

丰县牛蒡古黄河泛区生境保护与可持续发展案例研究

姚凤腾^{1*}, 苏娜², 谷昊阳², 王振波^{2*}, 常家兵³, 赵成义⁴, 胡传银³,
李可欣², 于伯华², 陈文波⁵, 土光智子⁵, 刘闯²

1. 江苏省农业科学院, 南京 210014;
2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;
3. 江苏省徐州市丰县农业农村局, 丰县 221700;
4. 江苏省徐州市丰县牛蒡育种基地, 丰县 221700;
5. Nature&ScienceConsulting 株式会社, 横浜 2310032, 日本

摘要: 丰县牛蒡古黄河泛区生境保护与可持续发展案例产品种植于江苏省丰县范楼镇, 地处黄淮平原, 黄泛冲积地带, 海拔高度 39 m, 地处暖温带半湿润季风气候区, 四季分明, 日照充足, 年平均气温 15 °C 左右。土地肥沃, 土层深厚, 非常适合牛蒡的生长。牛蒡是菊科牛蒡属二年生草本植物, 其种子牛蒡子为传统常用中药材, 牛蒡肉质根可以药食两用。丰县被誉为“牛蒡之乡”。作为全国最大的牛蒡种植和加工基地, 牛蒡产量占全国 50% 以上, 出口日本、韩国等国家。本案例以科学数据为基础, 总结了牛蒡古黄河泛区生态环境保护与可持续发展模式。该案例数据集由案例范围、自然地理数据、传统自然特色与历史文化、经营管理数据等 4 个数据文件包组成, 数据集存储为.shp、.tif、.xlsx、.xls 格式, 由 117 个数据文件组成, 数据量 367 MB (压缩为 1 个文件, 354 MB)。

关键词: 丰县; 牛蒡; 古黄河泛区; 生态环境保护与可持续发展; 案例 4

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.02.01>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.02.01>

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.2021.06.06.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.06.06.V1>。

1 前言

丰县位于江苏省西北部, 位于江苏、安徽、山东三省交界地区(图 1), 是汉高祖刘邦故里。丰县大部分地区为古黄河多次决口、洪水泛滥形成的冲积平原, 平均海拔 39 m。丰县, 属暖温带半湿润季风气候区, 气候四时变换, 光照十足, 雨量充沛, 两百多天的无霜天气。此地土层深厚, 土壤沙质, 空气流通透性强, 为根茎类蔬菜提供了良好环境^[1, 2]。牛

收稿日期: 2023-03-22; 修订日期: 2023-06-10; 出版日期: 2023-06-25

基金项目: 中国科学院院地合作项目 2021

*通讯作者: 姚凤腾, 江苏省农业科学院, 394866267@qq.com;

王振波, 中国科学院地理科学与资源研究所, wangzb@igsrr.ac.cn

数据引用方式: [1] 姚凤腾, 苏娜, 谷昊阳等. 丰县牛蒡古黄河泛区生境保护与可持续发展案例研究[J]. 全球变化数据学报, 2023, 7(2): 115–128. <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.02.01>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.02.01>.

[2] 姚凤腾, 常家兵, 赵成义等. 丰县牛蒡古黄河泛区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, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.06.06.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.06.06.V1>.

蒺是菊科牛蒺属二年生草本植物，其种子牛蒺子为传统常用中药材，牛蒺肉质根可以药食两用。丰县被誉为“牛蒺之乡”。案例区丰县范楼镇地处黄泛区平原，历史上有种植牛蒺等深根性作物的传统。

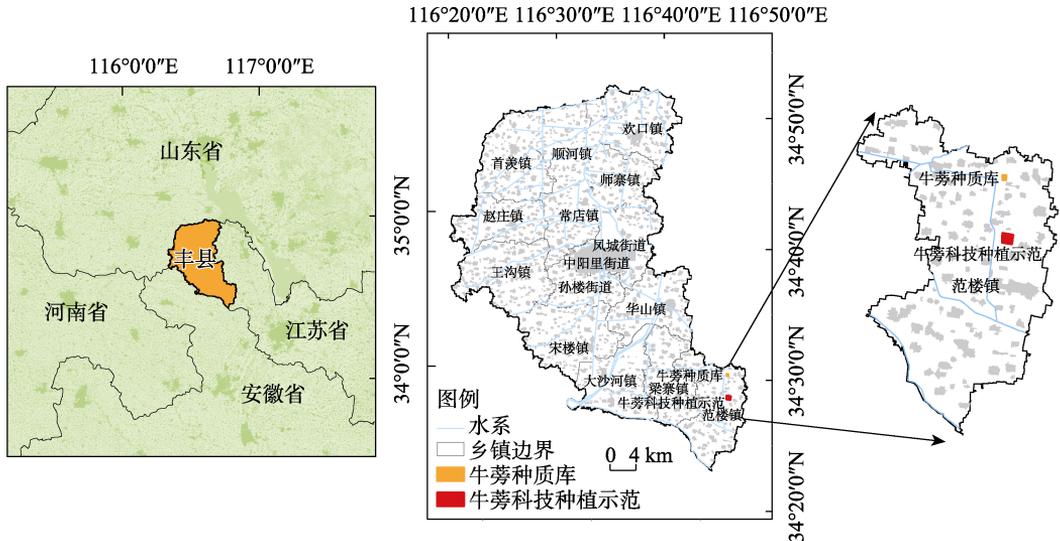


图1 丰县及案例区地理位置图

案例总结了丰县古黄河泛区土地资源的可持续利用的经验，提出了生态环境保护与农业优质发展策略^[3]。其中特色产品之一是药食两用的牛蒺（图2）。2013年丰县牛蒺（Fengxian Burdock）被列为国家地理标志产品批准的范围包括：丰县范楼镇，梁寨镇，华山镇，赵庄镇，王沟镇，宋楼镇，大沙河镇。丰县牛蒺古黄河泛区生境保护与可持续发展案例区域覆盖范围只包括范楼镇牛蒺现代化示范种植区和牛蒺育种基地。

2 数据集元数据简介

《丰县牛蒺古黄河泛区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。数据集内容包括案例地域范围界限数据；自然地理条件数据，包括气候、土壤、水文、植被指数等数据；自公元420年至1936年有记录以来记载的黄河决口及在丰县泛滥的记录数据；牛蒺种植、管理、产品品种数据；日本餐馆牛蒺餐菜单及配料数据等。



图2 丰县牛蒺图标

3 数据集研发

3.1 案例区自然地理数据及产品生境数据开发

3.1.1 案例区范围

丰县位于苏、鲁、豫、皖四省七县的交汇点，界于东经 $116^{\circ}21'15''$ – $116^{\circ}52'03''$ ，北纬 $34^{\circ}24'25''$ – $34^{\circ}56'27''$ 之间，地处淮海经济区中心地带。北与山东省的金乡、鱼台县接壤，南

表 1 《丰县牛蒡古黄河泛区生境保护与可持续发展案例数据集数据集》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	丰县牛蒡古黄河泛区生境保护与可持续发展案例数据集
数据集短名	FengxianBurdockCase04
作者信息	姚凤腾, 江苏省农业科学院, 394866267@qq.com 常家兵, 江苏省徐州市丰县农业农村局, xw8532@163.com 赵成义, 江苏省徐州市丰县牛蒡育种基地 胡传银, 江苏省徐州市丰县农业农村局, 542496277@qq.com 王振波, 中国科学院地理科学与资源研究所, wangzb@igsnr.ac.cn 王正兴, 中国科学院地理科学与资源研究所, wangzx@igsnr.ac.cn 李可欣, 中国科学院地理科学与资源研究所, likx@igsnr.ac.cn 于伯华, 中国科学院地理科学与资源研究所, yubh@igsnr.ac.cn 陈文波, Nature&Science Consulting 株式会社, chenwb3@gmail.com 土光智子, Nature&Science Consulting 株式会社, doko@nature-science-consulting.co.jp 刘 闯, 中国科学院地理科学与资源研究所, lchuang@igsnr.ac.cn
地理区域	江苏省徐州市丰县
数据格式	.shp、.tif、.xlsx、.docx、.jpg
数据量	367 MB
数据集组成	4 个文件包 (案例范围数据; 自然地理数据: 土地利用、水文、坡度等; 经营管理数据: 牛蒡种植管理、牛蒡收获加工技术管理、丰县牛蒡溯源技术、产品经营与管理运营方案等; 自然特色与历史文化: 以牛蒡为食材的菜谱等)
基金项目	中国科学院地理科学与资源研究所与丰县人民政府所地合作项目
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	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 ^[5]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

与安徽省砀山、萧县毗邻, 西接山东省单县, 东与江苏省铜山、沛县相连。区域面积 1,450.2 km²。历史上丰县是古黄河泛区。表 2 汇集了丰县县志及黄河决口的历史记载。从这些历史记载可以看出, 丰县在古黄河多次决口造成的重大灾情对该区域生态环境和社会发展的重大影响是相对深刻的, 在世界历史地理发展史上也是举世罕见的。

3.1.2 案例区气象特征

丰县地处暖温带半湿润季风气候区, 气候四季分明, 日照充足 (图 3), 年平均气温 15 ℃ 左右, 最冷月在 1 月份, 月平均气温都在 0 ℃ 以上 (图 4); 虽热月在 7 月, 最高气温不超过 30 ℃。年平均降水量近 630 mm, 降水集中在夏季, 6-8 月降水量占全年总降水量的 70% 以上 (图 5)。雨热同季有利于牛蒡的生长。

3.1.3 案例区土壤理化分析

土壤大部分在黄土冲积层上形成(图6、图7),土壤沙质,空气流通、土层深厚,土层厚度在5 m以上,一些地段土层厚度超过20 m。土壤中以含有高度有机质的肥沃黄土为

表2 古黄河决口在丰县造成重大泛滥的历史记载统计表

朝代	年代	决口地点记载	灾情
晋	元熙二年(420)六月	黄河从河南滑州决口,至徐州与清河合流	沿途淹房浮屋,县受黄水灾害较重
唐	大中十二年(858)		徐州水深5丈,漂没数万家;县大水成灾
北宋	太平兴国八年(983)五月	黄水决口于滑州	县大水成灾
	天禧三年(1019)六月	黄河决口于滑州	县大水成灾
	熙宁十年(1077)七月	黄水决口于澶州	其前黄河支流水道离县500余里,此后黄河支流南迁,入县城
南宋	绍兴三十一年(金大定元年,1161)五月	黄水决口于曹县	县大水成灾
元	至正四年(1344)	黄水决口于白茅堤	县大水成灾
明	嘉靖五年(1526)六月二十七日		黄水淹没县城
	嘉靖四十四年(1565)		黄水泛滥县境
	万历四年(1576)八月	黄水重开太行堤数里	泛滥县境
	万历三十二年(1604)八月	黄水冲开朱旺口及太行堤数处	县一片汪洋,房屋淹没三年,田宅极不值钱
清	崇祯四年(1631)九月	黄水冲开辛洋庙口及十七里铺口	泛滥县境
	崇祯九年(1636)三月	黄河决口	黄河水泛滥县境
	顺治三年(1646)	黄水冲开刘通口	水北流,入县境
	顺治四年(1647)九月十六日	黄河泛滥	余流自单县入丰县,注太行堤河,水深丈余
	顺治五年(1648)	黄河泛滥	黄水至县城堤下
	乾隆五十八年(1793)春	黄河泛滥	县境
	嘉庆元年(1796)	黄水冲开砀山的庞家林	入县境,县南、北、北三面都是大水
	咸丰元年(1851)八月十九日	黄河决口于砀山的蟠龙集	县东、南、北三面一片汪洋
	咸丰七年至九年(1857-1859)	废黄河在蟠龙集决口	泛滥三年,年年成灾
	光绪元年(1875)	黄水决口于山东鄆城县的侯家林	向东南流泻,入县北部,泛滥成灾

注:数据来源于江苏省地方志《丰县志》。

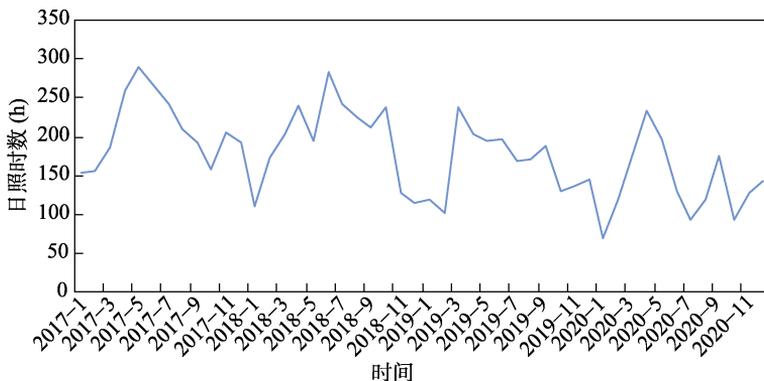


图3 徐州市 2017-2020 各月日照时数统计图

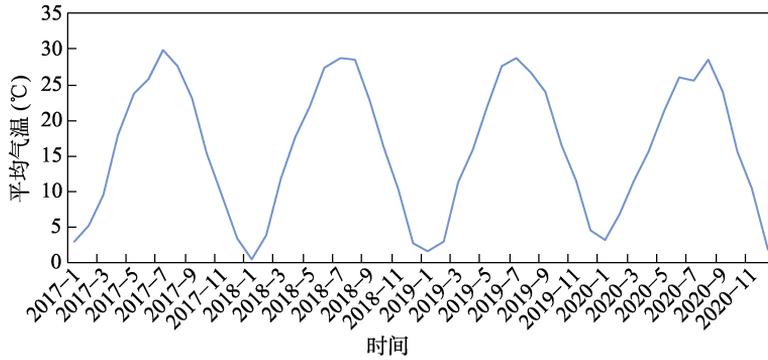


图 4 徐州市 2017-2020 年各月平均气温统计图

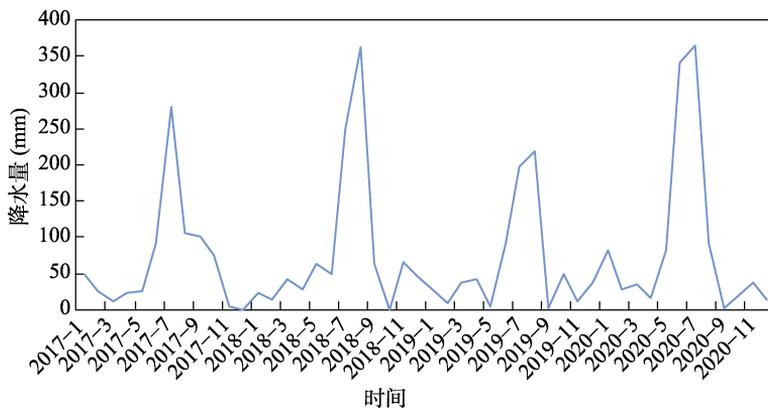


图 5 徐州市 2017-2020 年各月降水量统计图

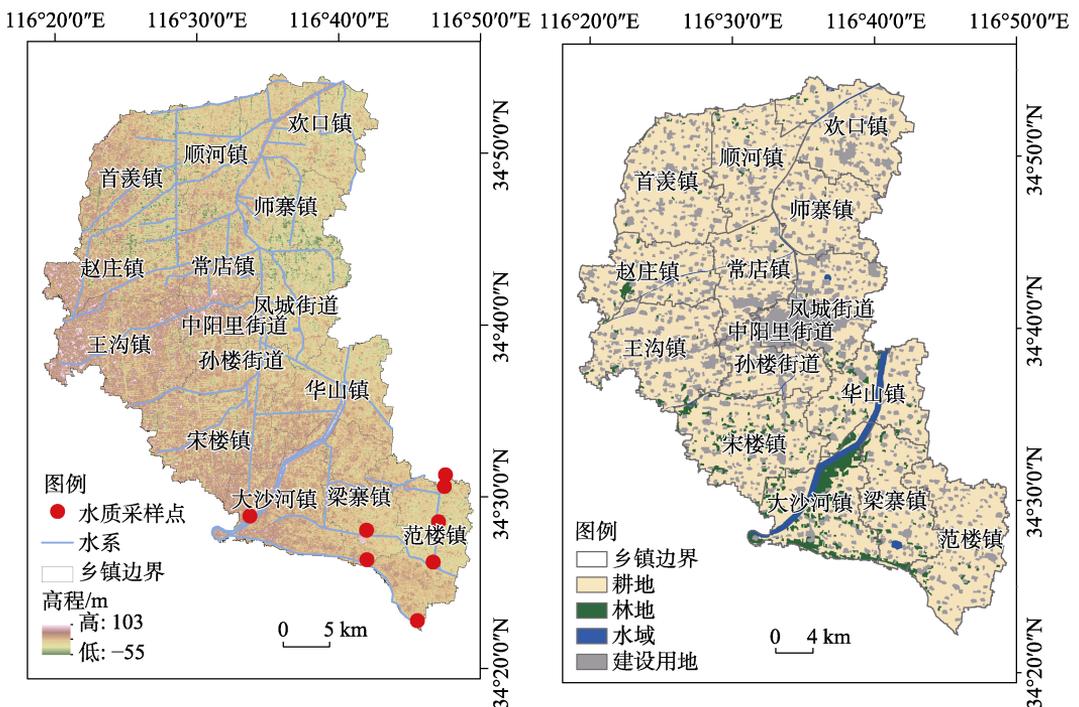


图 6 案例区 DEM 空间分布图

图 7 案例区土地利用类型空间分布图



图8 土壤取样点

主, 其土壤品质远超国家土壤环境标准。案例区设置了多个采样点对牛蒡生长环境的土壤进行了采样和监测(图8), 并由中国科学院地理科学与资源研究所理化分析中心检测土样中土壤重金属等指标。共检测25个土壤样品, 含有丰富的必需微量元素, 如, Ca、Mg、Fe、Mn、Zn等(表3)。

3.1.4 案例区水资源现状分析

案例地理位置处于淮海经济区中心地带和华北平原的东南边缘。凭借季节性降水、融雪等, 形成了自然的水源供应, 为牛蒡提供了充足的水分。丰县水资源总量5.46亿 m^3 , 其中地表水1.26亿 m^3 , 地下水3.27亿 m^3 , 客水量0.93亿 m^3 。丰县有南北两条调水线路, 南调长江水, 翻水能力为26 m^3/s , 北引微山湖水, 引水能力为17 m^3/s , 每年调水2亿 m^3 以上, 可满足丰县工农业生产生活用水, 同时可补充地下水。境内有一次蓄水3000万 m^3 的大沙河二级河川水库、一次蓄水500万 m^3 的苗城河水库, 并可

表3 江苏丰县牛蒡种植示范园土壤部分金属元素分析结果(mg/kg)

土壤层次/cm	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Al	63,266.44	63,266.44	52,511.02	46,401.82	53,953.92
Ba	503.11	503.11	425.89	390.24	458.89
Ca	40,694.71	40,694.71	37,582.83	36,201.25	39,880.54
Ca	41,682.79	41,682.79	38,378.59	36,413.91	40,898.43
Cd	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02
Co	12.74	12.74	10.51	10.04	11.01
Cr	72.09	72.09	52.91	43.31	58.33
Cu	19.42	19.42	16.85	13.87	17.40
Fe	27,076.67	27,076.67	22,568.57	21,457.00	22,799.10
K	17,900.84	17,900.84	16,716.59	16,058.06	18,162.77
La	35.35	35.35	27.55	27.16	30.21
Li	28.49	28.49	25.54	24.45	26.43
Mg	4,147.13	4,147.13	3,593.05	3,443.30	3,751.63
Mn	560.95	560.95	465.32	438.01	474.53
Mo	0.46	0.46	1.38	0.41	1.84
Na	14,965.10	14,965.10	13,419.63	12,727.71	15,026.85
Ni	31.66	31.66	28.12	23.44	31.18
P	1,375.42	1,375.42	529.21	538.07	587.22
P	1,218.38	1,218.38	527.33	525.80	580.77
Pb	35.80	35.80	18.24	21.67	22.84
S	65.05	65.05	29.48	49.05	54.91
Sc	10.92	10.92	8.95	8.53	9.28
Sr	209.03	209.03	186.29	174.79	204.04
Ti	3,801.13	3,801.13	3,154.41	3,101.34	3,276.24
V	69.96	69.96	59.86	57.93	62.48
Zn	65.36	65.36	37.70	34.82	38.08

根据需要多次翻水调蓄，境内还有梁寨水库以及网状大小河流 360 条（图 9）。

案例地理位置位于淮海经济区中心地带和华北平原的东南边缘。凭借季节性降水形成的自然的水源供应，为牛蒡提供了充足的水分。此处的土地以富含有机质的肥沃黄土为主，其供水质量则远超乡村生活用水标准（表 4、表 5）。

3.2 产品特性数据

牛蒡是菊科牛蒡属二年生草本植物（图 10），地上和地下部分均可达 1.5 m 以上（图 11），既是食材又为药材，根部除了含菊糖、挥发油、多酚等成分，还富含纤维和氨基酸，因此有“蔬界瑰宝”之称^[6]。丰县利用其药、食双重价值，创新研制了诸如牛蒡茶、牛蒡饮品、牛蒡系列食品等 80 多个产品^[7]；特色的牛蒡菜式如桂花牛蒡也广受欢迎。

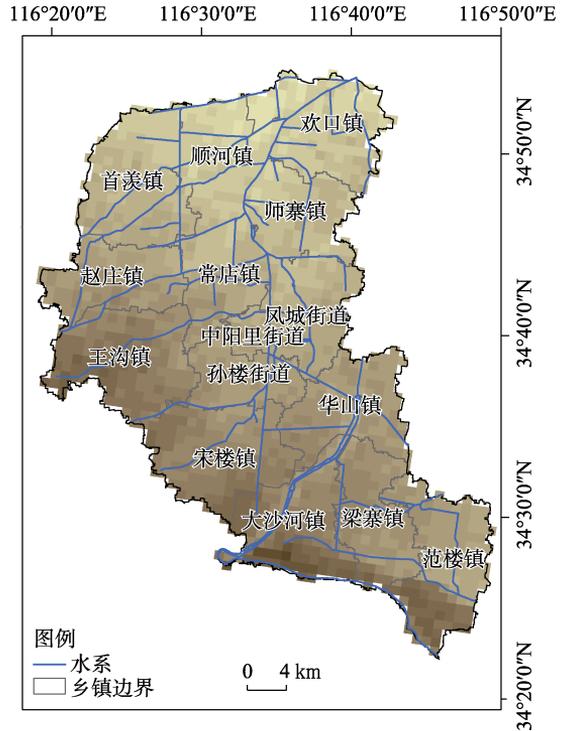


图 9 案例区水系空间分布图

表 4 江苏丰县案例区地表水 pH 平均值统计表

水样点	编号 (Water-ID)	采样点位置与描述	RID	pH
地表水-1	Surface Water-1	大沙河二坝湿地（大沙河从安徽进入丰县）	1A	7.867
地表水-1	Surface Water-1	大沙河二坝湿地（大沙河从安徽进入丰县）	1B	7.865
地表水-2	Surface Water-2	郑集南支河（濉子湖北）	2A	6.99
地表水-2	Surface Water-2	郑集南支河（濉子湖北）	2B	7.056
地表水-3	Surface Water-3	黄河故道	3A	8.489
地表水-3	Surface Water-3	黄河故道	3B	8.473
地表水-4	Surface Water-4	黄河故道（南端）	4A	8.184
地表水-4	Surface Water-4	黄河故道（南端）	4B	8.172
地表水-5	Surface Water-5	郑集南支河（耿庄村北）	5A	7.37
地表水-5	Surface Water-5	郑集南支河（耿庄村北）	5B	7.409
地表水-6	Surface Water-6	郑集北支河（杨洼村西北）	6A	7.109
地表水-6	Surface Water-6	郑集北支河（杨洼村西北）	6B	7.136
地表水-7	Surface Water-7	牛蒡示范园西侧	7A	7.776
地表水-7	Surface Water-7	牛蒡示范园西侧	7B	7.733
地表水 pH 平均	pH Average			7.69

表 5 江苏丰县案例区地下水 pH 平均值统计表

水样点-编号	编号 (Water-ID)	采样点位置与描述	RID	pH
地下水-1	Ground Water-1	牛蒡种质基地水井	1A	6.962
地下水-2	Ground Water-2	牛蒡种质基地水井	1B	6.981
地下水 pH 平均值	pH Average			6.971,5



图 10 牛蒡二年开花结籽



图 11 牛蒡地上部分和地下部分分别可达 1.5 m 以上

丰县牛蒡具有以下产品特性：

(1) 形态特征：牛蒡是一种二年生植物，通常具有大型的叶子和长而坚固的根部。叶子呈心形或卵形，根部则长而肥厚，通常呈棕色或黑色。

(2) 食用部分：牛蒡的食用部分主要包括根部和嫩叶。根部通常被用来制作食品，而嫩叶可以作为蔬菜食用。

(3) 营养价值：牛蒡根部富含营养物质，包括膳食纤维、维生素（如维生素 B6、维生素 C）和矿物质（如钾、锌、锰）。此外，它还含有多种抗氧化物质，如多酚类化合物（表 6）。

(4) 食品制品：牛蒡的根部常被用于制作各种食品，包括炖菜、沙拉、汤和腌制品。在日本，牛蒡被用来制作著名的料理——牛蒡锅。此外，餐馆推出的牛蒡菜食谱和很受欢迎，例如，牛蒡丝、土佐牛蒡、梅子牛蒡、牛蒡鳄梨沙拉、敲牛蒡、牛蒡拌坚果、牛蒡沙拉、牛蒡牛肉卷等，数据集中列出了日本餐馆推出的牛蒡丝等 15 种牛蒡餐的详细配料和制作方法。

(5) 草药用途：牛蒡的根部也具有草药用途，被认为具有一些健康益处。传统上，它被用于支持肾脏和泌尿系统的健康，以及对抗炎症和气管炎。

(6) 市场产品：在市场上，你可以找到各种形式的牛蒡产品，包括新鲜的根部、切片、茶包、根部粉末、草药提取物和营养补充剂。这些产品可能用于食品制造、保健品或草药医学。

(7) 质量标准：对于食品和保健品，牛蒡产品通常需要符合当地的质量标准和法规。这些标准包括食品安全、质量控制和标签规定。

总之，牛蒡是一种多功能植物，其根部和叶子具有丰富的营养价值和草药用途^[8]。牛蒡产品可以在不同的市场上找到，并且在不同的文化中被广泛使用。

通过牛蒡营养组分分析，筛选出牛蒡的特征活性因子，确定其加工过程中活性变化规律。必须氨基酸和总氨基酸差距不大，对比发现丰县牛蒡粉中精氨酸含量最高，而沛县牛蒡粉中谷氨酸含量最高（表 7）。

表 6 江苏丰县牛蒡根化学元素分析 (mg/kg)

样品名称	牛蒡根-1	牛蒡根-2	牛蒡根-3	牛蒡茎(带皮)-1	牛蒡茎(带皮)-2	牛蒡茎(瓢)
质量	0.12 g	0.12 g	0.15 g	0.12 g	0.12 g	0.12 g
定容体积	10 mL	10 mL	10 mL	10 mL	10 mL	10 mL
Al 396.153	95.50	77.43	35.44	48.54	48.58	414.08
Ba 233.527	3.07	2.38	1.41	7.73	8.43	13.61
Ca 317.933	3,096.67	2,411.67	1,582.67	11,875.00	13,241.67	15,333.33
Cd 228.802	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00
Co 228.616	0.15	0.18	0.11	0.09	0.03	0.36
Cr 205.560	10.73	8.44	3.77	2.91	3.23	18.76
Cr 267.716	10.73	8.33	3.73	2.70	3.08	18.72
Cu 327.393	8.38	6.72	4.03	2.93	3.09	5.14
Fe 238.204	124.58	100.42	51.26	60.34	62.26	436.92
K 766.490	23,233.33	18,625.00	9,253.33	19,741.67	20,591.67	19,975.00
Li 670.784	0.68	0.47	0.45	0.68	0.54	1.21
Mg 285.213	2,568.33	2,034.17	1,324.00	3,577.50	3,889.17	4,382.50
Mn 257.610	8.65	7.50	4.44	7.19	7.77	14.33
Mo 202.031	1.02	0.98	0.80	0.89	0.86	2.11
Na 589.592	2,840.00	2,496.67	2,130.00	652.67	742.67	1,089.17
Ni 231.604	3.90	3.14	1.81	1.32	1.54	6.32
P 213.617	2,494.17	2,224.17	1,730.00	1,515.00	1,654.17	1,955.83
P 214.914	2,509.17	2,245.00	1,728.67	1,449.17	1,604.17	1,956.67
Pb 220.353	0.25	0.26	0.10	0.32	0.28	0.48
S	888.33	920.83	857.33	3,088.33	3,510.00	3,628.33
Sr 407.771	43.14	33.72	21.65	69.12	77.42	88.67
Ti 334.940	9.68	9.36	4.93	10.43	9.53	27.29
Ti 336.121	9.61	9.37	4.63	10.27	9.37	27.06
V 290.880	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V 310.230	0.96	0.77	0.25	0.34	0.26	0.99
Zn 206.200	7.74	7.22	4.13	7.59	6.99	9.88

表 7 对比丰县和沛县的牛蒡根粉中氨基酸含量 (mg/g)

样品	丰县	沛县	样品	丰县	沛县	样品	丰县	沛县
天冬氨酸	11.06	13.01	半胱氨酸	1.04	1.46	必需氨基酸	16.151	16.062
谷氨酸	18.29	17.66	脯氨酸	6.42	5.65	非必需氨基酸	67.478	64.390
丝氨酸	3.38	3.17	缬氨酸	2.28	2.37	药效氨基酸	62.710	60.566
组氨酸	0.81	0.85	苯丙氨酸	4.37	4.51	甜味氨基酸	19.156	17.302
甘氨酸	2.66	2.37	异亮氨酸	2.00	2.15	鲜味氨基酸	29.351	30.670
精氨酸	19.70	16.53	亮氨酸	2.78	2.88	苦味氨基酸	31.936	29.286
丙氨酸	1.98	1.97	赖氨酸	1.85	1.46	氨基酸总量	80.761	77.762
酪氨酸	2.15	1.74	苏氨酸	2.87	2.69			

牛蒡根中钾含量最高,钙、磷、镁、钠次之(表 8)。牛蒡中含有大量人体必需的各种常量元素和少量的微量元素,可作为良好的矿物质补充剂。牛蒡中有害元素及致癌物的含量均低于国家规定标准,说明牛蒡为安全食品^[9]。

表8 牛蒡根中无机元素含量 ($\mu\text{g/g}$)

元素	样品元素含量	元素	样品元素含量	元素	样品元素含量	元素	样品元素含量
K	10,897.38	P	3,176.83	Zn	16.73	Co	<0.50
Ca	4,205.58	Cr	20.45	Al	192.48	Pb	<0.50
Mg	2,424.318	Cu	13.23	Ti	4.59	V	<0.50
Na	751.57	Mn	4.82	Be	<0.50	Sb	<0.50
Fe	58.49	Ni	<0.50	Ba	2.90	Cd	<0.50

4 经营与管理

4.1 牛蒡栽种管理

丰县专门成立了牛蒡生产管理领导小组，统一组织实施种植管理，保障牛蒡种植生产标准化。管理技术标准包含种植、浇灌、施肥、驱虫、收购、存储等内容，丰县牛蒡主要技术与管理措施及标准如下：

4.1.1 整地施肥

每 667 m^2 施腐熟的农家肥 5,000 kg、氮肥 40–50 kg、过磷酸钙 30 kg、硫酸钾 30 kg，混合集中施入沟内，然后整地。在播前按照种植条带，深翻 80 cm 以上，达到深、细、透、均、平，拣出石头、瓦块等硬物，以减少叉根和歧根。

4.1.2 种子处理和播种

(1) 种子处理

播种前对种子进行消毒、催芽。将种子用 55 $^{\circ}\text{C}$ 温水浸泡 10 min，或用种子重量 0.3% 的瑞毒霉杀菌剂拌种，捞出后用清水冲洗后，在 40–50 $^{\circ}\text{C}$ 温水中浸泡 8 h，用湿布包好，放在 25–30 $^{\circ}\text{C}$ 下催芽，约 30 h 种子露白后播种。

(2) 播种

牛蒡一般采用直播，不进行育苗移栽；可以条播、撒播或穴播，以条播效果为好，合理密植才会长出合格的肉质根（图 12）。

a. 条播。在垄中间开 3 cm 深的沟，浇适量水，待水渗下后，按 8–10 cm 株距放入 1 粒种子，覆土 3 cm，再盖地膜。每亩播种量为 200 g 左右。



图 12 牛蒡种植密度图

b. 撒播。在垄中间开 3 cm 深的浅沟，浇小水，水渗下后，按 5 cm 株距撒播种子，覆土 2 cm，每亩播种量为 250 g 左右。

c. 穴播。按株距 7–10 cm 挖穴，每穴 3–4 粒种子，每亩用种量 500 g 左右，若播种未催芽的种子，按 10 cm 穴播，每穴 4–5 粒种子。

4.1.3 田间管理

(1) 破膜、间苗

a. 破膜。催芽的种子，3 月上中旬播种，10–15 d 出苗立即破膜开洞引苗；4 月初播种，7 d 左右即可出苗。

b. 间苗。幼苗长到2~3片叶时间苗，苗距为5~8 cm，或每穴留2株；幼苗长到5片叶时，按苗距7~10 cm，或每穴留1株定苗。

(2) 中耕、除草和培土

牛蒡幼苗生长缓慢，苗期杂草较多，应及时中耕除草。从长出2~3片叶片至封垄前，应中耕2~3次，前期中耕除了消灭杂草外，还可松土、提高地温，促进根系发育和幼苗生长。封垄前最后1次中耕除草，向根部培土，利于直根的生长和膨大，封垄后，如有杂草也应及时拔除。

(3) 水肥管理

a. 追肥。生育期内一般要进行3次追肥。第1次在定苗后，每亩施入腐熟人粪尿1,000 kg，或在垄背中间开沟追施尿素15 kg。第2次在植株旺盛生长期，春播的在5月下旬至6月上旬，秋播的约在9月下旬，施入腐熟人粪尿1,000~1,500 kg，或结合浇水每亩施入腐熟人粪尿1,000 kg，或尿素10~15 kg，撒在垄沟里，促进根系和叶片生长。第3次在肉质根开始膨大期，春播的约在7月上、中旬，秋播的在封冻前，每亩追施人粪尿1500 kg，或氮磷钾复合肥20 kg，促进肉质根迅速生长。追肥方法是距离植株10~15 cm处开沟施入，切忌离植株太近，以免肥料“烧根”而形成歧根，影响品质。

b. 浇水。苗期和叶片生长期，根据土壤墒情和天气情况适当浇水。3~4片叶后，蹲苗控水。蹲苗后，植株进入旺盛生长期，肉质根迅速膨大，需水量大，天旱应及时浇水，经常保持土壤湿润，但浇水量不宜过大。雨季应及时排水，防止垄背沉落，引起畸形根，甚至烂根。

秋播牛蒡在封冻时要浇1次封冻水，随气温下降，用猪粪或碎草等覆盖，或培土防寒，以保证安全越冬。

4.1.4 畸形根发生的原因及其防止的主要措施

(1) 黏质土，土块又较大，易发生杈根。故应选用土层深厚沙质土或沙壤土栽培牛蒡。

(2) 施用未腐熟的堆肥，易引起直根先端受害而发生分杈。故施用有机肥要充分腐熟，并施于植株一侧，用土封埋，切忌与直根直接接触。

(3) 化肥用量过多，土壤溶液浓度过高，易引起分杈，故施用化肥应适量。

(4) 幼苗期和直根发育初期，如土壤过干，也易引起分杈。故要适时灌水，使土壤湿润疏松；当植株长出3枚叶片后，抗旱能力较强，除严重干旱外，无须经常浇水；避免田间积水，引起垄背沉落，诱发畸形根。

(5) 选用新的发芽势高的种子，也可避免歧根的发生。

4.1.5 采收

根据肉质根的生长情况和加工企业的要求分批采收。一般播种后100~130 d为采收适期，春播牛蒡从9月到第2年3月随时可以收获，早春地膜覆盖栽培则可提早到8月采收。秋播牛蒡从翌年4~5月开始收获。当肉质根增粗至3~4 cm时采收，采收过早，根细，产量低，采收过晚易空心。

采收时先用利刀在距地表10 cm处割去叶片，留15~20 cm长的叶柄，用铁锹在植株侧挖深70~80 cm、宽25~35 cm的沟，撒开土壤，握住植株基部，斜向75°角，向上轻轻拔出，注意防止断根、伤根。若土质过硬，可在收获前浇1次透水。收获后的肉质根去尽须根和

泥沙，留叶柄 2 cm 处切齐，用水洗净，按收购标准分级，要求肉质根长直、完整，无病虫害、无机械损伤、无霉变、不空心。

4.2 牛蒡收获加工技术管理

4.2.1 原料选择

选择无分叉、无虫蛀、无病害的牛蒡作为加工新鲜牛蒡的原料。

4.2.2 清洗包装

先将牛蒡放入水泥池内，用清水将表面泥土冲洗干净。再用细钢丝球将表皮、须根去掉，然后，用清水进行清洗后就可以进行包装了。一般 A 级品采用小包装。小包装是长度为 100 cm，宽度为 8.5 cm 的硅胶保鲜塑料袋。一般每个袋子只装 1 根牛蒡。B 级品采用大包装。一般是长度为 80 cm，宽度 25 cm，高度 15 cm 的纸箱，按照每箱重 10 kg 称重。最后，再用塑料胶带封好，可以入库贮藏了。

4.2.3 入库贮藏

将包装后的鲜牛蒡运入冷库中进行恒温贮藏时，温度应控制在零下 1℃ 至 1℃，这样一般能贮藏 5-6 个月的时间。

4.3 丰县牛蒡溯源技术

丰县从牛蒡产地气候特征、牛蒡生长期气象条件、牛蒡品质检测等多方面对丰县牛蒡品质进行了科学、系统的技术研发（图 13）。其中包含膳食纤维分离富集技术、糖脂多孔吸附材料制备技术、牛蒡多酚纳米涂膜保鲜技术、牛蒡 CNCs 抑制淀粉老化回生技术、牛蒡 CNCs 降低高淀粉食品血糖应答技术、高饱腹性膳食纤维制备技术、超声低醇联合诱导牛蒡糖蛋白自主装技术、糖脂代谢调节精准配伍技术、生糖酶抑制功效的膳食纤维纳米化制备技术等。

4.4 产品经营与管理

4.4.1 宣传推介，打造品牌推广平台

对于品牌的打造，宣传是必不可少的，近几年丰县不断加强“牛蒡”品牌宣传力度，进一步让大众了解牛蒡的优点，激发消费者对牛蒡的兴趣。充分利用“牛蒡之乡”这块金字招牌，依托现有企业打造产业融合化发展的牛蒡小镇，积极申报国家级农业产业强镇，着力打造“世界牛蒡看中国，中国牛蒡看丰县”的格局。

如今，丰县成功打造了“牛蒡”品牌文化推广平台，承办了国际牛蒡养生文化节、牛蒡大健康产业研讨会等重大活动，并把发展牛蒡健康产业作为招商引资项目，引进了相关企业在丰县投资兴办牛蒡深加工项目，促进了科工贸一体化发展，为“牛蒡”的品牌发展奠定了坚实的基础。在牛蒡深加工方面，丰县深挖牛蒡产品附加值，延伸牛蒡产业链，相继推出了牛蒡茶、牛蒡酵素、牛蒡酱、牛蒡饮料、牛蒡酒、牛蒡食品等“丰县牛蒡”系列产品。



图 13 牛蒡生长地面监测系统

4.4.2 牛蒡系列产品的品牌建设

丰县人民政府和企业对牛蒡产品的品牌建设给与高度重视,首先落实工作责任,把商标保护和服务落实到基层,强化对基层商标监管人员业务培训,建立健全商标档案和基层联系点制度;同时利用中国商标节、农副产品展销会等大型展会,组织驰名、著名、知名商标企业参展,积极扩大区域品牌的知名度和影响力,引导本地牛蒡企业走品牌发展之路;深入企业开展上门指导服务、日常工作业务咨询、各类活动日集中宣传等方式,开展商标注册法律咨询活动,引导牛蒡企业护牌、用牌意识,加强品牌建设;通过媒体宣传,向社会各界大力普及新《商标法》及护标、用标知识。

“牛蒡之乡”丰县举办了中国(丰县)牛蒡产业国际高峰论坛,来自国内外的专家为促进牛蒡产品提档升级实地考察;丰县成立牛蒡产业研究院,在食药同源产业科技创新联盟中成立牛蒡产业专业委员会并与中国农业科学院、江苏省农业科学院等高校科研院所建立合作机制。

5 结论

5.1 标准化管理是确保高质量发展的重要环节

丰县牛蒡采用标准化种植方式^[10],种植技术规模化、机械化、科学化,牛蒡产品品种多样化、大众化、现代化^[11-13],率先在全国实现牛蒡全程机械化生产,同时建立了 HACCP 食品安全追溯控制管理体系,这些标准化管理确保了牛蒡产品的质量与品质。

5.2 保护地理产品及其商标的知识产权中发挥品牌作用

丰县出台了产业集群商标品牌培育发展规划,为商标战略的实施提供了重要的政策支持,形成了“政府主导、部门联动、市场监管助力、企业争创”的商标战略发展机制,围绕优势产业和战略性新兴产业建设了一批品牌集群,县政府相继出台了“促进服务业加快发展的若干政策”“关于进一步促进转型升级加快新型工业化发展的意见”和“县政府关于支持产业发展壮大实体经济的意见”,文件的出台进一步落实了相关激励措施和部门责任,形成了“政府指导、部门支持、企业运作、群众参与”的创牌工作机制,未来的土地保护和农田生态系统可持续发展还需要继续结合政策进一步研究。

5.3 公司+基地+农户+市场模式是现阶段可持续发展的适宜方式

自2016年以来,牛蒡根被国家卫生健康委员会列为普通食品原料管理后,牛蒡产业进入快速发展阶段。多年来,除在农特产专营店外,牛蒡加工产品一直缺席以超市为代表的主流销售渠道,而今这一“枷锁”终于被打破,大小牛蒡企业纷纷甩掉束缚,放开手脚再创业,停滞多年的产业拓展计划又重新启动,也为农民带来了良好的脱贫致富的契机。丰县建成了千亩牛蒡示范园,成立了牛蒡专业合作社,形成了产销一条龙的产业化经营格局,带领村民增收致富。当地采取“公司+基地+农户+市场”的模式,建立了牛蒡产品加工厂,提供了更多的就业岗位,带动了当地农户共同致富。

作者分工:姚凤腾、王振波、刘闯对丰县牛蒡古黄河泛区案例及其数据集的开发做了总体设计;刘闯、于伯华、李可欣、常家兵、赵成义采集和处理了数据;陈文波、土光智子提供了日本牛蒡食谱数据;胡传银、苏娜、谷昊阳撰写了数据论文;刘闯最终审核了数

据和论文。

致谢:感谢世界工程组织联盟(WFEO)前主席龚克教授、联合国粮食与农业组织(FAO)前副总干事何昌垂博士对丰县牛蒡古黄河泛区案例的支持和指导,感谢丰县人民政府鹿飞县长亲历亲为,在多方合作和协调过程中给与的特殊贡献。

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] 魏垂敬. 牛蒡产业链发展的实践与思考[J]. 中国蔬菜, 2012(23): 13–16.
- [2] 李宗梅, 李秀珍, 常禹等. 不同土壤因子对中药牛蒡子品质的影响[J]. 土壤通报, 2011, 42(1): 106–111.
- [3] 刘闯, 龚克, 刘燕华等. “绿水青山就是金山银山”解题新机制——“优质地理产品生境保护与可持续发展”多方合作十年行动计划正式启动[J]. 全球变化数据学报, 2021, 5(3): 11–22. <https://doi.org/10.3974/geodp.2021.03.03>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2021.03.03>.
- [4] 姚凤腾, 常家兵, 赵成义等. 丰县牛蒡古黄河泛区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, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.06.06.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.06.06.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] 张晓晓, 柴智, 冯进等. 牛蒡多糖的提取及生物活性研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(6): 280–288.
- [7] 崔莉, 潘超, 张晓晓等. 益生菌抗热牛蒡复合保护剂筛选优化研究[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(18): 211–214.
- [8] 梁玮, 李莹, 冯进等. 牛蒡根及其精深加工研究进展[J]. 中国食品学报, 2022, 22(2): 413–420.
- [9] 崔莉, 李莹, 冯进等. 热激联合牛蒡抗热保护剂对益生菌奶粉中益生菌喷雾干燥活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(10): 166–169.
- [10] 徐州市市场监督管理局. 地理标志证明商标 丰县牛蒡[S]. 徐州市地方标准, 2023-10-28.
- [11] 史恒恒. 丰县牛蒡产业发展现状及对策[J]. 基层农技推广, 2023, 11: 100–102.
- [12] 史恒恒, 崔景泉, 路寒梅. 丰县牛蒡产业发展研究[J]. 产业经济, 2023(11): 1–3.
- [13] 姚凤腾, 刘飞韩, 兴华. 丰县牛蒡产业链式发展的现状及对策[J]. 农业与技术, 2020, 40(18): 166–168.