

# 镇巴腊肉北亚热带中山生境保护与可持续发展 案例研究

刘睿<sup>1\*</sup>, 朱联旭<sup>2,10\*</sup>, 李宇明<sup>3</sup>, 陈奕宏<sup>4</sup>, 李崇勇<sup>5,10</sup>, 姚学锐<sup>6</sup>, 吴国飞<sup>7,10</sup>,  
马孝文<sup>8</sup>, 王小波<sup>3,10</sup>, 路宏朝<sup>9,10</sup>, 于素娟<sup>1</sup>, 王春婉<sup>1</sup>, 冉维<sup>1</sup>,  
刘闯<sup>11</sup>, 姜招彩<sup>11</sup>

1. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 2. 陕西省镇巴县市场监督管理局, 镇巴 723600; 3. 西北农林科技大学经济管理学院, 杨凌 712100; 4. 陕西省镇巴县产业园区管理委员会, 镇巴 723200; 5. 陕西省汉中市食品药品监督检验检测中心, 汉中 723000; 6. 陕西师范大学新闻与传播学院, 西安 710062; 7. 陕西镇弘蜀乐食品科技发展有限公司, 镇巴 723200; 8. 陕西省镇巴县农业农村局, 镇巴 723600; 9. 陕西理工大学生物科学与工程学院, 汉中 723001; 10. 陕西省“四主体一联合”镇巴腊肉校企联合研究中心, 汉中 723001;  
11. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

**摘要:** 陕西省镇巴县位于陕西省南部, 地处大巴山腹地, 属于中国南北交界区域。全县森林覆盖率达 70.5%, 气候温润, 雨量充沛, 造就了镇巴“秦巴氧吧, 植物宝库”之美誉。镇巴县为典型的山地农业种植县, 工业污染少, 有极其丰富的动植物资源, 也为腊肉原材料——生猪养殖提供了优越独特的生态环境, 让出产于镇巴的腊肉在肉质、品质、风味上更具竞争力。镇巴腊肉北亚热带中山生境保护与可持续发展案例数据集内容包括: (1) 案例区地理位置数据; (2) 案例区自然地理环境数据; (3) 案例区生猪养殖用农作物的重金属残留和野生植物的分类和功效数据; (4) 镇巴腊肉品质检测数据; (5) 案例管理、社会经济与人口数据等。数据集存储为.shp、.xlsx、.tif 及.jpg 等格式, 共计 59 个数据文件, 数据量为 118 MB (压缩为 1 个文件, 56.3 MB)。

**关键词:** 陕西; 镇巴; 腊肉; 地理环境; 可持续发展; 案例 20

**DOI:** <https://doi.org/10.3974/geodp.2024.04.06>

**CSTR:** <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2024.04.06>

## 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.2024.11.03.V1> or <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.11.03.V1>.

收稿日期: 2024-10-25; 修订日期: 2024-11-20; 出版日期: 2024-12-24

基金项目: 陕西省镇巴县(2023)

\*通讯作者: 刘睿, 中国科学院生态环境研究中心, [rui.liu@rcees.ac.cn](mailto:rui.liu@rcees.ac.cn); 朱联旭, 陕西省镇巴县市场监督管理局, [ZLX080923@163.com](mailto:ZLX080923@163.com)

数据引用方式: [1] 刘睿, 朱联旭, 李宇明等. 镇巴腊肉北亚热带中山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(4): 391–406. <https://doi.org/10.3974/geodp.2024.04.06>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2024.04.06>.

[2] 刘睿, 于素娟, 朱联旭等. 镇巴腊肉北亚热带中山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.2024.11.03.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.11.03.V1>.

1 前言

镇巴县位于陕西省南部，汉中市东南隅，地处秦岭山脉南麓，米仓山东段，境内山高坡陡、林密，幽谷遍布。作为一个典型的山区农业县，镇巴县畜禽养殖历史悠久，其中生猪养殖为县内的主导产业之一<sup>[1]</sup>。镇巴腊肉已有几千年的历史，由于生肉容易腐烂变质，难于长时间储存，加上山区交通不便利，农户们通常将生猪肉腌制风干或熏制做成腊肉。居民通常以腊肉作为全年主要肉制品来源。镇巴腊肉在制作过程中不进行人工干预，在自然的温度、湿度、微生物群落综合作用下脱水风干后，形成了独特的风味和口感。得益于当地生猪肉的优良品质，独特的自然环境和气候特征及考究的腊肉生产保存工艺，2010 年 12 月，“镇巴腊肉”被批准为国家地理标志产品。本案例团队开发了《镇巴腊肉北亚热带中山生境保护与可持续发展案例数据集》，对案例区的自然地理气候条件、水质土壤条件、生猪养殖、腊肉加工及管理状况进行了调研、检测、分析，以期镇巴腊肉北亚热带中山区域的生态环境保护与可持续发展提供科技支撑。

2 数据集元数据简介

《镇巴腊肉北亚热带中山生境保护与可持续发展案例数据集》<sup>[2]</sup> 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 《镇巴腊肉北亚热带中山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	镇巴腊肉北亚热带中山生境保护与可持续发展案例数据集
数据集短名	ZhenbaBaconCase20
作者信息	刘睿，中国科学院生态环境研究中心，rui.liu@rcees.ac.cn 于素娟，中国科学院生态环境研究中心，sjyu@rcees.ac.cn 朱联旭，陕西省镇巴县市场监督管理局，ZLX080923@163.com 陈奕宏，陕西省镇巴县产业园区管理委员会 李崇勇，陕西省汉中市食品药品监督检验检测中心 吴国飞，陕西镇弘蜀乐食品科技发展有限公司 马孝文，陕西省镇巴县农业农村局 李宇明，西北农林科技大学 姚学锟，陕西师范大学，13379467960@163.com 王小波，陕西省镇巴县市场监督管理局 路宏朝，陕西理工大学，lhaz780823@snut.edu.cn 王春婉，中国科学院生态环境研究中心，wangchunwan2022@163.com 冉维，中国科学院生态环境研究中心，weiran_st@rcees.ac.cn 姜招彩，中国科学院地理科学与资源研究所，jiangzhaocai@igsnr.ac.cn
地理区域	陕西省镇巴县泾洋街道、小洋镇和杨家河镇
数据年代	2023
数据格式	.shp、.xlsx、.tif 及.jpg 等
数据量	56.3 MB（压缩后）
数据集组成	案例区地理位置数据，自然地理环境数据，生猪养殖用农作物的重金属残留和野生植物的分类和功效，镇巴腊肉品质检测数据，案例管理相关标准、社会经济与人口数据等
基金项目	陕西省镇巴县（2023）

续表 1

条目	描述
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	(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>[3]</sup>
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

3 自然地理条件

3.1 案例区地理范围

镇巴县全县区域面积 3,437 km<sup>2</sup>，辖 1 个街道、19 个镇，常住人口 27.47 万人。本研究案例区包括泾洋街道，小洋镇和杨家河镇（图 1），总人口 63,857 人。其余 17 乡镇为：观音镇，兴隆镇，三元镇，长岭镇，黎坝镇，巴庙镇，碾子镇，赤南镇，平安镇，仁村镇，青水镇，简池镇，永乐镇，松树镇，渔渡镇，盐场镇，大池镇<sup>[4]</sup>。

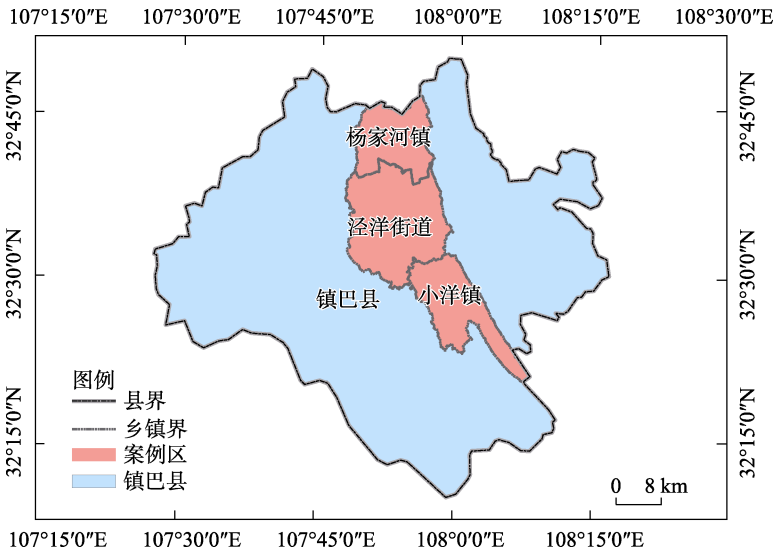


图 1 镇巴县及案例区地理位置及范围图

3.2 地形地貌

镇巴县地处大巴山西部，米仓山东段，境内米仓山、大巴山贯穿。全境山地陡峭，群峰矗立，山势西北向东南走向，属褶皱基岩山地润带水地质区<sup>[4]</sup>。在 ASTER GDEM V003 数据<sup>1</sup>基础上，作者对镇巴县高程、坡度进行分类分析（图 2、3）得出，域内绝大部分山地

<sup>1</sup> NASA, METI. ASTER GDEM V3. <https://www.earthdata.nasa.gov/>.

海拔高度在 500–2,500 m 之间。其中，高程在 1,000 m 以上的地域占全县面积的 68.86%<sup>[5]</sup>；95.32% 的土地坡度在 7° 以上，坡度在 25° 以上的土地约占县域总面积的 46.82%<sup>[6]</sup>。复杂的地形地貌，较大的高程差，带来了明显的气候差异以及多样的水文气候条件，滋养了极其丰富的动植物资源，造就了镇巴“秦巴氧吧，植物宝库”之美誉，也为腊肉原材料——生猪养殖，提供了优越独特的生态环境，让出产于镇巴的腊肉在肉质、品质、风味上更具竞争力。

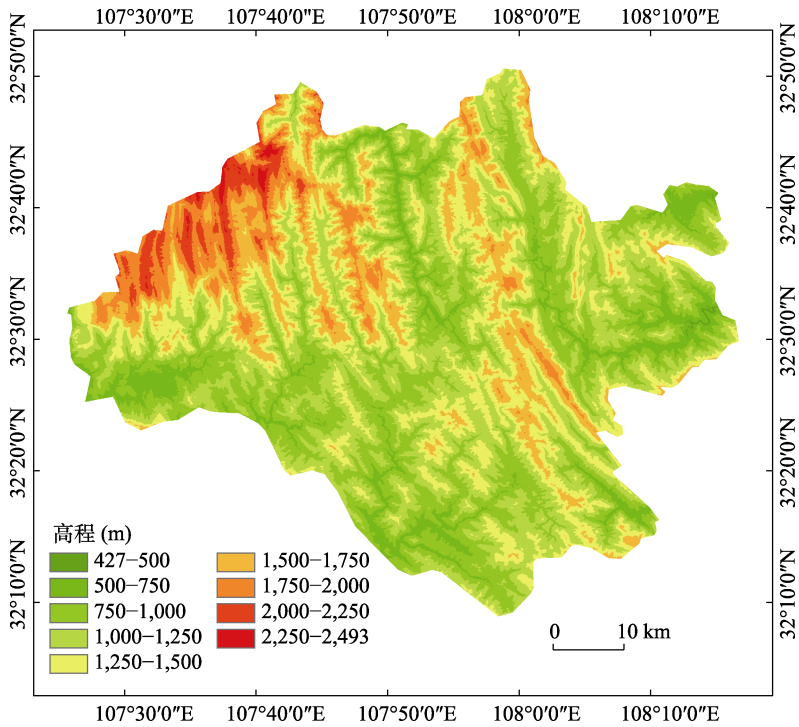


图 2 镇巴县地形高程分类图

3.3 气象条件

陕西省镇巴县属北亚热带季风气候，境内植被丰茂，全县森林覆盖率达 70.5%<sup>[4]</sup>，气候温润，雨量充沛，土壤肥沃，自然环境得天独厚。该县以农业生产为主，工业污染少，以 2023 年为例，全年空气达标率 98.1%，优秀率达 67.4%（图 4）。境内降水量丰富，年平均降水量约为 1,250–1,350 mm（图 5）；全年平均日照时数约 1,300 h，案例区域三个乡镇冬季气温介于 2–7 °C 之间，夏季不超过 27 °C（图 6），冬无严寒，夏无酷暑，便于肉制品的保存和发酵。

3.4 水质条件

镇巴境内水资源丰富，有众多的湖泊、河流和清澈的山泉，饮用水多源于高山泉水，水质纯净污染少。本次分别在案例区域采集河水、泉水、自来水等（图 7），对常规的水质参数、重金属及矿物元素含量进行了分析检测。全区水体普遍呈弱碱性，如表 2 所示，重金属含量（铬 Cr，镍 Ni，铜 Cu，砷 As，铬 Cd，铅 Pb，汞 Hg）符合国标 GB3838—2002<sup>[7]</sup>对 I 类地表水标准的要求，与市售的矿泉水的水平接近，且有益微量元素锶含量较高

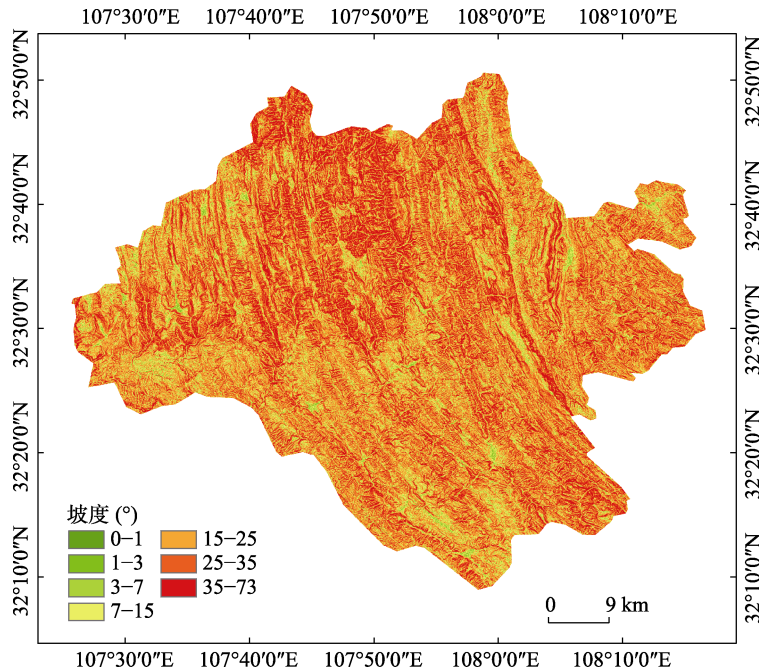


图 3 镇巴县地形坡度分类图

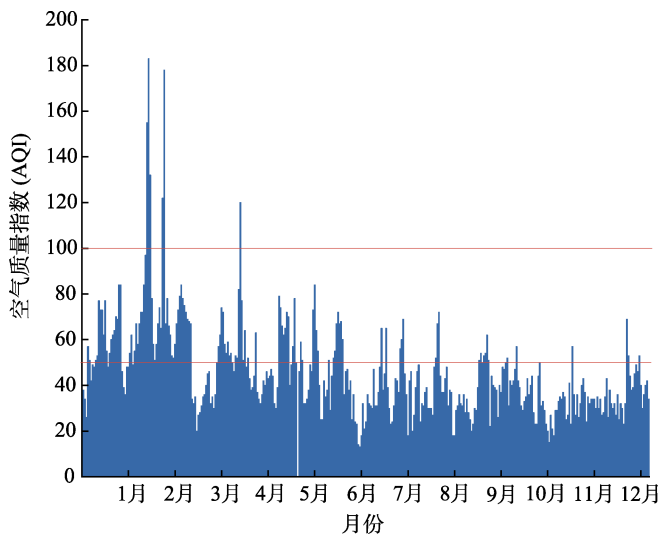


图 4 镇巴县空气质量指数统计分析图（2023）

（图中 AQI 50 对应为空气质量优秀的标准限，AQI 100 对应为空气质量良好的标准限（HJ 633—2012））

(>20 μg/L)，表明镇巴水质优良，水源纯净，全部指标均高于国家一类地表水标准。

3.5 土壤条件

镇巴县境内土壤类型有黄棕壤、黄褐土、石渣土和片沙土。土壤呈现中性、弱酸性和弱碱性分异。本研究对案例区域的农用土、茶园土、林地土、山坡土等进行采样（图 7），将 60 cm 深度的土壤按 20 cm 一层进行分层取样，经去除杂质，研磨过筛后，用微波消解

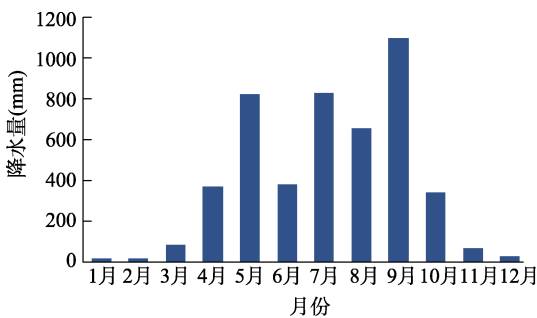


图 5 案例区降水量变化图 (2023)

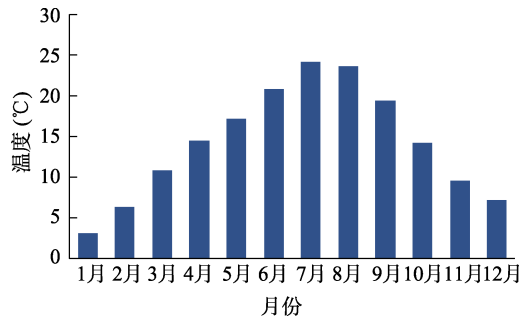


图 6 案例区气温变化图 (2023)

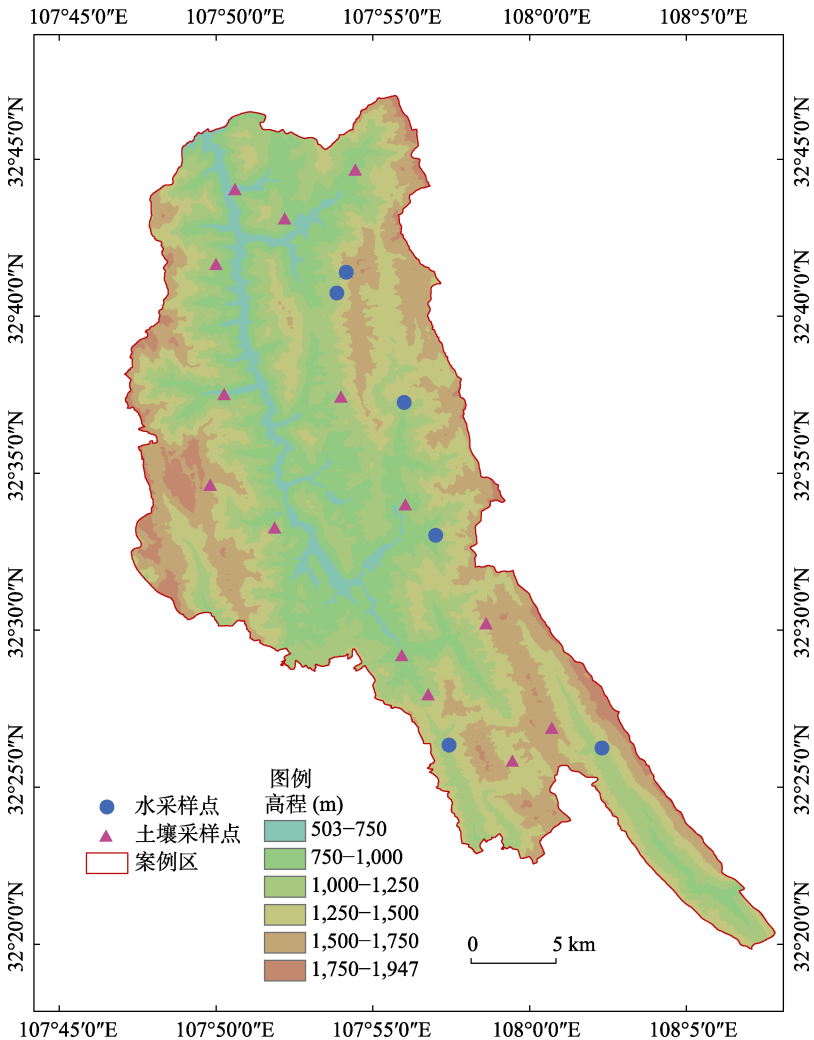


图 7 案例区水土采样点分布图

仪消解，分别对其中重金属及矿物元素的含量进行检测。结果显示（表 3），所有土样安全性(有害重金属含量)均符合国家《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(GB 15618—2018)》<sup>[8]</sup>规定的标准。

表 2 案例区水质检测结果统计表

检测指标	采样点 1 (泉水)	采样点 2 (河水)	采样点 3 (自来水)	采样点 4 (溪水)	采样点 5 (泉水)	采样点 6 (泉水)	I 类地表水 标准
pH	7.80	7.94	8.07	7.84	7.96	8.33	6.5-8.5
铬 (μg/L)	0.92	0.42	0.44	0.61	0.43	0.41	<10
镍 (μg/L)	0.57	0.92	0.46	0.74	0.54	0.52	/
铜 (μg/L)	0.59	0.47	0.63	1.14	0.92	0.48	<10
砷 (μg/L)	0.46	0.32	0.36	0.13	0.24	0.27	<50
镉 (μg/L)	0.010	0.017	0.005	0.003	0.007	0.007	<1
铅 (μg/L)	0.049	0.045	0.029	0.036	0.064	0.025	<10
汞 (μg/L)	0.004	0.004	0.006	0.004	0.005	0.005	<0.05
锌 (μg/L)	1.44	1.29	0.70	4.96	3.34	0.55	<50
镉 (μg/L)	71.3	109.8	65.7	34.4	65.1	67.6	>20

表 3 土壤中重金属含量检测结果统计表 (单位: mg/kg)

编号	土壤类型	深度 (cm)	pH	铬	镍	铜	砷	镉	铅	汞	锌	镉
1	农田土	0-20	6.57	38.0	21.3	16.4	25.0	0.29	14.6	0.006	59.7	15.1
		20-40	6.98	45.0	20.5	16.8	31.2	0.28	10.8	0.047	60.6	18.0
		40-60	7.22	44.1	20.1	19.0	25.9	0.29	14.0	0.020	66.8	16.0
2	林地土	0-20	6.82	76.2	41.2	29.3	35.8	0.28	18.9	0.046	95.6	27.1
		20-40	6.58	80.2	44.6	31.9	37.8	0.29	20.9	0.035	101.8	26.7
		40-60	6.85	88.8	48.3	31.3	36.0	0.29	18.1	0.010	99.2	25.7
3	山坡土	0-20	7.30	56.8	25.5	23.0	29.9	0.29	11.6	0.031	72.1	15.6
		20-40	7.55	59.9	26.9	24.6	24.4	0.3	14.6	0.013	76.2	16.4
		40-60	7.61	59.4	27.5	22.9	25.9	0.3	13.5	0.007	74.8	18.7
4	稻田土	0-20	7.79	46.0	21.4	11.3	32.8	0.3	11.6	0.004	50.6	17.9
		20-40	5.98	47.0	18.2	11.3	28.8	0.28	9.4	0.029	45.2	13.8
		40-60	6.34	51.0	20.3	13.4	32.2	0.27	9.3	0.028	49.0	13.3
5	茶园土	0-20	5.28	64.2	42.0	27.0	38.8	0.28	14.8	0.024	77.0	15.6
		20-40	5.08	48.7	31.7	20.6	30.8	0.29	11.0	0.021	58.6	11.8
		40-60	5.29	90.1	43.9	36.5	39.5	0.29	15.9	0.033	101.3	10.4
6	林地土	0-20	7.69	65.6	28.0	33.4	34.0	0.3	9.6	0.048	93.8	8.1
		20-40	7.50	61.9	26.2	27.3	30.9	0.3	8.6	0.016	84.1	7.9
		40-60	7.10	54.1	23.1	23.9	26.4	0.25	6.6	0.010	60.5	6.4
7	茶园土	0-20	5.69	85.8	40.4	33.3	37.3	0.26	21.4	0.046	96.3	18.5
		20-40	5.87	53.9	23.5	19.0	33.3	0.27	12.7	0.031	60.0	12.2
		40-60	5.71	66.0	33.8	25.2	35.3	0.29	12.0	0.038	76.7	11.5
8	农田土	0-20	6.84	61.2	26.1	23.1	27.5	0.28	18.6	0.019	89.9	2.9
		20-40	6.25	83.7	31.3	27.1	29.7	0.28	17.5	0.018	99.7	2.8
		40-60	6.47	79.3	32.4	27.2	30.9	0.27	19.7	0.037	83.4	3.5
9	农田土	0-20	7.20	73.3	36.5	24.5	33.8	0.3	14.5	0.027	84.9	16.3
		20-40	6.80	105.6	46.2	32.4	34.7	0.28	19.2	0.021	113.5	20.8
		40-60	6.65	71.8	35.4	23.4	35.5	0.26	11.2	0.027	80.6	14.9



续表 3

编号	土壤类型	深度（cm）	pH	铬	镍	铜	砷	镉	铅	汞	锌	镉
10	山坡土	0—20	7.81	85.9	46.7	40.7	33.2	0.27	11.0	0.014	104.2	6.5
		20—40	7.92	94.2	52.4	42.0	32.4	0.28	12.1	0.001	119.0	6.5
		40—60	7.09	86.2	41.8	33.6	38.5	0.28	12.4	0.001	88.1	10.9
11	林地土	0—20	6.84	89.7	44.3	39.1	34.5	0.2	5.8	0.023	87.1	3.5
		20—40	6.25	113.0	53.9	46.1	39.1	0.28	5.6	0.022	116.5	4.7
		40—60	6.47	83.2	43.4	37.3	35.6	0.27	10.1	0.042	101.4	6.3
12	茶园土	0—20	4.48	57.4	27.5	15.0	27.2	0.29	6.6	0.031	58.5	18.3
		20—40	4.45	93.3	46.3	36.8	39.7	0.29	12.9	0.024	95.4	22.2
		40—60	4.51	77.4	40.1	47.2	39.8	0.26	6.9	0.000	78.6	15.3
13	稻田土	0—20	7.05	62.6	26.1	17.6	39.2	0.22	13.2	0.037	73.0	24.3
		20—40	7.10	75.2	31.9	22.6	38.9	0.3	16.9	0.045	80.0	25.6
		40—60	6.50	55.7	23.2	16.0	32.3	0.18	9.7	0.007	58.8	9.4
14	山坡土	0—20	7.64	61.4	29.0	23.1	29.7	0.3	13.5	0.014	65.9	17.9
		20—40	7.34	77.4	35.6	28.2	33.3	0.28	15.6	0.024	83.1	17.8
		40—60	6.34	64.7	31.7	25.0	34.0	0.29	14.9	0.023	74.6	20.2
15	茶园土	0—20	5.51	82.7	37.7	26.2	33.5	0.29	16.8	0.016	88.4	24.4
		20—40	4.90	84.0	38.8	26.8	34.0	0.28	17.0	0.013	88.7	24.7
		40—60	4.96	77.1	37.2	26.4	34.2	0.29	14.1	0.027	79.9	12.8
GB 15618— 2018 限值				≤150	≤70	≤50	≤40	≤0.3	≤90	≤1.8	≤200	/

3.6 生猪养殖环境及饲料条件

用于加工镇巴腊肉的生猪多采用舍饲和林地放养相结合的养殖方式，对不同体重阶段猪群搭配能量饲料（如玉米）、蛋白饲料（如豆粕、菜粕等）、粗饲料（如麸皮、米糠等）、青绿饲料（草粉或发酵草料），进行合理补饲（图 8）。土豆、玉米、红薯等初级农产品，是生猪育肥的主要饲料，均源于本地。镇巴森林茂密，林下植物资源丰富，也是天然的中药材库。作者通过采集林下植物样方分析，初步发现天然药用植物 100 种，分属 41 科 81 属（表 4），其中许多植物品种被药典所收录，如车前草、金钱草、蒲儿根等具有清热解毒的功效；大黄、鸡眼草、牛膝等具有通肠利尿的功能；黄花蒿、桑叶、夏枯草具有解暑功



图 8 生猪养殖照片



表 4 镇巴县天然植物种、属、科统计表

序号	植物科名称	植物属个数	植物种个数	序号	植物科名称	植物属个数	植物种个数
1	菊科	16	21	22	杜仲科	1	1
2	唇形科	5	5	23	禾本科	1	1
3	十字花科	4	7	24	葫芦科	1	1
4	蓼科	4	4	25	堇菜科	1	1
5	伞形科	4	4	26	景天科	1	1
6	荨麻科	3	4	27	桔梗科	1	1
7	蔷薇科	3	3	28	马桑科	1	1
8	苋科	3	3	29	牻牛儿苗科	1	1
9	豆科	2	4	30	木贼科	1	1
10	毛茛科	2	4	31	漆树科	1	1
11	车前科	2	3	32	茜草科	1	1
12	木通科	2	2	33	茄科	1	1
13	桑科	2	2	34	忍冬科	1	1
14	旋花科	2	2	35	石蒜科	1	1
15	报春花科	1	3	36	石竹科	1	1
16	葡萄科	1	2	37	绣球科	1	1
17	天门冬科	1	2	38	玄参科	1	1
18	鸭跖草科	1	2	39	杨柳科	1	1
19	百合科	1	1	40	罂粟科	1	1
20	茶藨子科	1	1	41	紫草科	1	1
21	大戟科	1	1	总计		81	100

效；水麻、玉簪、绣线菊具有镇咳功效等。这些野生植物也是生猪养殖的重要青饲料来源。且由于当地土壤无污染，重金属污染低，确保了生猪饲料的原生态和安全（表 5）。同时林地的放养条件和天然药材的摄入保证了生猪健康少生病，减少了各种兽药的使用。青草中大量亚麻酸和  $\alpha$ -生育酚，也对腊肉风味的形成和腊肉脂肪的抗氧化性能有重要的作用<sup>[9]</sup>。此外，长期放养的生猪肌肉含量更高，肉质更加鲜嫩可口。

4 生猪的品种与品质

镇巴县依据当地的地理气候特点，引入了国外长白、约克等优良生猪品种，与国内地方优良品种进行杂交改良，培育出生产镇巴腊肉的二元杂交专用生猪品种<sup>[11]</sup>。生猪猪仔肥壮，病死率低，精肉多肥肉少，口感润滑可口，营养价值高，适宜腊肉的生产。为了推广生猪的优良品种，镇巴县专门建立了母猪繁育饲养基地、仔猪繁育基地等，为生猪养殖场及散户提供生猪的种源。通过集中化繁育后，目前全县二杂母猪占能繁母猪的 90%，其中长白、约克等优良二元母猪占 75%<sup>[12]</sup>。

为保证生猪肉的品质，规范养殖的流程，引导养殖业主更新观念，掌握现代畜牧业新知识。畜牧兽医等专业的技术人员定期对养殖户进行培训，指导养殖人员科学健康养殖，对生猪饲料的加工、舍猪的育肥、生猪疫病防控等都有严格的规定，以保证腊肉加工原料的优良品质。生猪的养殖时间均在 10 个月以上（表 6），肉质紧实，营养丰富（表 7）。本研究进一步对生猪肉的兽药残留量进行检测，均符合国家的相关规定（表 8）。

表 5 镇巴产地农产品与野生植物重金属含量检测结果统计表 （单位：mg/kg）

编号	铬	镍	铜	砷	镉	铅	汞	锌	镉	硒
1（土豆）	0.46	0.97	5.23	0.11	0.08	0.15	0.004	13.3	1.18	0.04
2（土豆）	0.40	1.10	3.20	0.20	0.005	0.10	0.003	27.5	0.50	0.15
3（土豆）	0.30	0.34	2.15	0.04	0.09	0.06	0.004	5.72	0.50	0.06
4（土豆）	0.02	0.06	0.53	0.002	0.035	0.007	0.003	1.49	0.10	0.12
5（土豆）	0.05	0.05	0.17	0.02	0.009	0.03	0.004	0.47	0.15	0.14
6（土豆）	0.04	0.16	1.13	0.005	0.005	0.01	0.003	5.67	1.50	0.12
7（土豆）	0.04	0.08	0.70	0.006	0.007	0.01	0.005	6.77	0.10	0.10
8（红薯）	0.02	0.01	0.07	0.01	0.001	0.02	0.003	1.13	0.01	0.13
9（红薯）	0.05	0.13	1.28	0.001	0.008	0.02	0.003	12.8	0.16	0.31
10（红薯）	0.14	0.17	1.84	0.005	0.003	0.03	0.006	12.1	0.17	0.09
11（红薯）	0.03	0.04	0.44	0.02	0.006	0.005	0.002	5.22	0.07	0.09
12（红薯）	0.03	0.12	0.63	0.02	0.003	0.008	0.003	5.75	0.10	0.06
13（红薯）	0.003	0.03	0.33	0.05	0.007	0.01	0.002	3.61	0.06	0.08
14（红薯）	0.02	0.02	0.84	0.03	0.001	0.006	0.002	5.97	0.06	0.08
GB 2762—2022 限值 （块根块茎蔬菜） <sup>[10]</sup>	<0.5	/	/	<0.5	<0.1	<0.2	<0.01	/	/	/
15（玉米）	0.39	0.34	2.20	0.03	0.09	0.06	0.002	12.1	2.79	0.002
16（玉米）	0.49	0.60	3.43	0.06	0.08	0.09	0.002	17.8	0.89	0.008
17（玉米）	0.99	0.57	2.21	0.05	0.07	0.19	0.007	12.5	0.47	0.03
18（玉米）	0.69	0.38	1.42	0.04	0.05	0.07	0.002	9.36	0.39	0.10
19（玉米）	0.72	0.76	6.14	0.07	0.01	0.18	0.007	11.2	11.8	0.06
GB 2762—2022 限值（谷物）	<1	/	/	<0.5	<0.1	<0.2	<0.02	/	/	/
20（野生植物）	0.42	0.49	7.93	0.14	0.15	0.13	0.002	35.7	2.76	0.03
21（野生植物）	0.45	0.43	1.83	0.03	0.07	0.12	0.001	21.5	5.22	0.28
22（野生植物）	0.47	0.40	4.90	0.47	0.03	0.24	0.001	27.5	13.8	0.29
23（野生植物）	0.49	0.34	4.86	0.07	0.05	0.19	0.009	19.7	0.63	0.02
24（野生植物）	0.46	0.66	2.87	0.21	0.06	0.19	0.009	14.5	1.77	0.01
GB 2762—2022 限值 （叶菜蔬菜）	<0.5	/	/	<0.5	<0.2	<0.3	<0.01	/	/	/

表 6 镇巴生猪的生长阶段统计表

生长阶段	生长周期	喂养方式
哺乳仔猪阶段	从出生到断奶，21–28 天	生猪繁育基地，母乳喂养
保育仔猪阶段	从断奶到体重约 20 kg，30–45 天	生猪繁育基地，教槽料喂养
育肥前期（20–40 kg）	约 60 天	林地放养和舍饲结合，青绿饲草，并合理补饲
育肥中期（40–75 kg）	约 90 天	林地放养和舍饲结合，青绿饲草，并合理补饲
育肥后期（75 kg–出栏）	约 80 天	舍饲，青绿草料和配合饲料喂养

表 7 镇巴生猪肉中营养成分检测统计表

项目	每 100 g	NRV%
能量	1,528 kJ	18%
蛋白质	20.7 g	35%
脂肪	26.4 g	44%
碳水化合物	11.7 g	4%
钠	39 mg	2%

注：表中 NRV 为营养素参考值（Nutrient Reference Values）。

表 8 镇巴生猪肉中兽药残留检测统计表（单位：μg/kg）

检测项目	检测值	农业农村部公告第 250 号 <sup>[13]</sup>
克伦特罗	未检出	禁止使用
莱克多巴胺	未检出	禁止使用
沙丁胺醇	未检出	禁止使用
特布他林	未检出	禁止使用

5 腊肉加工、风味与品质

镇巴腊肉是典型的烟熏腊肉，加工时将鲜肉先分割成 1 kg 左右的长条肉块便于加工。用包谷酒涂抹鲜肉表面，添加食用盐进行揉搓，然后加入八角、花椒、茴香、桂皮、香叶等混合香料，放入腌缸，于阴凉处进行腌制 3 至 7 天。腌制结束后沥干水分，悬挂于通风处，进行风干处理。最后转入熏房，用柏树枝叶熏烤 3 至 4 小时后转移至烘烤房内，选用优质的柏树枝、核桃壳、青冈木等香味四溢的柴枝烘烤 30 至 45 天，最后杀菌包装，进行销售<sup>[14]</sup>。

镇巴腊肉加工时间一般为 11 月和 12 月，当地的高海拔和气候环境适宜生产腊肉。冬季低温有利于保存猪肉，潮湿的空气可以增加浸渍的效果，利于各种香料渗入肉质。腊肉腌制过程中，在微生物、白酒等的作用下，肉类中脂质和蛋白质不断水解和氧化，形成各种醇、醛、酸等风味物质，通过美拉德反应衍生出不同的香气物质。微生物的群落也不断发生变化，优势细菌门为变形菌门和厚壁菌门，随着加工过程的推进，优势细菌属由原料肉样品中的大肠-志贺氏菌属逐渐演替为腌制时期样品的葡萄球菌属、嗜冷杆菌属，以及熏制时期的乳杆菌属；优势真菌门是子囊菌门和担子菌门，优势真菌属也由镰刀菌属和被孢霉属演替为镰刀菌属和德巴利氏酵母菌属<sup>[15]</sup>。有害菌不断减少，有利于发酵的微生物菌群如乳酸菌持续上升，加速了碳水化合物、脂类和氨基酸的代谢，从而产生醇、有机酸等物质<sup>[14]</sup>。烟熏过程中，木材加热燃烧分解形成的挥发性烟雾也含有各种酚类、醇类、羰基类和烃类化合物，一方面能抑制病原菌的生长繁殖，另一方面挥发性物质能渗入肉制品中使其产生特殊的烟熏味。发酵肉制品具有极强的地域差异，气候、地理环境、温度和湿度等影响肉制品中微生物的群落，加之选用当地特色的香料腌制，风味型木料（柏枝丫、核桃木、青冈木等）熏烤，发酵后的镇巴腊肉具有独特的风味，香气浓郁，肉色鲜艳，口感鲜

美醇香。

风味是腊肉的食品感官评价的重要指标之一，也是评价腊肉优劣的重要参考，镇巴腊肉中有肉质发酵后的酯香，腌制的香料香，熏制的木香和干果香，能检测到的风味物质有几十种<sup>[16]</sup>。腌制和熏制两个时期是挥发性物质产生的关键时期。在腌制期，镇巴腊肉中的酯类物质大量生成，如乙酸异戊酯、己酸乙酯和乳酸乙酯等，熏制期的风味物质主要为酚类物质包括 2-甲基苯酚、3-甲基苯酚、4-甲基愈创木酚、4-乙基愈创木酚、愈创木酚和苯酚。镇巴腊肉中五种含量较高的挥发性物质有己醛、愈创木酚、苯酚、乙醇和 4-甲基愈创木酚。对比不同地方的其他同类腌制产品，3-甲基丁醇和 2-甲基-1-丙醇为镇巴腊肉的特征风味物质<sup>[17,18]</sup>。

腊肉加工过程中，蛋白质不断发生水解，各种游离氨基酸和肽的含量上升，营养物质增加。生肉经过发酵后，部分甘油三酯经水解氧化会转化成甘油二酯。甘油二酯是公认的有益食品成分，具有抑制内脏脂肪堆积、降低血脂、调节血糖等多种功能<sup>[19]</sup>。通过对镇巴腊肉中的甘油二酯成分进行测定，含量达到 414 mg/kg，对人体具有保健功能。镇巴腊肉储存时间越久，香味越浓，肉质中脂肪慢慢降解，甘油二酯含量进一步增加（表 9）。镇巴腊肉营养统计如表 10 所示。

表 9 镇巴腊肉中甘油二酯的含量检测结果统计表

样品编号	测试项目	检测结果
1（放置 1 年）	甘油二酯（mg/kg）	414.49
	1,2-棕榈酸-油酸甘油二酯（%）	35.16
	1,3-棕榈酸-油酸甘油二酯（%）	56.08
2（放置 2 年）	甘油二酯（mg/kg）	463
	1,2-棕榈酸-油酸甘油二酯（%）	39.63
	1,3-棕榈酸-油酸甘油二酯（%）	60.37
3（放置 3 年）	甘油二酯（mg/kg）	571.00
	1,2-棕榈酸-油酸甘油二酯（%）	38.48
	1,3-棕榈酸-油酸甘油二酯（%）	57.29

表 10 镇巴腊肉营养成分检测结果统计表

项目	每 100 g	NRV%
能量	2,498 kJ	30%
蛋白质	18.3 g	31%
脂肪	58.0 g	97%
碳水化合物	2.4 g	1%
钠	1,700 mg	85%

本研究同时也对腊肉产品中的重金属、苯并芘、过氧化物、亚硝酸盐及常见添加剂的含量进行了测定，所有指标均符合国家规定的安全标准（表 11 和 12）。

表 11 镇巴腊肉中重金属含量统计表 (单位: mg/kg)

编号	铬	镍	铜	锌	砷	硒	锶	镉	汞	铅
1	0.39	0.12	0.44	8.74	0.015	0.10	0.69	0.007	0.030	0.05
2	0.90	0.09	0.42	10.3	0.023	0.03	0.37	0.008	0.039	0.05
3	0.57	0.11	0.81	188.8	0.088	0.64	0.30	0.005	0.034	0.04
4	0.41	0.26	1.21	17.8	0.091	0.10	5.55	0.016	0.029	0.13
5	0.83	0.35	1.58	31.7	0.090	0.05	5.73	0.029	0.026	0.17
6	0.54	0.07	0.66	16.4	0.022	0.10	1.18	0.006	0.018	0.04
7	0.49	0.15	1.43	50.2	0.065	0.30	2.19	0.011	0.017	0.05
8	0.45	0.39	0.50	42.3	0.034	0.15	10.8	0.028	0.008	0.12
9	0.46	0.05	0.43	8.12	0.024	0.18	0.72	0.006	0.008	0.06
10	0.23	0.04	0.38	10.5	0.008	0.08	0.14	0.007	0.005	0.03
11	0.28	0.03	0.44	6.00	0.014	0.24	0.18	0.002	0.009	0.01
12	0.09	0.04	0.78	17.7	0.007	0.19	0.13	0.024	0.004	0.02
13	0.15	0.02	0.10	3.32	0.002	0.15	0.11	0.011	0.004	0.02
GB 2730—2015 限值 <sup>[20]</sup>	/	/	/	/	<0.5	/	/	<0.1	/	<0.5

表 12 镇巴腊肉中污染物及添加剂的含量检测统计表

编号	苯并芘 (μg/kg)	过氧化值 (g/100g)	亚硝酸盐 (以 NaNO <sub>2</sub> 计: mg/kg)	苯甲酸 (g/kg)	山梨酸 (g/kg)	胭脂红 (g/kg)	苋菜红 (g/kg)
1	2.51	0.016	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
2	4.82	0.17	1.4	未检出	未检出	未检出	未检出
3	4.86	0.018	1.6	未检出	未检出	未检出	未检出
4	2.26	0.021	1.3	未检出	未检出	未检出	未检出
5	2	0.022	1.8	未检出	未检出	未检出	未检出
6	3.13	0.018	1.4	未检出	未检出	未检出	未检出
7	3.17	0.016	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
8	2.72	0.019	4.8	未检出	未检出	未检出	未检出
GB 2730—2015 <sup>[20]</sup> , GB 2762—2022 <sup>[10]</sup> 限值	<5	≤0.5	≤30	禁止使用	禁止使用	禁止使用	禁止使用

6 经营管理

镇巴县总人口 27.47 万人，2022 年，城镇居民人均可支配收入 37,528 元，农村居民人均可支配收入 13,974 元。案例区总人口 63,857 人，腊肉产业链带动案例区就业人口超过 10,000 人，超过整个区域就业人口 1/4，为乡村振兴和持续发展做出了重要贡献<sup>[21]</sup>。镇巴腊肉作为秦巴山区的代表性地理标志产品之一，是县域引领畜牧产业高质量突破发展的传统优势特色产业之一。镇巴政府在保护当地生猪养殖生态环境和腊肉产业的可持续发展方面采取了一系列的措施。

## 6.1 培育优良品种

为了保证生猪肉的品质,因地制宜引入了国外优良生猪品种,与国内地方优良品种进行杂交改良,培育出生产镇巴腊肉的二元杂交专用生猪品种<sup>[22]</sup>。种猪繁育方面,指导建立了标准化、规模化的镇巴县二元母猪繁育基地、生猪繁育基地等,为生猪养殖场及散户提供镇巴腊肉专用生猪的种源。

## 6.2 标准化生产和管理

镇巴腊肉传统的小规模加工方式多依据多年经验,可能导致风味差别大,难以实现统一化的标准。为促进镇巴腊肉地理标志产品从鲜肉品质到餐桌供应的安全稳定性,陕西省、汉中市政府均制定了相关标准,如镇巴腊肉的陕西省地方标准 DB 61/T 460—2019<sup>[23]</sup>和镇巴腊肉的汉中市地方标准 DB 6107/T 15—2020<sup>[24]</sup>,对生猪的养殖、饲料的加工、舍猪的育肥、生猪疫病防控、腊肉的加工技术、腊肉的包装运输贮存及售后服务管理等全产业链条提出了标准化的规范,保证镇巴腊肉的高品质。

## 6.3 保护知识产权,保证产品全链条可追溯

2010年镇巴腊肉获批地理标志产品以来,镇巴县采取了多项措施,如挖掘镇巴腊肉的故事,历史文化内涵的宣传等,扩大“镇巴腊肉”的品牌和影响力。设计“镇巴腊肉”商标(图9),公开征集“镇巴腊肉”的产品包装设计,对包装设计、印刷使用、销毁等实行统一管理,确保规范合法地使用商标。对于非法使用等侵权行为和假冒伪劣等行为依法严厉打击<sup>[25]</sup>。



图9 镇巴腊肉商标

为进一步提升品牌的价值,把好产品质量关,使整个腊肉加工全链条公开透明,制定了《镇巴腊肉全产业链质量安全溯源体系建设方案》。将产地的地理环境、生猪的养殖、检验检疫、生产加工、仓储销售及消费者的反馈信息全部数据化、档案化,为每一块镇巴腊肉定制身份认证,贴上溯源码,实现镇巴腊肉全产业链条的追溯监管,做到来源可查、去向可追、过程可控、结果可评、责任可究,以提升消费者对镇巴腊肉的认知和信任。2022年,由镇巴县市场监督管理局申报的《打造“镇巴腊肉地理标志证明商标+标准+追溯”模式》入选国家知识产权局商标品牌建设优秀案例<sup>[25-27]</sup>。2024年,“镇巴腊肉”品牌价值已达4.69亿元。

## 6.4 拓展思路,加大新产品的开发力度

传统的腊肉产业由于产品单一,难以迎合各个消费群体的需求。为此,镇巴县市场监管部门利用市场调研、大数据筛选等手段,找准市场定位,针对当下社会快节奏的发展,细化消费群体。通过与西北农林科技大学、陕西理工大学等高校和科研单位的合作,探索低温防腐保鲜技术,加大了新产品开发的力度。经过积极的探索和努力,目前已有多种小包装即食产品、加热即食的半成品推向市场,如便携装腊肠、即食腊肉丝、豆干腊肉肠、腊肉拌饭酱、半加热腊肉米饭等。

## 7 讨论与总结

镇巴腊肉入选地理标志产品得益于当地特殊的地理地形、优良的气候条件、腊肉悠久的历史文化和独特的风味品质。为保障镇巴腊肉产业的可持续发展,当地政府从环境保护、初级农产品生产、生猪育种饲养、腊肉加工包装、品牌建立及推广、产品溯源等方面实施了一系列的举措,积累了可持续发展的经验。目前,镇巴县已有8家通过食品生产许可证认证的腊肉加工企业、18家腊肉加工小作坊、专属养殖基地35家,带动就业岗位8,000余个,年生产能力达5,000吨,全产业链综合产值近10亿元<sup>[28]</sup>。《镇巴腊肉北亚热带中山生态环境保护与可持续发展案例研究》也将促进镇巴腊肉产业向着更科学、产值更好的方向发展。同时,也提出了新的要求,如生猪养殖过程,如何更加合理地处理猪粪,提高利用率,减少环境的污染,实现循环经济的发展;如何加强与科研单位的合作,鉴定出镇巴腊肉特有的风味物质,为镇巴腊肉的溯源提供依据;受限于过去没有冷藏和保鲜技术,为降低镇巴腊肉中的水分含量,传统加工工艺中熏制时间较长,导致腊肉中水分丢失较多,使产品的食用口感不尽人意,从而限制了腊肉产品的食用消费量,如何进一步改进提升“镇巴腊肉”的生产工艺,研制出更加绿色、风味和感官性能更优的腊味系列产品等。

**作者分工:**刘睿、朱联旭、陈奕宏、李崇勇对数据集的开发做了总体设计,刘睿、吴国飞、李宇明、王小波为案例研究完成了实地考察,冉维、王春婉等对镇巴县土壤、水、农产品、野生植物、鲜肉、腊肉进行了采集,并对样品进行了分析,马孝文、路宏朝分别对生猪的养殖繁育情况和腊肉加工过程风味的形成进行了指导,姚学银、于素娟撰写了数据论文,刘闯参与了前期实地考察并完成了数据和论文的最后审核,姜招彩对案例区地形地貌、植被覆盖情况进行了分析。

**致谢:**本研究得到镇巴县县委、县政府及镇巴县发展与改革局、县农业农村局、县市场监督管理局、镇巴腊肉产业协会的支持,研究团队再此深表谢忱。

**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] 马云超. 乡村振兴背景下陕西省镇巴县现代农业发展对策建议[J]. 农业工程, 2023, 13(1): 157-160.
- [2] 刘睿, 于素娟, 朱联旭等. 镇巴腊肉北亚热带中山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.2024.11.03.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.11.03.V1>.
- [3] 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).
- [4] 镇巴县地方志编纂委员会. 镇巴县志(1991-2010)[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2020.
- [5] 姜招彩, 石瑞香, 刘闯. 陕西省镇巴县高程分类数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2024. <https://doi.org/10.3974/geodb.2024.11.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.11.02.V1>.
- [6] 姜招彩, 石瑞香, 刘闯. 陕西省镇巴县地形坡度分级和坡向数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2024. <https://doi.org/10.3974/geodb.2024.10.05.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2024.10.05.V1>.
- [7] 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(GB3838—2002)[S]. 北京:



- 中国环境科学出版社, 2002.
- [8] 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.
- [9] 张树敏. 西班牙伊比利亚黑猪考察报告[J]. 猪业科学, 2018, 35(4): 132–134.
- [10] 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.
- [11] 陈小艳, 唐友平, 胡晓一等. 镇巴腊肉专用生猪杂交组合选育研究与推广应用[J]. 当代畜牧, 2022(6): 33–35.
- [12] 张忠珍, 程开发, 陈瑞荣. 立足资源优势依靠现代科技全力推进镇巴县生猪产业再上台阶[J]. 农业与技术, 2013, 33(9): 165.
- [13] 农业农村部. 中华人民共和国农业农村部公告 第 250 号[OL]. [http://www.moa.gov.cn/gk/tzgg\\_1/gg/202001/t20200106\\_6334375.htm](http://www.moa.gov.cn/gk/tzgg_1/gg/202001/t20200106_6334375.htm).
- [14] 左瑶, 朱联旭, 路宏朝等. 镇巴腊肉生产过程中微生物组成及多样性变化[J]. 肉类研究, 2023, 37(5): 1–10.
- [15] Ning, B., Zuo, Y., Wang, L., *et al.* The potential correlation between the succession of microflora and volatile flavor compounds during the production of Zhenba bacon [J]. *Food Chemistry: X*, 2024, 22: 101478.
- [16] 朱联旭, 李崇勇, 孟怡璠等. 基于气相色谱-离子迁移谱分析镇巴腊肉贮藏过程中挥发性风味成分变化[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(15): 4832–4839.
- [17] Xi, L. J., Zhang, J., Wu, R. X., *et al.* Characterization of the volatile compounds of Zhenba bacon at different process stages using GC-MS and GC-IMS [J]. *Foods*, 2021, 10(11): 2869.
- [18] Yang, Y. F., Li, P., Cheng, J., *et al.* Using untargeted metabolomics and GC-IMS to analysis the influence of fat distribution on the flavor formation of bacon [J]. *Food Bioscience*, 2024, 59: 103986.
- [19] 毛逸霖, 周俊, 陈凯等. 甘油二酯的代谢机制及营养功能研究进展[J]. 中国油脂, 2023, 48(11): 80–89.
- [20] 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 腌腊肉制品 (GB2730—2015) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [21] 镇巴县地方志编纂委员会办公室. 镇巴年鉴 (2023) [M]. 西安: 三秦出版社, 2023.
- [22] 朱联旭, 雍小玲, 张琳. 镇巴腊肉产业发展调研报告[J]. 农业与技术, 2019, 39(17): 58–60.
- [23] 陕西省市场监督管理局. 地理标志产品 镇巴腊肉 (DB 61/T 460—2019) [S]. 西安: 陕西省市场监督管理局, 2019. <https://dbba.sacinfo.org.cn/stdDetail/1d022625b873b1058da8c19eadb17ae6c3a46a03ba989ca1f01f799185d78307>.
- [24] 汉中市市场监管局, 镇巴县市场监管局, 西北农林科技大学动物科技学院, 汉中市食品药品检验检测中心. 镇巴腊肉 系列标准 (DB 6107/T 15—2020) [S]. 汉中市: 汉中市市场监管局, 2020. <http://www.z8lr.com/standard>.
- [25] 程笛. 让好产品自己“说话”陕西省镇巴县打造镇巴腊肉全产业链质量安全溯源体系[J]. 中国质量技术监督, 2019(11): 60–61.
- [26] 刘俊强. 秦巴腊味飘香, 舌尖产业富农[N]. 汉中日报, 2023-08-12 (003).
- [27] 朱联旭, 段敏敏. 保护运用劲头足, 秦巴腊味乡情浓[N]. 中国知识产权报, 2024-06-12 (004).
- [28] 山河. 汉中打造“地理标志证明商标+标准+追溯”模式 助力“镇巴腊肉”产业高质量发展[OL]. 陕西网汉中频道, 2024. <https://www.ishaanxi.com/c/2024/0407/3113138.shtml>.