理使用准则(所有部分),NY/T 227 微生物肥料、NY 5015 无公害食品芋头生产技术规程,NY/T 2798.4—2015 无公害农产品生产质量安全控制规范(4)。主要田间栽种植管理分为如下五个环节<sup>[14]</sup>:

#### (1) 整地与施肥

选择排灌方便、土壤肥沃、保水保肥能力强的轮作田块。整地前先将肥料一次性撒施,每亩施有机肥 500 kg、缓释长效复合肥(N-P-K 比例为 18-8-26) 100 kg、钙镁磷肥 60 kg、硫酸钾 30 kg、中微量元素肥 40 kg。然后充分拌匀,精细碎土起畦。畦面宽 1.0–1.2 m,沟宽 0.8–1.0 m,畦高 0.40–0.45m,单畦双行种植。

#### (2) 种芋选择与催芽

选择组培苗后代种芋,亩用种量约 100 kg,用 50%多菌灵可湿性粉剂 600 倍液浸泡消毒 30 分钟,然后均匀摆放在苗床上,覆盖约 3 cm 厚细沙土,苗床渗透水后覆盖薄膜。种芋露芽 1–2 cm 时即可用于大田移栽。

#### (3) 种植时间与密度

在 2 月中旬至 3 月上旬,气温稳定在 15 °C 以上时开始种植,每亩种植 2,000–2,200 株。播种时,将种芋的芋芽朝下倾斜 30°左右,定植深度 15–20 cm,株距 30 cm。播种后覆盖银灰色地膜,当芋芽顶起地膜时,及时破膜开孔,孔洞直径约 15 cm,以利芋苗露出。

#### (4) 田间管理

主要分为如下几个环节，即水分管理，侧芽和徒长控制，病虫害防治，适时采收。

**水分管理：**芋作物在整个生长期均需要充足的水分。3-4月多雨，保持畦沟土壤湿润即可；5-8月温度升高，芋作物进入旺盛生长期，畦沟保持7-8 cm的水层，以确保芋作物正常发育和防止高温导致叶片枯黄；9-11月为球茎膨大的关键时期，畦沟保持浅水层。

**侧芽和徒长控制：**植株长到7-8片叶时开始出现侧芽，应尽早铲除，减少养分消耗。进入旺盛生长期后，如果植株过分徒长，每亩可用15%多效唑可湿性粉剂型0.2-0.3 kg兑水500 kg灌根，一般将株高控制在1.0-1.3 m为宜。

**病虫害防治：**荔浦芋主要病害为芋疫病和软腐病。芋疫病常用药剂有25%甲霜灵可湿性粉剂800倍液、80%烯酰吗啉水分散粒剂1,000倍液、银法利(6.25%氟吡菌胺+22.5%霜霉威盐酸盐)悬浮剂1,000倍液、10%氟噻唑吡乙酮可分散油悬浮剂2,000倍液等，生产上可搭配展着剂(如有机硅、中性洗衣粉)交替使用或组合使用，病发期间每隔10-15天防治1次。软腐病可结合整地每亩撒施生石灰70-100 kg和茶麸50 kg进行土壤消毒和杀虫后再种植，6-8月病情出现可用20%噻唑锌悬浮液500倍液灌根。主要虫害为斜纹夜蛾，可用5%氟啶脲乳油1,000倍液或0.5%甲维盐微乳剂1,000倍液喷雾防治，每隔7-10天防治1次，连续防治2-3次。

#### (5) 适时采收

荔浦芋一般于11月采收，最迟可留至12月霜冻前收获。采收前20天排水晒田。

### 3.3.2 产业化种植经营与管理

荔浦芋规模化种植格局已初步形成，成为荔浦市农业农村的支柱产业和主要经济来源之一。2020年荔浦芋年种植面积已发展到3,455 hm<sup>2</sup>，单产达到30 t/hm<sup>2</sup>，总产量达10万吨，其中修仁镇种植规模达700 hm<sup>2</sup>。为保证荔浦芋产业链条的完整性，目前全市已经初步实现种植规模化，种植技术轻简化和产业化，并形成产-研相结合的发展路线。通过广西自治区科技计划项目“荔浦芋全产业链关键技术集成应用与推广示范(2020)”等一批项目的立项，积极打造荔浦芋绿色食品生产基地、富硒荔浦芋生产基地，在提升荔浦芋品质的基础上，推进相关产业的规模化和商品化发展。

**种植规模化：**荔浦芋规模化格局已初步形成，全市建立了35个3.335 hm<sup>2</sup>以上荔浦芋绿色生产基地。

**轻简化种植技术：**荔浦市农业农村局与广西农科院生物技术研究合作，采用植物高代组培变异技术选育荔浦芋新品种“桂芋2号”“桂芋1号”，集成创新以“全田配方施肥、高畦覆膜免培土、病虫害绿色综合防控”为主的轻简高效配套栽培技术体系，制定、发布了荔浦芋相关系列标准。

**产业链：**已形成了品种资源保护→健康种苗生产→商品芋种植→加工→流通→贮藏→销售的全产业链，实现了荔浦芋的全年生产、全年供应。

### 3.4 荔浦芋产业化发展历程

荔浦栽培最早的文字记载始于民国三年的荔浦志。旧时仅在于城外关帝庙一带及其周边种植。据记载，新中国成立以后的1963年，栽培面积47 hm<sup>2</sup>，外销225.0吨。整个上世纪六七十年代荔浦芋栽培面积在66.7 hm<sup>2</sup>上下，外销也仅数百吨。直到90年代，源于《宰

相刘罗锅》电视剧的热播，市面上的荔浦芋价格暴涨。1996年，荔浦县政府高度重视荔浦芋的发展，指派农业局成立荔浦芋开发有限公司，组建荔浦县名特优农产品协会，获得一系列荣誉（表7）。

表 7 荔浦芋主要荣誉清单统计表

时间	获得荣誉
2000年	原产地证明商标
2000年	国家地理标志证明商标
2004年	无公害产地产品认证
2005年	国家质量监督检验检疫总局地理标志产品
2015年	国家农业部农产品地理标志
2017年	中国名特优新产品
2017年	国家质量监督检验检疫总局、中国质量认证中心评估荔浦芋区域品牌价值为 10.68 亿元
2018年	首批广西农业品牌
2017–2019年	中国百强农产品区域公用品牌
2019年	绿色认证
2021年	香港认证中心颁发的优质“正”印认证

随着时间的推移，荔浦芋的种植技术也发生了质的飞跃。70年代以前，以生产队种植为主，使用农家肥，800–1,000株/667m<sup>2</sup>，单行，产量约为10–12t/hm<sup>2</sup>。第1次种植技术飞跃发生在1988年，种植户把水稻育秧用的多效唑用于荔浦芋的栽培，控制了植株高度，并增加了植株密度，使得植株密度达到2,000株/667m<sup>2</sup>，产量也增加到15t/hm<sup>2</sup>以上。第2次飞跃发生在2000年以后，将地膜覆盖用在了荔浦芋的栽培上。通过提早种植时间、减少病虫害危害，有效地提高了产量。以地膜覆盖一次性施肥免培土为主的轻简化栽培技术，解决了荔浦芋生产中的主要问题，成为荔浦芋当前最主要的大田栽培模式。据此，荔浦芋的地膜覆盖栽培技术获得广西农业厅2002年科技进步一等奖，同时获得国家农业部科技进步二等奖。

## 4 讨论与结论

案例研究区独特的亚热带地理环境孕育了具有地域地理特色的荔浦芋。作为药食兼用的粮食辅助作物，荔浦芋可用于弥补主粮生产的不足，具有广阔的发展前景，但目前仍然有一系列问题需要进一步引起社会重视、科研投入与政策扶持。

### 4.1 科技投入，科研与企业对接有待进一步改进

以荔浦芋当家的广西芋头产业一直处于科技投入不足、科技创新能力有待提高的状态，芋头品种退化、栽培技术落后及产品开发滞后等问题严重制约了芋头产业的可持续发展。当前，广西芋头科研与企业对接也相对滞后，芋头生产中的一些关键技术，如品种筛选、机械化栽培、病虫害防治，水、肥、药利用及产品加工生产等技术主要依靠农户或加工企业的传统经验，诸多问题尚未得到有效解决。很多加工企业反映芋头鲜煮香味浓郁，但加工成粉后其香味变淡或消失，严重影响加工产品的质量，急需通过技术研究攻克这一难题。

### 4.2 政府部门重视及政策扶持问题

广西紧邻粤港澳大湾区，背靠大西南，面向东南亚，广西芋头产业在粤港澳大湾区具

有广阔的市场前景。有关政府部门应高度重视芋头产业发展，加强对广西芋头产业发展的扶持和引导，充分发挥芋头主产区的区位优势，优化芋头种植区域化布局。加强宣传推广，促进产学研结合，提高产品质量水平；出台扶持土地流转、先进生产设施建设及机械化装备购置等补贴政策。

**作者分工：**莫兴国总体设计，收集、制作数据集，撰写和修改数据论文；孙志武、周雪梅、莫燕武、邱祖杨、李忠波、覃冬香、刘喜梅收集整理生态环境数据；卓礼雄、苏燕、熊红明撰写部分论文内容；刘啸宇处理土地利用和遥感植被指数数据；周浩伟处理DEM、坡度和水系数据；J. M. V Nsigayeche 处理和分析土壤样品；胡实整理GIS数据，撰写论文；刘苏峡撰写论文。

**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] 李柏文, 宗义湘, 吴曼. 世界芋头生产贸易形势分析[J]. 中国蔬菜, 2022(6): 1-6.
- [2] 韩笑, 张东旭, 王磊. 芋头的营养成分及加工利用研究进展[J]. 中国蔬菜, 2018, 3(3): 9-13.
- [3] Ribeiro Pereira, P., Bertozzi de Aquino Mattos, É., Nitzsche Teixeira Fernandes Corrêa, A. C., et al. Immunomodulatory benefits of taro (*Colocasia esculenta*) corms, an underexploited tuber crop [J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2021, 22: 265. <https://doi.org/10.3390/ijms22010265>.
- [4] 李春宏, 殷剑美, 王立等. 连作对芋头根际土壤理化性状和微生物特性的影响[J]. 江苏农业学报, 2019, 35(4): 825-833.
- [5] 莫兴国, 孙志武, 周雪梅等. 荔浦芋-稻轮作永久基本农田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, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.06.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.06.02.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策[OL]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017年更新).
- [7] 荔浦市地方志编纂委员会. 荔浦年鉴 2021[M]. 北京: 线装书局, 2021.
- [8] 刘昕怡. 1998-2018年桂林市植被变化及对相关因子分析[J]. 南宁师范大学学报(自然科学版), 2022, 39(3): 38-46.
- [9] 广西壮族自治区土壤肥料工作站. 荔浦县耕地地力评价[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2013.
- [10] 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(GB 15618-2018)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [11] 荔浦县地方志编撰委员会. 荔浦县志[J]. 上海: 三联书店, 1996.
- [12] 覃夏燕, 龙盛风, 甘秀芹等. 广西芋头产业现状分析及其发展建议[J]. 南方农业学报, 2021, 52(6): 1477-1484.
- [13] 于继英, 田子罡, 徐美娟等. 我国芋头资源分布和饲用情况[J]. 当代畜牧, 2018(33): 22-26.
- [14] 莫星煜, 李玉洪, 周思菊. 桂北地区荔浦芋旱地高产栽培技术[J]. 南方农业, 2022, 16(9): 146-149.