

乐安竹笋亚热带山地生境保护与 可持续发展案例研究

颜伶俐^{1*}, 余林², 艾志峰³, 郑军³, 吴建国³, 欧阳杰³, 李荣国³,
于伯华¹, 孟盛旺¹, 王浩⁴, 陈国华⁵, 陈光华⁶,
袁传明⁷, 王贵才⁸, 郑先贵⁹

1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100010; 2. 江西省林业科学院, 南昌 330013;
3. 乐安县人民政府, 乐安 344399; 4. 乐安县竹笋加工协会, 乐安 344399;
5. 乐安竹笋集团有限公司, 乐安 344399; 6. 江西广雅食品有限公司, 乐安 344399;
7. 江西登仙桥食品有限公司, 乐安 344399; 8. 江西鹏鑫食品有限公司, 乐安 344399;
9. 江西乐之峰健康产业有限公司, 乐安 344399

摘要: 乐安县位于江西省中部、抚州市西南部, 境内群山环抱, 地势南高北低; 属亚热带湿润季风气候区, 气候温暖、日照充足、雨量充沛、无霜期长, 非常适合竹类植物生长。本研究通过野外调查、室内测试、大数据集成等手段, 系统分析了乐安竹笋生长的亚热带山地环境、竹笋品质及其内在关系。研究发现, 乐安竹笋生长的土壤符合我国国家标准和林业行业标准, 优于欧盟对农业用地土壤环境的要求, 水质优于我国生活饮用水卫生标准和欧盟标准, 优良的生态环境孕育了高品质的乐安竹笋。案例数据由案例范围、自然地理、产品特性和经营管理等5个数据文件包组成, 存储格式分别为.shp、.xlsx、.tif、.pdf、.png和.jpg, 数据量为210 MB。

关键词: 乐安竹笋; 亚热带山地; 生境保护; 可持续发展; 地理标志; 案例 19

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2024.03.04>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2024.03.04>

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.2024.09.10.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.09.10.V1>.

1 前言

中国是全球竹林资源最丰富的国家, 也是竹笋产量最大的国家之一^[1]。乐安县地处江西省中部、抚州市西南部, 属亚热带湿润季风气候区, 气候温和, 日照充足, 雨量充沛, 无霜期长, 四季分明, 其独特的气候环境非常适合竹类植物生长。竹笋是具有地带性特

收稿日期: 2024-07-10; 修订日期: 2024-08-25; 出版日期: 2024-09-25

基金项目: 江西省抚州市乐安县人民政府(2024)

*通讯作者: 颜伶俐, 中国科学院地理科学与资源研究所, yanlingyuan19@mails.ucas.ac.cn

数据引用方式: [1] 颜伶俐, 余林, 艾志峰等. 乐安竹笋亚热带山地生境保护与可持续发展案例研究[J]. 全球变化数据学报, 2024, 8(3): 251–266. <https://doi.org/10.3974/geodp.2024.03.04>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2024.03.04>.

[2] 颜伶俐, 余林, 艾志峰等. 乐安竹笋亚热带山地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, 2024. <https://doi.org/10.3974/geodb.2024.09.10.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.09.10.V1>.

征、健康的山珍食品。竹笋富含植物蛋白，有着“素食第一品”的美誉，被认为是最佳的有机食品，不仅为产笋国喜爱，也深受北美、欧洲、大洋洲等无笋地区人们的喜爱^[2]。乐安竹笋以其口感鲜嫩、清脆可口、细嫩无渣而闻名。2011 年 9 月，乐安竹笋被列为国家地理标志产品，先后通过“绿色食品”“无公害农产品”“HACCP”体系和美国 FDA 等认证，并多次荣获“中国绿色食品博览会金奖”等称号；2019 年荣登中国品牌价值评价榜单并入选中国农业品牌目录；2020 年入选中国首批受欧盟保护地理标志名录^[3]。根据中国品牌建设促进会的中国品牌价值评价结果，截至 2024 年 5 月乐安竹笋品牌价值为 15.03 亿元。

2 数据集元数据简介

《乐安竹笋亚热带山地生境保护与可持续发展案例数据集》^[4]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。

3 案例区地理范围

乐安竹笋亚热带山地案例区隶属江西省抚州市乐安县，位于江西省的地理中心地带，东邻崇仁县、宜黄县，西连永丰县、新干县，北靠丰城市，南接宁都县，全县总面积 2,412.59 km²，地理位置是东经 115°35′–116°10′，北纬 26°50′–27°45′。案例区覆盖乐安竹笋核心产区，分别是乐安县南村乡、谷岗乡、招携镇、鳌溪镇、公溪镇、湖溪乡、金竹乡共 7 个乡镇（图 1）。

4 案例区生态地理环境数据

4.1 地形地貌和气候特征

乐安县境内群山环抱，丘陵起伏，大小山岭星罗棋布，整个地势南高北低，地形呈南北长、东西窄的不规则形状。东南部为山岳区，层峦迭嶂，沟壑纵横；北部为丘陵区，山包起伏，地势较东南低平（图 2、图 3）。

乐安县地处华南气候区与华中气候区过渡地带，属亚热带湿润季风气候区，春季冷暖多变，阴雨连绵；夏季炎热，雨水集中；秋季凉爽，旱多涝少；冬季寒冷，盛刮北风。根据国家气象科学数据中心的数据，乐安县 1994–2023 年平均气温为 18.2 °C，年平均降水量 1,757.7 mm，春夏两季雨水较多，多年平均日照时数 1,557.7 h（图 4–图 9）。

4.2 土壤理化分析

为深入研究乐安竹笋产区的土壤特点，本研究根据案例区竹林分布情况，采集了不同土层的土壤样本并进行了理化性质分析。本次共选取 18 个样点（图 10），将 100 cm 深度的土壤按 20 cm 进行分层取样，并将样品送至中国科学院地理科学与资源研究所检测。检测的指标包括：土壤 pH 值，有机质含量（g/kg），全氮含量（g/kg），镉（Cd）、砷（As）、铅（Pb）等 6 种重金属离子含量（mg/kg）。

土壤样品检测结果表明（图 11–图 13），案例区土壤 pH 平均值为 4.97，变化范围在 4.41–5.56，为典型的酸性土壤。0–20 cm、20–40 cm、40–60 cm、60–80 cm 和 80–100 cm 土

层的 pH 平均值分别为 4.83、4.90、4.97、5.03 和 5.10，相较于表层土壤，深层土壤的 pH 值较高。土壤有机质、全氮含量均随着土层深度增加而下降。其中，0–20 cm 土层的土壤有机质含量最高，平均值为 31.81 g/kg，全氮含量平均值为 1.45 g/kg；以上指标的最小值均出现在 80–100 cm 土层，该土层有机质和全氮含量平均值分别为 8.34 g/kg 和 0.47 g/kg。

表 1 《乐安竹笋亚热带山地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	乐安竹笋亚热带山地生境保护与可持续发展案例数据集
数据集短名	Le'anBambooShootsCase19
作者信息	颜伶俐，中国科学院地理科学与资源研究所，yanlingyuan19@mailsucas.ac.cn 余林，江西省林业科学院，yulin0417@163.com 艾志峰，乐安县人民政府 郑军，乐安县人民政府 吴建国，乐安县人民政府 欧阳杰，乐安县人民政府 李荣国，乐安县人民政府 于伯华，中国科学院地理科学与资源研究所，yubh@igsnr.ac.cn 孟盛旺，中国科学院地理科学与资源研究所，mengsw@igsnr.ac.cn 王浩，乐安县竹笋加工协会 陈国华，乐安竹笋集团有限公司 陈光华，江西广雅食品有限公司 袁传明，江西登仙桥食品有限公司 王贵才，江西鹏鑫食品有限公司 郑先贵，江西乐之峰健康产业有限公司
地理区域	江西省抚州市乐安县
数据年代	1994–2023
数据格式	.shp、.xlsx、.tif、.pdf、.png、.jpg
数据量	210 MB
数据集组成	案例范围、自然地理、产品特性、经营管理等
基金项目	江西省抚州市乐安县人民政府（2024）
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 ^[5]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

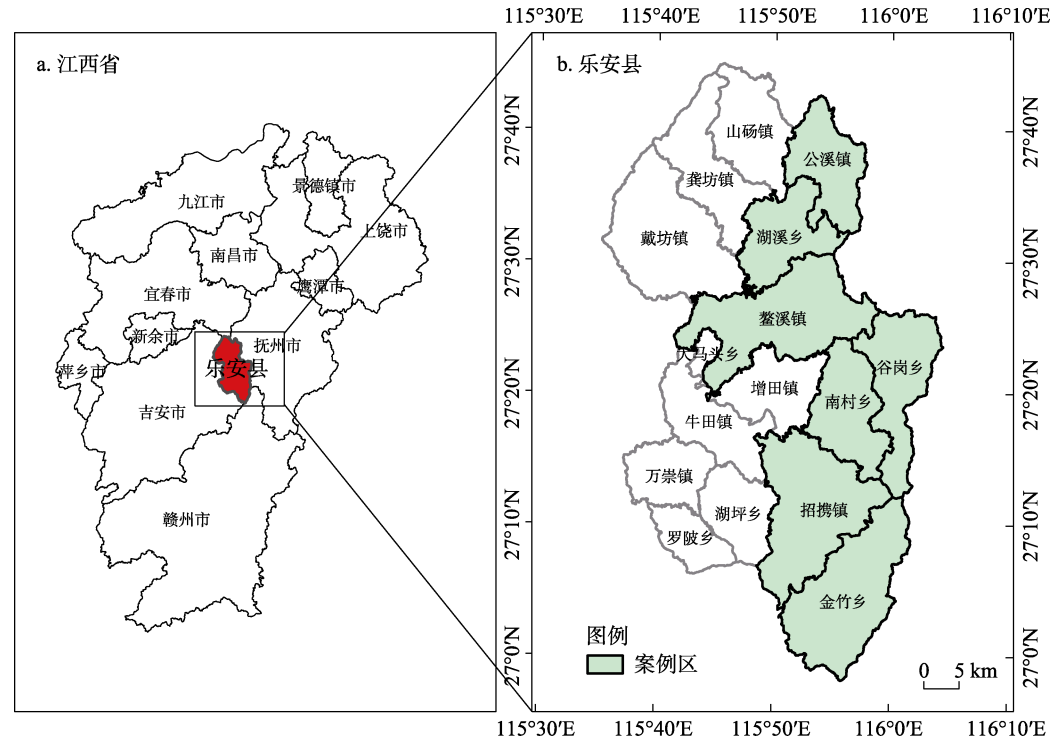


图 1 乐安县地理位置、行政区划及案例区范围图

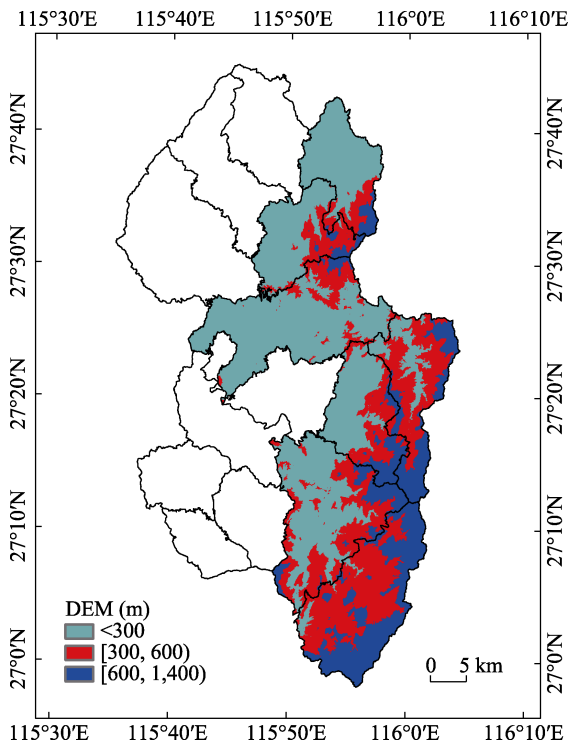


图 2 乐安县案例区海拔高度分类图

为探究乐安竹笋生长环境的安全性,检测分析了案例区土壤中镉(Cd)、砷(As)、铅(Pb)、铬(Cr)、镍(Ni)、锌(Zn)6种重金属离子含量(mg/kg)。检测依据,第一、林业行业标准《食用林产品产地环境通用要求》(LY/T 1678—2014)^[6]的规定:当土壤pH值<6.5时,土壤镉(Cd)离子含量应≤0.3 mg/kg、砷(As)离子含量应≤40 mg/kg、铅(Pb)离子含量应≤50 mg/kg、铬(Cr)离子含量应≤120 mg/kg。第二、国家标准《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618—2018)^[7]的规定:当土壤pH值≤5.5时,土壤镉(Cd)离子含量应<0.3 mg/kg、砷(As)离子含量应<40 mg/kg、铅(Pb)离子含量应<70 mg/kg、铬(Cr)离子含量应<150 mg/kg、镍(Ni)离子含量应<60 mg/kg、

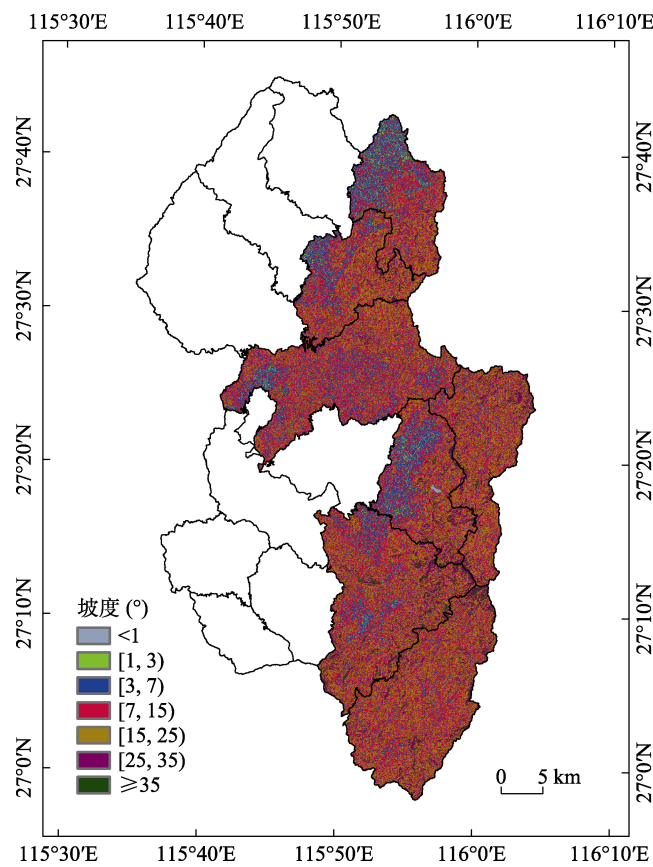


图 3 乐安县案例区地形坡度分类图

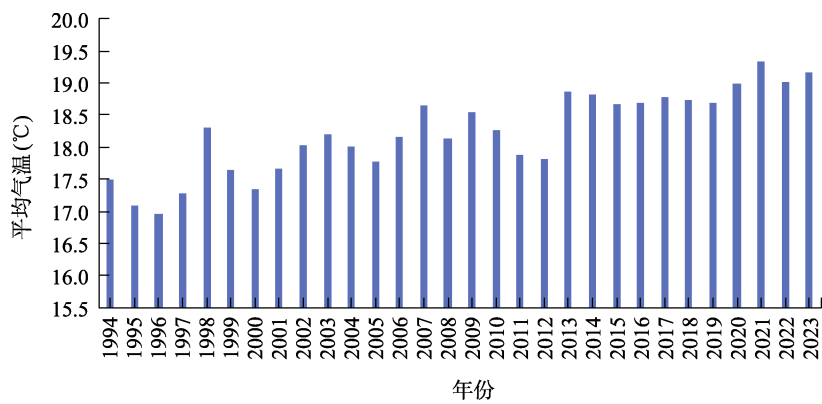


图 4 乐安县年均气温统计图

锌 (Zn) 离子含量应 $<200\text{ mg/kg}$ 。第三、鉴于乐安竹笋入选中欧地理标志协定首批保护清单, 欧盟《农业用地土壤保护标准》^[8]规定: 土壤镉 (Cd) 离子含量 $1\text{--}3\text{ mg/kg}$ 、铅 (Pb) 离子含量 $50\text{--}300\text{ mg/kg}$ 、镍 (Ni) 离子含量 $30\text{--}75\text{ mg/kg}$ 、锌 (Zn) 离子含量 $150\text{--}300\text{ mg/kg}$ 。

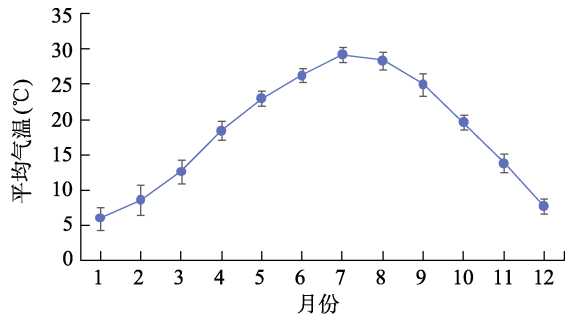


图 5 乐安县月年均气温统计图

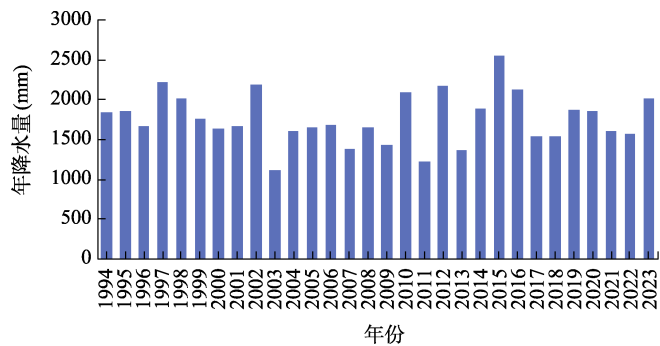


图 6 乐安县年降水量统计图

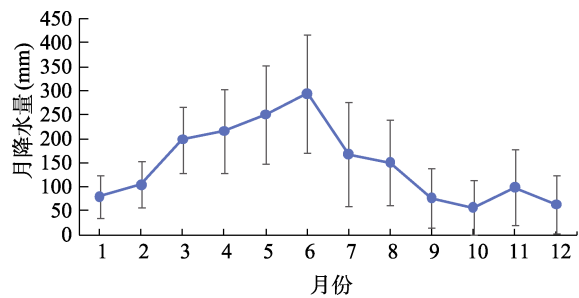


图 7 乐安县月年均降水量统计图

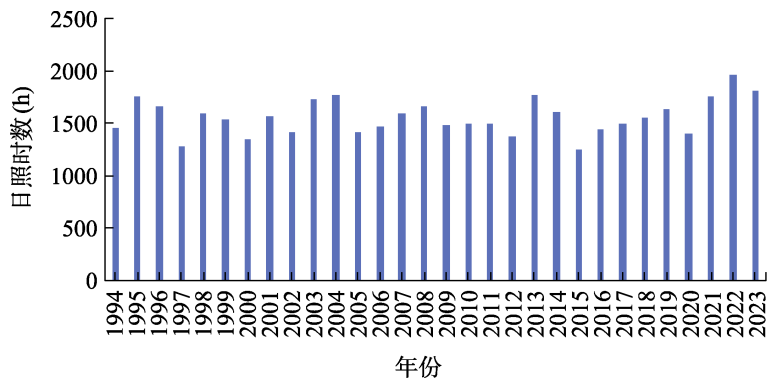


图 8 乐安县年日照时数统计图

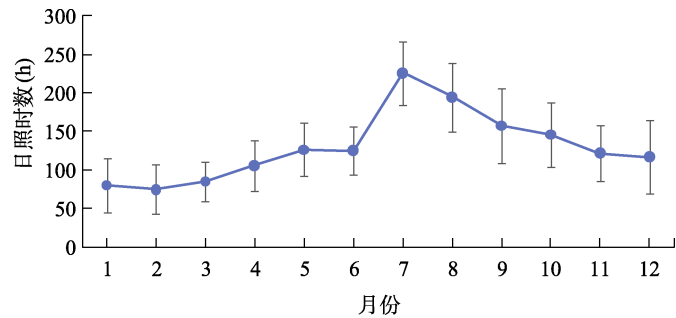


图 9 乐安县月年均日照时数统计图

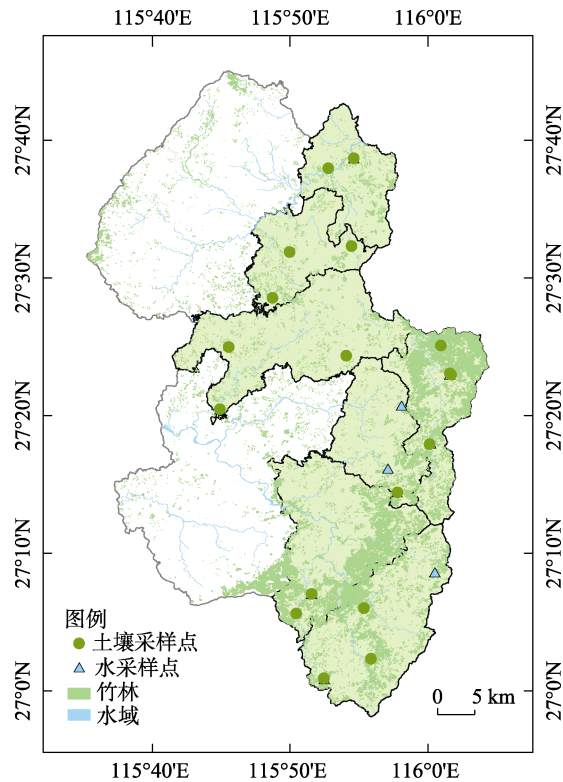


图 10 乐安县案例区采样点地理位置分布图

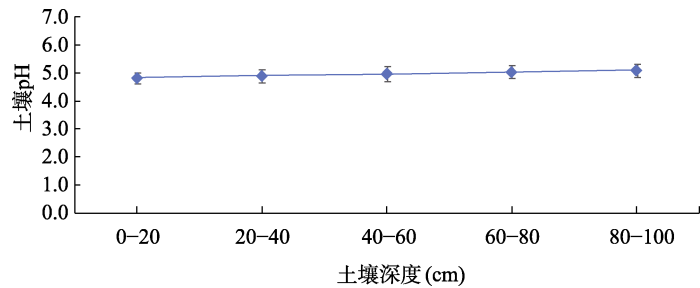


图 11 案例区土壤 pH 平均值分布图

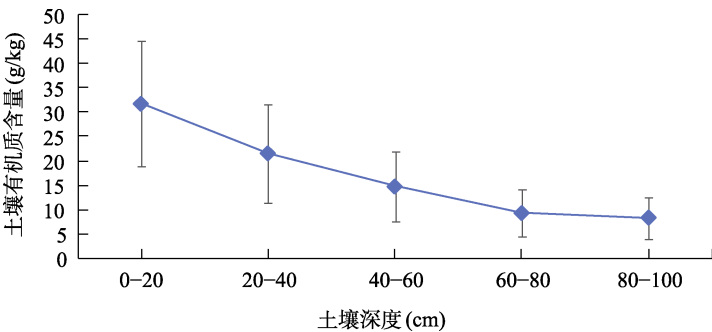


图 12 案例区土壤有机质含量平均值分布图

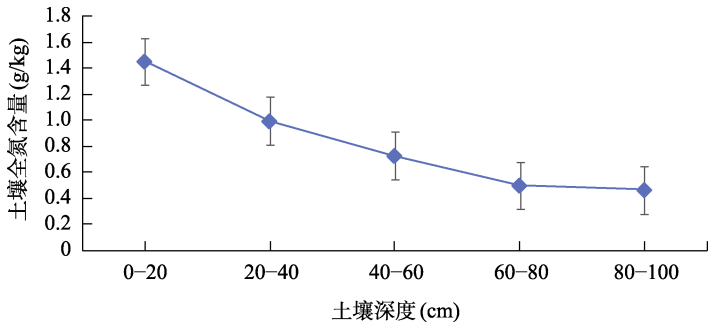


图 13 案例区土壤全氮含量平均值分布图

将土样检测结果（表 2）与《食用林产品产地环境通用要求》（LY/T 1678—2014）^[6]和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618—2018）^[7]对土壤重金

表 2 土壤样点重金属离子含量及与行业标准、国家标准、欧盟标准对比表（mg/kg）

样点编号	土层深度（cm）	镉（Cd）	砷（As）	铅（Pb）	铬（Cr）	镍（Ni）	锌（Zn）
1 号样点	0-20	0.09	2.99	37.10	41.74	18.43	123.05
	20-40	0.06	2.26	31.56	37.88	18.61	122.35
	40-60	0.05	2.09	33.26	36.35	20.68	118.83
	60-80	0.05	2.03	33.72	39.29	23.66	122.75
	80-100	0.03	2.05	32.68	40.12	22.38	131.69
2 号样点	0-20	0.12	2.87	34.90	15.93	4.37	61.47
	20-40	0.04	2.59	31.19	20.11	5.62	56.64
	40-60	0.06	2.56	33.53	17.45	4.89	61.14
	60-80	0.03	2.20	30.18	12.37	3.65	75.69
	80-100	0.08	2.13	32.22	12.52	4.49	64.39
3 号样点	0-20	0.09	6.33	23.14	64.13	19.40	63.32
	20-40	0.02	5.98	25.48	62.13	18.85	59.72
	40-60	0.02	5.59	21.49	62.50	15.82	53.08
	60-80	0.03	5.61	25.34	57.69	17.18	58.47
	80-100	0.03	5.91	26.99	57.55	19.23	61.85

续表 2 土壤样点重金属离子含量及与行业标准、国家标准、欧盟标准对比表 (mg/kg)

样点编号	土层深度 (cm)	镉 (Cd)	砷 (As)	铅 (Pb)	铬 (Cr)	镍 (Ni)	锌 (Zn)
4 号样点	0-20	0.02	3.06	22.51	79.64	37.33	96.23
	20-40	0.03	3.01	23.00	76.41	37.09	94.44
	40-60	0.05	2.96	20.62	72.33	34.10	85.57
	60-80	0.04	3.39	25.82	87.01	46.31	117.99
	80-100	0.04	3.31	26.13	86.94	46.84	114.46
5 号样点	0-20	0.02	5.46	26.82	30.64	12.18	42.06
	20-40	0.07	5.12	30.78	32.62	13.23	39.84
	40-60	0.01	4.83	24.97	32.30	13.19	40.52
	60-80	0.01	5.82	28.29	35.31	15.05	40.44
	80-100	0.01	5.70	28.86	39.49	16.04	41.67
6 号样点	0-20	0.12	2.66	25.03	95.38	35.00	98.55
	20-40	0.10	2.46	22.54	95.46	34.90	98.36
	40-60	0.07	2.69	24.64	99.19	43.86	108.78
	60-80	0.09	2.69	26.96	101.15	42.94	110.43
	80-100	0.13	2.67	28.51	95.99	40.43	121.11
7 号样点	0-20	0.09	3.51	23.93	82.54	35.46	92.44
	20-40	0.05	3.41	23.61	93.32	39.73	99.38
	40-60	0.04	3.21	26.11	88.48	41.32	98.48
	60-80	0.04	3.47	26.75	95.25	42.53	104.79
	80-100	0.03	3.15	25.55	84.41	40.93	105.75
8 号样点	0-20	0.17	3.32	21.46	84.70	34.84	105.57
	20-40	0.14	3.39	22.00	76.86	34.68	104.01
	40-60	0.11	3.44	20.51	83.93	37.12	108.17
	60-80	0.09	3.17	18.27	80.19	35.87	104.50
	80-100	0.07	2.74	16.71	82.72	33.25	93.21
9 号样点	0-20	0.08	5.34	35.78	43.29	14.11	74.79
	20-40	0.00	4.87	33.49	41.16	13.85	71.76
	40-60	未检出	5.20	36.47	44.76	15.87	81.43
	60-80	0.03	5.13	33.16	45.90	16.10	76.05
	80-100	未检出	5.22	34.26	44.95	15.83	75.48
10 号样点	0-20	0.08	8.14	28.09	84.52	32.17	107.04
	20-40	0.04	7.71	26.86	84.31	32.03	104.83
	40-60	0.04	8.22	24.86	71.79	31.07	99.24
	60-80	0.04	8.24	26.36	74.79	33.10	102.61
	80-100	0.05	7.55	25.42	85.23	35.33	101.59
11 号样点	0-20	0.04	3.81	37.83	16.41	5.30	62.94
	20-40	0.01	4.75	35.24	25.23	9.30	60.87
	40-60	0.10	4.90	30.35	37.90	11.99	59.26

续表 2 土壤样点重金属离子含量及与行业标准、国家标准、欧盟标准对比统计表 (mg/kg)

样点编号	土层深度 (cm)	镉 (Cd)	砷 (As)	铅 (Pb)	铬 (Cr)	镍 (Ni)	锌 (Zn)
11 号样点	60–80	0.02	6.46	36.60	18.53	5.91	57.07
	80–100	0.03	6.83	39.23	16.95	5.58	60.76
12 号样点	0–20	0.08	3.67	33.55	16.49	5.75	61.19
	20–40	0.17	5.13	37.08	36.48	11.01	58.40
	40–60	0.13	5.26	36.31	41.90	13.12	65.55
	60–80	0.10	4.82	30.69	36.75	12.44	63.15
	80–100	0.09	4.27	30.88	29.83	10.23	58.01
13 号样点	0–20	0.04	2.00	48.38	8.94	2.08	88.68
	20–40	0.05	2.13	46.84	9.99	2.90	114.05
	40–60	0.03	2.12	43.65	10.43	2.94	106.28
	60–80	0.06	2.30	45.98	11.15	3.28	113.12
	80–100	0.03	2.23	45.73	11.49	3.43	115.57
14 号样点	0–20	0.08	2.56	39.86	11.44	3.16	79.44
	20–40	0.06	2.41	40.86	10.37	2.78	71.18
	40–60	0.06	2.21	38.49	7.85	3.12	69.12
	60–80	0.07	1.94	39.33	6.42	2.20	63.52
	80–100	0.09	1.93	38.87	6.79	2.35	68.07
15 号样点	0–20	0.07	5.09	42.21	28.23	14.02	78.86
	20–40	0.08	5.54	39.51	29.97	13.32	76.64
	40–60	未检出	6.41	42.80	29.29	18.19	84.52
	60–80	未检出	6.65	45.35	28.87	19.74	86.68
	80–100	0.05	5.66	45.33	30.05	19.05	84.33
16 号样点	0–20	0.05	6.64	34.27	43.98	16.36	65.45
	20–40	0.02	7.29	31.34	48.74	18.14	68.23
	40–60	0.03	9.09	35.55	60.22	25.67	86.56
	60–80	0.01	8.78	38.93	47.02	25.01	91.43
	80–100	0.01	3.30	48.30	12.46	5.74	35.60
17 号样点	0–20	0.11	5.47	31.31	44.12	18.13	104.12
	20–40	0.08	5.62	32.32	45.21	20.82	103.41
	40–60	0.09	5.48	33.53	47.73	20.57	104.57
	60–80	0.03	5.58	33.49	44.75	21.48	104.85
	80–100	0.03	6.10	34.99	51.48	21.77	106.55
18 号样点	0–20	0.16	5.97	18.69	66.57	19.82	36.35
	20–40	0.09	5.68	15.82	66.62	21.72	38.03
	40–60	0.06	6.05	13.83	73.93	22.51	40.00
	60–80	0.08	6.60	13.87	64.90	23.62	37.73
	80–100	0.09	0.31	14.76	69.99	24.22	39.76
LY/T1678—2014	pH<6.5	≤0.3	≤40	≤50	≤120	—	—
GB15618—2018	pH≤5.5	<0.3	<40	<70	<150	<60	<200
欧盟农用地土壤 污染风险管制值	—	1–3	—	50–300	—	30–75	150–300

属离子含量要求对比分析，镉（Cd）、砷（As）、铅（Pb）、铬（Cr）、镍（Ni）、锌（Zn）低于以上标准要求的浓度限值。鉴于乐安竹笋在 2020 年入选中欧地理标志协定首批保护清单，将检测结果与欧盟《农业用地土壤保护标准》^[8]进行对比分析，土壤检测结果也符合欧洲农业用地土壤要求。案例区土壤状况优良，符合竹笋生产对土壤质量的要求。

4.3 水质状况分析

案例区水系发达，河流众多，境内河流分为抚河水系和赣江水系。本研究对地表水进行取样，共取 10 份样品，其分布如图 10 所示。水样由中国科学院地理科学与资源研究所检测。具体分析指标包括：pH 值、铝（Al）、砷（As）、硼（B）、钡（Ba）、镉（Cd）、铬（Cr）等 14 种元素。

水体样品检测结果表明（表 3），案例区灌溉用水呈酸性。将水样检测结果与《食用林产品产地环境通用要求》（LY/T 1678—2014）^[6]对灌溉水要求对比分析，砷（As）、镉（Cd）、铬（Cr）、铅（Pb）远低于食用林产品产地灌溉水浓度限值。将水样检测结果与《生活饮用水卫生标准》（GB 5749—2022）^[9]进行对比分析，水样相关指标均优于生活饮用水卫生标准。鉴于乐安竹笋在 2020 年入选中欧地理标志协定首批保护清单，将检测结果与欧盟《农业用水环境质量标准》^[10]进行对比分析，水样检测结果也符合欧洲农业用水环境要求。案例区水质状况优良，符合竹笋生产对水质的要求。

表 3 地表水环境测验结果及与行业标准、国家标准、欧盟标准对比表（mg/L）

采样编号	铝 (Al)	砷 (As)	硼 (B)	钡 (Ba)	镉 (Cd)	铬 (Cr)	铜 (Cu)	铁 (Fe)	锰 (Mn)	钼 (Mo)	镍 (Ni)	铅 (Pb)	硒 (Se)	锌 (Zn)
样品 1	0.000	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.011	0.000	0.002	0.000	0.003	0.004	0.002
样品 2	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.004	0.009	0.003
样品 3	0.000	0.001	0.002	0.005	0.000	0.000	0.001	0.005	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.002
样品 4	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.002	0.009	0.001	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001
样品 5	0.000	0.000	0.001	0.005	0.000	0.000	0.001	0.010	0.001	0.002	0.000	0.004	0.003	0.004
样品 6	0.000	0.000	0.001	0.007	0.000	0.000	0.003	0.095	0.001	0.002	0.000	0.002	0.003	0.003
样品 7	0.000	0.002	0.002	0.016	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.003	0.000	0.002
样品 8	0.000	0.000	0.001	0.017	0.000	0.000	0.002	0.010	0.001	0.003	0.000	0.006	0.000	0.005
样品 9	0.000	0.000	0.001	0.006	0.000	0.000	0.001	0.007	0.000	0.002	0.001	0.002	0.000	0.002
样品 10	0.000	0.000	0.001	0.004	0.000	0.000	0.001	0.018	0.001	0.002	0.000	0.004	0.000	0.003
LY/T 1678—2014	—	0.05	—	—	0.005	0.1	—	—	—	—	—	0.1	—	—
GB5749—2022	0.2	0.01	1.0	0.7	0.005	0.05	1.0	0.3	0.1	0.07	0.02	0.01	0.01	1.0
欧盟标准	—	—	—	—	0.000,08	—	—	—	—	—	0.02	0.007,2	—	—

5 产品特性数据

5.1 乐安竹笋渊源与特性

根据先秦文献记载，三千多年前的竹笋就是席上珍馐，竹笋的食用方法多种多样，可

烹饪数千种美味佳肴。宋高宗时期，乐安县流坑人董德元在京城为官期间，虽有美味佳肴，但董德元仍酷爱吃家乡的竹笋，经常吩咐家人从家乡捎来竹笋，并将竹笋敬献给宋高宗及朝中大臣品尝，深受众人喜爱。明崇祯九年，大旅行家徐霞客行至乐安县谷岗乡境内，发现此地山峦重叠，山上毛竹郁郁葱葱，风景秀丽，甚为赞叹，流连忘返。村民用本地的土特产竹笋来招待徐霞客，鲜嫩可口的竹笋令徐霞客回味无穷。故在《徐霞客游记》里记载：登仙桥村“淪菌煨笋而餐之”“适有土人取笋归古鼎”“辄以村醪，山笋为供”等。从此，乐安竹笋声名远播。

乐安竹笋笋体外形完整，呈金字塔状，多为空心，长度 6–25 cm，大小一致，色泽自然；笋肉呈乳白色或金黄色，口感鲜嫩爽口，具有自然清香滋味，可食率高。乐安县民间自古就有食用竹笋的传统。早在宋徽宗时期，乐安就有盐渍笋、压榨笋干的加工方法；至明清时，各种加工竹笋技术不断提高，加工竹笋的作坊随处可见，竹笋已成为山区群众的重要产品和主要菜肴。根据相关检测报告：乐安竹笋及其加工产品的蛋白质含量 2.38%–2.9%，脂肪含量 0–0.4%（表 4），富含亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸等多种氨基酸；其罐头食品笋肉呈黄白色，肉质细嫩，切口平整，形态完整，外形较一致。优良的生态环境孕育了高品质的乐安竹笋，经检测，乐安竹笋未检测出砷、铅、锌、镉等重金属元素，无二氧化硫、山梨酸及其钾盐、苯甲酸及其钾盐残留。

表 4 乐安竹笋营养价值检测结果统计表

检测公司	采样时间	检测时间	样品名称	样品类型	单位	蛋白质	脂肪(定量限)
武汉市华测检测技术有限公司	2022.3	2022.3	炭烤嫩笋尖	加工产品	g/100g	2.75	0.3
			水煮清竹笋	加工产品	g/100g	2.55	0.2
潍坊海润华辰检测技术有限公司	2022.6	2022.6	野生小竹笋	加工产品	g/100g	2.7	0 (0.5)
			炭烤笋尖	加工产品	g/100g	2.6	0 (0.5)
江西省农业科学院农产品质量安全与标准研究所	2024.1	2024.2	竹笋	鲜笋	%	2.9	–
安徽省中鼎检测技术有限公司	2024.7	2024.8	冬笋	加工产品	g/100g	2.38	0.4

5.2 乐安竹笋特定的生产方式

乐安竹笋分为野生和种植两种生产方式。野生即自然生长，每年春笋和冬笋两季。种植的工序如下。

（1）产地选择：乐安竹笋主要种植在乐安县东南部山区红壤和黄壤林地。种植前要清理林地，按照规格开垦土地，挖掘栽植穴。种植时，每亩密度为 20–35 株，株行距可用 5 m×6 m 或 4 m×5 m。

（2）移栽方式：大多采用移竹种植方法。移竹种植应选择生长健壮的优良母竹。挖掘时，要做到不损伤母竹与竹鞭连接处，保护好竹鞭及鞭上着生的芽。母竹挖取后，保留竹枝 5–7 盘，砍去竹尾，并用稻草或蒲包包扎，并随时浇水保湿。栽植时要先在栽植穴底垫

上表土 10–15 cm，整理竹鞭使鞭根舒展，将竹蔸放入栽植穴，填入比母竹原入土深度高 3–5 cm 的土壤后踩实，继续填土成馒头状形，栽后浇足“定蔸水”。

(3) 生产加工：乐安竹笋是以产自乐安县的新鲜竹笋为原料，采用传统加工方法和现代先进生产工艺，经漂洗、预煮、注汤、封口、杀菌、包装等 10 多道工序精制而成。乐安竹笋在生产加工过程中特别注重保持竹笋纯天然清香鲜嫩爽口的滋味和口感。因此，在生产加工过程中，要特别注意以下几点：

一是采挖的竹笋笋体要完整，无虫蛀，无老蔸。收购的竹笋尽量减少露空时间，一般竹笋从采挖到进车间生产加工，间隔的时间控制在 4 小时内，以保证竹笋的新鲜度。二是在加工生产过程中，使用深达百米的地下水进行清洗、浸泡。三是乐安竹笋采用传统的杀菌技术，杀菌时间比其他竹笋减少 10 分钟，这样保留了乐安竹笋独特的自然清香鲜嫩口味。

(4) 生产管理：乐安竹笋严格按照《竹笋罐头》(QB/T1406—2014)^[11]、《中华人民共和国农业行业标准：绿色食品笋及笋制品》(NY/T1048—2012)^[12]、《绿色食品：产地环境技术条件》(NY/T391—2000)^[13]等标准进行生产。

6 社会发展、品牌与文化

根据 2023 年的统计数据，乐安县人口 38 万，其中城镇人口 14 万，乡村人口 24 万。竹笋产品加工企业 18 家、合作社等新型农业经营主体 26 家。2023 年，全县总产值 99.59 亿元，其中竹笋加工产业产值达 28 亿元，占全县总产值的 28.12%。竹笋产业的发展有助于乡村人口致富增收，2023 年江西广雅食品有限公司、江西登仙桥食品有限公司、江西鹏鑫食品有限公司通过“公司+基地+农户”“公司+农民专业合作社+农户”等多种形式带动农户 3 万余户，户均增收 1.2–2 万元。

为了促进乐安竹笋品牌健康发展，助力竹笋企业做大做强，乐安县高标准打造江西省首个以竹笋为核心的森林食品产业园，吸引了 10 余家本地竹笋加工企业入驻。为了进一步提升“乐安竹笋”的品牌影响力，并推动竹笋产业三产融合发展，乐安县政府连续三年举办了丰富多彩的竹笋文化活动，这些活动已成为乐安竹笋对外展示的重要平台。其中，乐安竹笋文化节多维度地展现当地民俗文化，在活动中的剥笋、吃笋“咬春”比赛等，不仅丰富了人们的生活，也进一步推广了竹笋文化。

另外，为推进乐安竹笋产业发展，乐安县制定了《乐安县 2022–2025 年竹笋产业发展行动方案》和《关于做强“乐安竹笋”区域公用品牌推动竹笋产业高质量发展实施方案》，成立了由县主要领导组成的“乐安竹笋”区域公用品牌推动竹笋产业高质量发展领导小组和专班，领导小组和专班及时就竹笋产业发展相关问题进行研究，推出了多项举措，并统筹推进各项措施落地见效。

7 讨论和总结

乐安县竹林资源丰富，水土质量优良，乐安竹笋是在该生境下孕育的优质地理产品。

乐安竹笋亚热带山地生境保护与可持续发展案例研究,对乐安竹笋主产区的生态环境、品种质量等数据进行系统整理与分析,为乐安竹笋的高质量发展提供科学数据支撑,为科技赋能助力地方经济高质量发展提供新路径。

7.1 科学培育竹林资源,强化种植提升

以建成优质、高效、可持续经营的竹林资源体系为目标,稳定现有毛竹林面积,适度扩大人工栽培毛竹林,开展竹林丰产培育和低产改造。以建设竹山机耕道路、灌溉、施有机肥和冬季砍杂、生物防治病虫害等示范任务为抓手,全面推进竹林标准化生产基地建设。在全县竹林主产区建设高产高效竹笋生产示范基地,采取砍杂、松土、施肥、冬季覆盖等措施,全面提高单位面积竹林效益。

7.2 加大产品精深加工,推进产业发展集群

以乐安竹笋集团有限公司、江西广雅食品有限公司、江西登仙桥食品有限公司、江西鹏鑫食品有限公司、江西乐之峰健康产业有限公司为依托,不断完善竹笋产业园区基础建设和配套服务功能,积极引导资金、技术、人才、物流等生产要素向园区聚集,助力推动竹笋产业园区发展。对创办竹笋加工、竹笋专业合作社和建立竹笋销售市场的企业,在用地、用电、融资、办证等方面给予优先办理。

7.3 加强产品品牌建设,规范竹笋产品市场

加强乐安竹笋品牌建设,鼓励企业争创品牌、打造品牌,加大乐安竹笋已获得品牌称号的产品宣传。鼓励扶持各生产加工企业开展有机食品、绿色食品认证;鼓励生产企业参加政府部门推介的各类展示展销会,提升企业产品的品牌影响力。为推进“乐安竹笋”品牌宣传和推广,乐安县多次组织竹笋企业在省内外参展。优化产品营销模式,整合销售流通市场,科学制定营销方案,规范竹笋原料采购和产品销售市场。鼓励企业建立完善产品追溯体系,将竹笋加工企业及生产基地、合作社等生产、经营主体纳入农产品质量安全大数据智慧监管平台进行有效监管。

7.4 加强科研院校合作,科技赋能竹笋产业高质量发展

乐安县积极与江西师范大学沟通协调,成立省级竹产业科技特派团,为乐安县竹笋加工企业提供技术指导。2023年12月,南昌大学食品学院与乐安县发展投资集团有限公司共同创立南昌大学乐安竹笋研发中心,就研发乐安竹笋新产品等事项开展深入合作。此外,结合各方优势,科学赋能地方产业发展,积极落实“绿水青山就是金山银山”的发展理念。2024年3月,中国科学院地理科学与资源研究所赴乐安县调研,提议以乐安竹笋为突破口,进行乐安竹笋亚热带山地生态环境保护与可持续发展案例研究,对乐安竹笋生态环境及生长过程进行追溯。2024年8月,在乐安县南田洲笋竹两用林示范基地建设乐安竹笋生境自动观测站(图14),该观测站是一款低功耗物联网感知系统,通过该观测站,可以实现实时影像回传(图15),并对空气温度、光照、相对湿度、气压、风速、风向等多种定位观测参数进行自动识别和记录。



图 14 2024 年 8 月乐安竹笋生境自动观测站建成



图 15 2024 年 8 月乐安竹笋生境自动观测站实时景观图像

作者分工：颜伶俐、于伯华提出立意与选题，总体设计、实施计划、文章撰写等工作；余林完成了产品数据的收集整理、文章撰写等工作；艾志峰、郑军、吴建国、欧阳杰、李荣国负责内容的监督工作；孟盛旺完成了案例调研、样点采样等工作；王浩、陈国华、陈光华、袁传明、王贵才、郑先贵完成了企业相关资料汇集、样品提供等工作。

致谢：诚挚感谢中国科学院地理科学与资源研究所刘闯研究员对本案例的指导！

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] Zhang, Y., Wu, L., Li, Y., *et al.* Bamboo shoot and its food applications in last decade: an undervalued edible resource from forest to feed future people [J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2024, 146: 104399.
- [2] 窦营, 余学军, 岩松文代. 中国竹子资源的开发利用现状与发展对策[J]. 中国农业资源与区划, 2011, 32(5): 65–70.
- [3] 中欧地理标志协定[EB/OL]. <http://tfs.mofcom.gov.cn/article/zscq/202009/20200903002354.shtml>.
- [4] 颜伶俐, 余林, 艾志峰等. 乐安竹笋亚热带山地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, 2024. <https://doi.org/10.3974/geodb.2024.09.10.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.09.10.V1>.
- [5] 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).
- [6] 国家林业局. 食用林产品产地环境通用要求 (LY/T 1678—2014) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [7] 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.
- [8] Union E. Council Directive 86/278/EEC of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture [Z]. 1986: 6–12.
- [9] 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.
- [10] Union E. Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council [Z]. 2008: 84–97.
- [11] 中华人民共和国工业和信息化部. 竹笋罐头 (QB/T1406—2014) [S]. 北京: 中国轻工业出版社, 2014.
- [12] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业行业标准: 绿色食品笋及笋制品 (NY/T1048—2012) [S]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
- [13] 中华人民共和国农业部. 绿色食品: 产地环境技术条件 (NY/T391—2000) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.